

Chapitre 5

LES STOCKS DE PETITS PÉLAGIQUES CÔTIERS LES SARDINELLES

Yves GHÉNO (1) et André FONTANA (2)

RÉSUMÉ

*Exploités depuis longtemps par une flottille piroguière Vili, les stocks de petits pélagiques côtiers ne font l'objet d'une pêche industrielle congolaise que depuis une quinzaine d'années. Les sardinelles, *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*, représentant plus de 95 % des captures, le Centre O.R.S.T.O.M. a donc axé une grande partie de ses travaux entre 1966 et 1975 sur l'étude de leur biologie, de leur comportement et de leur dynamique.*

L'analyse des caractères métriques et méristiques n'a pu permettre de mettre en évidence des sous-espèces ou races, mais a, en revanche, montré une adaptation vraisemblable de ces espèces aux conditions de richesse du milieu (nombre de branchiospines) et une action déterminante de la température à l'éclosion de l'oeuf sur le nombre de vertèbres. Ce dernier caractère s'est révélé extrêmement intéressant pour déterminer la date de naissance des individus juvéniles et pour identifier l'origine géographique de certains groupes d'adultes.

Peu d'études ont été faites au Congo sur le régime alimentaire des sardinelles mais l'incidence de la nutrition sur la physiologie et la morphologie des individus a permis l'analyse des variations saisonnières de teneurs en graisse et en eau des tissus ainsi que celle des fluctuations saisonnières et annuelles du facteur de condition.

Des travaux détaillés ont porté sur l'étude du phénomène de la reproduction (maturation, taille à la première maturité, sex ratio, fécondité, saisons de ponte) et différentes hypothèses pour expliquer, d'une part, le déterminisme de la ponte (relation avec la pluviométrie et (ou) l'abondance des stocks), d'autre part, les variations du niveau de recrutement (capacité de reproduction) ont été avancées. Les résultats sur la ponte ont été confirmés par des études sur les œufs et larves (répartition spatio-temporelle au large des côtes du Congo et du Gabon) et par celle des juvéniles pêchés soit à la senne de plage soit par les thoniers.

Des échantillonnages très réguliers réalisés sur les captures des sardiniers ont également permis l'étude de la fraction adulte des stocks de sardinelles. Les analyses des fréquences de taille au Congo et en Angola associées à celles des moyennes vertébrales ont alors facilité la reconstitution du schéma migratoire de ces deux espèces qui se déplacent, suivant les saisons et leur taille, du Gabon au sud de l'Angola.

Des études portant sur la croissance et la détermination de l'âge par la lecture des écailles ont ensuite permis de déterminer la structure démographique de captures et de donner une première estimation des mortalités totales.

*Tous les résultats obtenus sur la biologie et le comportement de ces espèces font nettement ressortir que *S. maderensis* semble peu affectée par les variations de son environnement, a un cycle biologique plus stable et effectue des migrations de moins grande amplitude que *S. aurita*.*

(1) Docteur-vétérinaire.

(2) Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M.

*L'exploitation au Congo de ces stocks de sardinelles reste actuellement très modeste (12 000 tonnes), la moitié des captures étant réalisée par la pêche artisanale. Les captures et les rendements subissent cependant des variations mensuelles et annuelles assez importantes en rapport avec un cycle de recrutement, notamment pour *S. aurita*, très fluctuant. Les stocks ne sont pas surexploités mais tout aménagement éventuel, si l'exploitation devenait intensive, devrait se faire obligatoirement à l'échelle régionale (Gabon-Congo-Angola).*

ABSTRACT

*Small pelagic coastal stocks have been fished for a long time by Vili canoes. Industrial fishing only began fifteen years ago. *Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis* account for more than 95 % of the catch. From 1966 to 1975, the Centre O.R.S.T.O.M. in Pointe Noire has concentrated a great deal of its activities upon their study (biology, behaviour, dynamics).*

The analysis of morphometric and meristic characters did not demonstrate the existence of varieties or subspecies. However the environment may influence these characters: gill raker number as a function of the productivity, vertebral number as a function of hatching temperature. The latter character appeared quite useful to find the birth date of juveniles and to localize the geographical origin of adults.

*Little is known about *Sardinella* diet. Variations of fat and water contents in the tissues, as well as variation of the "shape ratio" (weight divided by length raised to the cube) depend on nutrition.*

Reproduction has been thoroughly studied: maturation, size at the first maturity stage, sex ratio, fecundity, breeding seasons. Several hypotheses have been put forward to understand egg-laying determinism (relation with rain fall and in situ stock importance) and variations of recruitment (reproductive ability). Results have been confirmed by studies of eggs and larvae (space/time distribution) and investigations focused on juveniles caught by seines or tuna fishing vessels.

Repetitive samplings have been performed on board boats to study adult stocks. Size frequency analysis off Congo and Angola and vertebral means analysis have led to the migratory story of both species which move according to size and season from Gabon waters of South Angola area.

Scale reading contributed to better knowledge on growth and age at the catch time, which allowed the determination of the stock demographic structure and an estimate of the total mortality.

*All results on biology and behaviour show that *S. maderensis* is by far less influenced by environmental variations than *S. aurita*.*

*Sardine fishery in Congo offshore waters is still moderate (12 000 tons), half of the catch being fished by individuals at a non industrial level. Catches and yields have temporal variations linked to recruitment turn over, especially *S. aurita*. Stocks are not overfished; if the exploitation becomes more intensive, management should be planified at a regional scale including Gabon, Congo and Angola.*

Introduction

Si la pêche artisanale des poissons pélagiques côtiers est une activité traditionnelle pratiquée depuis fort longtemps sur les côtes congolaises par les piroguiers Vili, l'exploitation industrielle de ces poissons est, à l'inverse de l'Angola, d'origine récente. En effet, ce n'est qu'en 1956, à l'initiative de l'O.R.S.T.O.M. et d'une société privée, qu'un sardinier commandé par deux patrons de pêche portugais, effectuait la première campagne de prospection entre Libreville et l'estuaire du Congo. Les résultats, encourageants, incitèrent les armateurs à développer cette activité qui connut au début des fortunes diverses, pour des raisons essentiellement techniques mais dès 1963, un armateur local montrait qu'avec un bateau bien équipé et bien géré, cette pêche

pouvait être une activité parfaitement rentable. Actuellement, par suite de la baisse de rendement des chalutiers cette pêche joue un rôle de plus en plus important dans l'approvisionnement du Congo en poisson de mer frais : en 1972, pour la première fois, les mises à terre des poissons de surface égalaient celles des poissons de fond exploités par les chalutiers et leur importance n'a pas diminué depuis.

Parallèlement, sous l'impulsion de pêcheurs venus du Ghana, du Togo et du Bénin, la pêche piroguière connaissait à partir de 1972 un essor spectaculaire. Cette pêche artisanale aurait pu mettre en danger la pêche industrielle, notamment du fait du meilleur état de fraîcheur des produits mis sur le marché, si l'emploi de l'eau de mer réfrigérée pour la conservation à bord n'était venu améliorer considérablement la qualité du poisson débarqué par les sardiniers.

Parmi les espèces pélagiques capturées par les sardiniens ou les pirogues, deux espèces, *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*, dominent très nettement puisqu'elles représentent en moyenne 96 % des débarquements. Les autres espèces de surface (*Chloroscombrus chrysurus*, *Scomber japonicus*, *Ethmalosa fimbriata* et *Argyrosoma hololepidotum*) ont donc une importance négligeable dans les captures.

Aussi, dès la création, en 1950, du Centre O.R.S.T.O.M. de Pointe-Noire des recherches étaient entreprises sur la biologie des sardinelles et, à partir de 1955, les premiers résultats sur le rythme saisonnier d'apparition, les caractères biométriques et la biologie de *S. aurita* et *S. maderensis* étaient publiés par Rossignol. En 1963, une équipe de chercheurs chargés de l'évaluation des ressources était mise en place et commençait la récolte des statistiques de pêche et l'échantillonnage régulier des débarquements au port de Pointe-Noire, travail qui fut poursuivi pratiquement sans interruption jusqu'au démarrage du Projet F.A.O. en février 1968. Parallèlement, les études d'océanographie physique, de productivité et de planctonologie étaient entreprises en vue d'une meilleure compréhension du milieu physico-chimique et biologique et de ses variations saisonnières. Le Projet F.A.O. d'étude et de mise en valeur des ressources en poissons côtiers de surface du littoral congolais permettait une intensification considérable des recherches, notamment grâce à la mise à la disposition de l'équipe en place de moyens lourds (navire de recherches, matériel de pêche, matériel scientifique...) et si les résultats du travail à la mer sur le stock lui-même étaient plutôt décevants (campagnes d'écho-sondage et de marquage), les progrès accomplis dans la connaissance de l'environnement physico-chimique et biologique furent sans aucun doute très intéressants. Les opérations sur le terrain du Projet F.A.O. se terminaient en 1972, mais les travaux en laboratoire se poursuivirent jusqu'en 1977. Depuis, ne sont plus effectués que des échantillonnages biologiques de routine et les récoltes de statistiques.

Les résultats scientifiques obtenus jusqu'à présent sur ces deux espèces pélagiques n'ont malheureusement pu déboucher sur l'élaboration d'un modèle d'aménagement de la pêche. En effet, l'impact de la pêche sur les stocks étudiés peut être considéré comme négligeable.

En revanche, une partie importante de ces travaux a permis d'étudier de manière approfondie l'histoire naturelle de ces clupéidés. Cet aspect trop souvent négligé de l'étude des populations de poisson a pu, grâce à l'abondance et à la continuité des données provenant de la pêche locale, être étudié d'une manière intéressante. Ces résultats devraient faciliter grandement l'étude de l'influence de la pêche sur le stock, le jour où celle-ci connaîtra un essor important.

1. Taxonomie

1.1. ESPÈCES

Le genre *Sardinella* a été créé par Valenciennes et il apparaît pour la première fois dans son Histoire Naturelle des Poissons (Cuvier et Valenciennes) en 1847. L'appartenance au genre *Sardinella* est liée à la présence de dents palatines ptérygoïdiennes et linguales ; ces dents, à peine perceptibles, constituent un caractère contestable aux yeux de nombreux auteurs actuels et sont passées inaperçues de Valenciennes chez *Alausa eba* (*Sardinella maderensis*), entraînant le classement de cette espèce dans un autre genre.

1.1.1. *Sardinella aurita*

Cette espèce a été décrite dans l'ouvrage cité précédemment, pour la première fois, par le même auteur ; on la trouve d'ailleurs décrite sous d'autres noms, dans ce même ouvrage, selon sa provenance géographique : *Meletta mediterranea* (Toulon), *Sardinella anchovia* (Rio de Janeiro). Ces appellations sont maintenant mises en synonymie avec *S. aurita* par la plupart des auteurs (Whitehead, 1967 ; Ben Tuvia, 1960).

La répartition géographique de *Sardinella aurita* est très vaste puisqu'on la trouve en mer Noire, dans toute la Méditerranée, dans l'Atlantique oriental, depuis Gibraltar jusqu'en Afrique du Sud (Saldanha bay), dans l'Atlantique occidental, du Brésil au golfe du Mexique, ainsi que dans l'Indo-Pacifique (Indonésie, mer de Chine). Certains auteurs pensent toutefois qu'une comparaison approfondie devrait être faite entre les populations de l'Indo-Pacifique, celles de l'Amérique du Sud et celles de l'Atlantique oriental-Méditerranée.

