

NOUVELLE ÉTUDE SUR LA DÉTERMINATION DE L'ÂGE ET DE LA CROISSANCE DE *SARDINELLA AURITA* VAL DANS LA RÉGION DE POINTE NOIRE

Yves GHÉNO

Océanographe de l'O.R.S.T.O.M., Centre de Pointe-Noire, B.P. 1286, République Populaire du Congo

RÉSUMÉ

*La présente étude a été réalisée à partir de données récoltées à Pointe-Noire de 1966 à 1974. Chez les jeunes, la croissance a été suivie par l'analyse des moyennes vertébrales combinée à l'étude des distributions de fréquence de longueurs; l'observation de la ponte et du recrutement a été également d'une grande utilité. En ce qui concerne les adultes, la lecture des écailles s'est révélée le seul moyen valable de détermination de l'âge. Les anneaux d'arrêt de croissance apparaissent, comme chez *Sardinella eba*, pendant la saison chaude. La première année, les grande et petite saisons chaudes se marquent fréquemment par deux anneaux distincts; chez les sujets âgés, la lecture des écailles est souvent difficile, voire impossible. Les paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy ont été calculés par la méthode de Tomlinson et Abramson.*

ABSTRACT

The present study was carried out using data collected from 1966 to 1974 in Pointe-Noire. Growth of young fishes was followed through vertebral mean analysis combined with length frequency distribution; observations on spawning and recruitment were also used. As far as adults are concerned, scales observation proved to be the only suitable method of age determination: dark rings appear during the hot season. During the first year, the long and short hot seasons are very often marked by two separate rings. On old fishes, age determination by scales is difficult and often impossible. Von Bertalanffy growth parameters were computed by the Tomlinson and Abramson method.

INTRODUCTION

Les sardinelles de la côte occidentale d'Afrique dont l'importance économique n'est plus à démontrer puisque les quantités pêchées annuellement dépassent maintenant, et largement, le million de tonnes, ont fait l'objet de recherches nombreuses et approfondies au cours des dix années qui viennent de s'écouler. Le problème de la détermination de l'âge et de la croissance reste un des moins bien éclaircis à l'heure actuelle ce qui est d'ailleurs le cas pour bon nombre d'espèces tropicales.

Chez *S. aurita* des études ont déjà été faites par

NAVARRO pour les Baléares et les Canaries, par BEN TUVIA pour les côtes d'Israël, par RICHARDSON pour les côtes du Brésil ainsi que par POSTEL (Sénégal 1955) et ROSSIGNOL (Congo 1955) pour la côte occidentale d'Afrique. Nous avons pour notre part, fait une première étude portant sur environ trente mois de données récoltées à Pointe-Noire (1968). Depuis, dans le cadre du Projet F.A.O., une somme considérable de travaux a été réalisée. Les données disponibles nous permettent d'aborder, de manière plus complète et plus précise, le problème de la détermination de l'âge et de la croissance; la combinaison de différentes méthodes: analyse des moyennes verté-

brales et des distributions de fréquences de longueurs, étude de la ponte et du recrutement, et lecture des écailles, ont apporté une solution satisfaisante depuis le stade des juvéniles capturés à la senne de plage, jusqu'à celui des adultes de grande taille de la pêche commerciale.

1. CROISSANCE DES LARVES

L'étude des larves de sardinelles menée à bien au cours des campagnes de planctonologie de l'« OMBANGO », navire de recherches du Centre O.R.S.T.O.M. de Pointe-Noire (mai 1968, juillet 1969), si elle a permis des progrès notables dans la connaissance des zones et des saisons de ponte des espèces concernées, n'a pratiquement rien apporté en ce qui concerne la croissance. En effet, comme l'ont expliqué DESSIER ET PLANET (1971), la succession rapide de nombreuses pontes au cours d'une même saison de reproduction ne permet pas l'identification et le « traçage » dans le temps de chaque frayée; le trop grand espacement des campagnes rendait d'ailleurs cette possibilité encore plus problématique. CONAND ET FAGETTI (1971) sont arrivés aux mêmes conclusions en ce qui concerne les sardinelles des côtes sénégalaises.

Entre 25 et 30 mm les larves de sardinelles subissent une métamorphose à la suite de laquelle une grande partie d'entre elles gagnent les eaux littorales très peu profondes où elles peuvent être capturées aisément à la senne de plage, la taille minimale à laquelle on les pêche avec cet engin étant de 30 à 35 mm.

Des échantillonnages hebdomadaires d'individus dont la taille était comprise entre 30 et 45 mm (longueur à la fourche) ont montré que la moyenne vertébrale des sardinelles juvéniles subit des variations saisonnières très nettes, allant de 45,70 à 46,10 chez *S. eba* et de 47,30 à 48,00 chez *S. aurita*. Le nombre de vertèbres étant sous la dépendance de la température de l'eau de mer (en surface) pendant les quelques jours qui suivent l'éclosion et la ponte ayant lieu toute l'année (*S. eba*), ou presque toute l'année (*S. aurita*), on devait s'attendre à trouver un certain décalage dans le temps entre les courbes de variations de la température de surface et celles des variations des moyennes vertébrales des juvéniles d'une taille donnée : c'est ce qui a été vérifié, le décalage étant d'environ deux mois pour *S. aurita* et de trois mois pour *S. eba*, pour les tailles de première capture à la senne de plage entre 35 et 45 mm. On doit donc admettre que les jeunes *S. eba* ont environ deux mois et demi et les jeunes *S. aurita* un mois et demi au moment du passage du stade larvaire au stade juvénile, ce qui rejoint l'avis d'ÅHLSTROM (1969)

pour la sardine du Pacifique et d'OLIVIER ET NAVARRO (1952) pour l'allache (*S. aurita*) des Baléares.

2. JUVÉNILES

Les jeunes *S. aurita* restent accessibles à la pêche à la senne de plage jusqu'à 8-10 cm; au-delà ce n'est

