

CROISSANCE DE *TYLOCHROMIS JENTINKI JENTINKI* (CICHLIDAE)
EN LAGUNE EBRIE (COTE D'IVOIRE)

par

Jean-Baptiste AMON-KOTHIAS¹

R E S U M E

La croissance en longueur de *Tylochromis jentinki jentinki* en lagune Ebrié a été étudiée par l'examen des structures identifiables et interprétables sur les pièces osseuses : les écailles principalement et les opercules.

Chaque année, l'annulus le plus lisible se forme au mois d'octobre pendant la ponte.

Les courbes de croissance obtenues, d'une part, par la relation directe âge-taille et d'autre part, par rétrocalcul à partir de la relation longueur-rayon de l'écaille sont semblables. Cette croissance, comparée à d'autres espèces de la famille des Cichlidae, est relativement lente. A partir de 4 ans, les femelles grandissent plus vite que les mâles.

Entre 0 et 1 an les juvéniles ont un taux de croissance élevé : les alevins relâchés après 15 jours d'incubation buccale mesurent entre 12 et 20 mm de longueur à la fourche ; les juvéniles atteignent la taille de 80 mm entre 5 et 6 mois seulement.

La croissance en poids a été déduite de la croissance en longueur par une relation longueur-poids.

A B S T R A C T

Growth in length of *Tylochromis jentinki jentinki* from Ebrié lagoon has been studied by examination of identifiable and interpretable structures from bony pieces : mainly the scales and the opercular bones.

Each year, the most strongly marked annulus occurs in October during the spawning.

Growth curves obtained, on the one hand, by direct relationship between age and size and on the other hand, by back calculation using length-scale radius relationship are similar. This growth, compared to other Cichlids is relatively slow. After age four, we note that the females grow faster than the males.

From 0 to 1 year, the juveniles growth rate is high : the fry released after 15 days of oral incubation measures from 12 to 20 mm in fork length ; length of 80 mm is reached as soon as 5 to 6 months.

Growth in weight has been computed from growth in length by means of length-weight relationship.

¹ Centre de Recherches Océanographiques - R.P. V 18 - ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

INTRODUCTION

Dans les lagunes ivoiriennes, si les appellations de "carpe noire" et de "carpe bleue" correspondent à deux espèces différentes (respectivement à *Tilapia guineensis* et à *Tilapia heudelotii*), celles de "carpe jaune" et de "carpe blanche" désignent en fait les mâles et femelles du même poisson, *Tylochromis jentinki jentinki*^{*} (Steindachner, 1895), sous-espèce de la famille des Cichlidae. Celui-ci constitue avec les deux premières carpes, ainsi qu'avec *Ethmalosa fimbriata*, *Elops lacerta* et les *Chrysichthys* (*C. nigrodigitatus* et *C. walkeri*), l'essentiel des captures des pêches artisanales en lagune Ebrié (Durand *et al.*, 1978). Alors que *Ethmalosa fimbriata* tire son importance de sa forte abondance dans les captures totales (plus de 60%), les autres poissons dont les proportions ne varient que de 4 à 6% du tonnage annuel, affichent en revanche des valeurs commerciales 5 à 13 fois plus fortes parce qu'ils sont très prisés, ce qui détermine le comportement des pêcheurs.

Les captures annuelles de *Tylochromis*, évaluées à 300 tonnes, sont, dans leur presque totalité, vendues à l'état frais dans un circuit spécial de distribution (Amon-Kothias, 1981).

Le cycle biologique de ce poisson typiquement de milieu estuarien, se déroule complètement et uniquement en eaux saumâtres (Anonyme, 1977 ; Durand et Skubich, 1979). Et nos observations en lagune Ebrié montrent que *Tylochromis* est modérément euryhalin et cantonné par l'ouverture du canal de Vridi aux régions de la lagune les plus stables et oligohalines ou faiblement mesohalines comme le montre la figure 1 (Amon-Kothias, 1980).

Ainsi *Tylochromis*, par sa haute valeur marchande et par son environnement qui est maintenant bien connu, mérite qu'on étudie la dynamique de son stock pour une gestion rationnelle et une meilleure réglementation des pêches.

Un des aspects fondamentaux de cette approche est l'étude de la croissance du poisson que nous nous proposons maintenant de présenter.

* Le terme *Tylochromis* utilisé tout seul dans les pages à suivre signifiera *Tylochromis jentinki jentinki*.

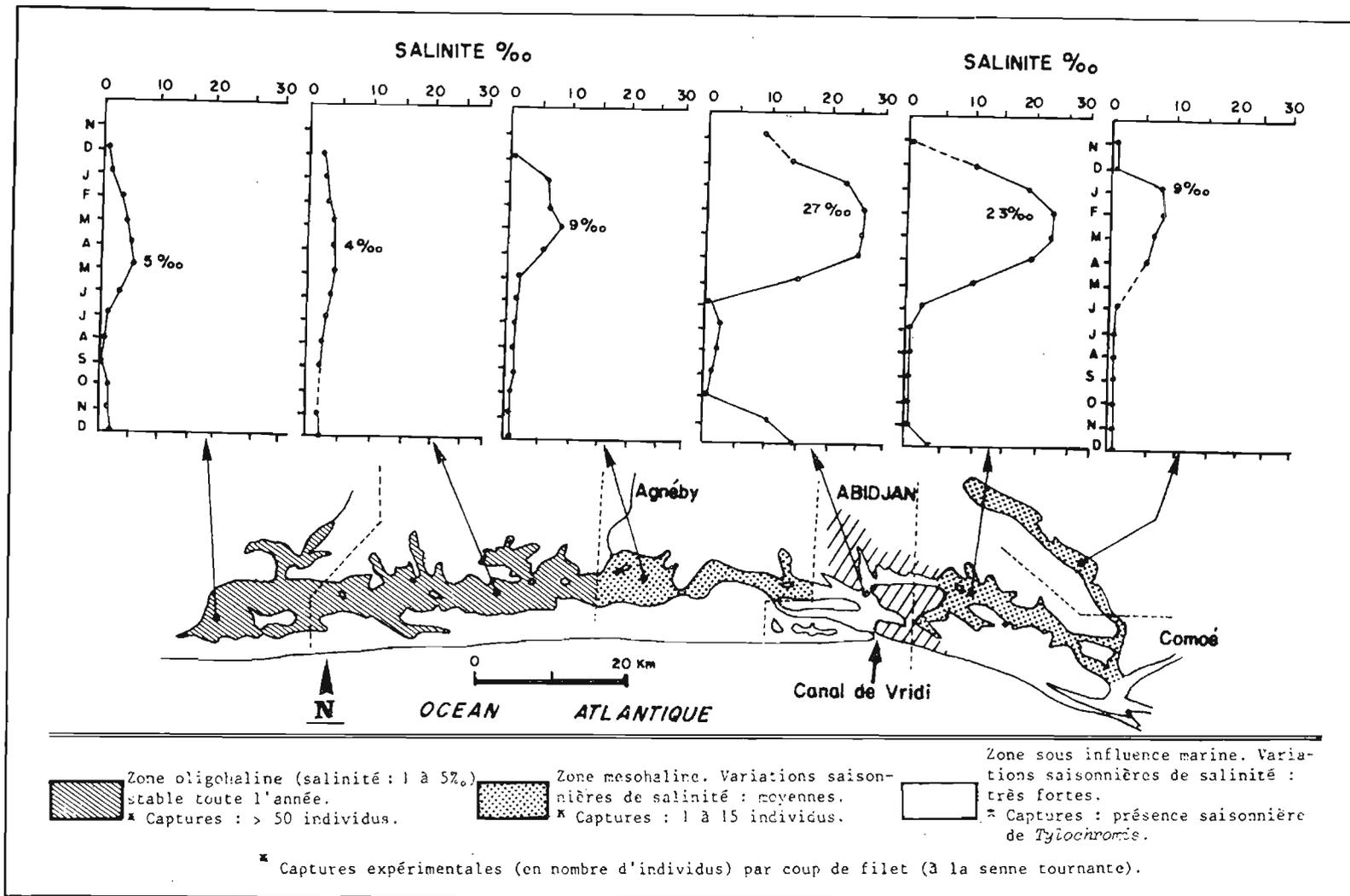


Figure 1 : Abondance de *Tylochromis ientinki ientinki* en fonction de la salinité en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire).

I - MODELE ET METHODES D'ANALYSE

1.1. LE MODELE DE VON BERTALANFFY

Nous avons utilisé le modèle de Von Bertalanffy (1938) dont l'équation a été obtenue à partir de prémisses qui supposent que la croissance est le résultat de deux processus antagonistes, l'anabolisme et le catabolisme.

Cette équation, par sa simplicité, peut être aisément incorporée aux modèles d'évaluation de la productivité des stocks (Troadec, 1971). Elle est de ce fait la plus couramment utilisée en ichthyologie et donne d'assez bons ajustements dans la plupart des cas. Elle exprime la variation de la longueur du poisson en fonction du temps :

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

L_t = longueur atteinte à l'âge t

t_0 = âge hypothétique pour la longueur 0 (zéro)

L_∞ = taille maximale théorique ou longueur asymptotique

k = coefficient instantané de croissance.

Deux remarques s'imposent :

- des trois paramètres (k , L_∞ et t_0) à déterminer pour l'application du modèle de croissance en longueur du poisson, seul k a une signification concrète (Durand, 1978). Il correspond à la diminution de la vitesse de croissance ; autrement dit, il traduit la courbure de la courbe de croissance. On ne doit accorder aucune signification biologique précise ni à L_∞ , ni à t_0 (Daget, 1972) ;

- l'ajustement de ce modèle aux données observées n'a de valeur que dans l'intervalle d'observation (Le Guen, 1971 ; Daget, 1972 et Durand, 1978). Le biologiste devra être extrêmement prudent dans l'extrapolation des résultats en dehors des limites de son observation.

Les trois principales méthodes d'application de ce modèle - qui ont servi pour les estimations des paramètres dans cette étude - sont celles de Ford et Walford (1946), de Tomlinson et Abramson (1961) et de Gulland (1969). Celles-ci ayant été largement décrites et utilisées par de nombreux auteurs (Ricker, 1958 ; Gulland, 1969 ; Le Guen, 1971 ; Troadec, 1971 ; Daget, 1972 ; Lasserre, 1976 ; Durand, 1978, etc ...), nous ne les présenterons pas ici.

1.2. DETERMINATION DES COURBES DE CROISSANCE

1.2.1. Relation directe âge-taille.

Cette démarche classique associe à chaque taille un âge, déduit du nombre de stries sur les pièces osseuses et des dates de naissance des poissons capturés. Pour cela, elle suppose que l'on puisse déterminer correctement l'âge du poisson quelle que soit sa taille. Il nous a fallu donc déterminer la date de naissance pour l'ensemble des individus. Celle-ci a été fixée au 1^{er} novembre de chaque année en raison de la chute brutale des valeurs du rapport gonado-somatique (RGS) durant ce mois (Amon-Kothias, 1980). Nous montrerons plus loin que la formation des annuli (écailles) ou des "marques" (opercules) intervient durant cette même période. Ces deux considérations nous ont permis d'établir la relation taille-âge pour tous les individus présentant, sur leurs écailles ou opercules, au moins un annulus ou une "marque", soit âgés d'au moins un an.

1.2.2. Rétrocalcul.

Le principe de la méthode rétrospective est de reconstituer la croissance de l'individu à partir des mensurations effectuées sur le rayon des écailles ou la distance caractéristique⁽¹⁾ des opercules qui sont jalonnés par des repères morphologiques, les annuli ou les "marques". Ceux-ci marquant l'âge de l'individu, l'on peut, connaissant la relation liant le rayon des écailles ou la distance caractéristique des opercules à la longueur du poisson, estimer la taille atteinte à chacun de ces repères, autrement dit à chaque âge.

Le rétrocalcul peut introduire des biais - en particulier en sous-estimant souvent la taille maximale atteinte - mais ne demande que des calculs relativement simples. Il pose également un problème de non indépendance des estimations.

Dans cette étude, nous utiliserons à la fois la scalimétrie et l'operculométrie.

(1) Voir définition au point 2.2.2.1. (page 81) et figure 9 (page 78).

2 - CROISSANCE EN LONGUEUR

2.1. ETUDE PAR LA METHODE DES FILIATIONS MODALES

Cette méthode basée sur l'analyse des distributions des fréquences de longueur a pour but de déterminer indirectement l'âge des poissons. Elle consiste à suivre dans le temps le déplacement des modes des histogrammes de fréquences de tailles sur l'axe des longueurs. C'est la seule méthode d'étude de la croissance des animaux quand aucune pièce anatomique dure ne porte d'empreintes périodiques ou lorsque celles-ci sont difficilement interprétables.

Cette méthode ne peut être utilisée qu'avec les espèces ayant une saison de ponte de courte durée de sorte qu'à chaque pic de ponte corresponde une cohorte susceptible d'être isolée et suivie dans le temps. Or chez *Tylochromis*, la saison de reproduction s'étale sur une très longue période, de août à février et semble comporter plusieurs pontes même si celle de novembre-décembre paraît la plus importante (Amon-Kothias, 1980). Il en résulte que les modes sont quasiment inséparables comme le montrent les distributions de fréquences des tailles des figures 2a et 2b qui ont été obtenues à partir des mensurations mensuelles de poisson faites dans les pêches du secteur V de la lagune Ebrié où opèrent les sennes de plage (engins susceptibles de capturer toutes les tailles de *Tylochromis* à partir de 60 mm de LF). Ces distributions ont, en effet, révélé une difficulté évidente à la décomposition en modes distincts même par la méthode graphique de Harding (1949) perfectionnée par Cassie (1954). C'est pourquoi nous ne présenterons pas de données et de courbe de croissance déduites de ces histogrammes par la méthode des filiations modales. Toutefois, pour les individus très jeunes, les modes apparaissent relativement distincts au début des distributions de janvier à juin 1977 et des mois de novembre et décembre 1978. En leur appliquant la méthode de décomposition des courbes polymodales de taille de Gheno et Le Guen (1968) reprise par Daget et Le Guen (1975) qui supposent que, dans un groupe d'individus de même âge, la distribution est symétrique par rapport à la moyenne, nous sommes arrivés à estimer l'âge de ceux-ci. Il varie entre 5 et 6 mois pour une taille moyenne de 80 mm. Cette valeur paraît vraisemblable du fait que, d'une part la croissance est très rapide chez les individus jeunes (les alevins de 15 jours

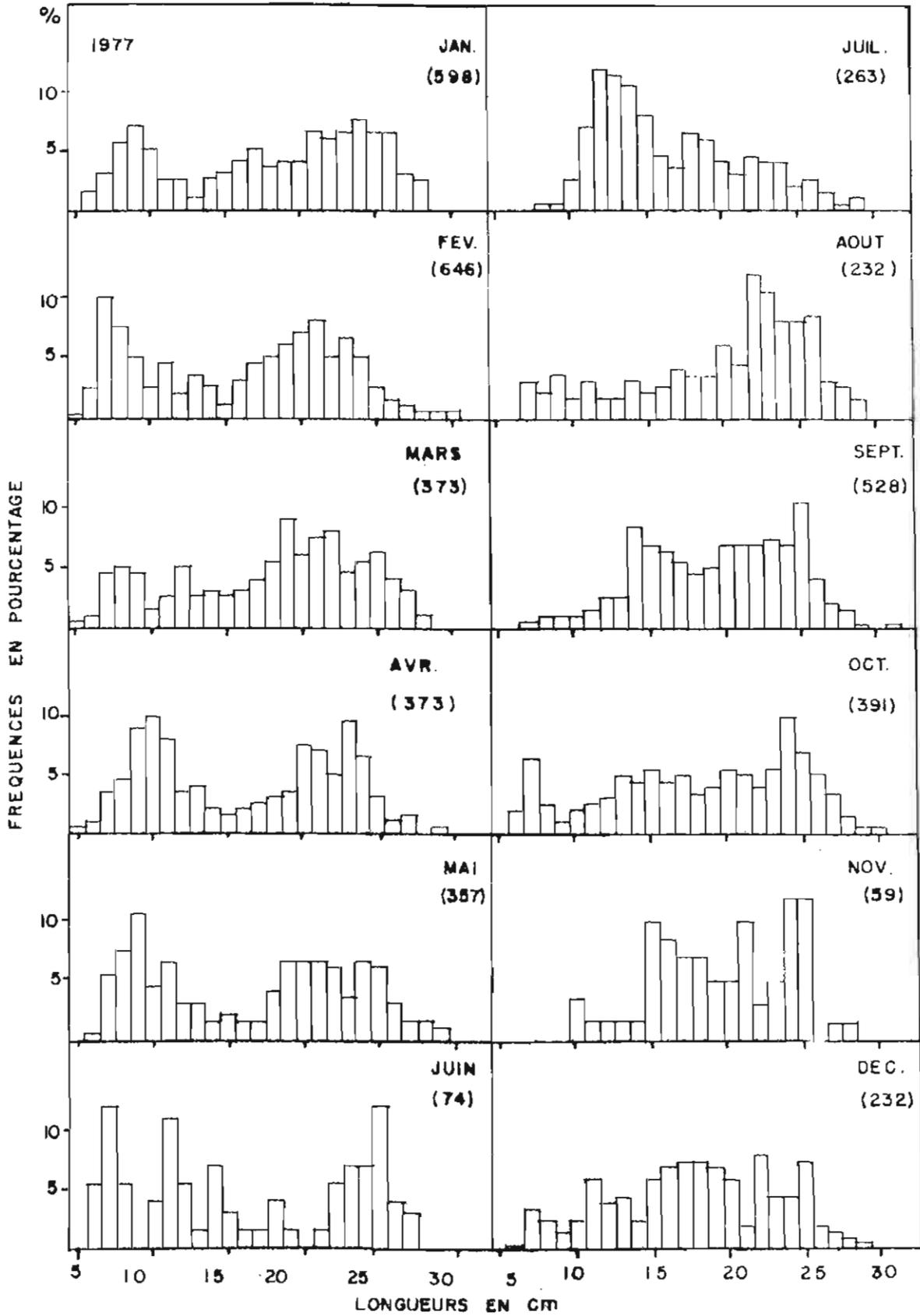


Figure 2a - Histogrammes mensuels de fréquences de longueur de *Tylochromis jentinki* pour l'année 1977.