1.1.2. *Sardinella maderensis*

Cette espèce a été décrite pour la première fois par Lowe en 1841 sous le nom de *Clupea maderensis*. Elle a été décrite ensuite sous les noms de *Sardinella granigera* (Méditerranée) et d'*Alausa eba* (Sénégal) par Valenciennes en 1847, ainsi que sous le nom de *Sardinella cameronensis* par Regan en 1917. La synonymie des différentes appellations est maintenant admise (Rossignol, 1959 ; Ben Tuvia, 1960 ; Whitehead, 1967) et nous abandonnons, pour notre part, celle de *Sardinella eba* que nous avons utilisée jusqu'à présent.

Sardinella maderensis occupe une aire relativement restreinte, puisque limitée à la Méditerranée méridionale et à l'Atlantique oriental, de Gibraltar à l'Angola.

1.2. SOUS-ESPÈCES — RACES

Un certain nombre d'auteurs ont essayé de définir,

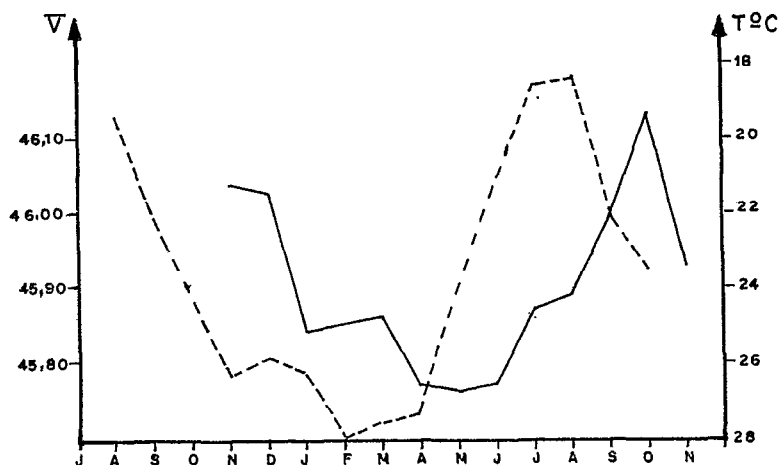


Fig. 1. — Moyennes vertébrales des sardinelles débarquées à Pointe-Noire.
Vertebral numbers of *Sardinella* landed in Pointe-Noire.

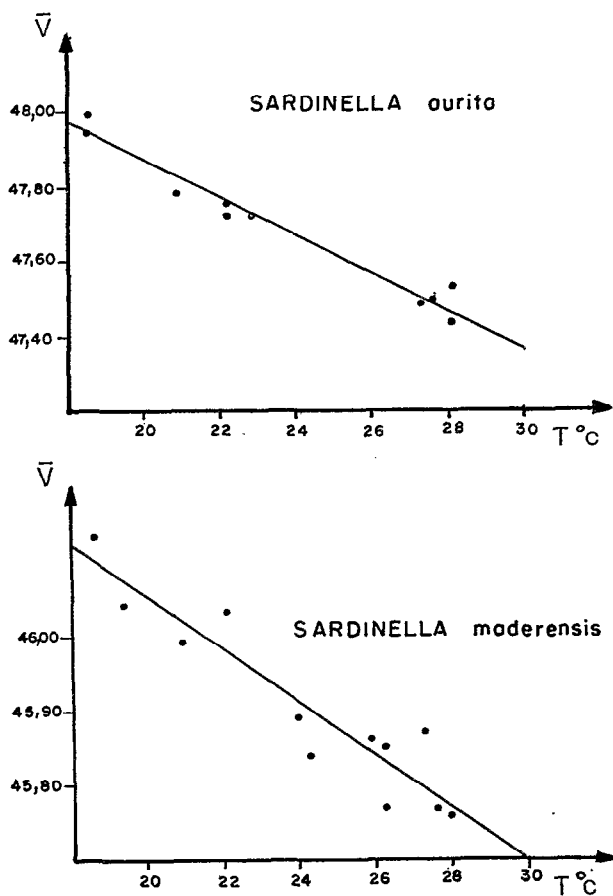


Fig. 2. — Variations saisonnières de la température de surface et de la moyenne vertébrale.

Seasonal variations of the vertebral number in regard with the sea surface temperature.

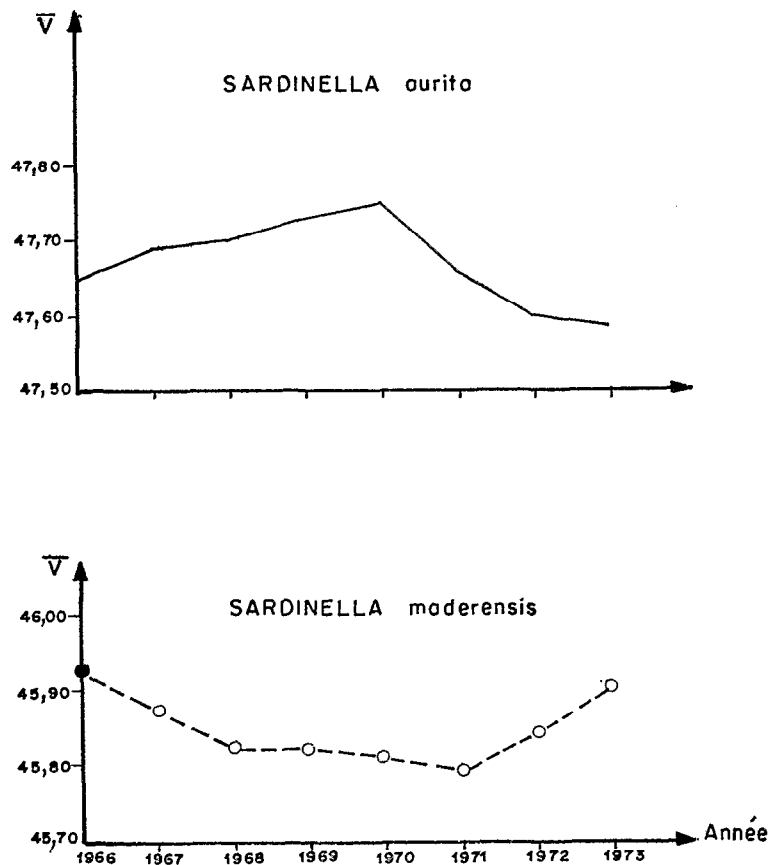


Fig. 3. — Relation entre les moyennes vertébrales et la température de surface, deux mois avant la capture pour *S. aurita* et trois mois avant la capture pour *S. maderensis*.

Relationship between the vertebral number and the sea surface temperature. Two months before the catch for *S. aurita* and three months before the catch for *S. maderensis*.

Les vertèbres étant formées dans les quelques jours qui suivent l'éclosion de l'œuf, on peut donc en conclure que les sardinelles immatures ont environ 2 mois (*S. aurita*) et 3 mois (*S. maderensis*) lorsqu'elles atteignent la taille de 4-5 cm à laquelle elles sont prises à la senne de plage.

Des observations identiques faites à Libreville (Ghénô, 1970) sur des échantillons non plus hebdomadaires mais mensuels ont montré que les variations saisonnières de la moyenne vertébrale présentaient une plus grande amplitude chez *S. aurita* que chez *S. maderensis*. Nous en verrons plus loin une explication possible.

Enfin, sur les échantillons de la pêche commerciale existent d'année en année, des variations assez nettes de la moyenne vertébrale (fig. 3) dont le sens est opposé chez *S. aurita* et *S. maderensis*; il s'agit peut-être d'une concurrence au stade de la ponte ou de la vie larvaire qui fait que si, par exemple, la réussite est bonne une année en saison froide chez *S. aurita* et par voie de conséquence mauvaise chez *S. maderensis*, on aura recrutement, quelque temps après dans le stock adulte, d'individus à nombre vertébral moyen élevé pour la première espèce et faible pour la seconde. Les courbes de la figure 3 correspondraient à une réussite de *S. maderensis* en saison froide 1965 et à un déficit de *S. aurita* pendant le même temps, ce qui semble bien avoir été le cas. Ces fluctuations montrent en tous cas, qu'il faut être prudent lorsque l'on compare les moyennes vertébrales de populations occupant diverses aires géographiques et que si les différences entre la Méditerranée et l'Atlantique tropical sont suffisamment importantes pour être prises en considération chez *S. aurita*, il n'en va pas de même de celles qui ont été observées entre la Côte d'Ivoire et le Congo par exemple. Quant aux valeurs extrêmes trouvées par Monteiro en Angola, il s'agit certainement d'individus éclos à des saisons très différentes au point de vue hydrologique.

Notons enfin que le seul échantillon de *S. maderensis* adulte pêché dans la région de Libreville (LF = 18 cm), lors d'une campagne de l'« André-Nizery » en avril 1971, avait une moyenne vertébrale de 45,67, bien inférieure à tout ce qui a été observé à Pointe-Noire pour des individus de cette taille. Cette valeur relativement faible de la moyenne vertébrale est vraisemblablement en relation avec la température de surface élevée des eaux dans cette région.

En conclusion, la moyenne vertébrale, à l'intérieur de certaines limites bien entendu, ne paraît pas devoir être considérée comme un caractère génotypique permettant la différenciation de sous-espèces ou de races à l'intérieur des espèces qui nous intéressent. Par contre, la relation entre la température de l'eau lors de l'éclosion de l'œuf et le nombre

vertébral moyen semble un caractère spécifique stable puisque la droite de régression qui lie ces deux paramètres est sensiblement la même en Israël et au Congo en ce qui concerne *S. aurita* (Ghénô et Poinard, 1968). D'autre part, dans le cas d'espèce ayant une grande extension géographique et soumises donc à des conditions hydrologiques non homogènes, l'étude de ce caractère peut se révéler intéressante pour voir dans quelle mesure il y a mélange entre les différents groupes qui peuplent cette région. Cette méthode d'étude a été employée avec profit par Clark (1947) sur la sardine californienne et ses résultats confirmés par ceux tirés d'expériences de marquages.

Nombre de branchiospines

Les branchiospines (ou branchicténies) sont des organes en forme de protubérance, situées sur les arcs branchiaux et disposées en dents de peigne. Leur rôle est double : d'une part filtrer l'eau respiratoire et d'autre part retenir les petites proies et autres particules alimentaires.

Le nombre de branchiospines a été longtemps considéré comme un caractère spécifique : c'est sur lui que Regan (1917) s'est basé pour différencier *Sardinella cameronensis* de *Sardinella maderensis*.

On s'est en fait aperçu depuis, que le nombre de branchiospines, chez les Clupeidae particulièrement, s'accroît d'une manière très nette avec la taille du poisson.

Andreu (1969), travaillant sur *Sardina pilchardus*, a montré que, pour des sujets de même taille, le nombre de branchiospines pouvait différer notablement d'une région à l'autre et qu'il paraissait d'autant plus grand que la productivité primaire du milieu était plus élevée; aux écosystèmes jeunes, riches en phytoplancton correspondent des populations de sardines à nombre élevé de branchiospines ce qui, a priori, serait favorable à un régime phytoplanctonophage.

Pour les sardinelles, de nombreux auteurs se sont attachés à suivre le nombre de branchiospines en fonction de la taille des poissons.