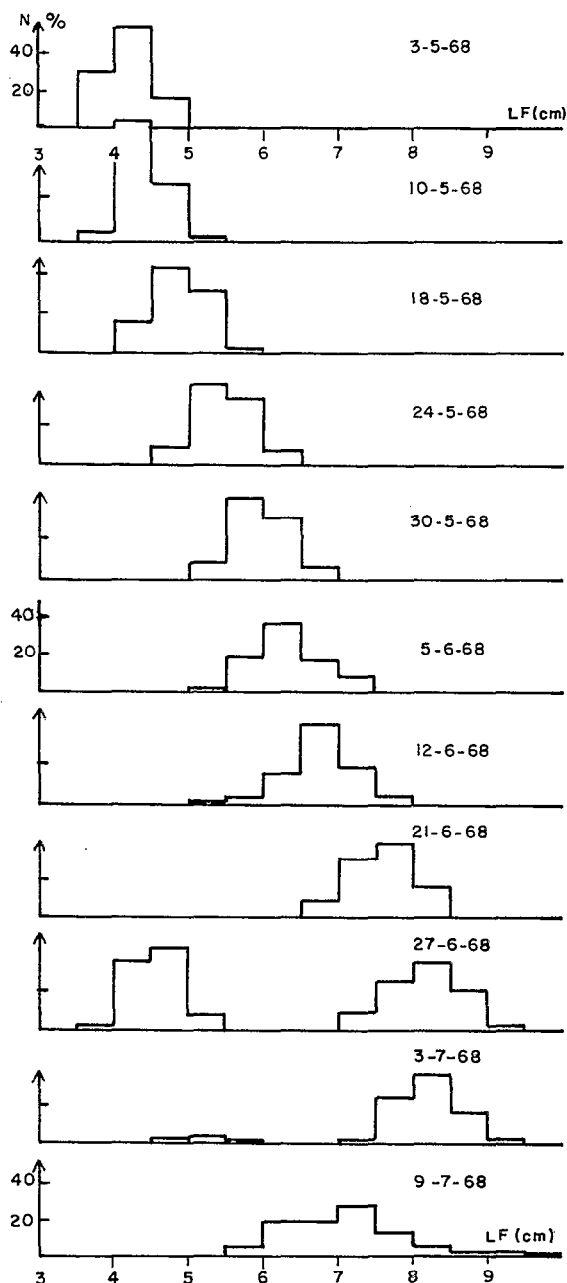


Fig. 1. — Histogrammes de fréquence de longueurs d'une cohorte de *S. aurita* immatures suivie dans les pêches à la senne de plage (mai-juin 1968).

TABLEAU 1
Distributions de fréquences de longueurs de *S. aurita* capturées à la senne de plage

LF cm \ N	3-5-68	10-5-68	17-5-68	18-5-68	24-5-68	30-5-68	5-6-68	12-6-68	21-6-68	27-6-68	27-6-68	3-7-68
3 3,5	28	7	5	1							10	
4 4,5	50 15	90 43	8 13	25 67	2 11	1	1				74 89	7
5 5,5		1	6	50 3	48 39	19 78	3 27	3 5	2		19	8 4
6 6,5					9	61 13	50 38	19 48	2 14		1 1	
7 7,5							14	24 7	47 60	16 40		5 45
8 8,5								1	25 1	55 32		65 30
9 9,5								1		3		5
Total.....	93	141	32	146	109	172	133	108	149	141	194	170
Moyenne vertébrale.....	—	47,35	—	47,31	—	47,32	47,32	47,34	47,35	47,43	47,38	47,40

qu'exceptionnellement que l'on peut les capturer avec cet engin car elles s'en vont plus au large. Du fait de la fréquence généralement très grande des pontes pendant la saison de reproduction, nous avons vu qu'il n'était pratiquement pas possible de suivre la croissance des cohortes de jeunes par la méthode de Petersen et ce n'est qu'en les identifiant par leur moyenne vertébrale que l'on arrivait à les suivre dans le temps.

Toutefois, à la fin de la saison chaude de 1968, il a été possible de suivre pendant 8 semaines, du début du mois de mai, à la fin du mois de juin, un groupe unimodal, sans qu'il y ait recrutement, dans cet intervalle de temps, d'autres cohortes. La croissance, très régulière, était d'environ 5 mm par semaine et la longueur modale passait de 4 cm à 8 cm en un peu moins de deux mois ce qui concorde très bien avec nos résultats antérieurs (2 mois à 4-5 cm et 4 mois à 10 cm). On avait bien affaire à la même cohorte pendant tout ce temps car la moyenne vertébrale se situait toujours entre 47,30 et 47,35 ce qui confirmait que l'éclosion avait eu lieu en pleine saison chaude, environ deux mois avant la capture du premier échantillon, à la fin de février (voir fig. 1 et tabl. 1).

Cette cohorte disparaît fin juin de nos échantillons,

remplacée par d'autres à moyennes vertébrales plus élevées, écloses plus tard dans des eaux plus froides.

3. SARDINELLES PÊCHÉES COMME APPÂT PAR LES THONNIERS

A partir de 8-10 cm les « sardines », c'est le nom donné par les pêcheurs aux jeunes *S. aurita*, migrent vers le large et disparaissent, le plus souvent, de la région de Pointe-Noire, pour être retrouvées plus au Nord, à partir de Mayoumba où elles sont capturées pour servir d'appât, par la flotille thonnière qui fréquente les parages. Le secteur Mayoumba-Cap Lopez constitue une « nursery » très importante où viennent se regrouper de jeunes « sardines » d'origine différente. Il est très probable que des larves de *S. aurita* sont transportées par la circulation cyclonique du dôme d'Angola, depuis le sud de l'Angola où se trouve alors la plus grande partie du stock d'adultes et où la température océanique de surface est comprise entre 17° et 20°, jusqu'aux côtes du Gabon. Ceci explique que l'on trouve là, au début de la saison