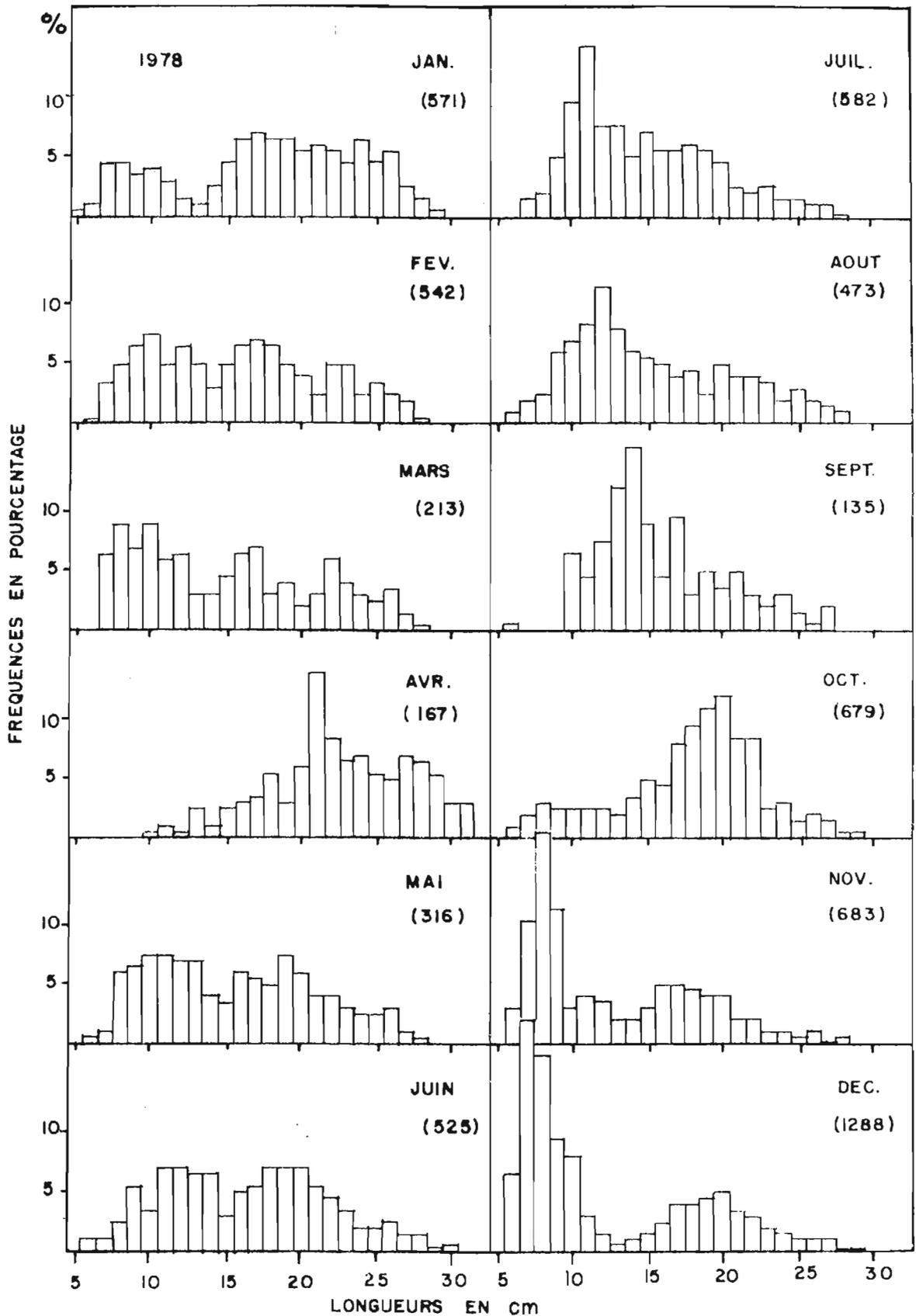


Figure 2b - Histogrammes mensuels de fréquence de longueur de *Tylochromis jentinki* pour l'année 1978.

environ atteignent déjà les tailles de 12 à 20 mm de LF comme l'a observé Amon-Kothias, 1980) et d'autre part, la taille moyenne estimée pour un an est 120 mm comme nous le verrons au point 2.2.1.4.

2.2. ETUDE PAR LA LECTURE DES MARQUES SUR LES PIÈCES OSSEUSES

L'âge de beaucoup d'espèces est couramment déterminé par le dénombrement et l'interprétation des marques naturelles présentes sur les pièces osseuses telles les écailles, les opercules, les otolithes, les épines etc... Ces marques résultent de phénomènes - soit exogènes (facteurs du milieu environnant telle la salinité ...), soit endogènes (la physiologie telle la reproduction ...) - qui affectent le métabolisme et la croissance du poisson.

Dans les zones tempérées où les différences entre les quatre saisons sont assez prononcées, le dénombrement et l'interprétation de ces marques sont assez aisés. Par contre, en zones tropicales, cette tâche est souvent plus délicate.

Parmi ces pièces susceptibles de témoigner des diverses étapes de la croissance du poisson, seuls les écailles et les opercules qui ont montré des structures facilement identifiables, ont été utilisés dans cette étude.

2.2.1. Les écailles.

2.2.1.1. Description.

Les poissons de la famille des Cichlidae ont des écailles qui sont similaires. Et comme l'a noté Griffith (1977), les écailles de *Tylochromis bangwelensis* ressemblent à celles de *Tilapia mossambica*⁽¹⁾ Peters, décrites par Bruton et Allanson (1974) ainsi que par Lanzing et Higginbotham (1974). Nos observations nous amènent à dire que les écailles de *Tylochromis jentinki jentinki* ressemblent également à celles de *Tilapia mossambica*.

(1) *Tilapia mossambica* a été classé dans le genre *Sarotherodon* Rüppel, 1853 par Trewavas (1973) sous le nom de *Sarotherodon mossambicus*. Nous utiliserons l'appellation de *Tilapia mossambica* en conformité avec les textes originaux des auteurs.

Les écailles de *T. jentinki* ont encore une très forte similitude avec celles de *Tilapia zilli* (Gerv.) du Niger moyen décrites par Daget (1956). Elles sont également comparables à celles de *Tilapia nilotica* et *Tilapia rendalli* (Moreau, 1974).

Ce sont des écailles typiquement cycloïdes. Daget et Iltis (1965) en dénombrent 36 à 45 en ligne longitudinale, 24 à 35 à la ligne latérale supérieure et 25 à 36 à l'inférieure.

Dans la région caudale où nous avons effectué nos prélèvements (cf. point 2.2.1.2.b), les structures de l'écaille sont généralement plus faciles à identifier.

La surface de l'écaille comprend quatre subdivisions (Fig.3) :

- le champ cranial ou antérieur qui correspond à la partie imbriquée sous l'écaille qui la précède. Il est caractérisé par les radii qui divergent à partir du foyer (ou nucleus) et qui se terminent chacun à une concavité du bord festonné. C'est le champ cranial qui est utilisé en scalimétrie (voir paragraphe 2.2.1.2). Pour cette dernière, nous définirons ici le rayon de l'écaille (R) comme étant le segment de droite partant du foyer et interceptant intérieurement la concavité du bord festonné le plus proche du centre (Fig.3).

- le champ dorsal

- le champ ventral

- le champ caudal qui correspond à la partie visible de l'écaille en place. Cette région est recouverte par l'épiderme dont il reste encore des lambeaux même après le prélèvement de l'écaille. Son bord est arrondi ou quelque peu tronqué selon la région du corps.

Chez *Tylochromis jentinki jentinki* comme chez certaines autres espèces de la même famille (Daget, 1956 ; Ben-Tuvia, 1959 et Moreau, 1974), les circuli sillonnent toute la surface de l'écaille y compris le champ caudal. Dans le champ cranial, les circuli sont nombreux, serrés et divisés en de courts segments par le rayonnement en éventail des radii dont le développement peut être parfois interrompu (Fig.3 : I). Dans cette partie de l'écaille, les circuli sont régulièrement et uniformément disposés. C'est là que commence la formation des circuli avant de s'étendre aux autres zones. En passant du champ cranial au champ caudal, on observe une réduction du nombre des circuli

qui est en rapport avec le fait que certains d'entre eux, ouverts, c'est-à-dire ne dessinant que des arcs de courbe, ont leurs extrémités qui s'interrompent brutalement dans la zone de transition ou fusionnent avec les circuli adjacents (Daget, 1956 et Lanzing et Higginbotham, 1974).

Les circuli sont de minuscules bourrelets de scléroblastes qui se forment à la surface externe de l'écaille qu'ils sillonnent (Daget, 1956). Lanzing et Higginbotham (1974), étudiant l'ultra-structure des écailles de *Tilapia mossambica*, ont montré que, dans tout le champ cranial et en partie dans les champs dorsaux et ventraux, les circuli sont hérissés de denticules pointus et orientés vers le foyer. La position particulière des denticules et le sens déterminé de leur orientation suggèrent qu'ils jouent un rôle de menus crochets prévenant les mouvements ou empêchant l'arrachement de l'écaille. Les mêmes auteurs ont également montré que ces denticules n'apparaissent qu'après que les circuli aient achevé leur plein développement. Ils sont alors absents des bords des circuli les plus récents.

L'agencement des circuli est interrompu par des lignes de discontinuité qui correspondent aux annuli. En effet, au niveau de celles-ci, les circuli ouverts dont les extrémités se trouvaient sur le bord même de l'écaille juste avant "l'arrêt de croissance", ont leur direction recoupée obliquement par les circuli formés lors de la reprise de croissance qui eux, sont formés parallèlement au bord de l'écaille (Fig.3). Comme chez *Tilapia mossambica* (Bruton et Allanson, 1974), la présence de l'annulus chez *Tylochromis jentinki jentinki* est particulièrement accentuée par un espacement qui frange la ligne de discontinuité séparant ainsi, de façon marquée, les circuli formés avant sa parution et ceux déposés à la reprise de la croissance (Fig.3 et Planche A). Bruton et Allanson (1974) attribuent cet espacement à une reprise accélérée de la croissance de l'écaille. Cette assertion est étayée par le fait que les circuli d'une écaille régénérée (voir définition dans les discussions du point 2.2.1.3.) qui connaît une croissance plus rapide qu'une écaille normale, sont très espacés (Planche A : ER) laissant apparaître des intervalles amorphes. Examinant au microscope à balayage ces zones amorphes sur le bar *Dicentrarchus labrax* L., Stéquert (1972) y a observé de très faibles bourrelets qui représenteraient des circuli abortifs. Cet état est dû, selon Garrod et Newell (1958), à une calcification imparfaite résultant d'une croissance de l'écaille sous des conditions défavorables. En tout cas, il n'y a vraisemblablement pas d'arrêt de croissance mais plutôt un changement structural momentané dans la formation des circuli.

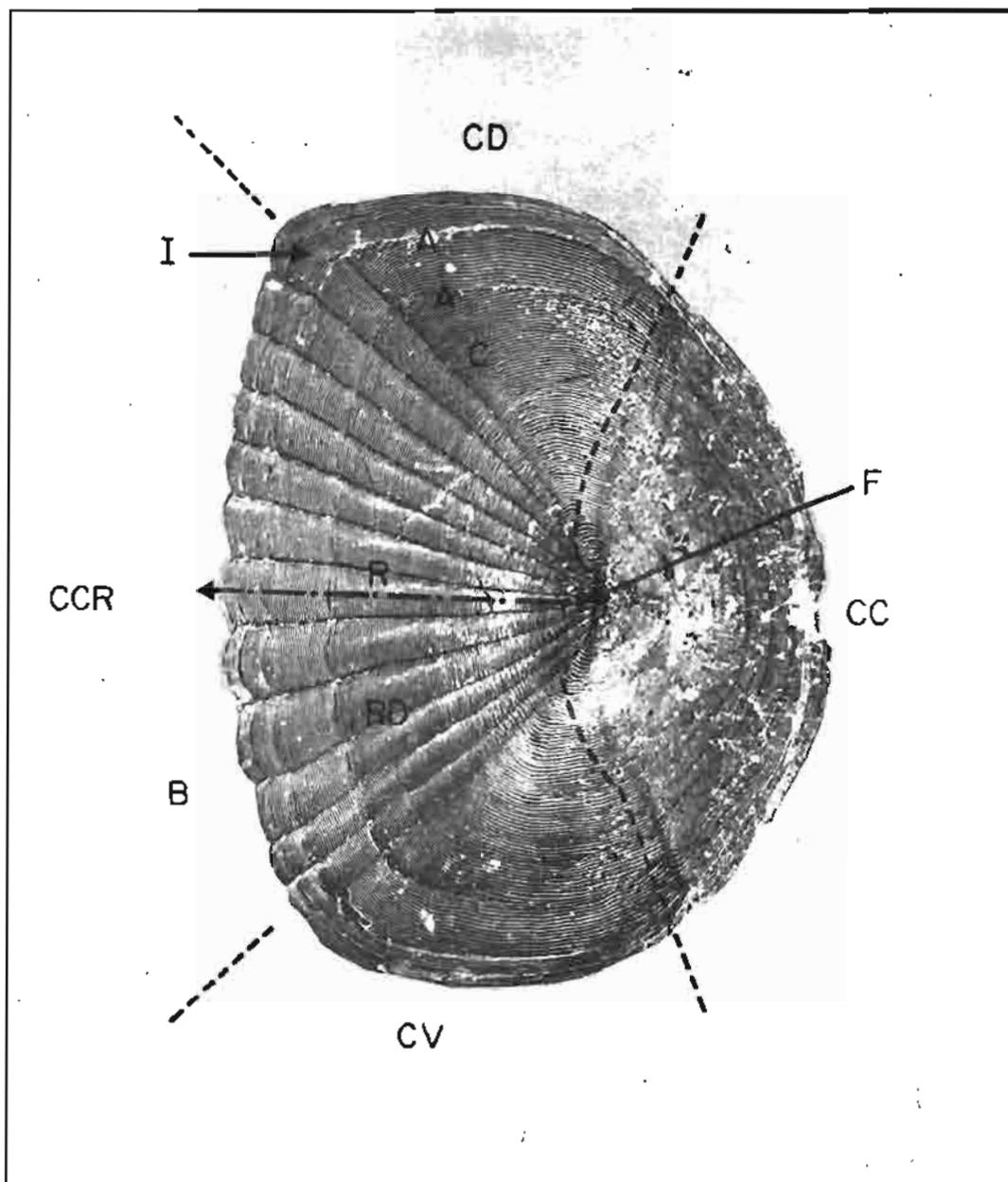


Figure 3 - Ecaille de *Tylochromis jentinki jentinki*.

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| A : Annulus | CCR: Champ cranial |
| B : Bord festonné | F : Fover |
| C : Cireuli | I : Interruption du radius |
| CC : Champ caudal | R : Rayon cranial |
| CD : Champ dorsal | RD : Radius |
| CV : Champ ventral | |

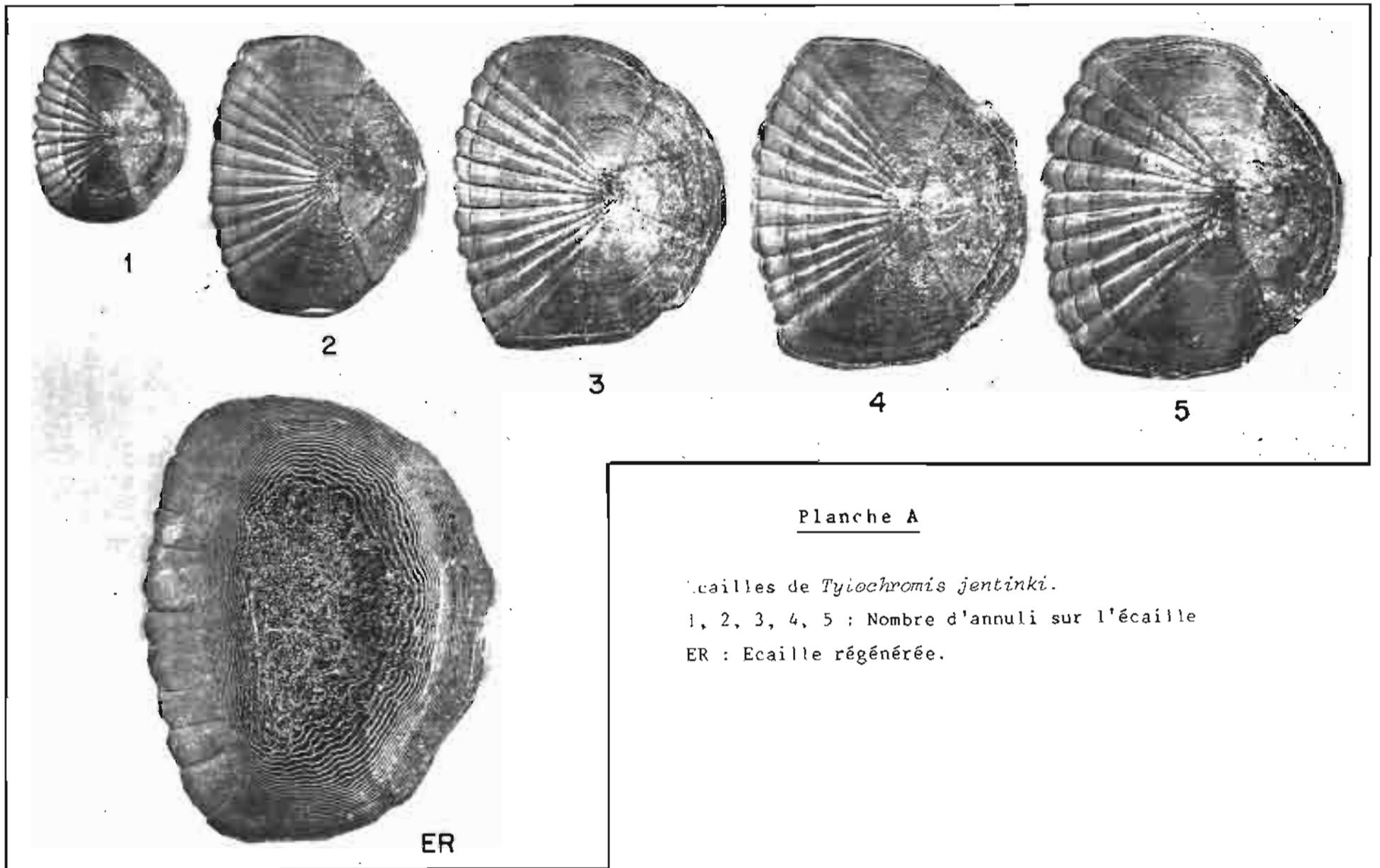


Planche A

Écailles de *Tyiochromis jentinki*.

1, 2, 3, 4, 5 : Nombre d'annuli sur l'écaille

ER : Écaille régénérée.

L'annulus ainsi délimité étant visible dans les quatre champs (cranial, dorsal, ventral et caudal), il dessine parfois, de façon parfaitement nette, une petite écaille à l'intérieur de celle examinée (Planche A : 1). Moreau (1975) a fait la même remarque pour les écailles de *Tilapia rendalli* du lac Alaotra (Madagascar). Toutefois, il faut noter que les annuli ne sont pas toujours aussi nets que ceux des écailles de la planche A. Contrairement à l'écaille 1 de cette planche A, le premier annulus est toujours plus difficile à déceler du fait qu'à cet âge là, l'individu n'a pas encore subi toutes les transformations physiologiques provoquées par la reproduction. L'écaille a alors une croissance quasiment normale et continue et la démarcation de l'annulus est plus difficile à voir.

2.2.1.2. Méthodes d'étude.

a) - Montage, mensurations, lecture d'âge et photographie.

Pour qu'elles restent planes en séchant, les écailles sont montées, dès leur prélèvement, entre deux lames porte-objets. Celles-ci sont maintenues collées par une étiquette à chaque extrémité. Les renseignements sont notés sur les étiquettes du côté des faces externes des écailles, ces dernières étant orientées de la même façon que sur le corps du poisson.

Les écailles montées sont examinées au grossissement $G \times 10$ du projecteur (Nikon profile projector, model 6C). Et après avoir bien repéré le centre du foyer de l'écaille et les annuli, nous avons mesuré à la précision de 0.05 mm près :

- le rayon (R) de l'écaille (Fig.3),
- les rayons $r_1, r_2 \dots r_n$, atteints par l'écaille à l'annulus de rang 1, 2, ... n, en partant du foyer.

Puis nous avons compté au grossissement $G \times 20$ les circuli marginaux se trouvant dans l'axe du rayon cranial (R).

Selon la date de prélèvement de l'échantillon et en se référant à la date de naissance admise pour l'ensemble de la population, nous avons pu donner un âge au mois près à chaque individu.

Les écailles montées ont aussi servi directement pour la réalisation de la figure 3 et la planche A. Les images obtenues par cette méthode sont donc négatives (Banks et Irvine, 1969). Cependant, elles présentent des structures toutes aussi lisibles que sur les images directes et elles ont l'avantage d'être reproductibles sans exigences techniques particulières.

b) - Choix de la zone de prélèvement.

Afin de déterminer une zone de prélèvement, nous avons examiné, pour quelques individus, les écailles du flanc gauche des zones indiquées sur la figure 4.