S. aurita :

Angola.....	Monteiro, 1956
Sénégal.....	Boely-Champagnat, 1970
Cap Vert.....	Bui Ding Chung, 1973
Congo.....	Rossignol, 1959
Mauritanie (Cap Blanc)	Bui Ding Chung, 1973
Côte d'Ivoire.....	Marchal, 1965
Égypte.....	Botros <i>et al.</i> , 1970
France (Golfe du Lion)	Lee, 1961

France (Nice).....	Marchal, 1965
Tunisie (Bizerte).....	Quignard et Kartas, 1976
Tunisie (Sfax).....	Quignard et Kartas, 1976
Libye.....	Kartas et Quignard, 1976

S. maderensis :

Angola.....	Monteiro, 1956
Congo.....	Rossignol, 1956
Sénégal.....	Boely et Champagnat, 1970
Côte d'Ivoire.....	Marchal, 1965
Baie de Biafra.....	Rossignol, 1959
Égypte.....	Botros <i>et al.</i> , 1970
Tunisie.....	Quignard et Kartas, 1976

Les résultats sont représentés sur les figures 4 a et 4 b. Il convient cependant de noter que pour *S. aurita* les données de Monteiro sont relatives à la totalité du premier arc branchial alors que toutes les autres ont trait à la partie inférieure de celui-ci. Marchal estimant à 1,25 le rapport entre le nombre de branchiospines de la partie inférieure et celui de la partie supérieure du premier arc branchial, a transformé les données de Monteiro de manière à pouvoir les comparer aux siennes ; ce sont les données de Monteiro ainsi revues que nous faisons figurer sur notre graphique, mais il y a lieu d'être circonspect à ce sujet, car si on regarde les données de Monteiro concernant le nombre de branchiospines de *S. maderensis* des parties supérieure et inférieure du premier arc branchial, on s'aperçoit que le rapport $\frac{\text{branchiospines partie inférieure}}{\text{branchiospines partie supérieure}}$ passe de 1,55 environ pour les poissons de 10 cm à 1,25 pour les poissons de 30 cm (longueur totale) ; il n'est donc pas impossible, si le même fait se reproduit chez *S. aurita*, que les nombres calculés par Marchal ne correspondent pas tout à fait à la réalité.

S. maderensis :

Si l'on se réfère aux données sur la richesse des eaux de l'Atlantique intertropical, on constate que le nombre de branchiospines reflète assez fidèlement le niveau de la productivité primaire avec, dans l'ordre décroissant : l'Angola et le Sénégal, puis le Congo, puis la Côte d'Ivoire et enfin la baie de Biafra. On peut noter, en ce qui concerne le Congo, que la courbe représentative se rapproche nettement de celle de l'Angola à partir de 16 cm (LS) (fig. 5). Les résultats sur les *S. maderensis* de Tunisie et d'Égypte sont voisins de ceux de la baie de Biafra.

S. aurita :

Les valeurs les plus basses sont sans aucun doute celles de Méditerranée. Le nombre des branchiospines de *S. aurita* en Côte d'Ivoire est également très bas comparé à ce que l'on observe au Sénégal, au Congo et en Angola ; dans le dernier cas, la courbe représentative s'élève nettement au-dessus des deux précédentes (Congo et Sénégal) à partir de 17 cm (LS) et il n'est pas possible de dire si cet écart est réel ou s'il est dû simplement à l'artifice de calcul employé par Marchal.

On retrouve donc également chez cette espèce, la corrélation positive entre la richesse des eaux et le nombre de branchiospines observé chez *S. maderensis* (fig. 6).

Les données publiées sur les sardinelles confirment ainsi dans l'ensemble et de manière très satisfaisante les hypothèses émises par Andreu sur *S. pilchardus*. Il n'est pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de dire si on a affaire à une action directe du milieu sur l'organogenèse des branchiospines par l'intermédiaire, par exemple, de l'hypophyse ou s'il y a plutôt sélection naturelle du génotype le mieux adapté à telle ou telle condition de milieu. Il convient cependant de rappeler les expériences de Surbeck (1921) et Kreitmann (1929) sur les Corégones des lacs subalpins. Ces auteurs ont nettement mis en évidence l'influence du milieu sur le nombre de branchiospines, ce nombre pouvant être modifié à volonté par l'acclimatation d'une même espèce d'un lac à l'autre. Bertin (*in* Grassé) note à ce sujet que « tout se passe comme si chacune des étendues lacustres avait, par le degré de pureté de ses eaux ou par la nature de ses crustacés planctoniques, une action déterminante sur le filtre branchial des poissons qui l'habitent ».

Quoi qu'il en soit, l'étude expérimentale du phénomène, telle qu'elle a été réalisée pour le nombre de vertèbres, demeure extrêmement difficile car le nombre de branchiospines n'est pas terminé définitivement au bout de quelques jours : il s'accroît durant pratiquement toute la vie du poisson.

La comparaison chez les deux espèces de sardinelles du nombre de branchiospines montre cependant que *S. aurita* en possède nettement plus que *S. maderensis*, cette différence étant en moyenne de 50 branchiospines au Congo (fig. 7). D'autre part, Dia (1972) a montré en Côte d'Ivoire que la distance entre deux branchiospines (fig. 8) augmentait pour les deux espèces avec la taille du poisson. On est donc en droit de penser que ces deux phénomènes vont conditionner la capacité de filtration de chacune de ces espèces et par contre-coup influencer sur leur éthologie alimentaire. Ceci pourrait expliquer, en partie au moins, les différences de comportement très nettes observées entre *S. aurita* et *S. maderensis*.

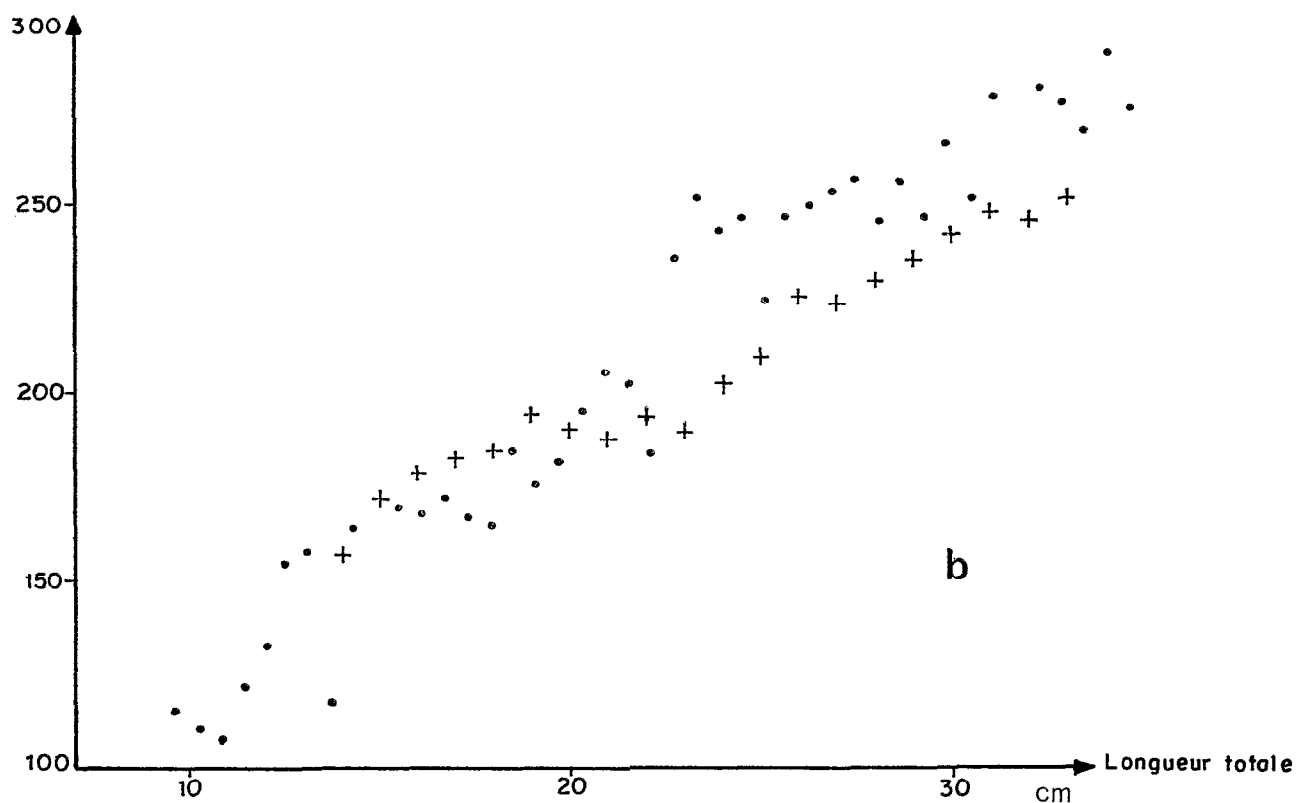
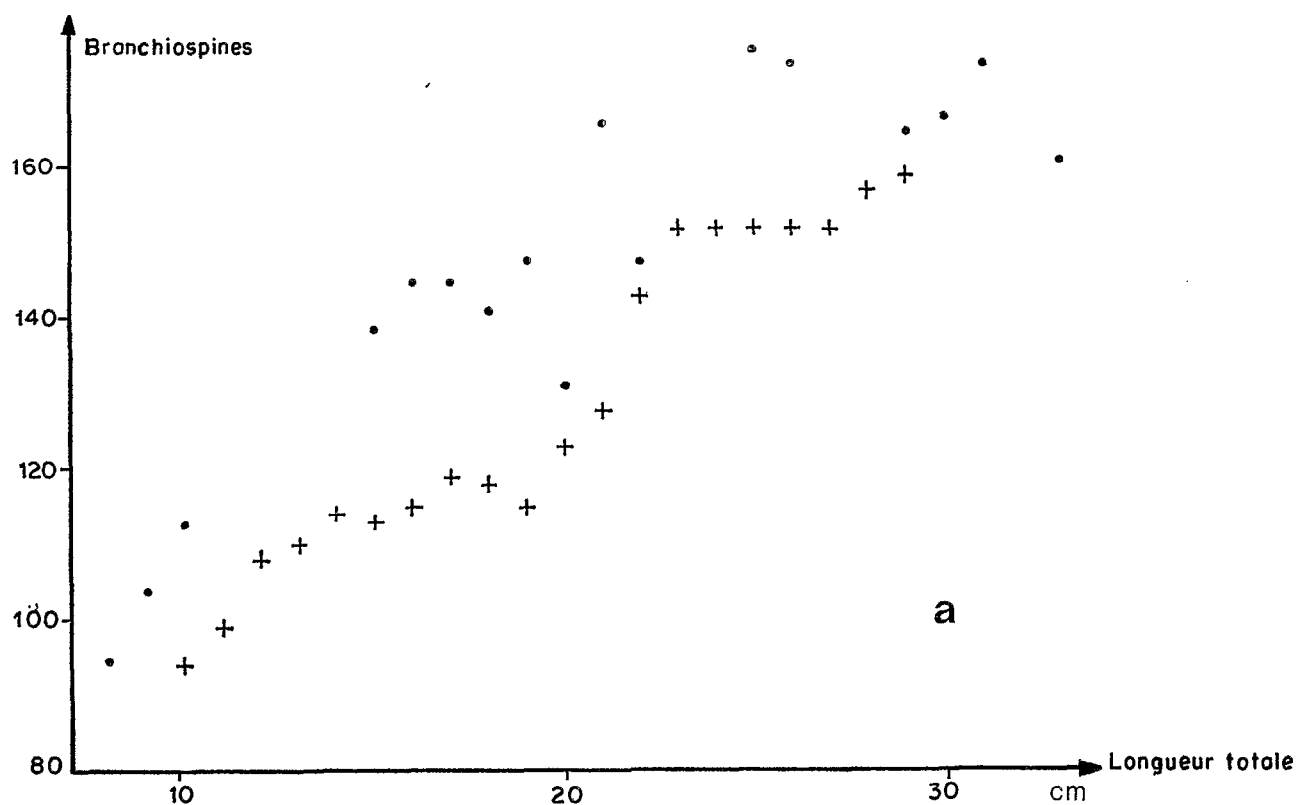


Fig. 4. — Nombre de branchiospines en fonction de la longueur. a. *S. maderensis*, b. *S. aurita*. + Congo (Rossignol); • Angola (Monteiro).