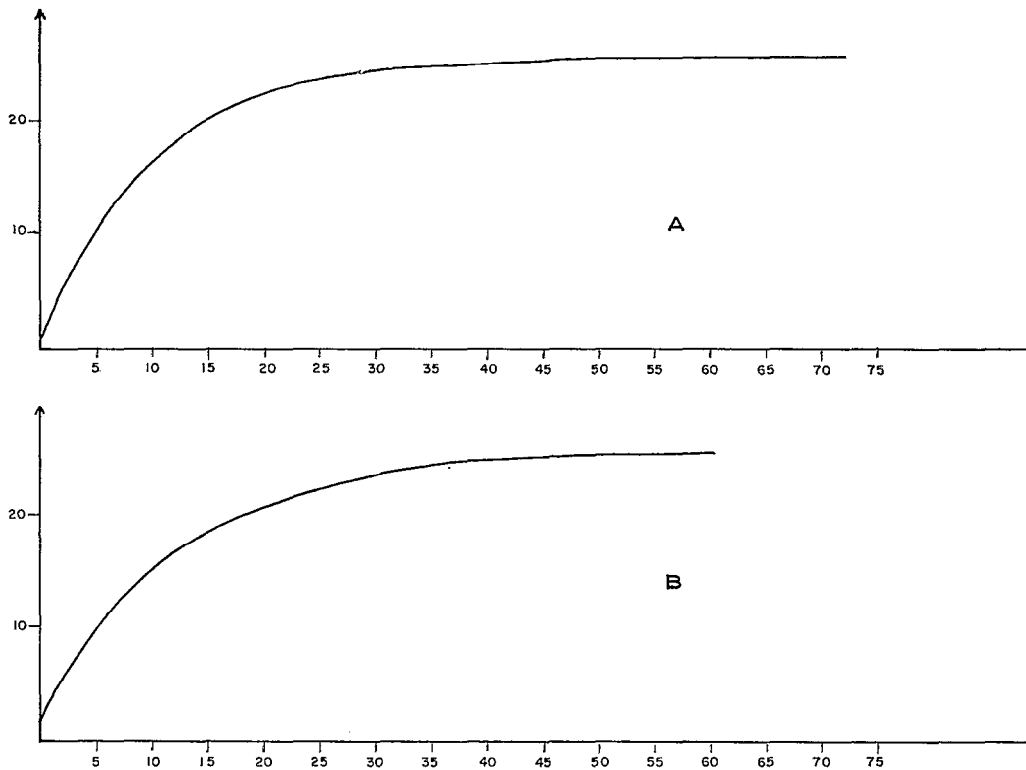


Fig. 2. — *Sard. aurita*. Courbe de croissance établie par la méthode des moindres carrés. A : les adultes dont l'âge a été déterminé par la lecture des écailles sont supposés nés en mai. — B : les adultes sont supposés nés en janvier. — Ordonnées : longueurs en cm ; abscisses : âge en mois.

froide (mai-juin), des jeunes de 8 à 10 cm, à moyenne vertébrale élevée, donc éclos dans des eaux froides, alors que leur taille permet de situer cette éclosion entre la mi-janvier et la mi-février, donc pendant la saison chaude le long des côtes du Congo et du Gabon. On peut noter, à ce propos, que des constatations analogues ont été faites par BLACHE (1974) sur des larves d'apodes. On voit donc que, en ce qui concerne ce groupe de jeunes *S. aurita*, ni la méthode de Petersen, ni l'analyse des moyennes vertébrales, ne permettent de suivre la croissance : de très nombreuses cohortes, écloses presque au même moment, dans des eaux de température très différente, viennent se mélanger, les recrues en provenance de l'Angola ne constituant cependant, selon toute vraisemblance, qu'une minorité.

A partir de 14 cm environ, commence un mouvement de migration vers le Sud qui permet le recrutement de ces jeunes dans la fraction de stock exploité par les sardiniers ponténégrins. A 18 cm ce recrutement est à peu près terminé, la presque totalité des *S. aurita*, au-delà de cette taille, ayant quitté la nursery des côtes gabonaises. Ce recrutement peut avoir lieu pratiquement toute l'année mais il est généralement plus important de septembre à janvier,

pendant les petites saisons chaude et froide. On a cru quelque temps que les jeunes *S. aurita* de 15 à 20 cm, pêchées à cette époque de l'année, provenaient du début de la saison de reproduction de la même année; une correspondance assez bonne existant entre les histogrammes de fréquences de longueurs des échantillons pêchés à la senne de plage et ceux des sardiniers de Pointe-Noire. L'étude simultanée de la ponte, de la pêche à la senne de plage, de la pêche commerciale et à un degré moindre, de la pêche d'appât des thoniers, de 1966 à 1973, nous a montré qu'il n'en était rien. Si la ponte est abondante et de longue durée au cours d'une saison de reproduction, c'est au bout de 2 à 3 mois que l'on observe l'apparition de grosses quantités de juvéniles dans les pêches à la senne de plage ou dans celles des thoniers à l'appât vivant (exemples particulièrement nets : 1968 et 1971) mais ce n'est que l'année suivante, généralement au bout de 10 à 12 mois, que les jeunes recrues apparaissent en abondance dans les débarquements des sardiniers de Pointe-Noire. De même, à la suite des périodes de repos sexuel anormalement longues et bien marquées, il faut attendre environ un an pour observer une baisse dans le recrutement. Ainsi les « trous », très nets qu'il y a eu dans la ponte de

juin 1969 à juin 1970 et de février à décembre 1972 ont été suivis d'une interruption totale du recrutement de juin 1970 à juillet 1971 d'une part et de mars 1973 à mars 1974 d'autre part (GHENO, 1969; GHENO-FONTANA, 1973 et données non publiées).

On peut donc rattacher à la ponte de juin 1970 (voir fig. 2) le groupe de recrues de longueur modale 18 cm qui fait son apparition en juillet 1971, la taille passant à 19 cm le mois suivant. On a ensuite en novembre et décembre 1971 recrutement d'un groupe important, nettement distinct du précédent, que l'on peut rattacher à la seule ponte importante qui ait eu lieu à la suite de celle de juin 1970 : en janvier 1971; la longueur modale pour ce groupe est de 16 cm.

4. ADULTES. LECTURE DES ÉCAILLES

Les méthodes utilisées plus haut pour la détermination de l'âge ne sont plus valables en ce qui concerne les adultes du fait de l'important brassage auquel est soumise cette fraction de stock à partir de la taille de 18-20 cm.

Les écailles de très jeunes *S. aurita* (à partir de 8-10 cm) ont été examinées et ce n'est précisément que chez des individus dont la longueur est supérieure à 18-20 cm que l'on peut commencer à distinguer des structures analogues à celles qui permettent la détermination de l'âge, chez le hareng ou la sardine notamment. Il convient de noter en passant que nos tentatives de lecture des otolithes se sont soldées par un échec.

4.1. Matériel

De 1966 à 1969 un sous-échantillon de 10 individus par classe de longueur de 0,5 cm a été prélevé lors de l'établissement des distributions de fréquences de longueurs du poisson débarqué par le sardinier local. Le rythme de récolte des échantillons était, dans la mesure du possible, de un par quinzaine; en fait, la pêche de *S. aurita* subissant des fluctuations très importantes, il n'a pas toujours été possible de suivre ce programme à la lettre.

À partir de mars 1969 on a essayé d'échantillonner tous les débarquements et on prélevait trois poissons par intervalle de longueur d'un centimètre, à chaque distribution de fréquences de longueurs; l'échantillon résultant comporte à peu de choses près le même nombre de poissons que précédemment à la fin de chaque quinzaine (entre 80 et 150) sa répartition dans le temps étant toutefois meilleure.

Deux écailles par poisson échantillonné étaient prélevées généralement en dessous d'une ligne joignant le bout du museau à l'échancre caudale et en avant

d'une perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps passant par l'anus : c'est dans cette région que les écailles sont généralement les plus lisibles et les plus faciles à coller parce que plus planes. Les écailles situées autour des nageoires paires sont exclues parce que trop épaisses et de forme irrégulière. Après rinçage à l'eau entre le pouce et l'index les écailles sont collées sur une lame porte-objet avec une gouttelette de gomme arabique. Pour chaque poisson les deux écailles sont placées l'une en dessous de l'autre; on peut ainsi placer côte à côte, sur une même lame de verre, les écailles de 5 poissons.