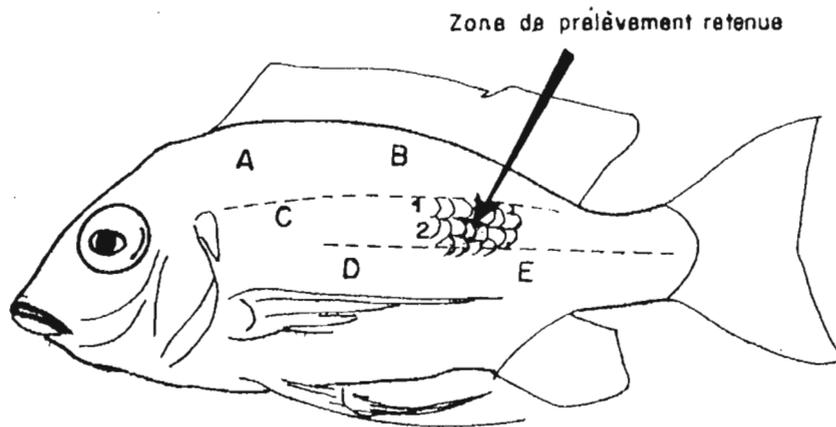


Figure 4 - Zones de prélèvement d'essai (A, B, C, D et E) et d'étude (voir flèche) des écailles de *Tylochromis jentinki jentinki*.
1 et 2 sont les numéros des rangées d'écailles.

Pour chaque zone, nous avons prélevé 10 à 12 écailles sur deux rangées longitudinales adjacentes et nous avons déterminé les valeurs moyennes des rayons et calculé les écarts-types de ceux-ci. Récapitulées dans le tableaux I, ces données nous permettent de constater que :

- pour les zones A, C et D, les écarts-types calculés sont, pour la plupart, largement supérieurs à 0.20. Ce qui suggère une grande variation des rayons qui est, elle même, une conséquence des tailles très variées des écailles dans ces zones, sans compter leurs formes souvent dissemblables. Il est alors illusoire de retenir ces zones pour une étude scalimétrique,

- malgré les faibles variations des rayons de leurs écailles (écarts-types inférieurs à 0.20), les zones B et E ont été éliminées, la première, pour la taille relativement petite de ses écailles et la seconde, pour les structures difficilement perceptibles des siennes.

Finalement, nous avons retenu, pour cette étude, les écailles de la région caudale, située entre les deux lignes latérales et nous l'appellerons désormais "la zone retenue".

Taille (mm) et sexe du poisson	ZONE RETENUE		AUTRES ZONES									
			E		D		C		B		A	
	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s
286 F	5.13	.13	5.71	.16	4.93	.32	5.10	.26	4.75	.14	4.20	.32
278 F	4.66	.11	5.16	.19	4.53	.25	4.53	.21	4.25	.19	3.93	.35
278 F	4.83	.17	5.32	.15	3.85	.31	3.85	.24	4.28	.22	3.30	.28
277 F	4.82	.18	5.40	.08	3.63	.30	3.40	.88	4.38	.24	2.93	.29
267 F	4.36	.20	4.77	.23	4.53	.42	3.38	.49	3.90	.08	3.06	.43
240 M	4.33	.15	4.70	.14	4.00	.55	3.53	.31	3.93	.13	3.23	.48
235 M	4.27	.11	4.67	.15	3.43	.22	3.02	.28	3.98	.10	3.12	.45
201 M	3.50	.12	3.75	.05	2.65	.31	2.30	.37	3.27	.17	2.12	.39
200 F	3.32	.13	3.70	.09	2.50	.23	2.53	.36	3.10	.08	2.20	.52
188 M	3.13	.10	3.56	.13	2.18	.41	2.32	.28	2.75	.13	2.08	.31
174 F	2.78	.13	3.08	.13	1.86	.21	1.78	.24	2.48	.16	1.48	.27

Tableau I - Valeurs moyennes (en mm) des rayons des écailles (r) et leurs écarts-types (s) par zone de prélèvement.

n = 10 écailles prélevées sur deux rangées longitudinales adjacentes ; M : mâle ; F : femelle.

Dans la zone retenue, les écailles ont la même forme caractéristique décrite (Fig.3) et ont, à peu près, la même taille, ce qui se traduit par des écarts-types faibles. En plus, elles présentent toutes des structures plus perceptibles. Mises à part celles - d'ailleurs déformées - des deux lignes latérales, les écailles de la zone retenue sont disposées seulement sur deux rangées longitudinales que nous avons numérotées 1 et 2 (Fig.4).

Par la suite, nous avons cherché à connaître la différence de taille entre les écailles de ces deux rangées. Pour ce faire, nous avons mesuré, pour quelques individus, les rayons des écailles, aussi bien du flanc gauche que du flanc droit du poisson. Les résultats sont consignés dans le tableau II. Il en ressort que :

- les variations des rayons sont faibles (écarts-types inférieurs à 0.20) sur les deux flancs,

- pour une rangée donnée, la valeur moyenne des rayons des écailles d'un individu est quasiment la même, qu'il s'agisse du flanc gauche ou du flanc droit. Ceci offre la possibilité de prélever les écailles sur le flanc droit quand celles du flanc gauche généralement utilisé se révèlent toutes mauvaises. Ceci est particulièrement intéressant compte tenu du nombre restreint des écailles (5 à 6) sur chaque rangée de la zone retenue et du pourcentage élevé d'éléments rejetés lors des prélèvements,

- les écailles de la rangée 2, sur chaque flanc, sont plus grandes que celles de la rangée 1. C'est donc sur la rangée 2 qu'ont été prélevées les écailles qui ont servi dans cette étude.

Afin d'étudier la variabilité des rayons des écailles entre des individus ayant atteint la même taille, nous avons construit le tableau III qui donne les valeurs moyennes et les écarts-types des rayons des écailles des individus que nous avons récoltés dans cette intention. Dans celui-ci, nous constatons que les écarts-types sont du même ordre de grandeur que ceux du tableau II. Autrement dit la variabilité des rayons des écailles d'individus de même taille est la même que celle des rayons des écailles d'un même individu. Ceci nous a permis de nous contenter d'une ou deux écailles par individu quand celles-ci présentent toutes les structures et de simplifier ainsi les opérations de prélèvement pour l'étude scalimétrique. Chez *Tilapia galilaea*, Daget (1962), par des

Taille (mm) et sexe	286 F		278 F		277 F		267 F		241 F		240 M		235 M		226 M		
	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	
Flanc gauche	1	5.03	.17	4.68	.10	4.67	.06	4.24	.19	3.93	.06	4.28	.17	4.33	.15	3.62	.13
	2	5.23	.16	4.96	.05	4.97	.12	4.48	.11	4.13	.10	4.38	.13	4.47	.06	3.83	.05
Flanc droit	1	5.03	.16	4.88	.10	4.70	.10	4.38	.22	3.83	.21	4.23	.15	4.28	.05	3.63	.13
	2	5.28	.12	4.98	.12	5.03	.15	4.55	.13	4.13	.10	4.40	.10	4.45	.06	3.88	.10

Taille (mm) et sexe	201 M		200 F		195 F		194 F		188 M		180 F		174 F		170 F		
	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	
Flanc gauche	1	3.40	.10	3.22	.08	3.24	.09	3.32	.08	3.06	.05	2.80	.10	2.66	.13	2.73	.12
	2	3.58	.05	3.42	.08	3.40	.07	3.44	.09	3.25	.05	3.03	.10	2.84	.05	2.88	.08
Flanc droit	1	3.41	.12	3.20	.10	3.30	.14	3.27	.06	3.08	.09	2.85	.10	2.75	.06	2.73	.10
	2	3.57	.15	3.40	.08	3.40	.06	3.46	.05	3.25	.06	3.00	.07	2.83	.12	2.87	.06

Tableau II - Valeurs moyennes (r) et écarts-types (s) des rayons des écailles sur chaque rangée (1 et 2) de la zone de prélèvement retenue.

n = 5 à 6 écailles par rangée.

observations différentes a abouti à une conclusion similaire même si la région concernée du corps n'est pas la même. Il a conseillé, "pour simplifier les opérations et réduire au minimum la dispersion des mesures, de prélever quelques écailles de la rangée longitudinale immédiatement au dessus de la ligne latérale supérieure et de ne mesurer que la plus grande de ces écailles qui soit lisible".

LF (mm)	Rayon (mm)	
	Moyenne	Ecart-type
140	2.20	.16
180	2.88	.13
200	3.30	.16
220	3.71	.17
240	4.02	.19
260	4.57	.18
280	4.95	.07

Tableau III - Valeurs moyennes et écarts-types des rayons des écailles pour les individus de même longueur à la fourche (LF) en millimètres.

n = 10 (1 écaille de la rangée 2 par individu).

2.2.1.3. Formation de l'annulus.

La détermination de l'âge des poissons par le dénombrement et l'interprétation des annuli sur les écailles est basée sur l'hypothèse que leur formation est périodique et de courte durée avec une fréquence annuelle connue.

a) - Comptage des circuli.

Afin de vérifier cette hypothèse pour les annuli observés chez *Tylochromis jentinki jentinki*, nous avons suivi l'évolution mensuelle du nombre de "circuli marginaux", c'est-à-dire, tous les circuli formés après le dernier annulus. Cette méthode repose sur la simple logique que le nombre de circuli marginaux est le plus faible juste après la formation de l'annulus dont il indique ainsi la période.

Notre définition de circuli marginaux diffère de celle de Daget (1956) pour qui ceux-ci se limitent seulement aux circuli, non fermés, dont les extrémités se trouvent sur le bord même de l'écaïlle.

La démarche adoptée ici a déjà été suivie, sur des espèces différentes, par plusieurs auteurs (Cragg-Hine et Jones, 1969 ; Bruton et Allanson, 1974 ; Mann, 1976 ; White et Williams, 1978). Elle consiste à compter le nombre de circuli entre le dernier annulus et le bord festonné de l'écaïlle (dans le champ cranial).

Dans notre cas, nous avons choisi le feston le plus proche du centre, celui sur lequel aboutit le rayon de l'écaïlle, pour effectuer ce comptage. Toutefois, il importe de remarquer que tout autre feston du bord cranial donnerait un résultat analogue à cause de l'uniformité du mode de formation et de la régularité de l'agencement des circuli dans ce champ.

Ce comptage s'est effectué au grossissement 6 x 20 du projecteur et a porté sur tous les individus collectés mois par mois au cours de sorties de travail de durées (1 à 5 jours) et fréquences (1 à 4 fois) variables selon le mois. Ces échantillons proviennent essentiellement du secteur V (Fig. 1) de la lagune Ebrié où les senneurs réalisent les captures les plus importantes de *Tylochromis*. A défaut, les échantillons sont achetés au marché de poisson frais de Treichville où est commercialisée la plus grande partie des quantités pêchées (Amon-Kothias, 1981).

b) - Variations du nombre de circuli marginaux.

Pour chaque mois, nous avons établi la distribution des fréquences du nombre de circuli marginaux (abrégé NCM dans la suite du texte). La figure 5a présente ces distributions mensuelles pour l'ensemble des individus de 2 à 5 annuli et ce, de juillet 1977 à juin 1979. Les fréquences sont regroupées par classes de deux unités (représentées par les chiffres 2, 4, 6 ...) et sont exprimées en pourcentage de l'effectif mensuel.

On observe que de septembre à novembre 1977 et d'août à novembre 1978, les distributions sont étalées avec des modes difficiles à définir. Mais dès le mois de novembre de chaque année, il y a une apparition sensible d'individus à faible NCM. Cette apparition est bien nette au mois de décembre et ces individus à faible NCM constituent un mode tranché qui se déplace régulièrement,

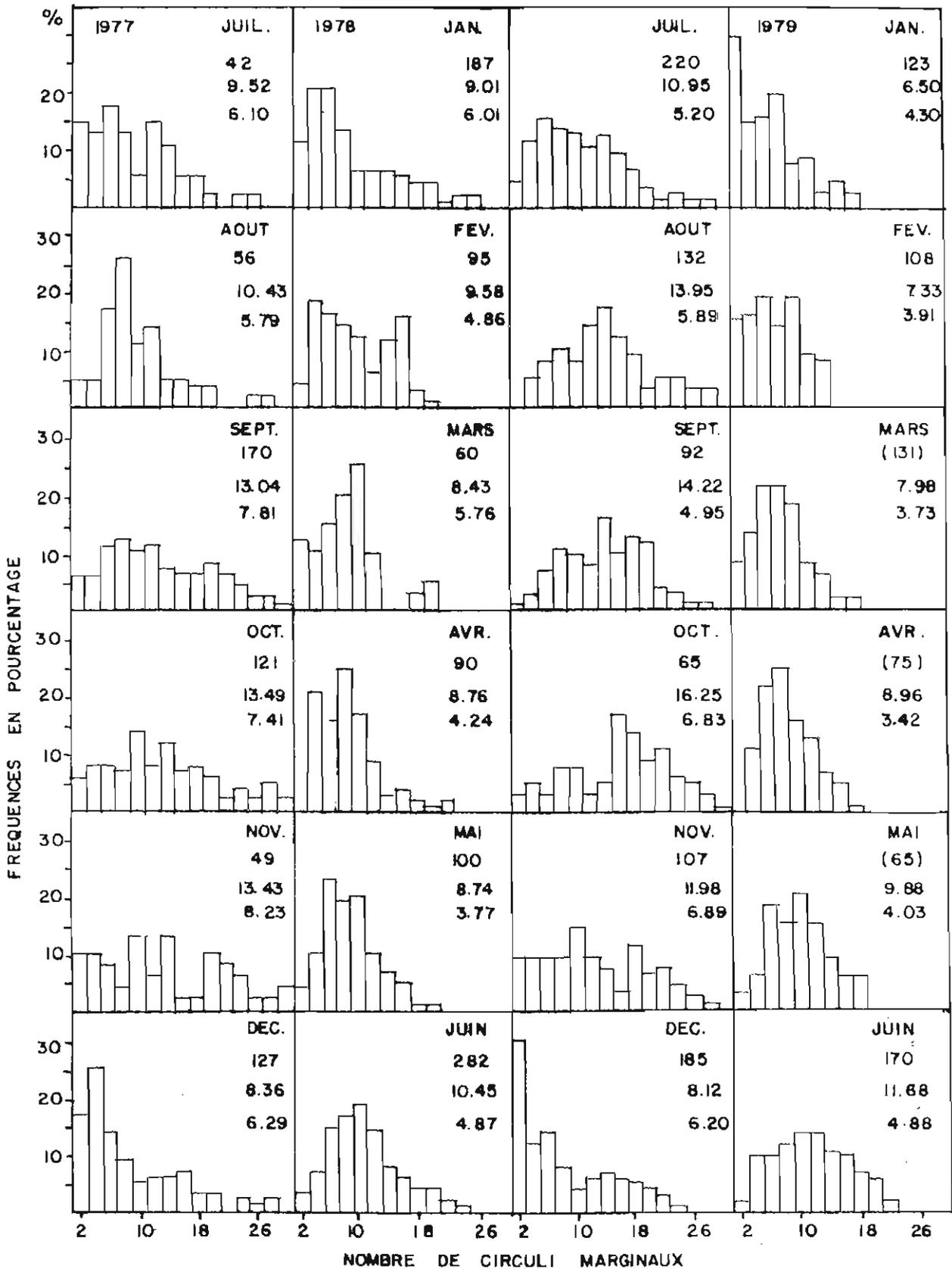


Figure 5a - Histogrammes des fréquences du nombre de circuli marginaux : écaillés de 2 à 5 annuli. En dessous de chaque mois sont donnés de haut en bas : l'effectif, le nombre moyen de circuli marginaux et l'écart-type.

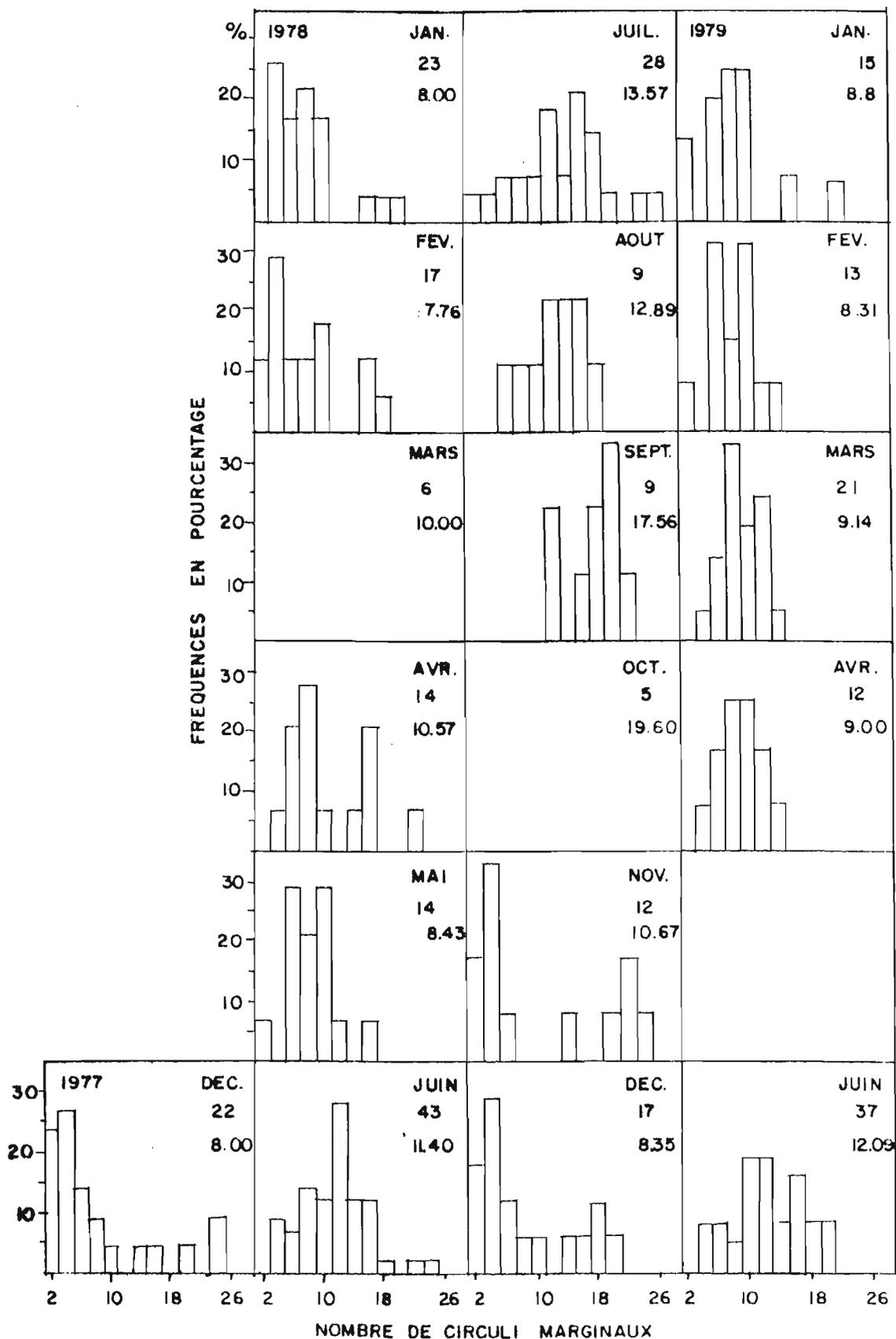


Figure 5b - Histogrammes de fréquences du nombre de circuli marginaux : écaillés de 3 annuli. En dessous de chaque mois sont donnés de haut en bas, l'effectif et la moyenne de nombre de circuli marginaux.

de mois en mois, jusqu'en juin de l'année suivante où la valeur modale est 10-11. En juillet, il y a également apparition d'individus à faible NCM. Mais ici, le phénomène est visiblement moins important et ne détermine pas un mode distinct comme celui de novembre-décembre. Il est toutefois suffisant pour se fondre quelque peu avec le mode précédemment suivi qui devient dès lors moins évident. On peut néanmoins continuer à la voir jusqu'à sa disparition en janvier-février de l'année suivante.