Gill rakers number in regard with the length. a. *S. maderensis*, b. *S. aurita*. + Congo (Rossignol); • Angola (Monteiro).

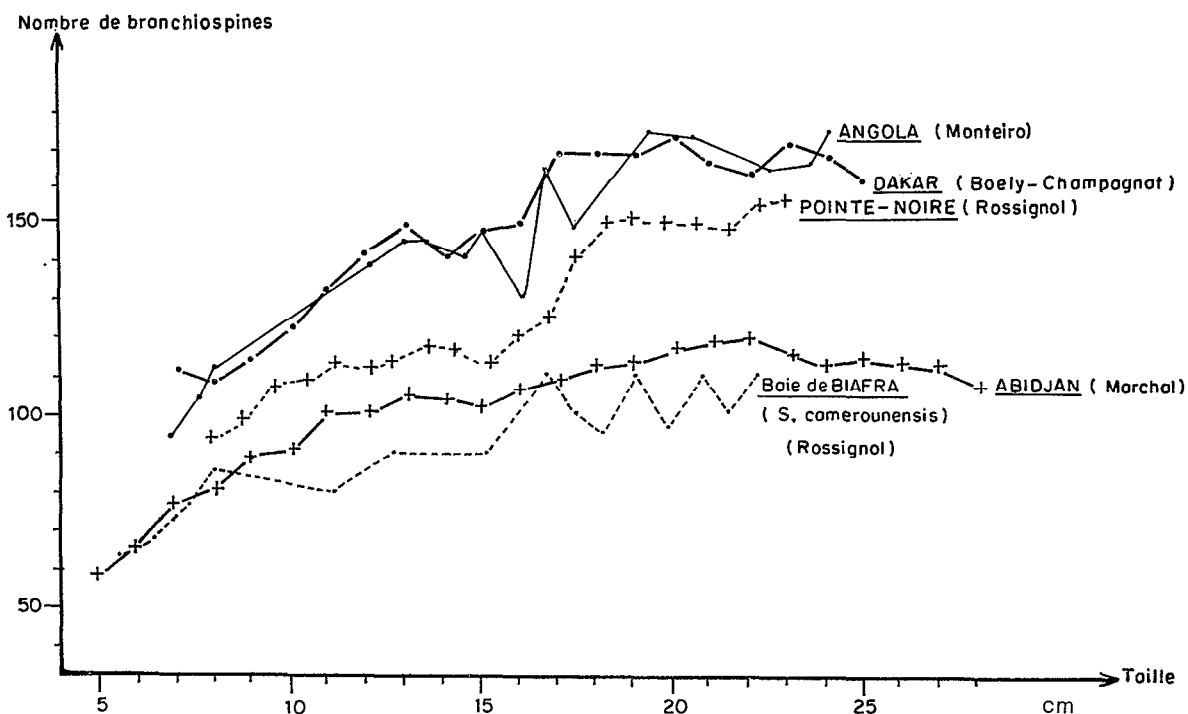


Fig. 5. — *S. maderensis*: Variation du nombre de branchiostephanes avec la taille en différents points de la côte occidentale d'Afrique (d'après Boely et Champagnat, 1970).

S. maderensis: Gill rakers number with the length in different points of the occidental coast of Africa (from Boely and Champagnat, 1970).

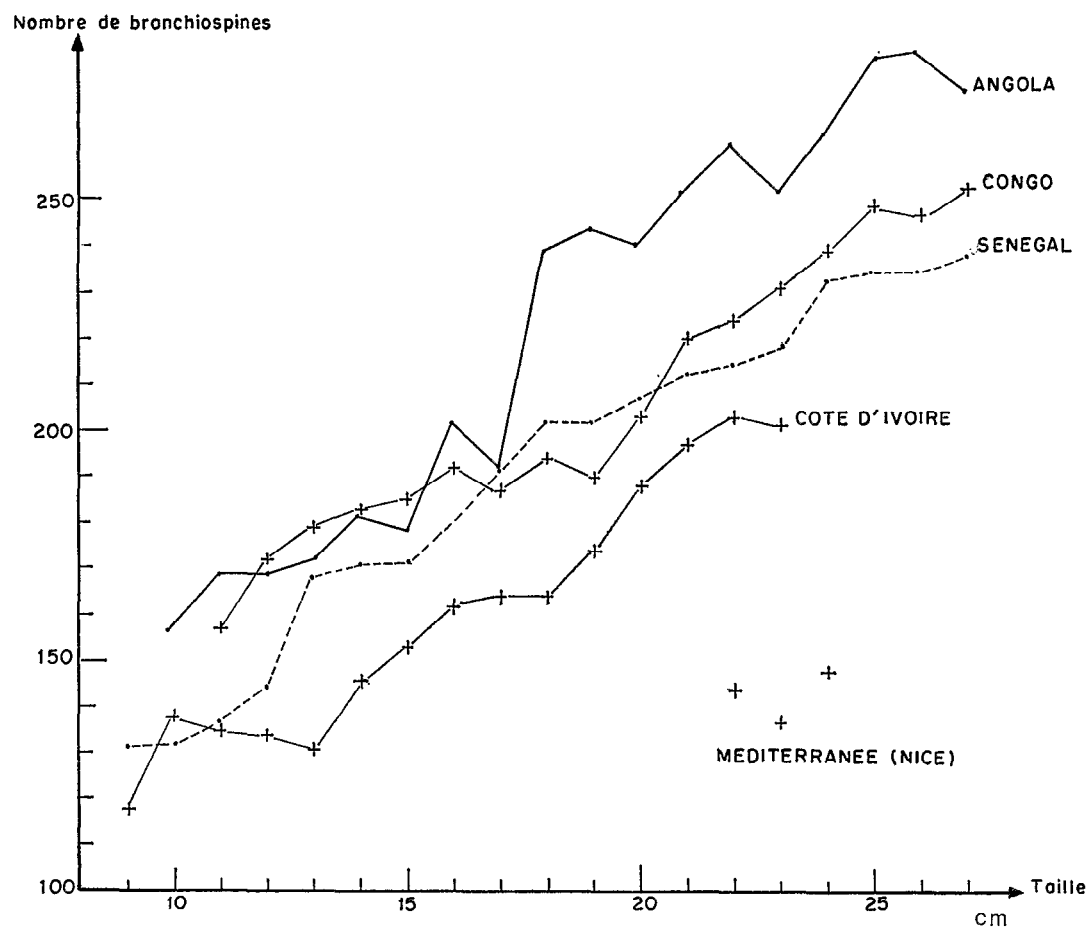


Fig. 6. — *S. aurita*: Variation du nombre de branchiostephanes en fonction de la taille.

S. aurita: Gill rakers number in regard with the length.

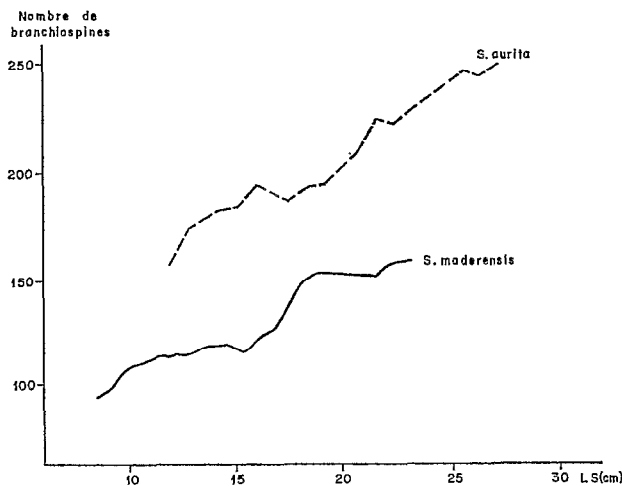


Fig. 7. — Variation du nombre de branchiospines en fonction de la taille (Congo).

Gill rakers number in regard with the length (Congo).

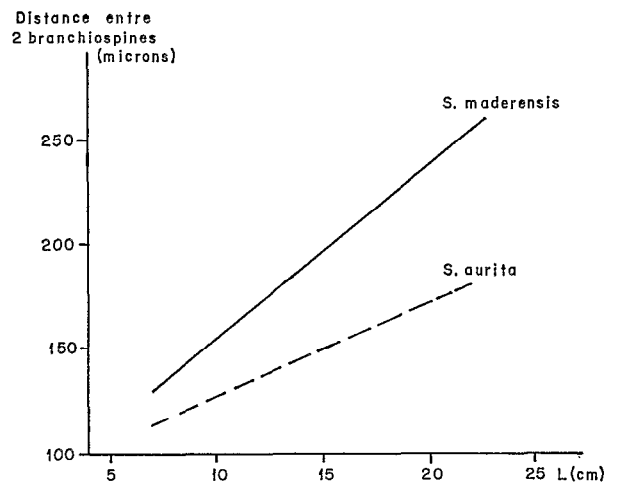


Fig. 8. — Variation de la distance entre 2 branchiospines en fonction de la taille (d'après Dia, 1972).

Measure between 2 gill rakers in regard with the length (from Dia, 1972).

Les sardinelles sont des poissons planctonophages. Elles se nourrissent de phytoplancton et de zooplancton retenus par le filtre branchial et ceci dès l'apparition des branchiospines, c'est-à-dire à la métamorphose. Tout comme on l'a observé chez la sardine californienne (Ahlstrom 1959), ce filtrage n'est pas toujours purement passif : on peut s'en rendre compte lorsqu'on jette de la roque de morue au voisinage d'un banc de jeunes sardinelles : celles-ci sont attirées immédiatement et se gorgent littéralement d'œufs de morue que l'on retrouve ensuite dans leur estomac.

2. Nutrition

2.1. RÉGIME ALIMENTAIRE

Le régime alimentaire de ces clupéidés n'a pu être étudié de manière approfondie au Congo. En effet, ce type d'étude demande des analyses nombreuses et fastidieuses de contenus stomacaux et exige des moyens énormes en temps, personnel et matériel. Seules quelques observations ont pu être faites par Dessier et Desrosières, observations qui ont montré que les taxons les plus importants rencontrés dans les eaux congolaises se retrouvaient dans les estomacs de sardinelles. Par ailleurs, Gheno a noté que pendant la saison froide les estomacs de *S. aurita* et *S. maderensis* étaient remplis, à l'exclusion presque totale de

toute autre nourriture, de copépodes du genre *Calanoides carinatus*.

Des études plus détaillées de contenus stomacaux ont en revanche été effectuées au Sénégal et en Côte d'Ivoire.

Dans ce premier pays, Nieland (1980) a montré qu'au voisinage de la côte (fonds de 10 m) l'essentiel des contenus stomacaux était constitué par des détritits (vase et sable), dans une proportion supérieure à 95 % ; le reste étant représenté par du phytoplancton et du zooplancton. Chez les poissons pêchés à la senne de plage, cet auteur a noté une prédominance encore très nette des détritits chez *S. aurita*, alors que chez *S. maderensis* le zooplancton l'emportait très largement devant les détritits organiques, le phytoplancton étant alors presque négligeable. Plus au large (fonds de 52 m) les échantillons pêchés (*S. aurita*) avaient un régime composé essentiellement de phytoplancton, le zooplancton représentant une part extrêmement faible.