Les écailles sont examinées à la loupe binoculaire. Une rampe lumineuse (tube fluorescent) placée sur la table permet de les éclairer par en dessous, par l'intermédiaire d'un miroir plan incliné à 45°.

4.2. Observation et interprétation

Sur les écailles de *S. aurita* il a été très facile d'observer des annuli ou anneaux d'arrêt de croissance. Ils sont plus nets, plus réguliers et plus constants que chez *S. eba* (GHENO, LE GUEN, 1968).

4.2.1. ANNEAUX SAISONNIERS

Les quatre saisons : petite et grande saisons chaudes, petite et grande saisons froides, se lisent généralement bien, particulièrement pour la première année de l'existence du poisson durant laquelle la croissance est rapide.

— *Grande saison chaude* (mi-janvier-début mai)

C'est la période de l'année durant laquelle l'eau de mer est la plus pauvre en éléments minéraux qui sont en milieu tropical le facteur limitant pour le développement des micro-organismes planctoniques, nourriture des sardinelles. Cette saison se marque sur les écailles par un anneau bien net que l'on peut observer à partir du début de juillet chez les adultes; à cette époque de l'année la reprise de la croissance se traduit, sur le bord des écailles, par l'apparition d'un liseré clair qui fait ressortir l'anneau sombre formé quelques mois plus tôt.

— *Grande saison froide* (fin mai-début septembre)

C'est la période de croissance active; elle se marque sur l'écaille par une zone claire qui cesse de s'élargir à partir de septembre. L'apparition de cette zone claire est d'autant plus facile à observer que l'on a affaire à un individu plus jeune, ceci étant particulièrement net chez les *S. aurita* du groupe I⁺ (celles qui n'ont encore qu'un seul anneau mais sont le plus souvent en cette saison, chassées plus au Nord par les eaux froides); par contre chez les poissons âgés de plus de 4 ans, du fait de l'extrême lenteur de la croissance, l'apparition de ce liseré clair

est pratiquement impossible à suivre ce qui conduit, pendant une bonne partie de la saison froide, à une incertitude d'un an sur la détermination de l'âge.

— *Petite saison chaude* (mi-septembre - mi-novembre)

Elle se marque par un anneau sombre assez rapproché de l'anneau de grande saison chaude, intérieur à celui-ci et bien net la première année seulement, la croissance étant alors très rapide. A partir de la deuxième année d'existence les deux anneaux de grande et de petite saisons chaudes sont ou bien confondus ou bien extrêmement rapprochés.

— *Petite saison froide* (mi-novembre-début janvier)

Chez les sardinelles de l'année la croissance reprend souvent de façon notable ce qui se traduit par l'apparition d'un bord clair sur les écailles à la suite de l'anneau de petite saison chaude. Cette zone de croissance de petite saison froide est en général nettement plus étroite que celle de grande saison froide, cependant, dans le cas de poissons de taille comprise entre 18 et 21 cm dont les écailles comportent deux zones de croissance séparées par un circulus. On ne sait pas s'il s'agit d'individus de deux ans (2 grandes saisons froides) ou d'un an (une grande et une petite saisons froides).

On voit donc qu'il y a une grande analogie dans la formation des annuli chez *S. eba* (GHÉNO, LE GUEN, 1968) et chez *S. aurita*, la saison chaude étant pour les deux espèces une période de disette et la saison froide une période d'abondance en ce qui concerne la nourriture. En fait, les saisons hydrologiques ne sont pas d'une absolue régularité et les petites saisons, en particulier, peuvent être soit très nettes, soit à peine perceptibles, soit consister enfin en de simples oscillations thermiques entre la grande saison froide et la grande saison chaude : l'ensemble grande saison chaude-petite saison chaude peut se marquer la première année sur les écailles soit par un anneau double très net, soit par une série d'anneaux très rapprochés (trois, quatre) soit enfin par un seul anneau. Cette variabilité dans la formation des annuli peut donc être une source d'erreurs dans la détermination de l'âge. Cependant, la taille du poisson pêché ainsi que la disposition d'ensemble des annuli dont l'écartement décroît d'une manière assez régulière du centre vers la périphérie chez les sujets âgés, permettent bien souvent de lever le doute.

4.2.2. ANNEAUX NON SAISONNIERS

Les anneaux saisonniers dont il vient d'être parlé sont généralement très nets et on les suit sur tout le pourtour de la partie antérieure (non libre) de l'écaille; ils sont en outre de plus en plus serrés du

centre vers la périphérie ce qui traduit un ralentissement progressif de la croissance au fur et à mesure que le poisson vieillit.

On peut observer aussi, assez souvent, des anneaux non saisonniers moins nets que les précédents, souvent discontinus et dont la position n'est pas régulière; ils ne se retrouvent pas nécessairement sur toutes les écailles d'un même poisson. Ils sont souvent en nombre suffisant pour masquer les anneaux saisonniers et rendre impossible la lecture de l'écaille : ce sont les « false rings » des auteurs anglo-saxons dont l'origine la plus fréquente semble être un « stress » subi à un moment donné par un poisson (variation brutale de l'environnement physico-chimique, blessure, maladie, etc...).

4.2.3. ÂGE A LA FORMATION DU PREMIER ANNEAU D'ARRÊT DE CROISSANCE

Dans notre premier travail sur la détermination de l'âge et la croissance de *S. aurita* nous avons admis qu'il y avait proportionnalité entre la longueur de l'écaille (distance du bord antérieur au centre de celle-ci) et la longueur du poisson, et que l'on pouvait par une simple règle de trois connaître la longueur d'un individu au moment de la formation d'un annulus en appliquant la relation :

$$L_n = L_c \frac{l_n}{l_c}$$

dans laquelle L_n et L_c sont respectivement les longueurs du poisson au moment de la formation du $n^{\text{ème}}$ annulus et au moment de la capture, l_n et l_c étant les longueurs correspondantes de l'écaille.

Nous avons fait, depuis, des mensurations d'écailles sur des *S. aurita* dont la longueur à la fourche allait de 10 à 29 cm. Les écailles étaient prélevées sur une même rangée longitudinale, celle qui débute en face de la tache operculaire et la mensuration de la distance du bord antérieur au centre de l'écaille était faite avec un microscope projecteur.

La corrélation entre la longueur à la fourche et la longueur des écailles regroupées de 10 en 10 depuis l'opercule jusqu'à l'extrémité postérieure du corps est toujours très bonne (coefficient supérieur à 0,95 pour 83 individus) et la droite de régression passe très près de l'intersection des axes de coordonnées ce qui confirme ce que nous avons supposé antérieurement. Cependant, les points représentatifs : longueur du corps, longueur de l'écaille, sont assez dispersés et on ne peut espérer une précision supérieure à 2 ou 3 cm sur les calculs de longueurs basés sur cette méthode.