L'examen des mêmes types de distributions établies uniquement pour les individus ayant marqué 3 annuli et ce, de décembre 1977 à mai 1979 (Fig.5b), nous conduit aux mêmes observations faites pour la figure 5a malgré les faibles effectifs mensuels. Ici par contre, l'apparition, en juillet, d'individus à faible NCM n'influence pas le mode de novembre qui aura atteint la valeur 18-20 au mois de septembre 1978. Et en novembre, quand apparaît la forte proportion d'individus à faible NCM, on a deux modes : l'un, nouveau, à 2-4 et l'autre à 18-20 qui n'est autre que celui déjà observé en septembre-octobre. Ce dernier peut encore être suivi jusqu'en janvier ou février tout comme chez les individus de 2 à 5 annuli.

Ceci revient à dire que l'annulus se forme en octobre. C'est ce que confirment les deux courbes de la figure 6, présentant, mois par mois, l'évolution de la valeur moyenne du NCM calculée pour les deux catégories antérieurement définies :

- les individus de 2 à 5 annuli collectés de mars 1977 à août 1979 (Fig.6, courbe A),

- les individus de 3 annuli seulement pour la période de décembre 1977 à août 1979 (Fig.6, courbe B).

Pour chaque catégorie, les effectifs mensuels qui ont servi au calcul de ces moyennes sont donnés sur la ligne au bas des courbes.

En suivant la courbe A, tout comme la courbe B, nous pouvons remarquer que, chaque année, le nombre moyen mensuel de circoli marginaux atteint, pour les deux catégories, sa plus grande valeur en octobre puis, il chute brutalement en novembre et décembre. Cette chute se manifeste encore en janvier 1979 pour la courbe A. De janvier à avril de chaque année, nous constatons que le nombre moyen de circoli marginaux soit oscille entre 8 et 10 (courbe A en 1978 et courbe B en 1979), soit entame une lente remontée (courbe B en 1978 et courbe A en 1979). Cette période correspond à un ralentissement de croissance.

A partir du mois de juillet, les deux courbes reprennent sensiblement la même allure. Le dépôt de circoli au bord des écailles s'accélère dans les deux cas jusqu'à la formation de l'annulus en octobre, mois à partir duquel nous notons l'apparition d'une forte proportion d'individus à faible NCM.

c) - Discussion.

Des observations exposées dans les pages précédentes, il ressort qu'il se forme un annulus dans l'année, au mois d'octobre. Celui-ci coïncide étroitement avec la crue lagunaire.

Cette relation crue des eaux -- processus biologique est courante en pays tropicaux. Daget (1975) a noté que chez la plupart des espèces des eaux continentales tropicales, les pontes sont déclenchées par les pluies ou la montée des eaux durant lesquelles la croissance s'active également. L'étude que nous avons menée sur la reproduction de *Tylochromis* (Amon-Kothias, 1980) a également montré que la ponte est induite par l'élévation du niveau des eaux lagunaires, celle-ci étant provoquée par l'arrivée des eaux continentales surtout du Comoé et de la petite saison des pluies en zone littorale.

Ici, l'annulus se forme en octobre, mois durant lequel le niveau des eaux lagunaires augmente de façon très sensible et brusque. Cette fluctuation très marquée se traduit par un annulus également bien marqué et perceptible sur l'ensemble des individus de la population.

Le maximum de la petite saison des pluies en zone littorale (octobre-novembre) coïncidant avec l'arrivée des crues du Comoé dans la lagune contribue sans nul doute à accentuer le processus de formation de cet annulus, tout comme la ponte qui débute - dans son ensemble - à cette époque là.

Notons par ailleurs, que la période d'accélération du dépôt de circoli qui commence en juillet comme l'indiquent les deux courbes de la figure 6, correspond - de toute évidence - à une phase de croissance rapide chez *Tylochromis*. Cette période de croissance rapide s'étend au-delà de la formation de l'annulus en octobre. C'est pourquoi les moyennes mensuelles du nombre de circoli marginaux atteignent très rapidement les valeurs 7-8 en décembre. A partir de ce dernier mois, ces moyennes évoluent sensiblement plus lentement jusqu'en juin et ceci, en rapport avec le ralentissement de croissance observé pendant ce dernier intervalle de temps (point 2.2.1.3.b).

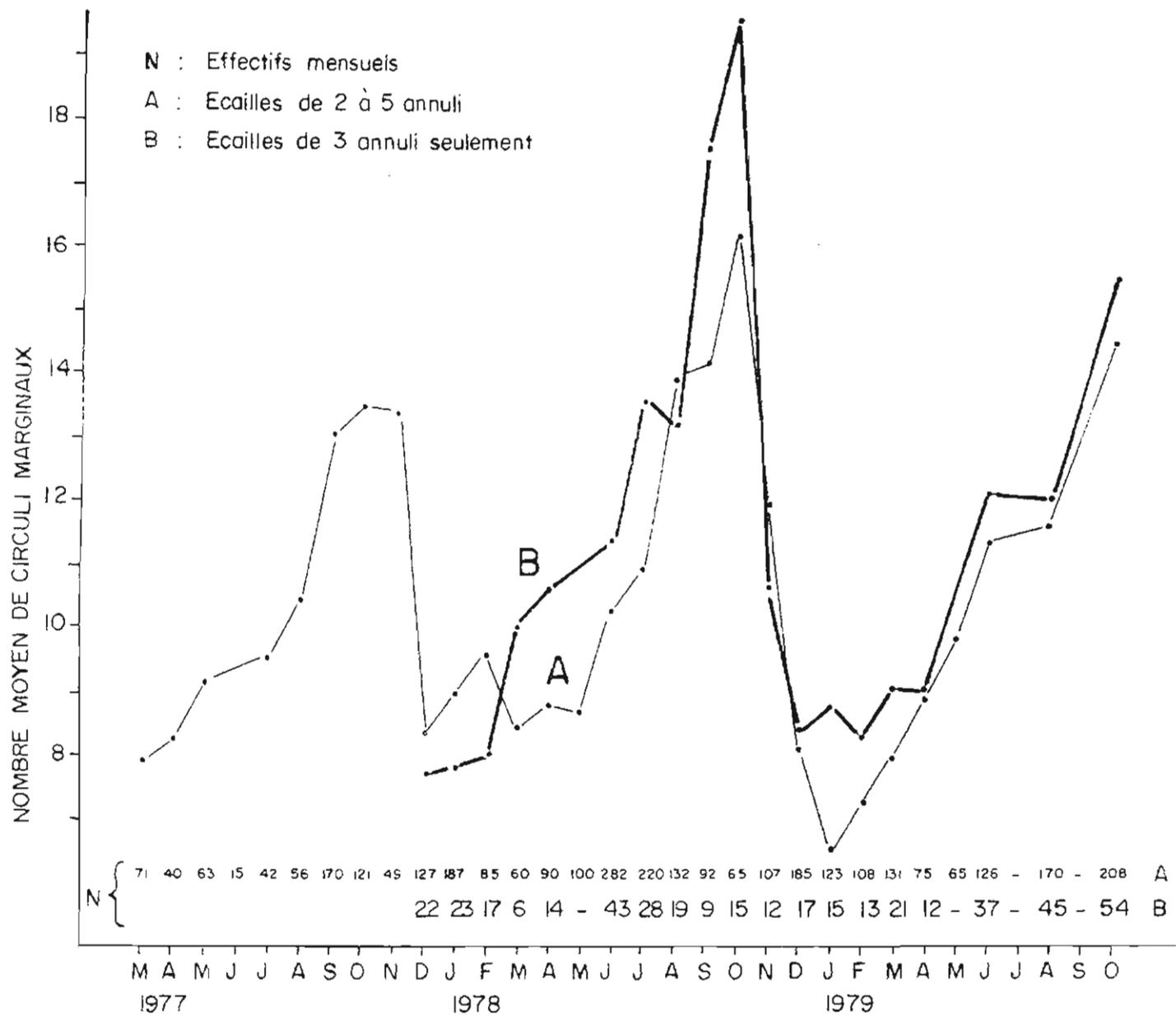


Figure 6 - Evolution mensuelle du nombre moyen de circuli marginaux de mars 1977 à octobre 1979.

L'annulus se formant pendant cette période de croissance rapide, nous pensons également à une relation de cause à effet entre ces deux événements. Ceci a déjà été noté chez la vandoise *Leuciscus leuciscus* par Cragg-Hina et Jones (1969) qui ont montré que la formation de l'annulus coïncide avec le démarrage de la croissance rapide d'été. Bruton et Allanson (1974), eux, ont remarqué que l'espacement plus grand des circuli qui correspond à l'annulus chez *Tilapia mosambica*, intervient à la suite d'une accélération momentanée de la croissance. Or, tout comme chez cette espèce, la netteté de l'annulus chez *Tylochromis* est accentuée par un espacement qui frange la ligne de discontinuité (cf. point 2.2.1.1.). L'accélération de la croissance contribue donc à la formation d'un espacement plus large comme on en observe entre les circuli d'une écaille régénérée qui, du fait d'une croissance trop rapide, sont très espacés (Stéquert, 1972).

Cet espacement entre les circuli au niveau de la ligne de discontinuité (cf. 2.2.1.1.) est parfois inexistant. Dans ce cas, l'on ne peut pas suivre l'annulus dans le champ caudal où les circuli sont tous parallèles les uns aux autres. Il est alors difficile de le distinguer des marques surnuméraires (ou faux annuli) qu'on rencontre épisodiquement sur les écailles de *Tylochromis*. Ces marques peuvent être formées par un tassement de circuli ou si elles présentent un espacement comme celui de l'annulus, elles ne peuvent pas être suivies, de façon continue, dans tous les champs ou n'ont pas la même position ou la même configuration d'une écaille à l'autre du même poisson. Leur netteté rend la détermination de l'âge très délicate surtout chez les individus de plus de cinq annuli. Chez ceux-ci, en effet, les circuli de chaque côté de l'annulus sont plus ou moins fragmentés et, compte tenu du rapprochement des annuli, il est difficile de distinguer ces derniers des marques dites fausses.

Dans tous les cas, la moindre difficulté de lecture des annuli est suffisante pour l'élimination pure et simple de l'écaille concernée. C'est ainsi que les écailles de plus des 3/4 des individus collectés ont été éliminées. Dans cette proportion, ne sont pas comptées les écailles régénérées qui, elles, sont rejetées au moment même du prélèvement.

L'écaille régénérée (Planche A : ER) est une écaille de remplacement, néoformée, sur laquelle presque toutes les structures décrites (Fig.3) sont altérées et qui présente une sorte de cal granuleux en son centre. Ce cal a théoriquement la même grandeur que l'écaille avant son arrachement.

Au cours de notre étude, il s'est révélé très tôt que les mâles présentent une proportion plus élevée d'écailles régénérées que les femelles (Tab.IV). Cette proportion est très forte chez les mâles âgés, de tailles supérieures à 250 mm (longueur à la fourche). La détermination de l'âge chez cette catégorie d'individus a été particulièrement difficile à cause de la rareté des écailles à structures complètes et clairement lisibles.

Le comportement combatif des mâles serait responsable, chez ceux-ci, de la présence de cette importante proportion d'écailles de remplacement. Ces combats à coups de "museau" provoqueraient l'arrachement des écailles. En effet, en élevage au laboratoire (essai réalisé en octobre et novembre 1977), nous avons pu observer que les mâles s'agressent les uns les autres en toutes circonstances, placés seuls dans les aquariums ou mélangés aux femelles.

LF et Sexe Date	< 180		180 à 250 mm		> 250 mm	
	M	F	M	F	M	F
Juin 1977	5 I	6 I	9 V	11 I	4 IX	7 I
Novembre 1977	2 I	3 I	4 IV	8 I	5 VII	4 II
Avril 1979	3 I	4 I	8 III	12 I	4 X	5 II
Octobre 1979	7 I	10 I	10 II	56 I	8 IV	23 I

Tableau IV - Rang (valeur moyenne entière, en chiffres romains) occupé par la première écaille non régénérée sur des mâles (M) et femelles (F) de *Tylochromis*. Les chiffres arabes correspondent aux nombres de poissons utilisés.

2.2.1.4. Résultats.

a) - Relation directe âge-taille.

L'estimation directe de l'âge des individus nous a permis d'établir la clé âge-longueur du tableau V. En plus des distributions de fréquences de longueur à chaque âge, nous avons présenté, dans le même tableau, les poids moyens observés, les rayons calculés à chaque classe de taille et les rayons moyens observés à chaque âge, données que nous verrons un peu plus loin dans le texte.

LF (mm)	R calculé (mm)	A G E (années)								Total	W observé (g)
		1	2	3	4	5	6	7	8		
50											3*
60											5
70											7
<hr/>											
80	0.9										10
90	1.1										14
100	1.3	5								5	20
10	1.5	11								11	27
20	1.7	19								19	33
30	1.9	20								20	42
40	2.1	16	8							24	55
50	2.3	9	10							19	67
60	2.5	3	36	2						41	81
70	2.7		80	9						89	101
80	2.9		68	26						94	118
90	3.1		26	56	1					83	142
200	3.4		13	81	10					104	162
10	3.6		5	98	25					128	192
20	3.8			65	53	6				124	212
30	4.0			17	93	14				124	246
40	4.2			6	79	49	5			139	284
50	4.4				18	91	13			122	323
60	4.6				5	84	34	5		128	355
70	4.8					21	70	13		104	395
80	5.0					13	40	15	5	73	451
90	5.2						7	13	4	24	481
300	5.4						1	5	2	8	525
10	5.6								2	2	663*
<hr/>											
20									2	2	684*
30											784*
40											
⋮											
⋮											
390											1310*
Effectif		83	246	360	284	278	170	51	15	1487	
LF moyen (mm)		128	174	204	230	253	269	280	293		
R moyen ob- servé (mm)		1.6	2.6	3.4	4.0	4.4	4.7	4.9	5.1		

Tableau V - Relation longueur à la fourche (LF), rayon de l'écaille (R) âge et poids moyen par classe de taille (W) de *Tylochromis jentinki* (mâles et femelles confondus).

* Effectif inférieur à 4 individus.

- - - - Encadrent les tailles couramment rencontrées.

La relation directe âge-taille nous a permis d'effectuer plusieurs essais de calcul :

- par regroupement global des effectifs des deux sexes par mois, trimestre, semestre et année. Dans ces quatre cas, nous pouvons constater la faible dispersion des valeurs estimées des paramètres de croissance (Tab.VI). Celle-ci est d'autant plus satisfaisante que, d'une part, les poissons utilisés dans un cas de regroupement ne sont pas les mêmes qui constituent l'effectif d'un autre regroupement et d'autre part, pour les estimations mensuelles et trimestrielles, nous avons combiné à la fois, la méthode des filiations modales pour la détermination de l'âge des juvéniles, de moins de un an et la lecture directe âge-longueur.

Pour le regroupement annuel, les paramètres de la courbe de croissance correspondant aux distributions de longueurs de la clé âge-longueur (Tab.V) ont été déterminés par la méthode de Ford et Walford (1946). Pour les trois autres cas de regroupements et les rétrosures, les calculs ont été effectués en appliquant la méthode de Tomlinson et Abramson (1971).

Les quatre courbes de croissance obtenues sont semblables. Nous avons choisi de ne représenter que les deux extrêmes, celles obtenues par les regroupements semestriel et annuel (Fig.7). Comme nous pouvons le visualiser sur ces deux courbes de cette figure, les valeurs estimées pour le paramètre t_0 sont relativement éloignées de l'origine des abscisses et varient de -0.50 à -1.0 pour toutes les déterminations (Tab.VI). Ce qui signifie que le modèle d'analyse de Von Bertalanffy ici choisi, s'il est valable, ne peut être appliqué que dans l'intervalle de nos données, à partir de un an d'âge. En-dessous, la croissance paraît extrêmement rapide. En effet, nous avons vu au chapitre de la reproduction que l'alevin d'âge moyen de 15 jours mesure déjà entre 12 et 20 mm. La méthode des filiations modales utilisée pour les juvéniles de moins de un an, nous a permis de trouver la taille moyenne de 80 mm pour les individus âgés de 5 à 6 mois environ. Ces points représentés par des astérisques sur la figure 7 suggèrent que la croissance entre 0 et 1 an d'âge est quasiment linéaire. En lagune Ebrié, Dia et Amon-Kothias (1977) ont montré que la croissance de *Chrysiichthys walkeri* entre 4 et 14 mois est linéaire. Chez *Alestes baremoze* du bassin tchadien, Durand (1978) a noté qu'entre 0 et 4 mois le meilleur ajustement est fourni par une droite alors qu'après la croissance est bien décrite par le modèle de Von Bertalanffy.

Méthode de détermination des courbes de croissance	UNITE DE TEMPS	A G E (années)							PARAMETRES			Intervalle d'âge	Nombre de classes	Effectif global	
		1	2	3	4	5	6	7	L_{∞} (mm)	K	t_0				
Relation directe âge-taille	MOIS	125	172	207	233	253	268	279	312	0.29	-0.77	5 à 98	46	991	
	TRIMESTRE	M	122	169	204	230	249	263	274	303	0.30	-0.69	2 à 31	17	273
		F	122	157	202	229	250	267	280	325	0.25	-0.87	2 à 31	17	552
		M+F	121	168	204	231	251	266	278	313	0.28	-0.73	2 à 35	27	1386
	SEMESTRE	117	167	199	227	248	284	277	319	0.26	-0.73	1 à 18	16	1387	
ANNEE	126	170	204	231	253	269	282	328	0.24	-0.98	1 à 8	8	1487		
Rétrocalcul	SC OP	ANNEE	115	163	200	228	249	264	313	0.28	-0.64	1 à 6	6	557	
			122	174	210	236	257	266	275	296	0.35	-0.50	1 à 7	7	409
Moyennes de toutes les estimations ...			121	169	204	231	251	266	278	314	0.28	-0.75			

Tableau VI - Longueurs à la fourche moyenne (en mm) calculées et paramètres estimés de la courbe de Von Bertalanffy pour les mâles (M) et/ou femelles (F) de *Tylochromis jentinki* par la relation directe âge-taille et par le rétrocalcul (scalimétrie : SC et operculométrie : OP).

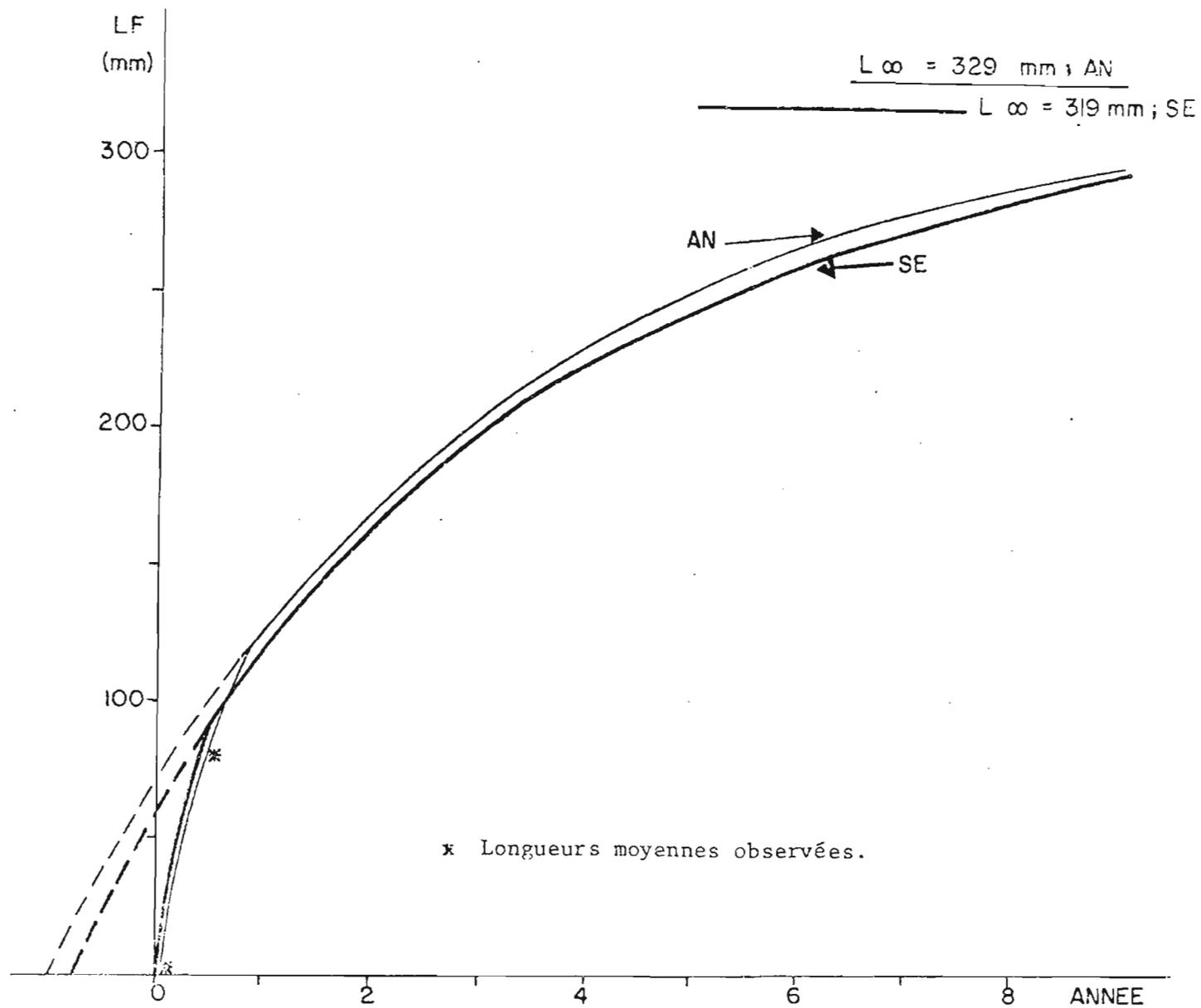


Figure 7 - Courbes de croissance en longueur de *Tylochromis jentinki* par estimation directe âge-taille. Données regroupées par semestre (SE) et par année (AN).