Nieland indique cependant que durant la période d'upwelling et pour les individus capturés plus au large, le zooplancton, et principalement les copépodes, pouvait représenter l'essentiel de l'alimentation des sardinelles. En Côte d'Ivoire, les travaux de Dia (1972) ont également montré que les copépodes représentaient la moitié environ du contenu stomacal, les autres espèces zooplanctoniques comprenant des ostracodes, des cladocères, des chaetognathes, des salpes, des œufs et des larves de crusta-

cés et de poisson, le phytoplancton ingéré étant lui essentiellement constitué de dinoflagellés et de diatomées.

Toutefois, toutes les études portant sur l'alimentation des sardinelles de la côte africaine indiquent que ces espèces n'ont pas de nourriture préférentielle mais sont simplement attirées par les fortes concentrations de plancton. Ces conclusions rejoignent celles de Komarovskiy (1959) pour *S. aurita* d'Israël.

2.2. TENEUR EN GRAISSE

Rossignol (1955) avait estimé macroscopiquement l'adiposité des sardinelles et pour cela avait décrit quatre stades d'engraissement :

- maigre : pas de graisse visible sur le tube digestif,
- peu gras : un mince cordon de graisse le long de l'intestin,
- gras : un cordon épais mais ne faisant pas le tour de l'intestin,
- très gras : la graisse entoure complètement le tube digestif, le péritoine est envahi par la graisse.

Puis, Ducroz (1962) réalisait une extraction et un dosage chimique des graisses (méthode de Soxhlet et d'Halifax) et trouvait que le maximum de matières grasses se situait en fin de grande saison froide (9 % pour *S. aurita* et 11,5 % pour *S. maderensis*) et le minimum en fin de grande saison chaude.

Ducroz a également établi une correspondance entre les stades macroscopiques définis par Rossignol et la teneur en graisse trouvée par extraction chimique :

- maigre : 2 %,
- peu gras : 5 %,
- gras : 10 %,
- très gras : 15 %.

Fontana et Pianet (1973) ont par la suite utilisé ces valeurs moyennes pour exploiter les observations réalisées à Pointe-Noire de 1966 à 1971 (fig. 9). Leurs résultats confirment dans l'ensemble ceux de Ducroz : variations synchrones chez *S. aurita* et *S. maderensis*, teneur maximum en fin de saison froide et minimum en fin de saison chaude, ce schéma étant conforme à ce que nous savons des variations saisonnières de la productivité. Toutefois, Ducroz trouve un taux de matière grasse maximum chez *S. maderensis* alors que d'après Fontana et Pianet les valeurs sont maximums chez *S. aurita*. Ces derniers résultats sont identiques à ceux de Marchal (1966) en Côte d'Ivoire et de Mainguy et Dutres (1958) au Sénégal. En fait, il n'est pas surprenant que, sur une seule année, Ducroz ait obtenu des résultats différents car les variations inter-annuelles peuvent être très importantes. Nous donnons ci-dessous les valeurs mensuelles moyennes pour la période 1966-1971, chez *S. maderensis* et chez *S. aurita*.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>S. maderensis</i>	6,4	4,4	4,4	5,0	4,5	5,0	6,8	7,0	8,4	8,1	7,0	6,4
<i>S. aurita</i>	6,9	5,5	6,2	5,4	4,3	4,1	7,5	9,9	10,9	10,0	8,6	8,3

On notera que l'amplitude des variations est nettement plus grande chez *S. aurita* (de 4,1 à 10,9) que chez *S. maderensis* (de 4,4 à 8,4) ce qui traduit donc pour cette dernière une plus grande tolérance vis-à-vis des changements saisonniers subis par son environnement.

Fontana et Pianet ont constaté également, comme Marchal pour la Côte d'Ivoire, que la teneur en eau des sardinelles mesurée par pesée avant et après dessiccation par des lampes chauffantes, variait en sens inverse du taux de matières grasses, phénomène analogue à celui observé chez le hareng et chez la plupart des espèces animales d'ailleurs. La teneur

minimum en eau se situe donc en fin de grande saison froide et la teneur maximum en fin de grande saison chaude. Là encore, l'amplitude des variations est un peu plus grande chez *S. aurita* que chez *S. maderensis* (fig. 10).

2.3. FACTEUR DE CONDITION

Pour une longueur donnée, un poisson peut être plus ou moins lourd selon son état d'embonpoint. Classiquement, cet état d'embonpoint est défini par le facteur de condition C, donné par le rapport du

poids de l'individu sur le cube de sa longueur. L'étude de ce facteur est intéressante car elle permet de voir à quel cycle, saisonnier et annuel, obéit la prise de poids des individus.

2.3.1. Variations saisonnières (fig. 11)

En moyenne sur plusieurs années d'observation, les deux espèces présentent les valeurs les plus basses de C durant la saison chaude (février à avril) et des valeurs maximums durant les saisons froides (mai à septembre et janvier) et notamment en fin de grande saison froide.

Ces dernières périodes correspondent, comme nous l'avons vu au chapitre 3 (1^{re} partie) à la présence d'eaux riches en éléments nutritifs et en plancton et il est donc logique d'admettre que l'abondance de nourriture durant ces saisons conditionne la prise de poids des individus. D'ailleurs, la comparaison des figures 9 et 11 montrent que les variations en cours d'année de teneur en matière grasse et du facteur de condition sont absolument synchrones pour les deux espèces. A noter toutefois que l'écart entre les valeurs mensuelles extrêmes de C est plus important chez *S. aurita*. Les variations de l'embonpoint en cours d'année sont donc nettement plus fortes chez cette espèce. Ceci pourrait signifier que soit *S. aurita* est plus exigeante au point de vue nourriture soit qu'elle n'ait pas la même capacité de filtration ou d'assimilation que *S. maderensis*.

Il est vraisemblable aussi que l'énergie représentée par la nourriture ingérée ne soit pas utilisée de la même manière par les deux espèces. En effet, si l'on compare les variations du rapport gonadosomatique et du facteur de condition (fig. 11), on constate qu'elles sont synchrones chez *S. maderensis*, mais, décalées de deux mois chez *S. aurita*. On peut donc penser que dès la forte poussée planctonique de début de saison froide, *S. maderensis* utilise cette nourriture à la fois pour sa croissance pondérale et sa reproduction tandis que *S. aurita* l'utilise avant tout pour se reproduire. Ce détail est intéressant au point de vue stratégie démographique car, comme nous le verrons tout au long de ce chapitre, *S. maderensis* paraît être une espèce « rustique », peu exigeante à l'égard des conditions de milieu alors que *S. aurita* serait une espèce « fragile », exigeante et sujette à des variations énormes de recrutement. Il est donc logique de penser que cette dernière espèce mise préférentiellement, dès que les conditions trophiques sont favorables, sur la reproduction de manière à assurer le maximum de descendance.

2.3.2. Variations inter-annuelles (fig. 12)

Elles sont relativement importantes mais, dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile de les relier à des fluctuations d'autres paramètres du milieu. On ne peut que constater que ces variations,

là encore de plus grande amplitude chez *S. aurita*, sont synchrones pour les deux espèces, ce qui semble indiquer qu'elles seraient sous la dépendance d'un facteur unique probablement d'ordre trophique.

D'autre part, la comparaison des figures 12 et montre qu'il semble bien exister une relation inverse entre le facteur de condition et l'abondance des sardinelles dans la région.

3. Reproduction

La reproduction chez les sardinelles a été suivie par l'examen direct et la pesée des gonades, par la recherche des œufs et des larves dans le plancton des côtes du Congo et du Gabon et également par l'étude des juvéniles récoltés à la senne de plage ou pêchés comme appât par les thoniers qui fréquentaient la région.

3.1. ÉTUDE DES GONADES ET PROCESSUS DE MATURATION

Jusqu'en 1967, les échelles de maturité utilisées pour la détermination de stades sexuels d'espèces benthiques ou pélagiques de la côte ouest-africaine étaient calquées sur celle de Hjort. Cette dernière échelle avait été décrite à l'origine pour des espèces d'eau froide ou tempérée froide chez lesquelles les ovaires ne contiennent qu'un seul mode d'ovocytes évoluant jusqu'à l'unique ponte annuelle. En zone tropicale, elle ne donnait cependant pas satisfaction pour suivre le processus de maturation, car plusieurs stades semblaient se superposer dans une même gonade (Poinsard et Troadec, 1966).

L'étude de la maturité sexuelle des sardinelles du Congo (Fontana, 1968) allait en réalité montrer la présence dans les ovaires de ces espèces de trois groupes d'ovocytes de tailles distinctes évoluant parallèlement vers la ponte, ce processus de maturation permettant donc un fractionnement de la ponte qui peut se produire plusieurs fois durant une même saison de reproduction (fig. 13).

Une nouvelle échelle de maturité comprenant sept stades, caractérisés chacun par l'aspect macroscopique et la structure microscopique des ovaires ainsi que par la distribution de fréquence des diamètres des ovocytes intra-ovariens, a alors été décrite.

Le processus de maturation est le suivant :

Dès que les conditions de milieu sont favorables, les ovaires au stade I (immature) ou II (stade de repos sexuel) se développent et passent progressivement au stade III puis IV. La maturation jusqu'à ce dernier stade dure de 15 jours à 3 semaines. A la fin du stade IV, une rapide absorption d'eau entraîne une forte augmentation du diamètre des ovocytes du

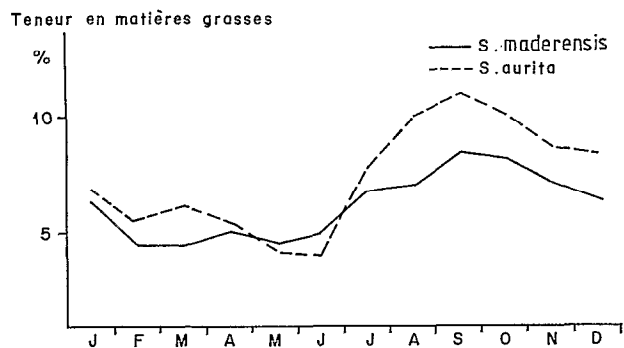


Fig. 9. — Variations de la teneur en graisse.
Variations of the fat content.

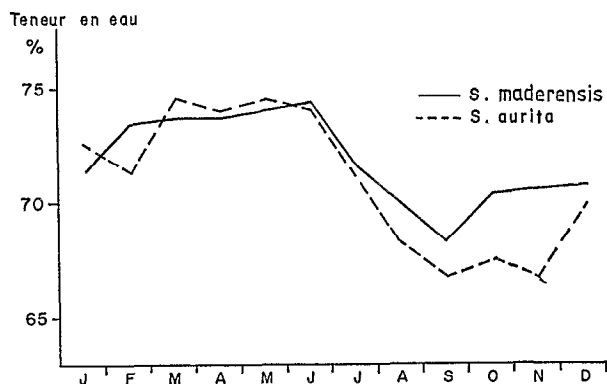


Fig. 10. — Variations de la teneur en eau.
Variation of the degree of humidity.