Les valeurs de L_1 calculées par la méthode scali-

métrique sont assez variables d'une classe annuelle à l'autre et la distribution bimodale observée en 1968, et correspondant surtout à des poissons nés en 1962 et 1963, n'a pas été retrouvée les années suivantes. Ceci s'explique bien par la grande variabilité de la ponte chez les sardinelles d'une année à l'autre, particulièrement en ce qui concerne *S. aurita*. Si l'on fait la moyenne de l'indice gonadosomatique pour chaque mois de l'année de 1967 à 1972 (FONTANA-PIANET, 1973), on observe deux maximums : mai-juin et janvier, et deux minimums : février-mars et octobre. Les valeurs de L_1 allant généralement de 13 à 19 cm, compte tenu de ce qui a été observé pour la croissance des jeunes *S. aurita*, on doit admettre que les individus nés en janvier ne marquent la saison chaude sur leurs écailles que l'année suivante donc plus d'un an plus tard alors que ceux nés à partir du mois de mai la marqueront moins d'un an plus tard. Les poissons nés par exemple en décembre 1967-janvier 1968 auront des écailles identiques à celles des poissons nés à la saison froide 1968 (avec cependant une L_1 plus grande) alors qu'ils marqueront un an de moins que ceux nés pendant la saison froide 1967. La césure entre les classes annuelles déterminées par la lecture des écailles se situera donc en octobre-novembre, c'est-à-dire pendant la petite saison chaude.

4.3. Valeur de la méthode

Chez les Clupeidae des mers froides, chez le hareng notamment, la lecture des écailles, tout comme celle des otolithes d'ailleurs, permet la détermination de l'âge chez 90 % au moins des individus; en ce qui concerne *S. aurita* dans la région de Pointe-Noire, on est bien loin de ces résultats et, comme toujours en pareil cas, le pourcentage d'écailles jugées lisibles dépend de l'observateur : on peut admettre que selon l'expérience et... l'optimisme de celui-ci, ce pourcentage va de 30 à 50 %. Ces résultats, qui ne permettent pas l'utilisation de la méthode pour l'établissement des clés âge-longueurs satisfaisantes, sont cependant plus encourageants que ceux de NAVARRO (1932) pour *S. aurita* des Canaries où seulement quelques individus isolés avaient des écailles lisibles. En particulier dans le cas où une ou plusieurs classes annuelles successives abondantes étaient suivies et précédées par une ou plusieurs classes très creuses, ce qui est fréquemment le cas chez *S. aurita* (ponte très irrégulière), la lecture des écailles permet l'individualisation de ces groupes de classes annuelles avec suffisamment de précision pendant plusieurs années consécutives pour rendre possible une estimation de la mortalité (GHENO, 1973). Elle permet également l'étude de la croissance des individus adultes, celle des jeunes faisant appel aux méthodes que l'on a vues au début du présent travail.

Les principales difficultés que l'on rencontre dans la détermination de l'âge par la lecture des écailles sont dues à quatre causes principales :

— Irrégularité dans la formation du premier annulus. Celui-ci a une position très variable par rapport au centre de l'écaille ce qui s'explique par la longue durée des saisons de ponte; il est généralement d'autant moins net qu'il est plus rapproché du centre. En certains cas il est si éloigné du centre (L_1 très importante) que l'on est en droit de penser que l'on a affaire à des poissons n'ayant pas marqué la première, parfois même la seconde saison chaude de leur existence mais rien ne permet de conclure de manière formelle.

— Irrégularité dans la formation, la première année, de l'annulus de petite saison chaude (il n'existe pas toujours) et dans la largeur de la zone de croissance correspondant à la petite saison froide que l'on peut, parfois, confondre avec une zone de grande saison froide : on commet alors une erreur d'un an dans l'estimation de l'âge.

— Existence d'anneaux non saisonniers (faux anneaux).

— Ralentissement très important de la croissance à partir de la troisième année, ce qui rend très souvent impossible, le dénombrement des annuli et l'observation du bord d'accroissement de l'écaille en début de saison froide.

RÉSULTATS. CALCUL DE L'ÉQUATION DE CROISSANCE DE VON BERTALANFFY

Les données âge-longueur pour les classes jeunes proviennent des distributions de fréquences de longueurs analysées plus haut. On s'est arrangé pour avoir, pour chaque classe d'âge, un nombre d'individus voisin de 15, en divisant chaque classe de longueur de la distribution représentative d'un âge donné par un nombre entier convenablement choisi. Les longueurs sont données au 1/2 cm près jusqu'à 4 mois et au cm près au-dessus de 4 mois; pour les poissons de 4 à 4,5 cm par exemple on prend le milieu de la classe arrondi au millimètre supérieur, c'est-à-dire 4,3 cm; pour ceux de 15 à 16 cm on prend pour valeur 15,5 cm.

Pour les classes adultes l'âge a été déterminé par la lecture des écailles. Les individus choisis proviennent des échantillons prélevés régulièrement au port de Pointe-Noire et sont ceux pour lesquels il n'y avait aucune équivoque quant à la détermination du nombre et de la nature des arrêts de croissance. On a admis arbitrairement que la naissance de l'individu considéré avait eu lieu le 1^{er} janvier ou le premier mai de l'année précédant la formation du premier circulus

de grande saison chaude. Ainsi, un individu pêché le 1^{er} septembre 1971 appartenant au groupe 2⁺ (2 circuli et une zone de croissance en cours de formation) est né le 1^{er} mai ou le premier janvier 1969; un poisson capturé en avril 1972, appartenant au groupe 4 (4 zones de croissance, 3 annuli bien visibles et un annulus en formation sur le bord de l'écaille), est né le 1^{er} mai ou le 1^{er} janvier 1968. On obtient de la sorte, ce qui concerne les adultes, deux séries de données âge-longueur, la différence entre les deux étant de 4 mois.

Les longueurs respectives des mâles et des femelles aux différents âges ont été comparées, les valeurs étant, pour simplifier, regroupées par classes d'âge de 6 mois : 13-18, 19-24, 25-30, etc. dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU 2
Âges-longueurs de *S. aurita*, mâles et femelles

Age (mois)	Longueur à la fourche (mm)	
	Mâles	Femelles
13-18.....	21,85	21,88
19-24.....	22,52	22,87
25-30.....	24,23	24,68
31-36.....	25,12	25,00
37-42.....	25,42	25,93
43-48.....	24,49	25,29
49-54.....	25,48	25,69
55-60.....	25,31	26,48
61-66.....	26,33	27,07

On voit que, jusqu'à 4 ans 1/2, ce qui correspond à une longueur d'environ 25,5 cm, la différence est très faible et qu'il n'est pas nécessaire de faire deux calculs séparés pour les mâles et les femelles. Au delà de cet âge, les effectifs sont très réduits notamment en ce qui concerne les mâles. Le traitement séparé des données ne se justifie donc pas davantage.