- par regroupement différencié des effectifs selon le sexe.

Ceci a été réalisé avec les poissons regroupés par trimestre et qui avaient été séparés selon leur sexe. Cela nous a permis de constater que la croissance est semblable chez les deux sexes jusqu'à environ 16 trimestres, soit 4 ans (Fig.8). Puis les mâles grandissent moins vite que les femelles. Tous les individus de plus de 310 mm observés lors de notre échantillonnage sont des femelles. La plus grande rencontrée mesure exceptionnellement 390 mm. Elle a été pêchée à l'entrée de la baie de Mopoyem par une senne de plage. Chez *Tylochromis bangwelensis*, Griffith (1977) a noté que la différence de taille apparaît à partir de l'âge de un an et s'opère en faveur des mâles. Mais il a aussi noté que ces derniers se rencontrent en proportion très faible parmi les individus de grande taille de 5-6 ans. L'auteur n'a rencontré aucun mâle au-delà de cet âge. Chez *Tylochromis jentinki*, les mâles étant très peu nombreux dans les échantillons d'individus de grande taille, nous croyons que chez ces deux espèces la durée de vie des mâles est tout simplement moins longue que celle des femelles car aucun indice ne nous amène à penser à un changement de sexe qui aurait été, de toutes les façons, impossible compte tenu de la différenciation morphologique des sexes.

b) - Rétrocalcul.

Sans que l'on connaisse nécessairement l'âge du poisson, il est possible d'étudier la croissance à partir de la série des annuli lisibles en partant du foyer. Mais pour ce faire, il faut d'abord connaître la relation qui lie la longueur du poisson et le rayon de son écaille afin de pouvoir traduire en longueurs les rayons atteints par l'écaille à chaque annulus, d'où le terme de rétrocalcul.

Les couples de mensurations longueur à la fourche (LF) et rayon de l'écaille (R) du même poisson ont permis d'établir ladite relation pour *Tylochromis*. Elle est visualisée par la figure 9. Pour la construire, nous avons tiré au hasard 30 individus des deux sexes dans chaque intervalle de longueur de 10 mm. De la taille de 70 mm à 340 mm, nous avons ainsi délimité 28 classes de longueur. Les 4 premières et les 6 dernières ont des effectifs moins importants qui varient de 1 à 20 individus.

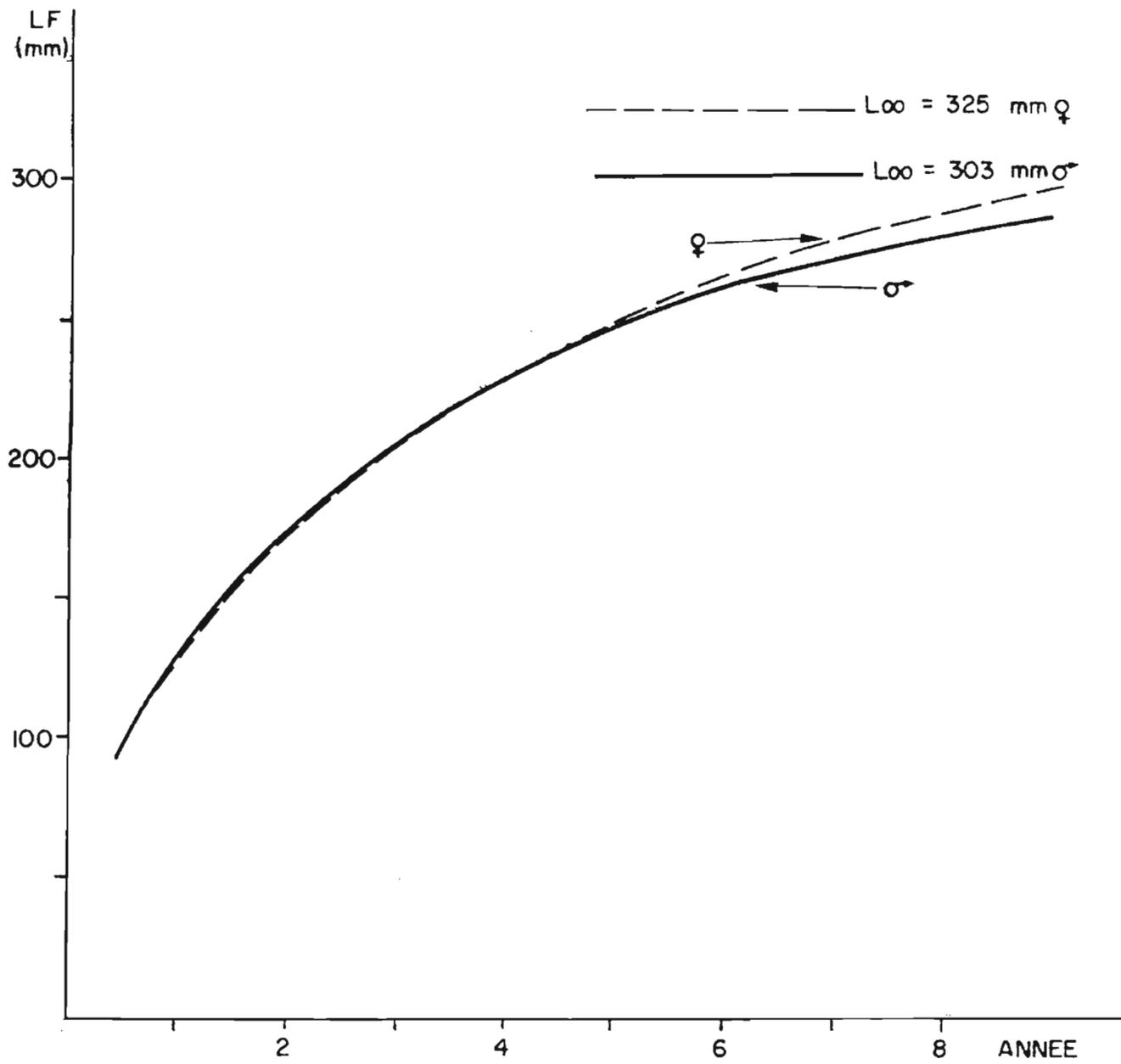


Figure 8 - Courbes de croissance en longueur de *Tylochromis jentinki jentinki* déterminées par estimation directe âge-taille.

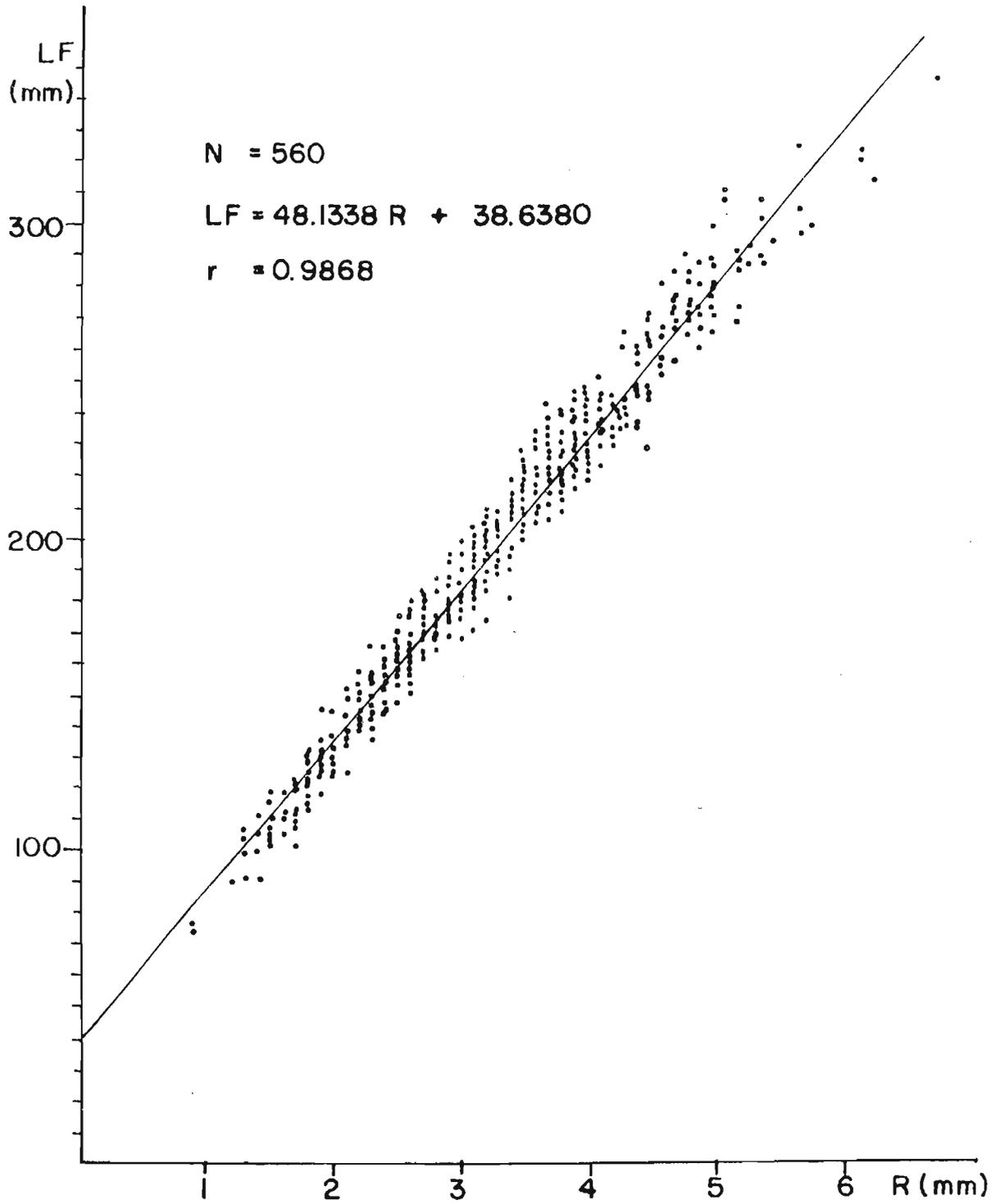


Figure 9 - Relation longueur à la fourche (LF) et rayon de l'écaille (R).

La droite ajustée à ces données, dont l'équation est de la forme $LF = a R + b$, a été déterminée par régression linéaire. Elle a été calculée avec 560 couples de données (LF, R). Les valeurs estimées pour les paramètres sont les suivantes :

a = 48.1338 : pente

b = 38.6380 : ordonnée à l'origine

r = 0.9868 : coefficient de corrélation.

La valeur très élevée ($r = 0.99$) du coefficient de corrélation linéaire indique bien la proportionalité directe qui existe de la longueur à la fourche du poisson et le rayon de son écaille.

Cela nous a amené à utiliser une droite unique pour le rétrocalcul des longueurs atteintes pour l'ensemble de nos données. Néanmoins, nous faisons remarquer qu'après la classe de taille de 300 mm de LF, les points sont non seulement plus dispersés, mais offrent aussi un profil plus infléchi vers l'axe des abscisses. Ceci traduit un ralentissement du taux de croissance plus important pour la LF du poisson que pour le R de son écaille (c'est une allométrie minorante). Si nous avions disposé de plus de données au-delà de cette LF (= 300 mm), nous aurions probablement déterminé une deuxième droite d'ajustement pour cette zone. Nous aurions alors constaté que la relation entre les deux grandeurs choisies devient moins étroite. Chez *Sarotherodon galilaeus* du Niger, Daget (1962) a montré que la relation entre la taille des écailles et celles des poissons est différente chez les jeunes et chez les adultes : il y a allométrie chez les petits individus et linéarité ensuite. De son côté, Durand (1978) a été conduit à établir, pour *Alestes baremoze* du Bassin Tchadien, deux relations linéaires dont les droites de régression se rejoignent pour une longueur standard d'environ 260 mm.

Lorsqu'elles présentent des structures lisibles, les écailles de *Tylochromis* constituent un matériel pratique pour la reconstitution de la croissance de l'espèce. Notons cependant les réserves émises par Hile (1970) sur l'emploi des rétro-mesures en général, celles-ci supposant, notamment, que les reprises de croissance de l'écaille et du poisson soient synchrones, ce qui n'est pas toujours certain. Mais nous admettrons cette condition réalisée chez *Tylochromis* compte tenu de la proportionalité directe observée fournissant un coefficient de corrélation très proche de l'unité.

L'équation établie pour la droite d'ajustement nous a permis de calculer les longueurs à la fourche atteintes à chaque annulus et correspondant aux rayons r_n mesurés sur l'écaïlle de chaque individu. A chaque âge donné, nous avons pu ainsi établir les distributions des LF atteintes et cela, selon l'âge à la capture des individus (Annexes 1 et 2). Ces distributions nous ont permis de calculer les LF moyennes atteintes du tableau VII. En observant ces valeurs, nous pouvons constater qu'à un rang d'annulus donné, les LF moyennes fournies par les individus sont relativement plus faibles que celles des individus plus jeunes. Autrement dit, les individus à développement lent vieillissent plus longtemps.

Les paramètres et les longueurs déduites de ces rétro-mesures sont consignés dans le tableau VI. La courbe de croissance correspondante est la courbe SC tracée sur la figure 13 qui est discutée au point 2.2.4 des discussions.

AGE A LA CAPTURE (ANNEE)	LF MOYENNES ATTEINTES A L'ANNULUS N° :						
	1	2	3	4	5	6	7
1	121						
2	117	167					
3	121	166	202				
4	118	164	202	233			
5	118	160	200	230	252		
6	115	161	199	232	249	267	
LF moyenne observée	118	164	202	232	251	267	
LF moyenne calculée	115	163	200	228	249	264	
Effectif	515	475	406	229	147	57	
LF moyenne observée de <i>T. bangwelensis</i>	68	103	136	162	182	198	217

Tableau VII - Longueurs à la fourche (LF) moyennes (en mm) obtenues par rétrocalcul en scalimétrie pour *Tylochromis jentinki jentinki* et *T. bangwelensis*.

2.2.2. Les opercules.

2.2.2.1. Description.

L'opercule est un repli protecteur développé à partir de l'arc hyoïdien (Bertin, 1958) et qui s'unit dorsalement et ventralement à la paroi de la tête de façon à délimiter une chambre branchiale dont l'ouverture est la fente operculaire.

L'opercule de *Tylochromis* comporte plusieurs éléments osseux et se prolonge ventralement par une membrane que soutiennent des rayons branchios-tèges.

Dans cette étude, le terme "opercule" sera utilisé de façon restrictive pour désigner l'élément osseux principal (Fig.10). C'est un os concave intérieurement, de forme vaguement trapézoïdale qui présente, au sommet supérieur de la grande base, un condyle creux d'articulation. Le fond de ce creux a été choisi comme le point de repère des mesures de la "distance caractéristique" (Fig.10 : b) qui ont servi dans la méthode de rétrocalcul. Quoique l'os soit opaque à cet endroit, la position de l'origine des mesures est aisément repérable à la projection, d'une façon analogue aux circuli et aux radii des écailles.

Les marques sur l'os operculaire sont nombreuses et de netteté variable. En général, les plus perceptibles sont celles à la limite postérieure des bandelettes claires et sombres. Parmi elles, l'observation de plusieurs opercules nous a permis de constater que les marques les plus accentuées sont celles qui bordent les bandelettes claires. Toujours présentes, elles sont, pour la plupart des cas, plus larges et plus complètes que les marques à la limite des bandelettes sombres avec qui, elles alternent régulièrement dénotant ainsi leur caractère périodique. Sur les opercules "lisibles", elles tranchent par rapport à toutes les autres marques (Planche B). Elles ont été alors choisies pour la détermination de l'âge des individus et nous les appellerons tout simplement "marques".

L'origine des mesures correspond, à peu près, à la localisation qu'en ont faite Le Cren (1947) et Bardach (1955) respectivement sur les opercules de *Perca fluviatilis* et *Perca flavescens* et Lauzanne (1978) sur celui de *Sarotherodon galilaeus*. Elle est le centre de la croissance de l'os operculaire. En effet, à l'observation, l'on voit que dans la trame osseuse, les bandelettes

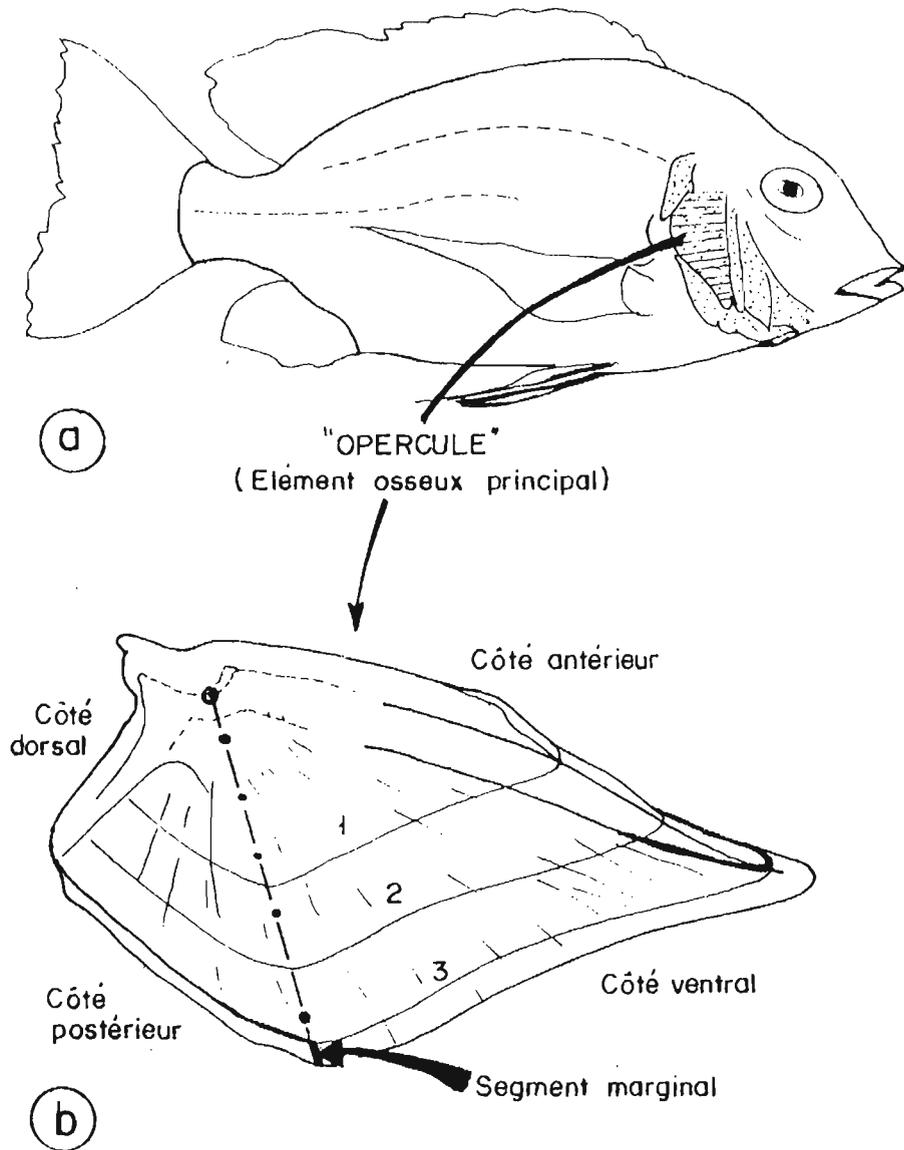


Figure 10 - Opercule de *Tylochromis jentinki jentinki*.