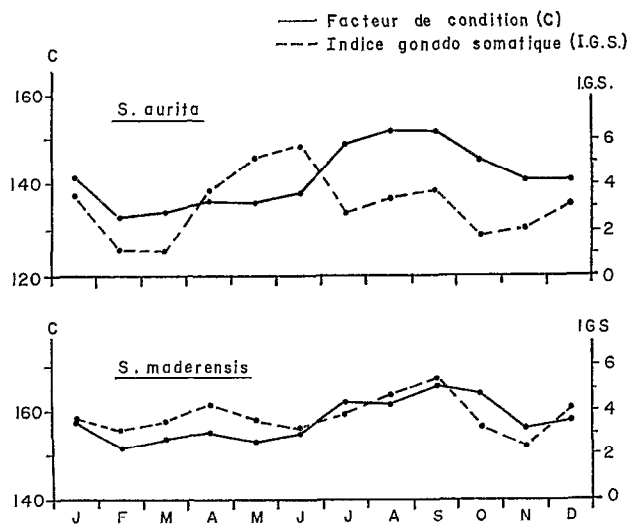


Fig. 11. — Variation du facteur de condition (moyenne 1967-1973).
Variation of the condition factor (mean 1967-1973).

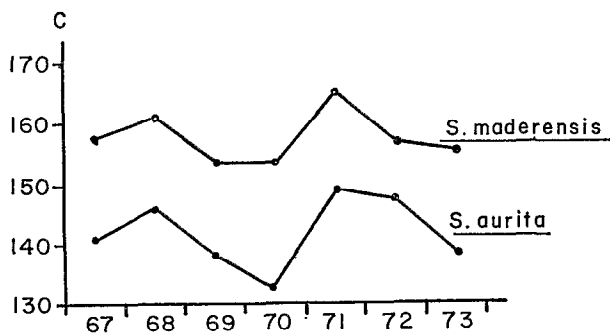


Fig. 12. — Variation annuelle du facteur de condition.
Annual variation of the condition factor (« shape ratio »).

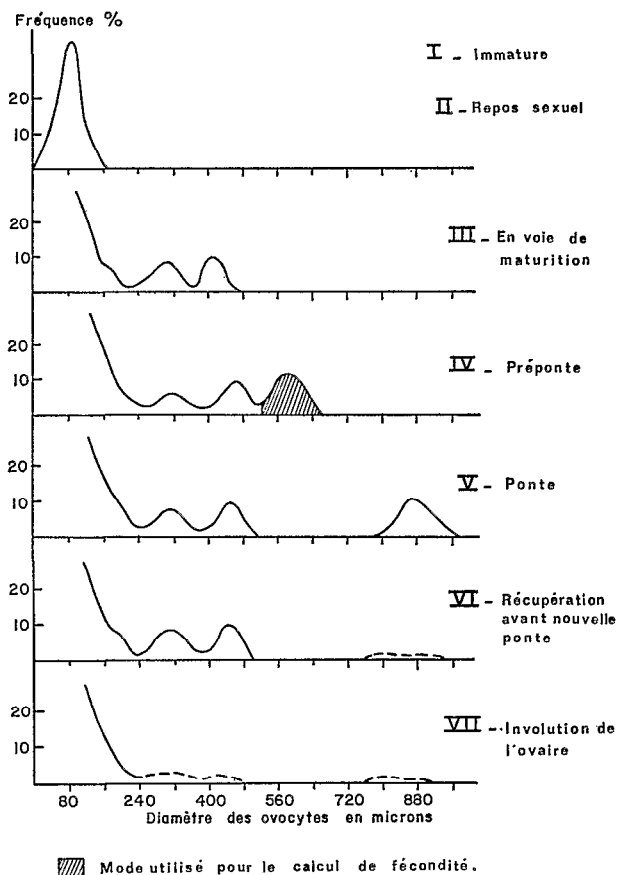


Fig. 13. — Phases de maturation des ovaires définies en fonction des fréquences des diamètres des ovocytes et ovules intra-ovariens.

Different periods of ripening from ovaries defined by the diameters ovocyls frequencies.

dernier mode, provoquant alors l'éclatement des follicules et la libération des ovules. Après l'émission des ovocytes de ce dernier mode, l'ovaire passe au stade VI (récupération) puis IV et ainsi de suite.

Ce cycle se poursuit tant que les conditions de milieu sont favorables. Dans le cas contraire, il y a arrêt brusque de la maturation et tous les ovocytes, autres que ceux du stock général de réserve, s'atrophient (stade VII). Quand tous les ovocytes ont été résorbés, l'ovaire passe alors au stade II (repos sexuel) (fig. 14).

La particularité de ce cycle de maturation par rapport à celui des poissons de mer froide peut en fait relativement bien s'expliquer.

En effet, en règle générale, les espèces de mer froide ont une vie plus longue, une croissance plus lente et une mortalité naturelle plus faible que les espèces de mer chaude. Mais la plupart de ces poissons ne se reproduisent qu'une fois par an. Il suffit donc que des

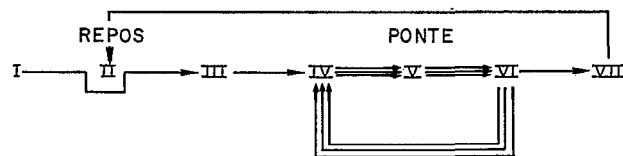


Fig. 14. — Cycle sexuel des sardinelles.
Sexual cycle of Sardinella.

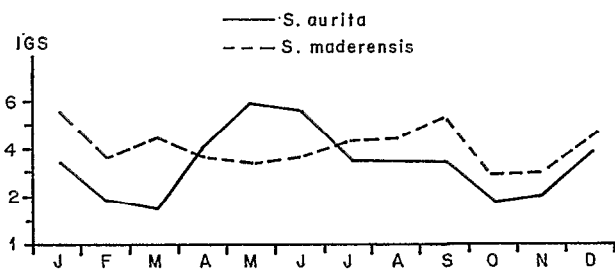


Fig. 15. — Variations mensuelles de l'indice gonadosomatique (moyenne 67-78).

Monthly variations of the gonad index (mean 67-78).

conditions défavorables interviennent durant la période de reproduction pour que le recrutement d'une année soit fortement compromis.

En revanche, les espèces tropicales peuvent se reproduire plusieurs fois durant une même saison par le biais des pontes fractionnées. Ce processus permet alors d'assurer aux espèces un minimum de descendance et ceci revêt d'autant plus d'importance que la pêche, dans ce cas, porte sur peu de classes d'âge. Nous voyons donc l'intérêt de ce type de maturation qui, par sa souplesse, peut contrebalancer en partie les facteurs pouvant défavoriser les espèces tropicales (vie courte, mortalité naturelle élevée).

Il faut d'autre part rappeler qu'en milieu tropical les conditions écologiques semblent plus stables et les variations saisonnières plus tamponnées. Ainsi, la productivité primaire et secondaire est nettement moins élevée que dans les mers froides, mais elle varie peu en cours d'année (Bougis, 1974 ; Pérès, 1976). Une reproduction étalée dans le temps aurait donc comme conséquence d'abaisser la compétition intraspécifique au niveau larvaire (Cushing, 1975) puisque les larves peuvent trouver durant une grande partie de l'année la nourriture nécessaire à leur survie et à leur développement.

3.2. TAILLE ET AGE À LA PREMIÈRE MATURITÉ

— *S. maderensis* : des individus en voie de maturation (gonade au stade III) commencent à appa-

raître à 15 cm et l'on peut considérer qu'à 20 cm, c'est-à-dire à 20 mois, tous les individus sont matures.

— *S. aurita* : la première maturité peut être observée à partir de 16 cm et entre 20 et 21 cm (17-18 mois) tous les individus sont en état de se reproduire.

Il convient cependant de signaler que les individus présents en permanence au Sud du Cap Lopez sur les fonds de 50 à 100 m commencent à être mature à 12 cm et le sont tous à 16 cm, comme au Ghana ou en Côte d'Ivoire (Fontana et Pianet, 1973).

Ceci pourrait expliquer, compte tenu d'une dérive larvaire, la présence de *S. aurita* de très petite taille près d'Annobon. Ce fait est intéressant à relever car il indique la possibilité d'un mélange dans cette région entre le stock du Ghana et celui du Gabon à la jonction du courant de Guinée et du courant sud-équatorial ; il confirme également le caractère hauturier de cette espèce déjà observée dans la région sénégal-mauritanienne.

3.3. SEX RATIO

Les sexes sont discernables à partir de 14-15 cm. Jusqu'à 20 cm pour *S. maderensis* et 24 cm pour *S. aurita* la proportion des mâles et des femelles reste la même (sex ratio voisin de 1). A partir de ces tailles l'importance des femelles croît régulièrement et leur pourcentage atteint 75 % à 28 cm (Fontana et Pianet, 1973). La même chose a été notée chez de nombreuses espèces de poissons et peut s'expliquer de deux manières qui ne sont pas exclusives l'une de l'autre :

— Croissance plus rapide des femelles : la différence est faible mais elle existe, surtout chez *S. aurita* à partir de 24 cm (Ghenou, 1975).

— Mortalité plus faible des femelles : cela n'a pu être vérifié jusqu'à présent mais est vraisemblable.

3.4. INDICE GONADO-SOMATIQUE ET PÉRIODES DE PONTE

Malgré l'intérêt que représente l'examen macroscopique ou microscopique des gonades, il n'est pas possible par cette seule méthode d'analyser correctement le phénomène de reproduction notamment pour :

— connaître le nombre de pontes qui ont lieu durant une saison,

— chiffrer quantitativement l'importance d'une saison de ponte pour en tirer, par exemple, des conclusions relatives au recrutement.

Nous avons donc pour cela analysé les variations de l'indice gonado-somatique, indice qui classiquement traduit la relation entre le poids des gonades et

le poids du corps. En fait, étant donné que ce qui intéresse avant tout le biologiste est l'état de développement des gonades pour une taille donnée, taille dont le poids ne rend qu'imparfaitement compte puisqu'il varie à longueur égale en fonction de l'état d'engraissement, nous avons préféré prendre comme indice gonado-somatique le rapport du poids des gonades au cube de la longueur du poisson :

$$GS = \frac{PG}{L^3}$$

La valeur de cet indice a été calculée pour tous les individus ayant atteint le point 100 % de la courbe à la première maturité c'est-à-dire d'une longueur égale ou supérieure à 20 cm. Au niveau des valeurs mensuelles moyennes, cet indice sera donc d'autant plus élevé que le pourcentage des stades IV, V et VI dans les échantillons sera grand (Fontana et Pianet, 1973). A noter que dans le cas des stades V du fait d'une perte partielle des œufs, il y a une sous-estimation du rapport $\frac{PG}{L^3}$ mais ceci est pratiquement négligeable vu le très faible taux d'occurrence de ce stade dans les captures.

3.4.1. Variations saisonnières

ANNÉE MOYENNE

Si l'on considère (fig. 15) les valeurs mensuelles moyennes de 1967 à 1978, on constate les faits suivants :

— *S. aurita* se reproduit en grande et petite saisons froides, le maximum de ponte ayant lieu en début de grande saison froide (mai-juin). En revanche en août-septembre et en petite saison froide (décembre-janvier) une partie seulement des individus, généralement les plus grands, continue de pondre.

— *S. maderensis* au contraire se reproduit toute l'année avec un maximum en fin de grande saison froide (septembre) et en petite saison froide. Là encore les variations du rapport $\frac{PG}{L^3}$ sont nettement plus faibles en cours d'année que chez *S. aurita*.