Nous donnons ci-dessous les couples âges-longueurs pour les mâles et les femelles groupés, les âges étant exprimés en mois et les longueurs (à la fourche) en centimètres. Entre parenthèses figure le nombre d'individus pour la classe d'âge correspondante. A partir de 17 mois l'âge a été déterminé par la lecture des écailles, les valeurs données correspondent à une éclosion que l'on suppose avoir eu lieu le 1^{er} janvier; il suffit donc de retrancher 4 mois à cet âge pour obtenir la deuxième série de données.

L'équation de croissance de Von Bertalanffy a été calculée suivant la méthode des moindres carrés de Tomlinson et Abramson.

TABLEAU 3
Couples Age-longueur chez *S. aurita*

Age (mois)	LF (cm)	Age	LF	Age	LF
1 (16)	4,8	29 (13)	23,9	50 (3)	23,9
3 (15)	7,5	30 (27)	24,9	51 (9)	25,2
4 (15)	9,9	31 (15)	24,7	52 (14)	25,7
10 (22)	16,1	32 (28)	23,8	53 (2)	25,8
11 (16)	16,7	33 (5)	24,1	54 (2)	25,7
13 (11)	18,8	34 (11)	23,4	55 (5)	25,4
14 (16)	19,2	35 (15)	24,2	56 (10)	25,8
17 (11)	21,2	36 (14)	25,4	57 (8)	25,4
18 (4)	22,4	37 (5)	24,5	58 (3)	25,3
19 (14)	21,7	38 (1)	24,1	59 (5)	26,6
20 (45)	21,8	39 (2)	27,2	63 (1)	27,3
21 (23)	22,1	40 (8)	26,6	64 (20)	26,3
22 (47)	21,7	41 (9)	25,5	65 (18)	26,4
23 (18)	21,4	42 (3)	26,6	66 (6)	27,0
24 (15)	22,3	43 (12)	25,8	67 (20)	27,0
25 (10)	22,1	44 (2)	25,2	68 (3)	27,4
26 (12)	22,4	45 (1)	27,4	76 (1)	27,2
27 (15)	22,8	48 (5)	24,2	89 (1)	27,8
28 (36)	23,5	49 (8)	23,9	90 (1)	27,9

Les calculs ont pu être effectués grâce à l'obligeance de A. FONTENEAU (C.R.O. Abidjan) et de M. COURSOL (E.N.S. Paris) sur ordinateur IBM.

Nous avons obtenu, du fait du dédoublement en deux séries des données des adultes, deux équations de croissance dont les paramètres sont donnés ci-dessous :

		L_{∞}	K mensuel	t^0
Date de naissance supposée des adultes : 1 ^{er} janvier	Estimations	25,97	0,085283	- 1,0626
	Erreur standard	0,11	0,001866	- 0,168732
Date de naissance supposée des adultes : 1 ^{er} mai	Estimations	26,00	0,100709	- 0,3553
	Erreur standard	0,07	0,000173	0,09729

Matrice variance-covariance (naissance 1^{er} janvier)

	L_{∞}	K	t^0
L infini.....	0,01140627	- 0,00015544	- 0,00705371
K.....	- 0,00015544	- 0,00000348	- 0,00023550
t^0	- 0,00705371	- 0,00023550	0,02847039

Matrice variance-covariance (naissance 1^{er} mai)

	L ∞	K	t°
L infini.....	0,00471004	-0,00000112	0,00301737
K.....	-0,00000112	0,00000003	0,00000151
t°.....	0,00301737	0,00000151	0,00946624

Erreur standard sur l'estimation de L =

Couples âge-longueur calculés

Age (mois)	Longueurs (cm) (1)	Longueurs (cm) (2)
6.....	11,69	12,22
12.....	17,37	18,46
18.....	20,08	21,84
24.....	22,88	23,66
36.....	24,85	25,22
48.....	25,55	25,74
60.....	25,81	25,95
72.....	25,92	25,98

(1) Naissance supposée des adultes : 1^{er} janvier.

(2) Naissance supposée des adultes : 1^{er} mai.

DISCUSSION. CONCLUSION

Au terme de ce nouveau travail sur la détermination de l'âge et la croissance de *Sardinella aurita* dans la région de Pointe-Noire, nous aboutissons à des résultats plus complets et plus homogènes que ceux de notre première étude en 1968.

— La proportion des écailles considérées comme lisibles est plus faible car la classe annuelle 1963 qui nous avait alors fourni l'essentiel de notre matériel comportait un nombre exceptionnellement élevé d'individus ayant un premier annulus bien net; cependant, la méthode de lecture et l'interprétation des écailles restent inchangées.

— Les paramètres de l'équation de croissance de Von Bertalanffy sont différents = Longueur asymptotique plus élevée et, ce qui est logique, coefficient de croissance mensuel plus faible (0,1 au lieu de 0,2), les divergences entre ces résultats provenant essentiellement d'une estimation inexacte dans notre premier travail, de l'âge au recrutement dans la pêche commerciale, ainsi que d'une représentation insuffisante des classes âgées dans nos premières données. Les comparaisons que nous avons faites avec les résultats des autres auteurs, Postel excepté, restent cependant valables. Les *Sardinella aurita* du Congo sont celles dont la croissance est la plus rapide et la longueur asymptotique la plus élevée. En ce qui concerne le Sénégal les données de Postel semblent trop fragmentaires pour être prises en considération.

On voit donc que, comme toujours en milieu tropical, le problème de la détermination de l'âge, s'est révélé long et difficile à résoudre et ce n'est que grâce à la régularité d'une collecte souvent fastidieuse d'échantillons et de statistiques de pêche que nous avons pu en venir à bout. Nous avons eu aussi la chance de travailler pendant près de dix ans sur un stock dont le niveau d'exploitation est resté très bas et dont nous avons pu suivre les fluctuations naturelles, beaucoup plus importantes que celles que l'on peut rencontrer en milieu tempéré.

La variabilité très grande de ce stock qui s'explique par l'irrégularité du recrutement combinée à une croissance très rapide (dont le corollaire est un coefficient de mortalité élevé) rend évidemment très ardu le problème de son exploitation rationnelle et les précédents catastrophiques de la sardine californienne et de l'anchois du Péron doivent inciter à la prudence la plus grande ceux qui tenteront de le résoudre.