- a - L'opercule dans son ensemble. L'élément osseux principal ou "opercule" est hachuré.
- b - Os operculaire principal : OPERCULE (face externe)
 - ⊙ origine des mesures
 - — Distance caractéristique D (= axe de mesure).
 - 1, 2, 3, marques annuelles.

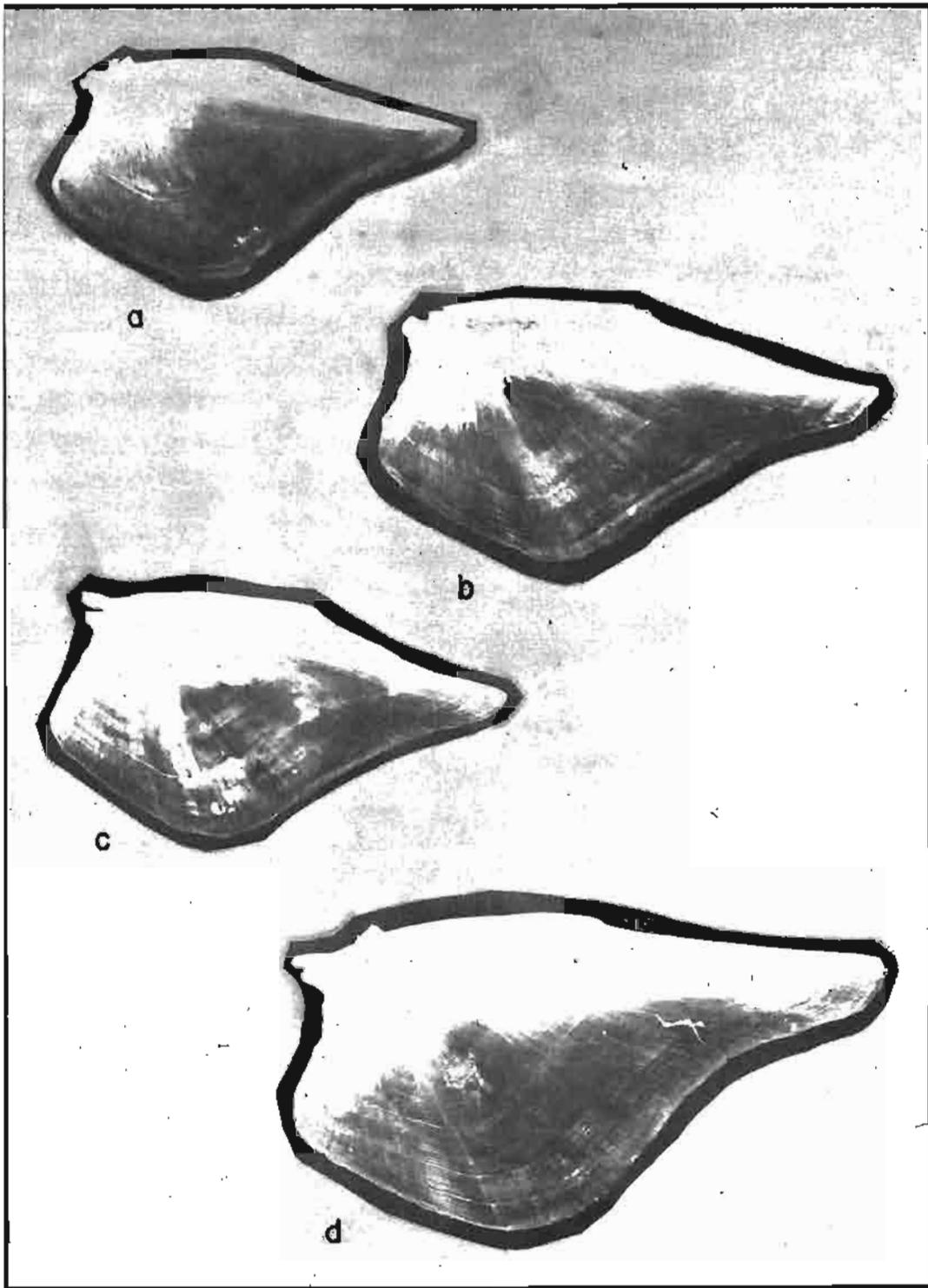


Planche B

Opercules de *Tylochromis jentinki*

a : 2	marques annuelles	} individus à croissance rapide.
b : 3	" "	
c : 3	" "	} individus à croissance lente.
d : 5	" "	

alternativement claires et sombres qui correspondent à des périodes de croissance lente et rapide, ainsi que les marques qui les sillonnent, sont concentriques à cette origine. Par contre, les traits qui quadrillent ces bandelettes et marques, rayonnent à partir de l'origine (Fig.10 : b et Planche B). Quant à la "distance caractéristique" choisie et notée D, elle relie l'origine apicale au sommet opposé du trapèze, précisément à la pointe la plus éloignée comme indiqué sur la figure 10 : b. Elle servira aussi bien dans la détermination de la période de formation des marques (paragraphe 2.2.2.3) que dans l'utilisation de la méthode de rétrocalcul ou operculométrie (§ 2.2.2.4).

2.2.2.2. Prélèvement et traitement des opercules.

Les opercules d'un même individu sont symétriques l'un de l'autre et présentent, à l'observation, les mêmes structures. De ce fait, pour chaque poisson, nous avons seulement prélevé l'opercule droit par simple commodité de manipulation.

Les opercules prélevés sont mis à bouillir pendant 5 à 10 mn, puis débarrassés de la chair adhérente par lavage. Après quoi, ils sont séchés et gardés dans des enveloppes sur lesquelles sont transcrits les renseignements concernant chacun des individus.

Les structures des opercules n'étant que passablement visibles à l'oeil nu, les lectures et mesures ont été effectuées, comme dans le cas des écailles, à l'aide du projecteur.

Les photos de la planche B ont été réalisées en utilisant les opercules comme positifs. Par voie de conséquence, les images obtenues sont négatives. De ce fait, tout ce qui est clair de nature, dans la structure de l'opercule, devient sombre sur l'image photographique et vice-versa. Ainsi, les marques qui sont sombres à la projection, deviennent blanches sur les photos.

2.2.2.3. Formation des marques.

Afin de déterminer la période de formation des marques, nous avons mesuré, sur l'image de chaque opercule, le segment de distance caractéristique compris entre la dernière marque et le bord. C'est le segment marginal (Fig. 10 : b).

Ces mesures ont été effectuées à 0.1 mm près pour les opercules de 2, 3 et 4 marques. Compte tenu des faibles effectifs, nous avons regroupé, pour les mois correspondants, les données des années 1978 et 1979. Les moyennes mensuelles des longueurs des segments marginaux ont été ainsi calculées. Elles sont représentées par la figure 11. Sur celle-ci, nous pouvons observer que la longueur moyenne des segments marginaux augmente de janvier à juillet avec une inflexion en mai.

La phase de décroissance, allant de juillet à novembre, peut se décomposer en deux temps :

- le premier temps s'étend sur trois mois (de juillet à octobre) et est caractérisé par une décroissance relativement lente et progressive de la longueur moyenne du segment marginal,

- le second temps présente, dans l'intervalle d'un mois seulement (octobre à novembre), une décroissance brutale de la valeur moyenne des segments marginaux qui passe de 0.61 mm à 0.14 mm.

Ces deux temps succèdent aux deux périodes de changement important dans l'allure de la courbe : juillet et octobre. Ceux-ci correspondent aux deux mois durant lesquels se forment les marques sur les opercules.

Vraisemblablement, c'est en octobre que se forme, tout comme dans le cas des écailles, pour la plupart des individus, la marque la plus lisible, celle qui apparaît généralement à la limite postérieure des bandelettes claires et qui a été utilisée dans la détermination de l'âge des individus. A sa formation est consécutive une chute brutale de la valeur moyenne des segments marginaux. Comme l'annulus d'octobre, cette marque se forme pendant l'importante élévation du niveau des eaux lagunaires provoqué par l'arrivée des crues du Comoé.

En juillet, l'amorce de la décroissance des valeurs moyennes de segments marginaux est l'indication de la formation de l'autre marque, celle qui borde les bandelettes sombres et qui est l'équivalent de l'annulus surnuméraire observé avec les écailles. Mais à l'opposé de celui-ci, elle apparaît, dans nombre des cas, tout aussi bien accentuée que celle d'octobre créant ainsi une confusion des deux types de marque, particulièrement dans les cas - hélas fréquents - de difficultés à percevoir distinctement, à la projection, les zones claires et les zones sombres.

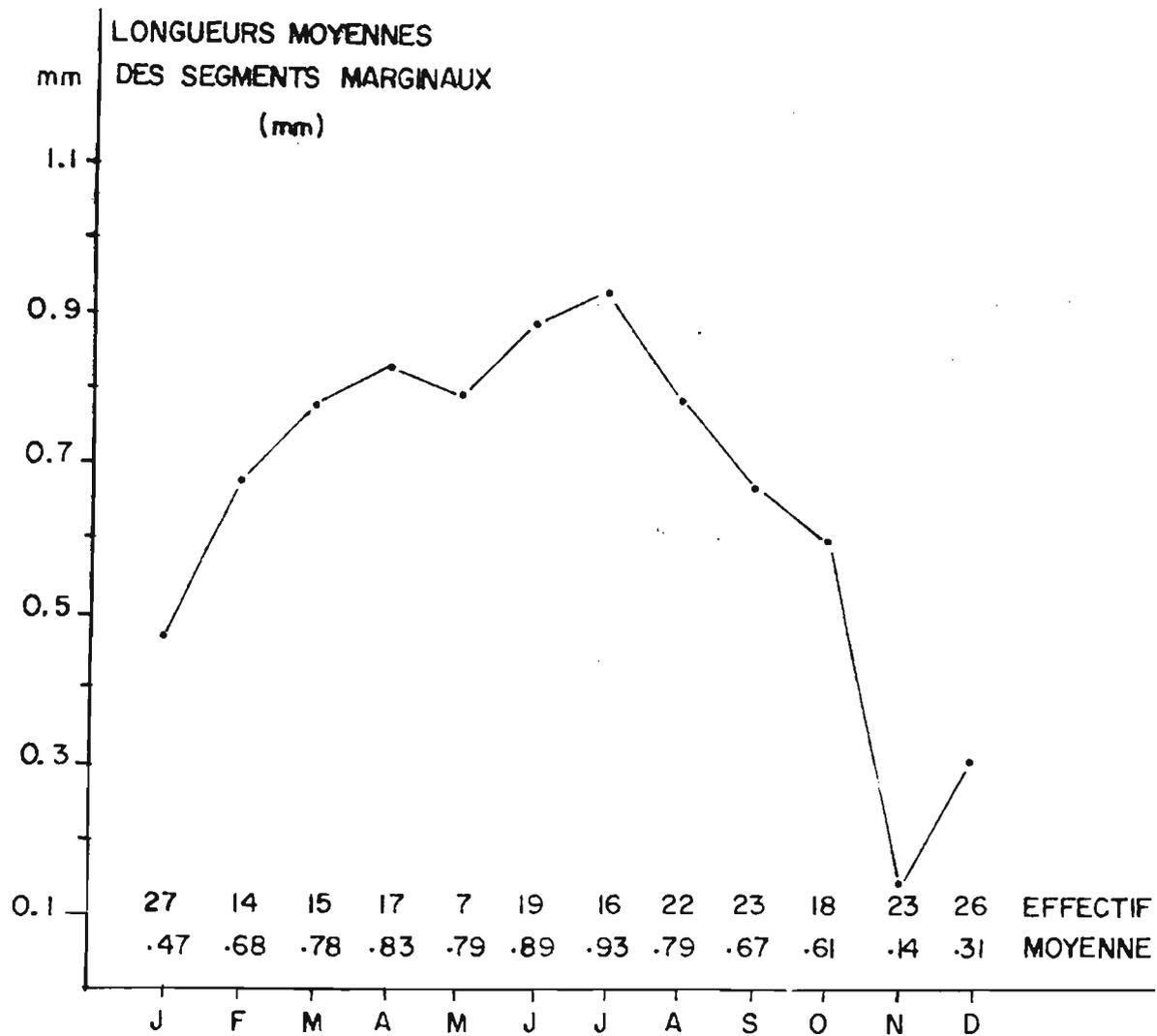


Figure 11 - Evolution des moyennes mensuelles des segments marginaux des opercules de *Tylochromis* (données de 1978 et 1979 combinées).

N.B. : Faire précéder les valeurs moyennes de zéro.
Exemple : moyenne de janvier : .47, lire 0.47.

Cette confusion est l'une des explications probables de la baisse continue de la longueur moyenne des segments marginaux pendant le premier trimestre mentionné (de juillet à octobre). Elle est l'origine de deux erreurs possibles :

- induction d'une erreur d'un an en plus ou en moins sur l'âge déterminé des individus,
- décalage des valeurs des distances caractéristiques atteintes par l'opercule à chaque âge.

En général, les opercules suspectés de présenter de telles anomalies sont écartés de la lecture. Malgré tout, un faible pourcentage de ceux-ci a été sélectionné par erreur.

Ces risques d'erreurs et leurs conséquences sont diminuées quand, à l'observation de l'image projetée, l'on peut disposer en même temps de l'image photographique du même opercule.

2.2.2.4. Résultats.

Dans le cas des opercules, seul le rétrocalcul a été utilisé. Pour connaître le type de relation entre les deux grandeurs : longueur à la fourche (LF) et distance caractéristique de l'opercule (D), nous avons construit les graphiques de la figure 12 qui représentent la variation de la LF en fonction de la distance caractéristique de l'opercule D.

Nous disposons de 177 couples de données (LF, D) des deux sexes dont nous donnons la répartition par classe de taille (LF) de 10 mm d'intervalle, compte tenu de l'irrégularité de celle-ci (Tab.VIII ; chaque classe étant représentée par sa limite inférieure). Dans ce même tableau, nous trouvons également reportées, pour chaque classe de taille, les moyennes des LF et celles des D correspondantes.

Le graphique de la figure 12a, donne l'allure de la relation

$$LF = f (D)$$

Elle est de type parabolique et peut être représentée par la formule

$$LF = \beta D^\alpha$$

avec l'exposant α inférieur à 1.

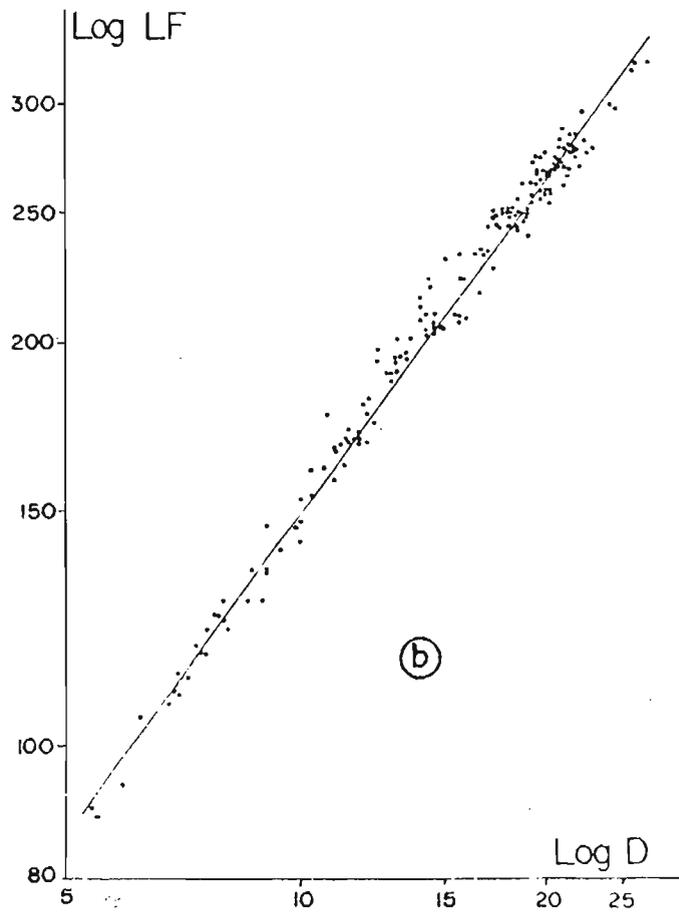
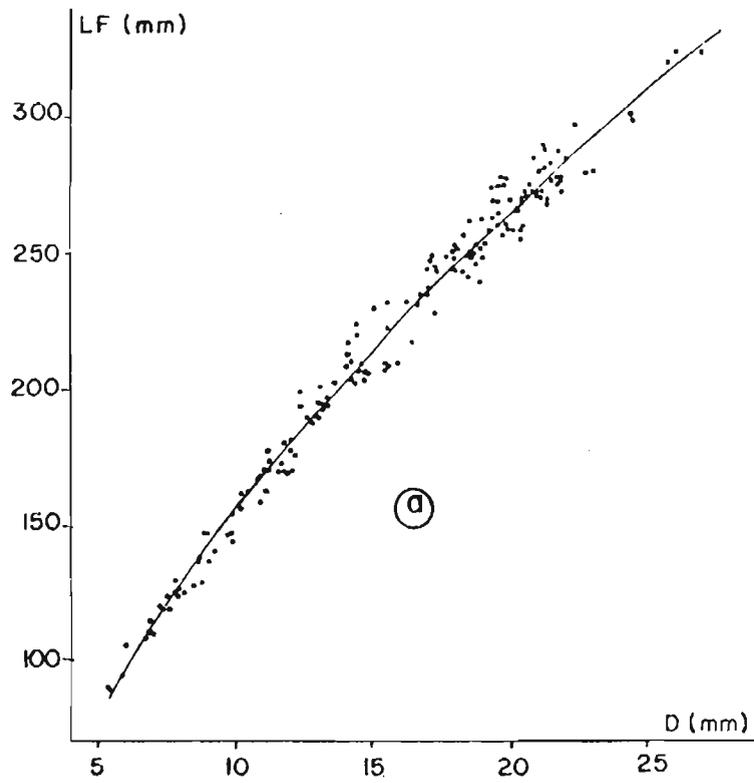


Figure 12 - Relation longueur à la fourche (LF) et distance caractéristique (D) de l'opercule chez *Tyloschromis*.

La transformée logarithmique de cette formule donne :

$$\text{Log LF} = \alpha \text{ Log D} + \text{Log } \beta$$

qui est l'équation d'une droite de pente α et d'ordonnée à l'origine $\text{Log } \beta$. Cette transformation est celle qui linéarise le mieux le segment de parabole décrit par nos mesures (Fig.12 : b).