ANNÉE INDIVIDUELLE

On peut suivre sur les figures 16 et 17 les variations d'intensité et de durée des saisons de ponte au cours de 12 ans. On constate ainsi que :

— pour *S. aurita*, les grandes saisons froides 67, 68, 71, 77, 78 ont connu des pontes très intenses alors qu'en 69, 75, 76, peu d'individus sont arrivés à maturité et qu'en 1972, il n'y a pratiquement pas eu de ponte.

La ponte de petite saison froide est également très irrégulière puisqu'intense en 67, 70, 71, 77, elle était nulle en 68, 69, 72, 73 et 76.

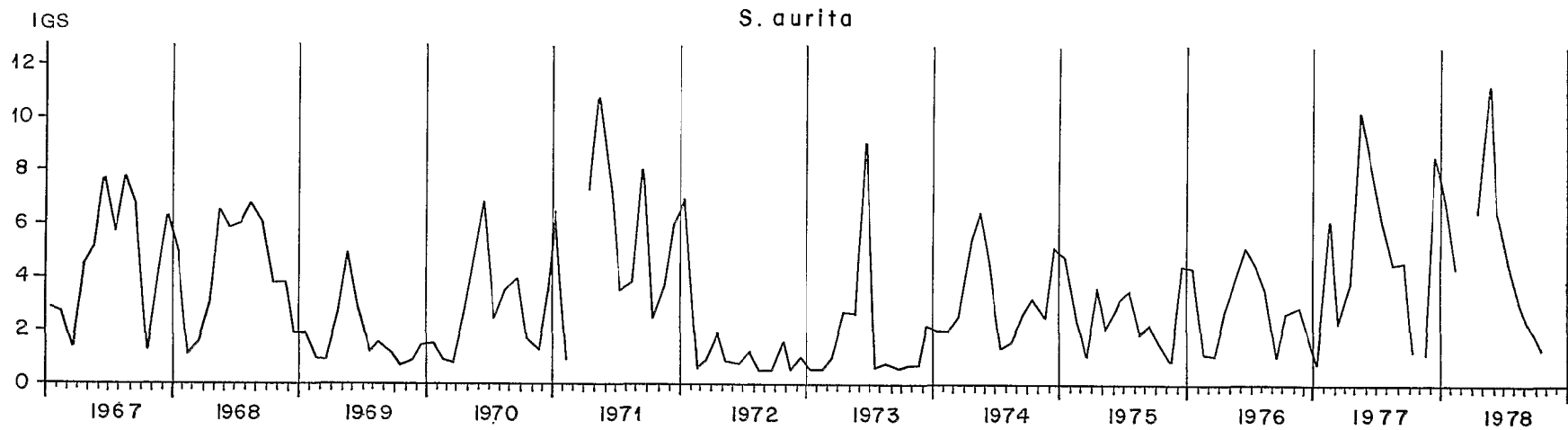


Fig. 16. — *S. aurita*: Variation de l'indice gonadosomatique.

S. aurita : Variation of the gonad index.

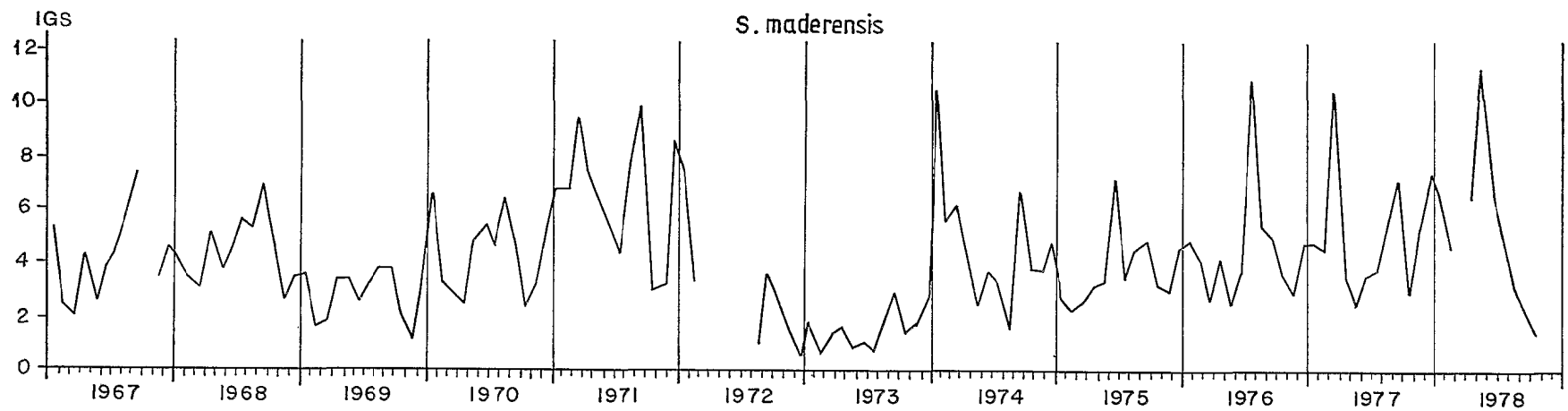


Fig. 17. — *S. maderensis*: Variation de l'indice gonadosomatique.

S. maderensis : Variation of the gonad index.

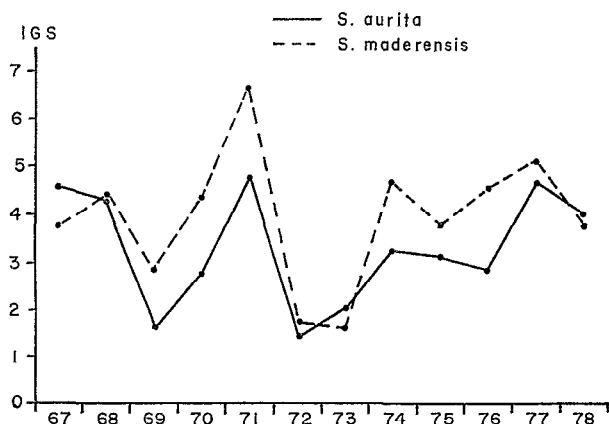


Fig. 18. — Évolution annuelle de l'indice gonadosomatique.
Annual variation of the gonad index.

— pour *S. maderensis*, le schéma est encore plus irrégulier mais en retrouve toutefois les mêmes années de fortes pontes 68, 71, 77, 78.

3.4.2. Variations inter-annuelles

Si l'on considère les moyennes annuelles du rapport $\frac{PG}{L^3}$ il est tout de même frappant de constater un synchronisme net dans les variations pour les deux espèces (fig. 18).

3.4.3. Déterminisme de la ponte

En ce qui concerne le déterminisme de la ponte, que ce soit à court ou à moyen terme, on en est encore qu'au stade des hypothèses car les données ne portent pas sur une durée assez longue :

— Fontana et Chardy (1971) ont fait remarquer qu'une certaine relation paraissait exister entre le niveau de l'indice gonado-somatique au cours de la principale saison de ponte (mai-juin) et la pluviométrie de grande saison chaude chez *S. aurita*, ce qui confirme les constatations déjà faites par Ben Tuvia en 1959.

— Il est clair également chez les sardinelles que la ponte est d'autant plus importante que le poisson est moins abondant, alors que les années durant lesquelles la pêche est bonne sont caractérisées par un index gonado-somatique bas ou presque nul (fig. 19). Il peut s'agir là d'un phénomène de régulation naturel — dont le mécanisme reste à expliquer — ou d'une redondance entre la pluviosité et l'abondance, celle-ci étant corrélée négativement à celle-là ; il n'est pas impossible non plus que les effets de l'abondance (négatif) et de la pluviométrie (positif) agissent simultanément : une série plus longue d'observations permettra peut-être d'apporter une explication à cet intéressant problème.

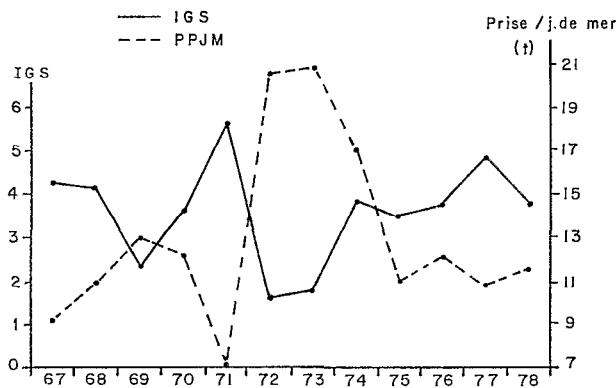


Fig. 19. — Évolution annuelle de l'indice gonadosomatique moyen et des prises par jour de mer moyennes (*S. aurita* + *S. maderensis*).

Annual values of the gonad index in regard with the mean catch by sea day (*S. aurita* + *S. maderensis*).

L'examen du graphique des variations de l'index gonado-somatique montre en tous cas que la reproduction chez les sardinelles dans la région de Pointe-Noire est un phénomène très irrégulier et qu'il serait plus exact de parler de périodes de ponte, plutôt que de saisons de ponte.

3.5. FÉCONDITÉ

Chez *S. aurita* comme chez *S. maderensis*, la fécondité est liée à la taille des reproducteurs : elle est sensiblement proportionnelle au poids du poisson ou, ce qui revient à peu près au même, au cube de la longueur. Elle est aussi proportionnelle au poids des gonades lorsque les ovocytes que renferment ces dernières sont au même stade de développement.

D'après Fontana et Pianet (1973), les relations donnant la fécondité *F* en fonction des paramètres longueur *L* (cm), poids *P* (g) et poids des gonades *PG* (dg) sont les suivantes :

S. aurita :

$$\begin{aligned} \log F &= 3,808 \log L - 1,052 & (r = 0,70) ; \\ F &= 426,415 P - 22076,437 & (r = 0,630) ; \\ F &= 530,528 PG + 3596,637 & (r = 0,745). \end{aligned}$$

S. maderensis :

$$\begin{aligned} \log F &= 3,647 \log L - 0,372 & (r = 0,72) ; \\ F &= 418 P - 18974 & (r = 0,779) ; \\ F &= 6576 PG + 6432 & (r = 0,921). \end{aligned}$$

Il convient cependant de noter que cette fécondité, qui correspond au nombre d'œufs du dernier mode dans les ovaires au stade IV (fig. 13), ne représente qu'une fécondité partielle et que la fécondité totale annuelle serait obtenue en multipliant *F* par le

F É C O N D I T É (10 ³)	LF cm	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	S. aurita	31	38	45	53	63	74	85	99	113	130	147
	S. made- rensis	38	46	54	64	75	86	100	114	131	148	168

Clé Longueur-Fécondité.

nombre de pontes annuelles. Or, ce dernier nombre est pratiquement impossible à connaître et de plus ne doit pas être constant d'une année à l'autre puisque, on le constate très bien sur les figures 16 et 17, les saisons de pontes ont des durées très variables suivant les années (0 à 6 mois).

3.6. CAPACITÉ DE REPRODUCTION DU STOCK DE *S. aurita*. — RELATION AVEC LE RECRUTEMENT (1)

L'immense majorité des études réalisées jusqu'à présent sur les relations stock-recrutement admet comme postulat que seules les conditions de survie des larves conditionnent le recrutement et qu'implicitement la quantité initiale d'œufs pondus par un stock reproducteur n'est pas le facteur déterminant l'allure de la courbe.

Or les observations faites sur *S. aurita* ont montré que l'on pouvait relier facilement les années ou saisons de faibles ou fortes pêches avec des périodes antérieures de ponte plus ou moins intense.