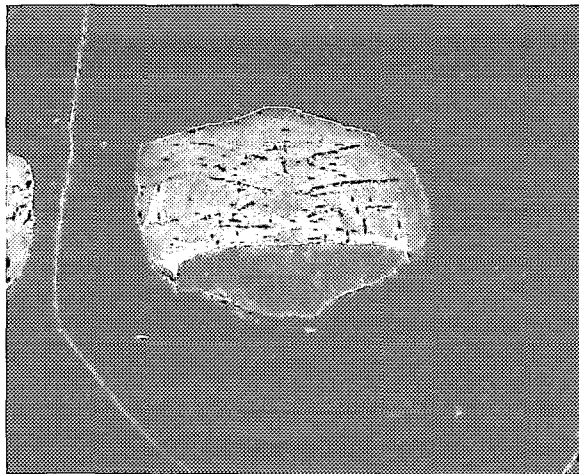
REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. FONTENEAU (C.R.O. Abidjan) et COURSOL (E.N.S. Paris), grâce à qui ont pu être effectués, sur ordinateur, les calculs de l'équation de croissance, ainsi que M. DAGET (Inspecteur général de recherches de l'O.R.S.T.O.M.) qui a bien voulu revoir notre manuscrit. Les photographies d'écailles ont été réalisées par M. MEMIN (Laboratoire de Géologie - E.N.S.) à qui nous exprimons également notre gratitude.

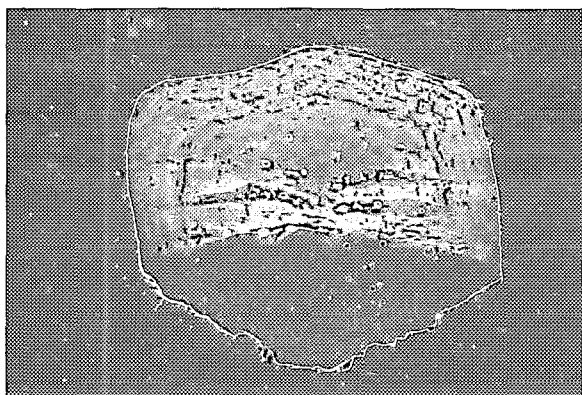
Manuscrit reçu au S.C.D. le 19 juin 1975.

BIBLIOGRAPHIE

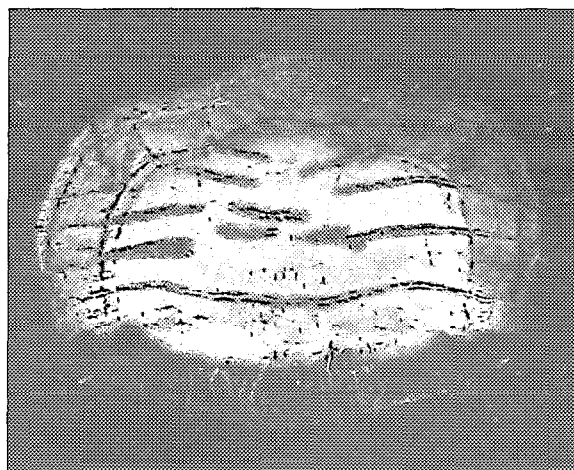
- AHLSTROM (E. H.), 1959. — Distribution and abundance of eggs of the Pacific Sardine 1952-1953. *U.S. Fish and Wildlife Service, Fish Bulletin*, n° 60/65 : 185-213.
- ANDREU (B.) y FUSTER DE PLAZA (M. L.), 1962. — Estudio de la edad y crecimiento de la sardina (*Sardinella pilchardus* Walb.) del N. W. de España. *Inv. Pesq.*, tomo 21 : 49-95.
- BEN TUVIA (A.), 1960. — Synopsis of biological data on *Sardinella aurita* of the Mediterranean sea and (other waters. *Proc. of world sc. meeting on the biology of sardines and related species. Species Synopsis*, 14.
- BEN TUVIA (A.), 1964. — Influence of temperature on the vertebral number of *Sardinella aurita* from eastern Mediterranean. *Israel Journal of Zoology*, vol. 12, n° 1-4 : 59-66.
- BERRIT (G. R.), 1958. — Les saisons marines à Pointe-Noire. *Bull. C.C.O.E.C.*, vol. 10, n° 6 : 335-360.
- BERRIT (G. R.) et TROADEC (J. P.), 1959. — Richesse en phytoplancton des eaux côtières de la région de Pointe-Noire. *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, n° 84, 23 p. *multigr.*
- BLACHE (J.), 1974. — Leptocéphales des poissons anguilliformes dans la zone sud du golfe de Guinée. *Thèse doctorat ès Sciences*, Paris VI, C.N.R.S., A.O., 10 123.
- BLANC (A.), 1957. — Contribution à la biologie des sardinelles de la côte sud du Sénégal (*Sardinella eba* et *Sardinella aurita*). *C.C.T.A.-C.S.A. Colloque sur l'océanographie et les pêches maritimes sur la côte occidentale d'Afrique. Luanda 1957*, 5 p. *multigr.*
- BORODATOV (V. A.), 1960. — Soviet investigations into the biology of *Sardinella aurita* Valenciennes. *Proc. world sc. meeting on the biology of sardines and related species, F.A.O.*, vol. 3, 23 : 1, 221-1, 227.
- CHAMPAGNAT (C.), 1967. — La pêche industrielle des poissons pélagiques côtiers au Sénégal en 1966. *Doc. Centre d'Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 5 p., *multigr.*
- CLARK (F. N.), 1947. — Analysis of populations of the Pacific sardine on the basis of vertebral counts. *Calif. Dept. Fish and Game, Fish. Bull.*, n° 65, 26 p.
- CONAND (F.) et FACETTI (E.), 1971. — Description et distribution saisonnière des larves de sardinelles des côtes du Sénégal et de la Gambie en 1968 et 1969. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. IX, n° 3, 1971 : 293-318.
- DESSIER (A.) et PIANET (R.), 1970. — Répartition et abondance des œufs et larves de Clupeidae et Engraulidae des côtes du Congo et du Gabon en 1968-1969. Aperçu sur les conditions physico-chimiques et biologiques du milieu. *Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Doc. Scient. Cent. O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N.S., n° 9.
- DOS SANTOS (E. P.) Finn. M. FRATZEN, 1965. — Growth of sardine-quantitative aspects. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, vol. 37 suppl. : 360-362.
- DUCROZ (J.), 1962. — Variations de la teneur en graisse des sardinelles de la région de Pointe-Noire. *Bull. I.R.S.C.*, vol. 1 : 101-107.
- FONTANA (A.) et PIANET (R.), 1973. — Biologie des sardinelles (*Sardinella eba* Val. et *Sardinella aurita* Val.) des côtes du Congo et du Gabon. *Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Doc. Scient. Cent. O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N. S., n° 31.
- GALLARDO (Y.) et REBERT (J. P.) avec la collaboration de GUILLERM (J. M.), 1967. — Observations océanographiques dans la région de Pointe-Noire. Année 1966. *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, n° 378 S.R., *multigr.*
- GHÉNO (Y.) et POINSARD (F.), 1968. — Observations sur les jeunes sardinelles de la baie de Pointe-Noire. *Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. VI, n° 2, 1968 : 53-67.
- GHÉNO (Y.) et LE GUEN (J. C.), 1968. — Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe-Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. VI, n° 2, 1968 : 69-82.
- GHÉNO (Y.) et POINSARD (F.), 1968. — La pêche des sardinelles *Sardinella aurita* Val. et *Sardinella eba* (Val.) à Pointe-Noire de 1964 à 1968. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. VII, n° 3, 1969 : 70-93.
- GHÉNO (Y.), 1970. — Note sur les sardinelles immatures de l'estuaire du Gabon. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. *Doc. Scient. Cent. O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N. S., n° 6.
- GHÉNO (Y.) et MARCILLE (J.), 1971. — La pêche de *Sardinella aurita* par les thoniers à l'appât vivant sur les côtes du Congo et du Gabon. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. *Doc. Scient. Cent. O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N. S., n° 12.