Les paramètres de l'équation de la droite ajustée à ces mesures ont été déterminés par régression linéaire (moindres carrés). Les valeurs trouvées pour ceux-ci sont les suivantes :

$$\alpha = 0,8083$$

$$\beta = 23,5961$$

Classe de taille (mm)	Effectif	LF moyennes observées (mm)	D moyennes observées (mm)
80	1	89	5.50
90	2	92	5.65
100	3	107	6.67
10	5	115	7.24
20	9	124	8.02
30	3	136	8.93
40	5	144	9.80
50	3	155	10.43
60	7	165	11.03
70	10	172	11.78
80	3	183	12.33
90	10	194	13.01
200	11	205	14.49
10	7	212	15.15
20	5	224	15.48
30	6	233	16.32
40	13	245	18.06
50	19	253	18.73
60	14	263	20.01
70	26	273	20.88
80	8	284	21.71
90	3	298	23.65
300	1	301	24.50
10	1	319	25.90
20	2	323	26.70

Tableau VIII - Répartition des 177 couples de données LF, D par classe avec les moyennes correspondantes.

Le coefficient de corrélation ($r = 0,99$), très proche de 1, traduit bien la linéarité obtenue après la transformation logarithmique. Sinon, dans son expression initiale, la relation entre la LF du poisson et la distance caractéristique D de son opercule est une allométrie négative au dépens de la longueur. Autrement dit, la longueur du poisson augmente relativement moins vite que la distance caractéristique de l'opercule. C'est ce phénomène qui conduit à l'allure parabolique de la courbe l2a.

Avec les écailles, le phénomène n'apparaît qu'avec les vieux individus et de ce fait, n'apporte pas de modification sensible à la proportionnalité directe de la relation (cf. point 2.2.1.4.b).

La relation entre la longueur à la fourche du poisson et la distance caractéristique de son opercule étant définie et ses paramètres calculés, nous avons mesuré les distances caractéristiques d_1, d_2, \dots, d_n chez les individus dont les marques sur l'opercule étaient lisibles. Comme dans le cas des écailles, nous avons fait correspondre par calcul la LF atteinte à chacune de ces mesures. Puis nous avons calculé les LF moyennes atteintes à chaque rang de marque (soit à chaque âge). Les valeurs sont consignées dans le tableau IX. Les paramètres de la courbe de croissance (Fig.13 courbe OP) obtenues par ces rétromesures operculaires et les valeurs des LF déduites par le modèle de Von Bertalanffy sont données dans le tableau VI et examinés au point 2.2.4 des discussions.

AGE A LA CAPTURE (ANNEE)	LF MOYENNES ATTEINTES A LA MARQUE N° :						
	1	2	3	4	5	6	7
1	132						
2	118	169					
3	117	169	206				
4	121	170	214	235			
5	119	177	217	236	252		
6	129	176	215	233	252	264	
7	123	174	214	234	252	268	279
LF moyennes observées	128	172	213	236	252	265	279
LF moyennes calculées	122	174	210	236	257	266	275
Effectif	117	97	71	53	39	24	8

Tableau IX - Longueurs à la fourche (LF) moyennes (en mm) obtenues par rétrocalcul en operculométrie.

2.2.3. Comparaison des lectures d'âge.

Quand les structures des écailles et des opercules de *Tylochromis* sont lisibles, la détermination de l'âge de l'individu est effectuée par comptage des annuli (écailles) ou des marques (opercules).

Pour vérifier les résultats obtenus avec la lecture des écailles, nous avons utilisé les opercules pour une seconde détermination de l'âge de certains individus. Le tableau X présente les nombres et les pourcentages correspondants des individus dont l'âge dévie d'une valeur donnée quand une seconde détermination en est réalisée à l'aide des opercules. L'âge de référence est celui déterminé à l'aide des écailles.

Pour l'analyse, nous disons qu'il y a "concordance" quand les deux déterminations - à l'aide de l'écaille puis de l'opercule de l'individu concerné - ont donné le même âge. Elle représente, pour nous, le degré de fiabilité de la détermination de l'âge. Si sa valeur est inférieure à 66% (soit moins des 2/3 de l'effectif contrôlé), la lecture doit être reprise pour tous les individus concernés. Expérimentalement, les valeurs observées de la concordance ont varié de -2 à +2, soit une déviation maximale de deux unités en valeur absolue.

En se référant au tableau X, l'on peut regrouper les concordances en deux catégories : les concordances comprises entre 50 et 60% et celles supérieures à 70%.

La première catégorie qui concerne les individus de 5 et 7 ans, est à rejeter pour valeurs inférieures à 66%. La deuxième comprend des valeurs fiables puisqu'elles sont toutes supérieures à 70%. Parmi elles, les meilleures valeurs sont obtenues avec les individus de 4 ans (77%) et 2 ans (76%).

Afin de réduire le biais probable introduit par la faible taille des échantillons, nous avons regroupé les données des individus de 2 à 6 ans. On constate que la concordance est suffisamment fiable (71,26%) et que les estimations avec une déviation de un an (en plus et en moins) représentent ensemble à peu près 26% des lectures comparées, avec une proportion plus forte en faveur de l'écart positif d'un an. Ceci est la conséquence probable de la difficulté qu'il y a à discerner la première marque des opercules à la projection quand celle-ci est utilisée seule.

		AGE DETERMINE A L'AIDE DE L'ECAILLE						TOTAL							
		2 ans		3 ans		4 ans		5 ans		6 ans		7 ans		2 à 6 ans	
		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Concordance	-2			1	1.75	1	1.92						2	0.79	
	-1	6	12.00	6	11.76	3	5.26	7	13.46	6	13.64	1	12.50	29	11.02
	0	38	76.00	37	72.55	44	77.19	30	57.69	32	72.73	4	50.00	185	71.26
	+1	6	12.00	8	15.69	9	15.79	9	17.31	5	11.36	2	25.00	39	11.54
	+2							5	9.62	1	2.27	1	12.50	7	2.36
TOTAL	50		51		57		52		44		8		262		

Tableau X - Proportions en nombre (*n*) et en pourcentage (%) des individus concordants.

Les déviations de deux ans sont plutôt rares (3%) mais leur proportion favorable aux valeurs positives étaieraient la constatation précédente. Pour la vérifier, nous avons examiné des photographies des opercules de 17 individus (âges concernés : 3, 4 et 5 ans). Nous avons refait la lecture d'âge pour chacun d'eux, en examinant simultanément les deux images projetée et photographique. Cela nous a permis, dans certains cas douteux, de nous prononcer pour l'existence de la première marque que l'opacité de la région apicale peut camoufler. En lecture simultanée, la concordance s'est réalisée pour 14 individus, soit 82% des cas. Les déviations positives d'un an sont tombées de 11 à 6% alors que les négatives sont demeurées sensiblement à la même valeur (12%). Les résultats de cette petite expérimentation confirment ainsi qu'un meilleur repérage de la première marque est obtenu par la photographie.

Il ressort de toutes les considérations précédentes que, chez *Tylochromis*, l'on pourrait utiliser indifféremment les écailles ou les opercules et obtenir des résultats similaires quant à la détermination de l'âge des individus.

L'opercule, après son prélèvement, doit être bouilli afin d'être débarrassé de la peau adhérente. Il a l'avantage d'être une pièce osseuse relativement grande et offre, dans ce sens, moins de difficulté dans le dénombrement des dernières marques chez les individus âgés et surtout, plus de précision dans les mesures servant dans la méthode de rétrocalcul. Mais la difficulté plus grande à distinguer les marques annuelles d'octobre des marques surnuméraires de juillet rend moins fiables les lectures car les risques d'erreur sont nombreux. Cette situation exige, pour effectuer une lecture satisfaisante, l'usage simultané du projecteur et d'image photographique qui diminue certes les risques d'erreurs mais ne les élimine pas entièrement. C'est pourquoi, l'écaille demeure malgré tout le matériel le plus pratique et sûr pour la lecture d'âge car elle n'exige aucun traitement spécial sinon d'être conservée plate entre lames. Sa minceur et sa transparence rendent le dénombrement des annuli suffisamment aisé. Seule sa petite taille fait que, chez les individus âgés, les derniers annuli se tassent au point de se confondre, introduisant parfois des erreurs dans la lecture de l'âge de ceux-ci.

2.2.4. Discussions.

Les principales informations sur les déterminations des paramètres des courbes de croissance de Von Bertalanffy obtenues par les différentes méthodes d'estimation (relation directe âge-taille ou rétrocalcul par scalimétrie ou operculométrie) sont récapitulées dans le tableau VI ainsi que les longueurs à la fourche calculées à partir des équations établies. Les courbes correspondantes sont représentées sur les figures 7, 8 et 13.

En étudiant la figure 7, nous avons mentionné que toutes les courbes obtenues par la relation directe âge-taille sont semblables. En particulier si la courbe trimestrielle n'est pas représentée, c'est qu'elle se superpose à celle des données semestrielles (SE). La courbe mensuelle se situe entre ces deux dernières et la courbe annuelle (AN). Comparée, par superposition, à cet ensemble de courbes, la courbe déterminée par scalimétrie (Fig.13; SC) se confond à la courbe semestrielle (SE) alors que celle déterminée par operculométrie (Fig.13; OP) fournit des valeurs plus élevées pour les individus de 2 à 5 ans. Au-delà, elle rejoint les premières et s'aplatit même plus rapidement qu'elles, en fournissant la plus faible longueur asymptotique ($L_{\infty} = 296$ mm). Pour toutes les autres déterminations, les valeurs de L_{∞} oscillent entre 303 et 329 mm. En revanche, la valeur estimée du paramètre K par operculométrie est la plus élevée.

Dans le tableau VII, nous avons également reporté les longueurs observées par Griffith (1977) chez *Tylochromis bangwelensis*. La courbe déterminée à partir des données de l'auteur montre que, chez cette dernière espèce, la croissance est nettement plus lente (Fig.13). Cette différence est traduite par une valeur plus faible du coefficient de croissance : $K = 0.16$.

La figure 8 montre une différence de croissance entre les deux sexes chez *Tylochromis jentinki* à partir de 4 ans, âge à partir duquel le taux de croissance des mâles se ralentit par rapport à celui des femelles. Cette différence de taille entre mâles et femelles de *Tylochromis jentinki* nous a amené à proposer les séries suivantes de paramètres pour la description de la croissance chez cette espèce :

- individus de moins de 4 ans : mâles et femelles

$$L_{\infty} = 314 \text{ mm} \quad K = 0.28 \quad t_0 = 0.75$$

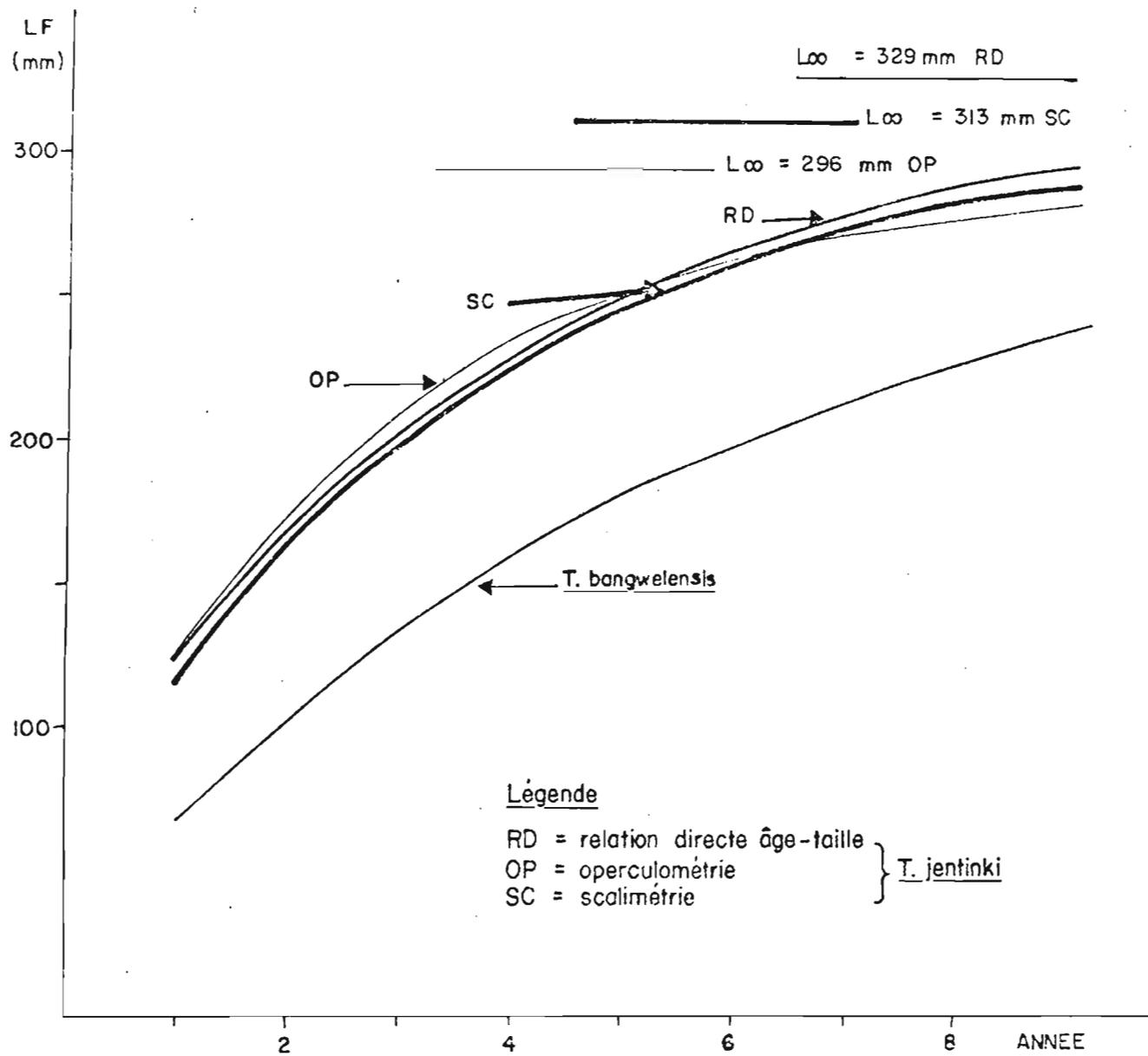


Figure 13 - Courbes de croissance en longueur comparées de *Tylochromis jentinki* et de *Tylochromis bangwelensis*.

ces valeurs sont tout simplement les moyennes arrondies de toutes celles trouvées par les différentes méthodes de détermination de l'âge (Tab.VI) ;

- individus de plus de 4 ans :

. mâles $L_{\infty} = 303$ mm $K = 0.30$ $t_0 = 0.69$

. femelles $L_{\infty} = 325$ mm $K = 0.25$ $t_0 = 0.87$

qui sont les valeurs trouvées par la relation âge-taille en regroupant les données par trimestre, cas pour lequel les estimations ont été effectuées en tenant compte de la distinction des sexes.

Pour les juvéniles de moins d'un an pour lesquels, le taux de croissance est très élevé - ils atteignent en moyenne 121 mm la première année d'existence - nous suggérons une étude plus raffinée afin de déterminer l'équation de croissance dans cet intervalle d'âge (0-1 an).

3 - CROISSANCE EN POIDS

Les lois et courbes de croissance en longueur de Von Bertalanffy permettent également de décrire la croissance pondérale dont il est nécessaire de connaître la loi pour estimer les biomasses et les productions. Pour ce faire, il faut connaître la relation d'allométrie existant entre la longueur et le poids.

3.1. RELATION LONGUEUR-POIDS

Chez la plupart des poissons, la relation entre longueur et poids peut être décrite par la formule exponentielle :

$$W = a L^b$$

dans laquelle a est une constante, fonction des unités choisies et b le coefficient d'allométrie.

Suivant les espèces considérées, les valeurs de b varient entre 2.5 et 4.0 selon Le Cren (1951) et entre 2.6 et 3.6 selon Daget (1972) mais tous s'accordent pour dire que les valeurs de b sont toujours très voisines de 3.0.

Même pour une espèce donnée, les valeurs de b varient suivant les saisons. Par exemple, chez le listao (Scombridae), *Katsuwonus pelamis*, Marcille et Stéquert (1976) ont observé que la valeur moyenne de b varie au cours de l'année entre 2.77 et 3.32, traduisant ainsi les fluctuations temporelles d'embonpoint des individus.

La transformée logarithmique de l'expression ci-dessus, est une relation linéaire d'équation :

$$\text{Log } W = b \text{ Log } L + \text{Log } a$$

dans laquelle le coefficient d'allométrie b représente la pente et $\text{Log } a$, l'ordonnée à l'origine.

Dans notre étude, les constantes de l'équation ont été calculées par régression linéaire (des moindres carrés). Et compte tenu des trois équations proposées dans les discussions (cf. point 2.2.4), nous donnons également trois équations pour la relation longueur poids :

- une équation globale sans distinction de sexe qui a été déterminée avec 640 couples de données (W , LF) réparties dans 30 classes de taille de 10 mm chacune allant de 50 mm à 390 mm. L'équation est la suivante :

$$W = 10.4335 \times 10^{-6} \text{ LF}^{3.0165} \quad (W \text{ en g et } LF \text{ en mm})$$

avec un coefficient de corrélation $r = 0.998$

- une équation pour chaque sexe :

. femelles : 296 couples W , LF (15 dans chacune des classes allant de 110 mm à 290 mm ; pour les classes 300, 310, 320, 340 et 390 mm respectivement 2, 3, 4, 1 et 1)

$$W_{\text{♀}} = 15.2848 \times 10^{-6} \text{ LF}^{3.0394}$$

coefficient de corrélation $r = 0.994$

. mâles : 285 couples W , LF (15 par classe de 110 à 290 mm)

$$W_{\text{♂}} = 20.0549 \times 10^{-6} \text{ LF}^{2.9878}$$

coefficient de corrélation $r = 0.992$.

3.2. ESTIMATION DE LA CROISSANCE PONDERALE

Le poids d'un poisson étant étroitement proportionnel à la puissance b (coefficient d'allométrie) de sa longueur, on peut décrire la croissance pondérale par le modèle de Von Bertalanffy selon l'équation tirée de celle de la croissance en longueur :

$$W_t = W_\infty \left[1 - e^{-k(t-t_0)} \right]^b$$

où W_∞ est le poids asymptotique correspondant à la longueur asymptotique L_∞ .

Le tableau XI récapitule les estimations des paramètres de cette équation pour les mâles et les femelles et présente les poids moyens calculés à chaque âge pour chaque sexe. Les graphiques correspondants à ces poids moyens calculés sont ceux de la figure 14. La croissance des mâles et femelles étant semblable pour les individus âgés de moins de 4 ans, les deux courbes se superposent. Après 4 ans, les femelles atteignant des tailles plus grandes pèsent évidemment plus que les mâles.

Notons que les valeurs de W_∞ calculées dans les deux cas sont très inférieures aux poids observés pour les individus de plus de 300 mm ; pour les deux classes (310-319 mm et 320-329 mm) immédiatement supérieures à cette longueur les poids observés varient de 620 à 830 g. Le plus grand spécimen que nous avons rencontré est une femelle de 390 mm de LF pesant 1310 g. Durand (1978) qui a fait des observations similaires sur les femelles d'*Alestes baremoze* (W max observé = 500 g environ et W_∞ calculé = 323 g) explique en partie cette différence par les variations de condition. Pour notre part nous pensons qu'elle est également due au fait :

- 1°) - que L_∞ n'a pas de signification biologique
- 2°) - que L_∞ est une valeur moyenne située au milieu d'un intervalle de variation.

SEXE	POIDS MOYENS (EN G) A CHAQUE AGE (ANNEE)										PARAMETRES			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	W_{∞}	K	t_0	b
Mâles ..	33	89	157	225	286	338	380	414	440	460	520	0.30	-0.69	2.9878
Femelles	33	56	154	226	294	361	416	464	503	535	658	0.25	-0.87	3.0392

Tableau XI - Poids moyens calculés selon l'âge des individus chez *Tylochromis jentinki jentinki*.