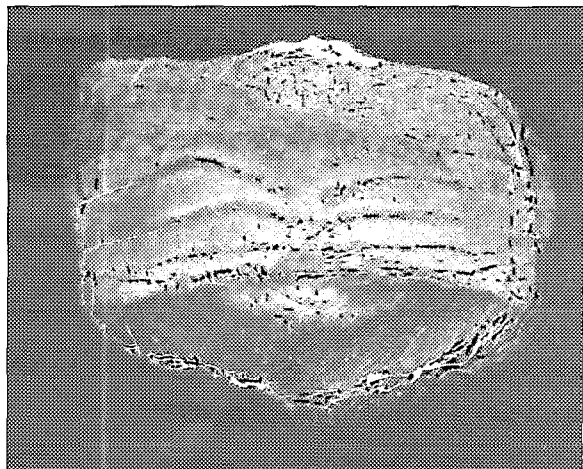
Ph. 1. — *S. aurita* pêchée le 30 septembre 1967.
Longueur à la fourche : 15,0 cm. Age : groupe 0⁺.



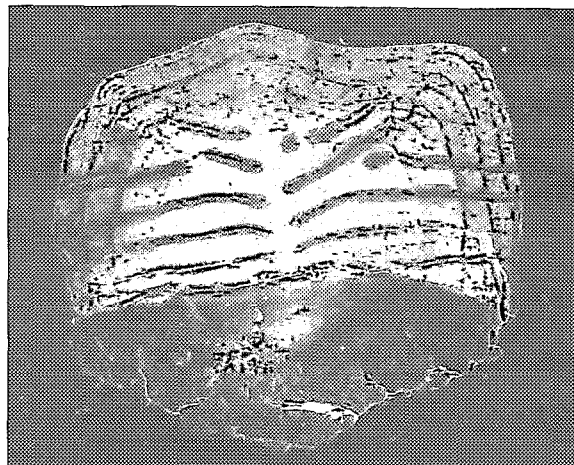
Ph. 2. — *S. aurita* pêchée le 6 mars 1967.
Longueur à la fourche : 21,4 cm. Age : groupe 2.



Ph. 3. — *S. aurita* pêchée le 12 décembre 1967.
Longueur à la fourche : 21,1 cm. Age : groupe 2⁺.



Ph. 4. — *S. aurita* pêchée le 16 décembre 1966.
Longueur à la fourche : 24,7 cm. Age : groupe 3⁺.



Ph. 5. — *S. aurita* pêchée le 27 novembre 1967.
Longueur à la fourche : 26,1 cm. Age : groupe 4⁺.

- GHÉNO (Y.), 1971. — La pêche des poissons côtiers de surface à Pointe-Noire en 1969. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. *Doc. Scient. O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N. S., n° 13.
- GHÉNO (Y.) et CAMPOS ROSADO (J. M. de), 1972. — Distribution de fréquence de longueurs des sardinelles, *Sardinella aurita* Val. et *Sardinella eba* (Val.) débarquées à Pointe-Noire et à Saint-Paul de Loanda (juin 1969-octobre 1970). Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. *Doc. Scient. Cent. Pointe-Noire*, N. S., n° 26.
- GHÉNO (Y.), 1973. — Premières estimations de la mortalité des sardinelles des côtes congolaises. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. *Doc. Scient. Cent. O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N. S., n° 32.
- GHÉNO (Y.) et FONTANA (A.), 1973. — La pêche des sardinelles à Pointe-Noire en 1970, 1971, 1972. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. *Doc. Scient. Cent. O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N. S., n° 33.
- MARCHAL (E.), 1965. — Note sur deux caractères de *Sardinella aurita* (C. et V.) de Côte d'Ivoire. *Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. 3, n° 1 : 95-99.
- MONTEIRO (R.), 1956. — Contribuições para o estudo da biologia dos Clupeidae de Angola. 1. *Sardinella aurita* C. V. *Trab. Miss. Biol. Maril. Campanhas em Angola. Ann. Jta Invest.*, 9 (2), 154 : 1-28.
- POINSARD (F.) et TROADEC (J. P.), 1966. — Détermination de l'âge par la lecture des otolithes chez deux espèces de sciaenidae ouest africains *Pseudolithus senegalensis* (C. et V.) et *Pseudolithus typus* (Blkr.). *J. Cons. perm. int. explor. mer.*, vol. 3, n° 3 : 291-307.
- POSTEL (E.), 1955. — Résumé des connaissances acquises sur les Clupeidés de l'Ouest Africain. *Rapp. Cons. perm. int. explor. mer.* vol. 137 : 14-7.
- POSTEL (E.), 1960. — Rapport sur la sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes). Atlantique Africain. *Proc. world sc. meeting on the biology of sardines and related species. Species Synopsis*, n° 1.
- RICHARDSON (I. D.) et AL., 1960. — Report on sardine investigations in Brazil. *Proc. world sc. meeting on the biology of sardines and related species. F.A.O.*, vol. 3, 13 : 1051-1079.
- ROSSIGNOL (M.), 1955. — Premières observations sur la biologie des sardinelles dans la région de Pointe-Noire (*Sardinella eba* Val.). *Rapp. cons. perm. int. explor. mer.*, vol. 137 : 17-21.
- RUIVO (M.), 1957. — Standardisation des méthodes d'étude biométrique et d'observation des Clupeidae (en particulier *Sardina pilchardus*) utilisées en biologie des pêches. *Stud. Rev. gen. Fish. Com. Medit.*, n° 1, 36 p.
- TOMLINSON (P. K.) and ABRAMSON (N. J.), 1961. — Fitting a Von Bertalanffy Growth Curve by least squares. *Calif. Dept. Fish and Game, Fish. Bull.*, n° 116, 69 p.
- TROADEC (J. P.), 1964. — Prises par unité d'effort des sardiennes de Pointe-Noire (Congo). Variations saisonnières de l'abondance des sardinelles dans les eaux congolaises. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. 2, n° 4 : 17-25.