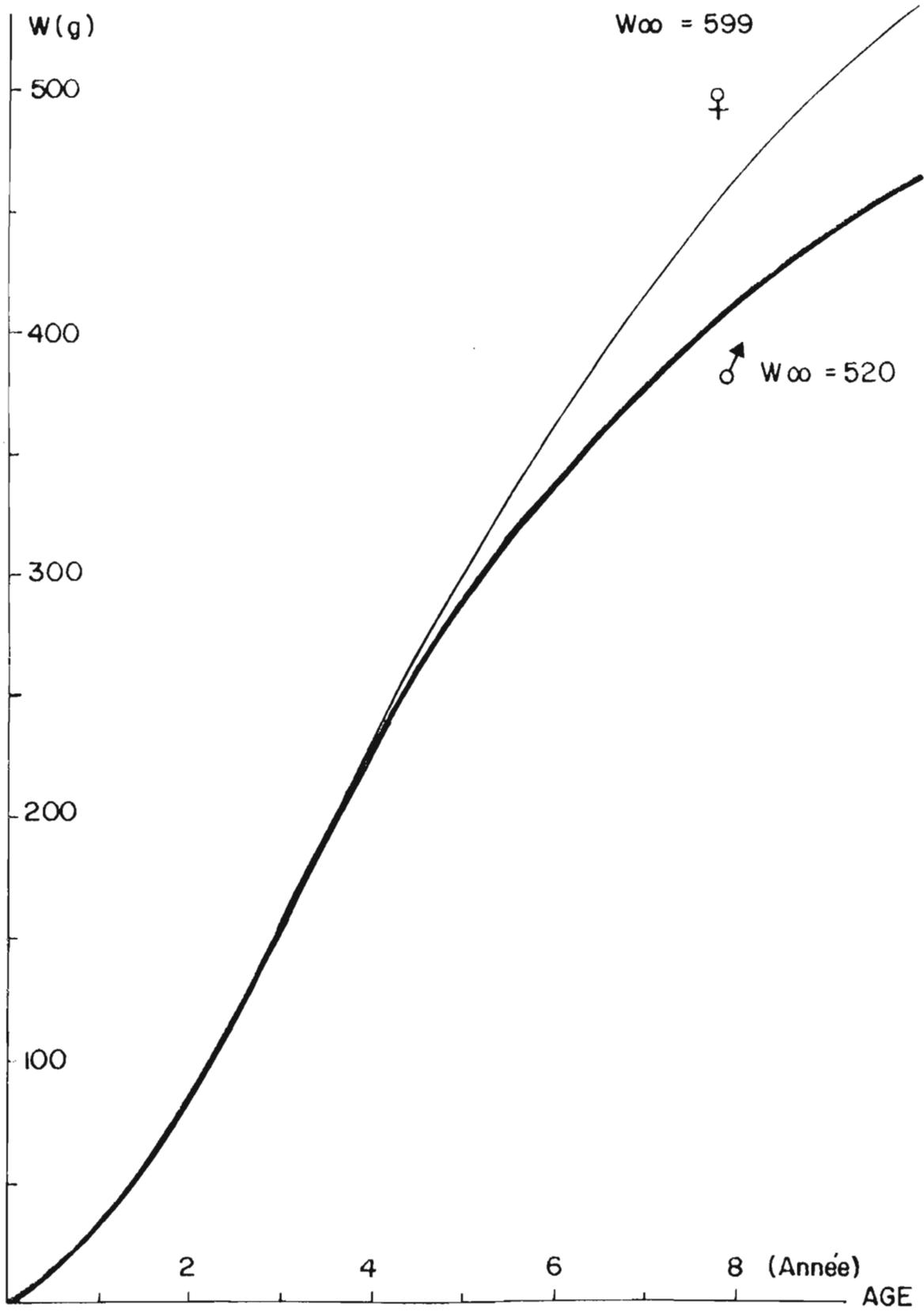


Figure 14 - Croissance pondérale des mâles (♂) et femelles (♀) de *Tylochromis jentinki*.

4 - CONCLUSION

Chez *Tylochromis jentinki jentinki*, compte tenu de la longue période de ponte qui s'étale d'août à février, il est difficile de décomposer en modes distincts les distributions de fréquences de longueur pour l'étude de la croissance par la méthode des filiations modales. Nous avons donc eu recours aux écailles et aux opercules pour la détermination de l'âge de cette espèce parce que ces pièces osseuses présentent des structures facilement identifiables et interprétables. Toutefois, à l'usage, l'écaille s'est révélée la pièce la plus pratique et la plus sûre pour la lecture d'âge. Sur celle-ci, l'agencement régulier des circuli est interrompu par des lignes de discontinuité correspondant aux annuli, particulièrement bien marqués par l'espacement qui les bordent. Ces annuli se forment chaque année au mois d'octobre, mois durant lequel les eaux lagunaires connaissent le maximum de leur niveau et qui est également le mois durant lequel a lieu la principale ponte.

Les mâles ($L_{\infty} = 303$ mm) ont une croissance plus faible que les femelles ($L_{\infty} = 325$ mm) à partir de l'âge de 4 ans. Cette différence, pour significative qu'elle soit, n'introduit pas d'écart notable entre sexes en ce qui concerne la production. En effet, sous l'effet conjugué de la mortalité naturelle et de la mortalité par pêche - taille de première capture : 60 mm environ soit moins d'un an d'âge - les effectifs des classes les plus âgées sont faibles et de ce fait, leur importance dans la production totale est relativement mineure (même si le sexe ratio est en faveur de l'un des sexes).

Si l'ajustement du modèle de Von Bertalanffy est satisfaisant pour les individus de plus de un an, il ne l'est pas entre zéro et un an, période pendant laquelle la croissance des juvéniles semble beaucoup plus rapide.

Au-delà de un an, la croissance en longueur des adultes est relativement plus lente : les individus de taille commerciale courante - de 230 à 300 mm de LF - ont entre 4 et 8 ans d'âge. L'âge estimé des plus vieux individus rencontrés varie entre 9 et 11 ans. Cette longévité situe *Tylochromis jentinki* parmi les espèces de Cichlidés ayant la plus longue durée de vie.

A priori, les résultats obtenus pour la croissance pondérale de *Tylochromis jentinki* n'en font pas un objectif de choix pour l'aquaculture lagunaire car le gain pondéral est lent. Cependant, il est bien connu que les performances de certaines espèces en captivité peuvent être très largement supérieures à celles des populations naturelles. On peut en particulier penser qu'un élevage monosexé des femelles de *T. jentinki* qui n'incuberaient pas, leur permettrait d'atteindre plus vite des poids plus importants, sous réserve qu'une nourriture bien adaptée leur soit fournie⁽¹⁾. Il faut néanmoins, ajouter que la fécondité faible de *Tylochromis* par rapport aux autres Cichlidés constitue un handicap certain. Il reste quand même que cette espèce estuarienne est - par définition - parfaitement adaptée au milieu lagunaire et qu'elle est consommée volontiers, atteignant ainsi une valeur économique notable.

(1) Celle mise au point à la station d'aquaculture du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan pour les mâchoirons (*Chrysiichthys spp.*) pourrait être essayée du fait que ces dernières espèces se nourrissent sur le fond des mêmes éléments que *Tylochromis jentinki jentinki*.

BIBLIOGRAPHIE

- AMON-KOTHIAS, J.B., 1980 - Reproduction et incubation buccale chez *Tylochromis jentinki jentinki* (Cichlidae).
Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 11 (2) : 1-38.
- AMON-KOTHIAS, J.B., 1981 - La consommation de poisson frais en lagune Ebrié.
Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 12 (2) : 1-27.
- ANONYME, 1977 - Commission des Programmes. Thème : la lagune, la pêche et la pisciculture en eau douce.
République de Côte d'Ivoire. Ministère de la Recherche Scientifique, 205 p.
- BANKS, J.W. et IRVINE, W., 1969 - A note on the photography of fish scales, operculas and otoliths using an enlarger.
J. Fish Biol., 1 (1) : 25-26.
- BARDACH, J.E., 1955 - The opercular bone of the Yellow Perch, *Perna flavescens*, as a tool for age and growth studies.
Copeia, n°2 : 107-109.
- BEN-TUVIA, A., 1959 - The biology of the cichlid fishes of lakes Tiberias and Huleh.
Bull. Res. Cons. Isr., 8B, 4 : 153-188.
- BERTALANFFY, Von, L., 1938 - A quantitative theory of organic growth.
Hum. Biol., 10 : 181-213.
- BERTIN, L., 1958 - Organes de la respiration aquatique. In GRASSE, P.P. et al., 1958.
Traité de Zoologie, Tome XIII, fasc. II, Masson. Paris.
- BRUTON, M.N. et ALLANSON, B.R., 1974 - The growth of *Tilapia mossambica* Peters (Pisces : Cichlidae) in Lake Sibaya, South Africa.
J. Fish Biol., 6 (6) : 701-715.
- CASSIE, R.M., 1954 - Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution.
Australian J. Mar. and Freshwater Res., 5 : 513-522.
- CRAGG-HINE, D. et JONES, J.W., 1969 - The growth of dace *Leuciscus leuciscus* (L.), roach *Rutilus rutilus* (L.) and chub *Squalius cephalus* (L.) in Willow Brook, Northamptonshire.
J. Fish Biol., 1 (1) : 59-82.
- DAGET, J., 1956 - Mémoire sur la biologie des poissons du Niger moyen. II. Recherches sur *Tilapia zilli* (Gerv.).
Bull. I.F.A.N., Tome XVIII, sér. A, n°1 : 165-223.
- DAGET, J., 1962 - Relation entre la taille des écailles et la longueur standard chez les *Tilapia galilaea* (Art.) du Moyen Niger.
Bull. I.F.A.N., Tome XXIV, sér. A, n°2 : 486-504.

- DAGET, J. et ILTIS, A., 1965 - Poissons de Côte d'Ivoire (Eaux douces et saumâtres).
Mém. I.F.A.N., 74, 385 p.
- DAGET, J., 1972 - Lois de croissance linéaire et pondérale. Mortalités. Structures démographiques. Modèles linéaires de Shaefer et modèles exponentiels de Fox.
ORSTOM, Doc. Sci., Pointe Noire, 28, 58 p., multigr.
- DAGET, J. et LE GUEN, J.C., 1975 - Les critères d'âge chez les poissons. In LAMOTTE, M. et BOURLIERE, F. - Problèmes d'écologie. La démographie des populations de vertébrés.
Masson, Paris.
- DIA, A.K. et AMON-KOTHIAS, J.B., 1977 - Etude de la croissance des juvéniles de mâchoirons (*Chrysiichthys walkeri*).
Centre de Rech. Océanogr. Abidjan, 6 p., multigr.
- DURAND, J.R., 1978 - Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) du bassin tchadien.
Trav. et Doc. de l'ORSTOM, n°98, Paris.
- DURAND, J.R., AMON-KOTHIAS, J.B., ECOUTIN, J.M., GERLOTTO, F., HIE DARE, J.P. et LAE, R., 1978 - Statistiques de pêche en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) : 1976-1977.
Doc. Sci. Centre Rech, Océanogr. Abidjan, 9 (2) : 67-114.
- GARROD, D.J. et NEWELL, B.S., 1958 - Ring formation in *Tilapia esculenta*.
Nature, Lond., 181 : 1411-1412.
- GHEHO, Y. et LE GUEN, J.C., 1968 - Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* dans la région de Pointe Noire.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., VI (2) : 69-82.
- GRIFFITH, J.S., 1977 - Growth of the cichlid fish *Tylochromis bangwelensis* in Lake Bangweulu, Zambia.
Trans. Am. Fish. Soc., 106 (2) : 146-150.
- GULLAND, J.A., 1969 - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie. Analyse des populations.
F.A.O. Man. Fish. Sci. (Fr.), FRS/M4, 160 p.
- HARDING, J.P., 1949 - The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distribution.
J. Mar. biol. Ass. U.K., 28 : 141-153.
- HILE, R., 1970 - Body scale relation and calculation of growth in fishes.
Trans. Amer. Fish. Soc., 99 (3) : 468-474.
- LANZING, W.J.R. et HIGGINBOTHAM, D.R., 1974 - Scanning microscopy of surface structures of *Tilapia mossambica* (Peters) scales.
J. Fish Biol., 6 (3) : 307-310.

- LASSERRE, G., 1976 - Dynamique des populations ichtyologiques lagunaires. Application à *Sparus auratus* L.
Thèse Univ. Sci. Tech. Langedoc, 306 p.
- LAUZANNE, L., 1978 - Croissance de *Sarotherodon galilaeus* (Pisces, Cichlidae) dans le lac Tchad.
Cybium, 3^e sér., 3 : 5-14.
- LE CREN, E.D., 1947 - The determination of the âge and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone.
J. Anim. Ecol., 16 (2) : 188-204.
- LE CREN, E.D., 1951 - The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*).
J. Anim. Ecol., 20 (2) : 201-219.
- LE GUEN, J.C., 1971 - Dynamiques des populations de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus* (Bowd, 1825). Poissons Sciaenidae.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 9 (1) : 3-84.
- MANN, R.H.K., 1976 - Observations on the age, growth, reproduction and food of the chub *Squalius cephalus* (L.) in the River Stour, Dorset.
J. Fish Biol., 8 (3) : 265-288.
- MARCILLE, J. et STEQUERT, B., 1976 - Etude préliminaire de la croissance du listao (*Katsuwonus pelamis*) dans l'ouest de l'Océan Indien Tropical.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., XIV (2) : 139-151.
- MOREAU, J., 1974 - Essai d'interprétation des annuli observés sur les écailles de *Tilapia nilotica* et *Tilapia rendallii* dans les lacs des hauts plateaux malgaches. I. Observations au lac Itasy et au lac de Mantasoa.
Ann. Hydrobiol., 5 (2) : 83-93.
- MOREAU, J., 1975 - Essai d'interprétation des annuli observés sur les écailles de *Tilapia nilotica* et *Tilapia rendallii* dans les lacs des hauts plateaux malgaches. II. Observations sur *Tilapia rendallii* au lac Alaotra.
Ann. Hydrobiol., 6 (2) : 93-101.
- RICKER, W.E., 1958 - Handbook of computations for biological statistics of fish populations.
Bull. Fish. Res. Bd. Can., 119, 300 p.
- STEQUERT, B., 1972 - Contribution à l'étude de la biologie du Bar (*Dicentrarchus labrax* L.) des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon.
Thèse 3^e cycle, Bordeaux.
- TOMLINSON, P.K. et ABRAMSON, N.J., 1961 - Fitting a von Bertalanffy growth curve by least squares.
Calif. Dept. Fish and Game Fish. Bull., 116, 69 p.

- TREWAVAS, E., 1973 - On the Cichlid Fishes of Genus *Pelmatochromis* with proposal of new genus for *P. congicus* ; on the relationship between *Pelmatochromis* and *Tilapia* and the recognition of *Sarotherodon* as a distinct genus.
Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., 25 : 3-26.
- TROADEC, J.P., 1971 - Biologie et dynamique d'un Sciaenidae ouest africain *Pseudolithus senegalensis* (V.).
Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 2 (3) : 1-225.
- WHITE, R.W.G. et WILLIAMS, W.P., 1978 - Studies of the ecology of fish populations in the Rye Meads sewage effluent lagoons.
J. Fish Biol., 13 (4) ; 379-400.

Classes des rayons r1 mesurés (mm)	Classes correspon- dantes des LF calcu- lées (mm)	Distributions des fréquences de longueurs atteintes au 1 ^{er} annulus						Globale
		Age à la capture						
		1	2	3	4	5	6	
1.0	87					1	1	2
1	92		1		1	3	3	8
2	96	1	3		1	5	6	16
3	101	5	8	6	5	7	6	37
4	106	5	8	10	8	10	8	49
5	111	11	9	16	15	11	8	70
6	116	12	20	29	19	16	10	106
7	120	12	18	38	13	10	9	100
8	125	13	5	25	11	11	7	72
9	130	8	4	8	5	8	4	37
2.0	135	3		3	1	5	1	13
1	140	1	2			1	1	5
Effectif		71	78	135	79	88	64	515
LF moyenne		120.7	117.1	120.5	118.1	117.5	114.9	118.4
Ecart-type		9.6	9.6	7.5	8.6	11.9	11.9	9.9

Classes des rayons r2 mesurés (mm)	Classes correspon- dantes des LF cal- culées (mm)	Distributions des fréquences de longueurs atteintes au 2 ^e annulus					Globale
		Age à la capture					
		2	3	4	5	6	
1.9	130				1	1	2
2.0	135		1	1	2	3	7
1	140		3	2	5	5	15
2	145	3	6	5	6	3	23
3	149	2	9	8	6	7	32
4	154	11	11	11	10	12	55
5	159	21	33	17	10	15	96
6	164	18	34	16	8	13	89
7	169	21	15	12	9	10	67
8	173	7	28	9	5	4	53
9	178	7	8	5	2	2	24
3.0	183	2	3	1	1	2	9
1	188		1		1	1	3
Effectif		92	152	87	66	78	475
LF moyenne		166.5	165.8	163.5	160.4	161.1	164.0
Ecart-type		8.3	9.8	10.1	12.4	11.8	10.6

Classes des rayons r6 mesurés (mm)	Classes correspon- dantes des LF cal- culées (mm)	Distribution des fréquences de lon- gueurs atteintes au 6 ^e annulus
2	241	1
3	246	2
4	250	5
5	255	7
6	260	11
7	265	10
8	270	8
9	274	6
5.0	279	2
1	284	2
2	289	1
3	294	2
Effectif		58
LF moyenne		266.7
Ecart-type		12.0

Annexe 1 : Scalimétrie - Distribution des longueurs à la fourche atteintes aux 1^{er}, 2^e et 6^e annuli.

Classes des rayons r ₃ mesurés (mm)	Classes correspondantes des LF calculées (mm)	Distributions des fréquences de longueurs atteintes au 3 ^e annulus				
		Age à la capture				Globale
		3	4	5	6	
2.7	169			1		1
8	173	1		2	1	4
9	178	6	1	5	4	16
3.0	183	10	2	8	6	26
1	188	11	5	10	9	35
2	193	20	7	14	12	53
3	197	30	12	13	14	69
4	202	21	12	19	11	63
5	207	23	19	10	10	62
6	212	11	12	8	5	36
7	217	7	8	3		18
8	222	7	6		2	15
9	226	1	2	1	1	5
4.0	231		1	2		3
Effectif		148	87	96	75	406
LF moyenne		202.1	207.7	199.9	199.4	202.3
Ecart-type		11.1	10.8	12.1	10.8	11.6

Classes des rayons r ₄ mesurés (mm)	Classes correspondantes des LF calculées (mm)	Distributions des fréquences de longueurs atteintes au 4 ^e annulus			
		Age à la capture			Globale
		4	5	6	
3.3	197			1	1
4	202	1	1	1	3
5	207	1	2	1	4
6	212	3	7	3	13
7	217	8	8	4	20
8	222	10	12	7	29
9	226	12	16	10	38
4.0	231	16	16	10	42
1	236	13	10	9	32
2	241	9	7	6	22
3	246	5	3	3	11
4	250	4	2	2	8
5	255	1	1	1	3
6	260	1	1		2
7	265			1	1
Effectif		84	86	59	229
L.F. moyenne		233.3	280.5	232.4	232.0
Ecart-type		11.2	11.1	12.6	11.5

Classes des rayons r ₅ mesurés (mm)	Classes correspondantes des LF calculées (mm)	Distributions des fréquences de long- ueurs atteintes au 5 ^e annulus		
		Age à la capture		Globale
		5	6	
3.7	217	1	1	2
8	222	1	1	2
9	226	2	2	4
4.0	231	5	3	8
1	236	5	5	10
2	241	9	10	19
3	246	12	16	28
4	250	15	11	26
5	255	14	5	19
6	260	10	2	12
7	265	6	4	10
8	270	3	2	5
4.9	274	1	1	2
Effectif		84	63	147
L.F. moyenne		251.8	249.0	250.6
Ecart-type		11.6	11.3	11.5

Annexe 2 : Scalimétrie - Distribution des longueurs à la fourche atteintes aux 3^e, 4^e et 5^e annuli.