Pour affiner et quantifier cette relations, nous avons étudié le rapport pouvant exister entre la capacité de reproduction du stock adulte et l'abondance des recrues issues de chaque ponte dix-huit mois plus tard.

La capacité de reproduction E, exprime la quantité d'œufs que pond durant le temps t la fraction femelle du stock reproducteur, cette fraction étant pondérée par l'effort de pêche pour traduire le nombre d'individus en terme d'abondance :

$$E_t = \sum_{i=20 \text{ cm}}^{\text{Imax}} \frac{N_{i,t} \cdot S_i \cdot M_i \cdot \bar{F}}{e}$$

où

— N est la quantité de poissons débarqués par classe de longueur i durant le temps t ;

— S la proportion de femelles pour la classe i (donnée par la courbe du sex-ratio) ;

— M la proportion de femelles de longueur ≥ 20 cm (point 100 % de la courbe de première maturité) ayant effectivement pondu durant le temps t, c'est-à-dire les femelles ayant un indice gonado-somatique ≥ 3 ;

— $\bar{F}$, la fécondité moyenne des femelles susceptibles de pondre calculée à partir de la relation fécondité-longueur

$$\text{Log } F = 3,808 \text{ Log } \bar{L} - 1,052$$

où $\bar{L}$ représente la longueur moyenne durant le temps t des femelles susceptibles de pondre ($20 \text{ cm} \leq \bar{L} \leq L_{\text{max}}$)

— e, l'effort de pêche exprimé en nombre de jours de mer durant le temps t.

Le stock recruté, quant à lui, est donné par le nombre d'individus capturés par jour de mer durant le temps t et de longueurs comprises entre 19 et 21 cm soit un âge de 18 mois environ. Le choix de cet intervalle de longueur est dicté par le fait que les tailles inférieures sont incomplètement recrutées dans les pêcheries et les tailles supérieures commencent leur migration vers l'Angola.

Les résultats représentés sur la figure 20 montrent une concordance très nette des pics de production d'œufs, avec les pics de recrues 18 mois plus tard dans la pêcherie, à l'exception des pics de production d'œufs de 69 et 73 qui n'ont pas été suivis par des pics de recrues en début 71 et 75. En fait, à ces deux périodes, les sardiniers avaient pêché en Angola où se trouvaient alors des poissons dépassant 22 cm. L'échantillonnage effectué pour les recrues à ces dates n'est pas représentatif de la situation au Congo et nous ne devons considérer que les pics AA', BB', CC', DD' et EE'.

Bien que notre analyse ne porte que sur 5 ans, on constate que pour la période considérée, il paraît exister une relation linéaire (fig. 21) entre la capacité de reproduction du stock d'adultes et le nombre de recrues. Ces résultats ne doivent bien évidemment être considérés que comme préliminaires, mais ils paraissent suffisamment importants pour que des études sur une plus longue période soient entreprises sur ce problème.

L'autre résultat intéressant que l'on peut tirer de ce type de données est le taux de mortalité naturelle entre le stock œufs (t_0) et le stade recrue de 18 mois

(1) Fontana (A.), Bouchereau (J.-L.), non publié.

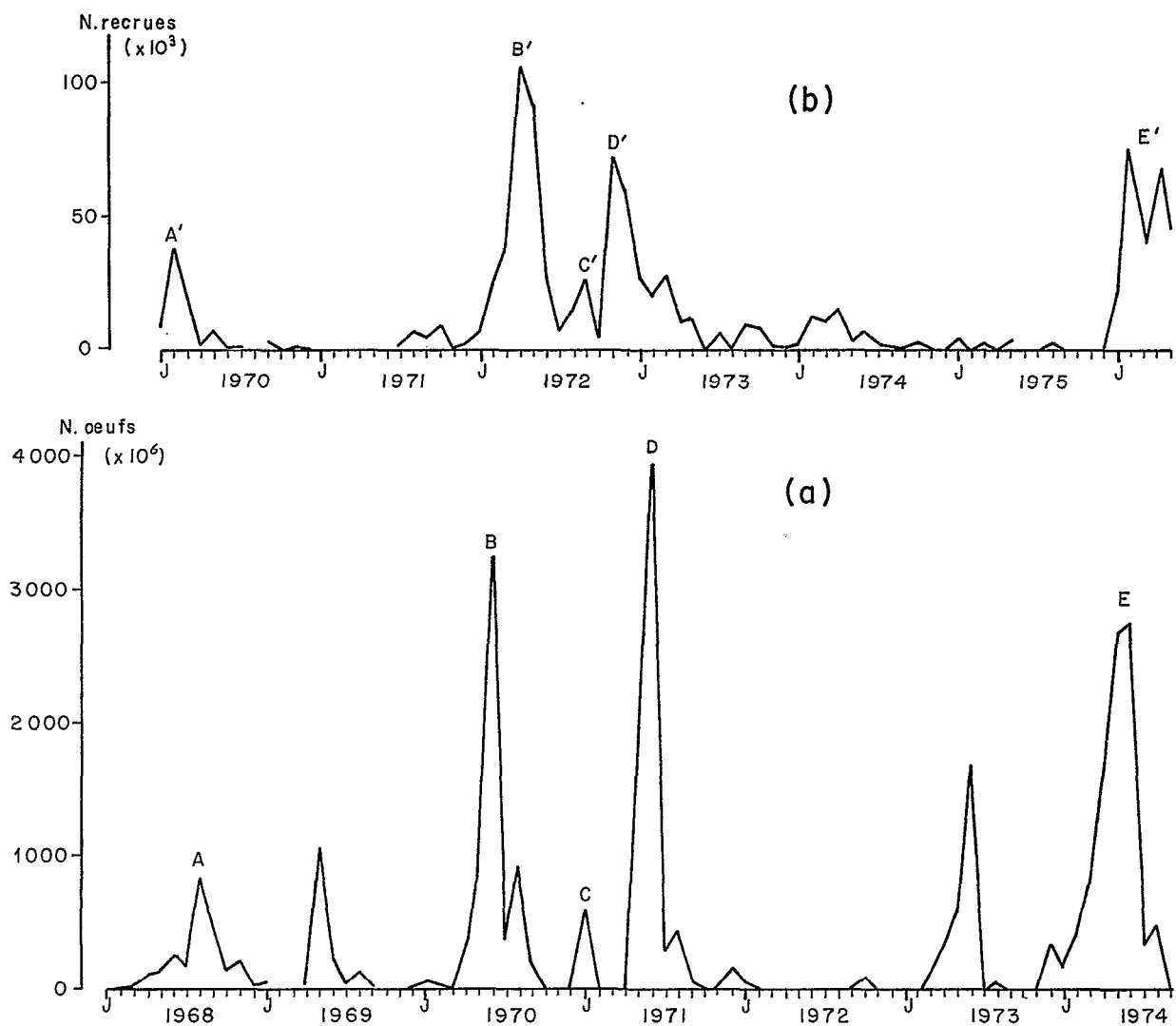


Fig. 20. — *S. aurita*: Variations mensuelles de la capacité de reproduction (a) et des recrues de 18 mois (b).
S. aurita: Monthly variations of the reproduction capacity (a) and the number of 18 months recruits (b).

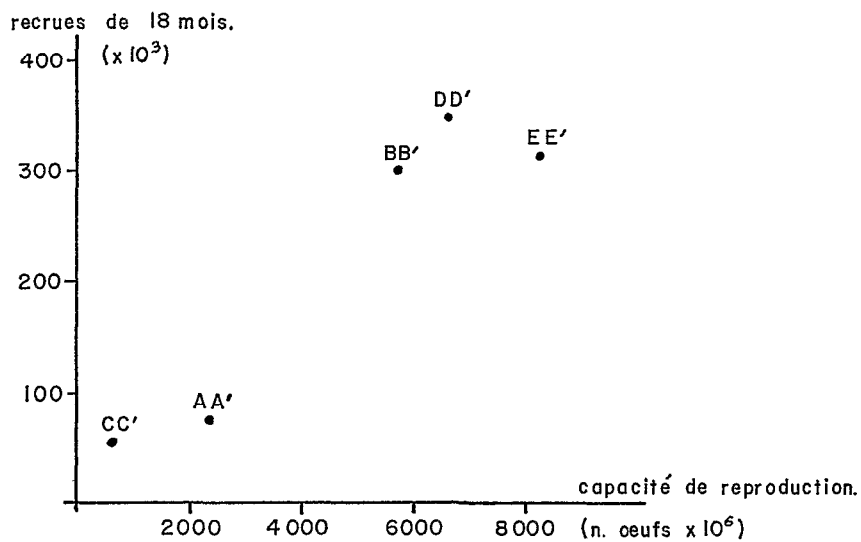


Fig. 21. — Relation entre la capacité de reproduction et les recrues de 18 mois.
 Relationship between the reproduction capacity and the number of recruits.

(t_1), si l'on considère qu'avant cet âge la mortalité par pêche est négligeable.

soit pour le pic : A, $M = 10,34$
 B, $M = 9,87$
 C, $M = 9,24$
 D, $M = 9,83$
 E, $M = 10,22$

La valeur moyenne de $\bar{M} = 9,9$ pour les cinq couples de données signifierait qu'une ponte de 85.000 œufs d'une *S. aurita* de 26 cm, ne donnerait que 4 individus survivants 18 mois plus tard.

3.6. L'ÉTUDE DES ŒUFS ET DES LARVES (1)

Les campagnes de pêche planctonique d'œufs et de larves réalisées par le N.O. Ombango en 1968 et 1969, ont permis la délimitation de la ponte dans le temps et dans l'espace, d'une manière assez sommaire il est vrai, car les moyens utilisés n'étaient pas à la mesure de la tâche entreprise.

En ce qui concerne les œufs, peu de renseignements ont été retirés de ces campagnes car les pêches ont été très peu nombreuses et, dans l'ensemble, peu abondantes ce qui n'est pas surprenant car le stade œuf a une durée très brève.

Pour les larves, chez *S. maderensis*, la répartition est assez régulière dans toute la région étudiée (Cabinda-estuaire du Gabon) quelle que soit la saison considérée, ce qui confirme bien les résultats tirés de l'analyse des variations de l'indice gonadosomatique (fig. 22).

Chez *S. aurita* : les résultats diffèrent selon la région considérée (fig. 23).

. De Cabinda à Mayoumba, les larves sont abondantes pendant la saison froide, se raréfient en petite saison chaude, et sont à peu près totalement absentes pendant la grande saison chaude, ce qui correspond là encore aux résultats trouvés lors de l'examen des gonades des poissons.

. De Mayoumba au cap Lopez (zone de divergence) les larves sont présentes à peu près toute l'année quoique nettement plus abondantes pendant la grande saison froide, ce qui n'est pas surprenant car nous avons pu observer sur des *S. aurita* de petite taille (12 à 18 cm) pêchées par les thoniers, des gonades au stade IV en pleine saison chaude.

. Du cap Lopez à Libreville les larves n'ont été pêchées que pendant la saison froide, mais en quantités très importantes.

. On peut signaler, enfin, des captures de larves de *S. aurita*, effectuées au plankton-sampler (modèle de Hardy), très loin au large, entre l'île d'Annobon et Pointe-Noire, en 1965 et 1966, lors des campagnes

de l'Ombango autour de cette île, en début de saison froide (Binet et Dessier, comm. pers.).

On sait relativement peu de choses sur le comportement et les migrations des larves. Les migrations verticales sont sans doute peu importantes car on trouve des larves dans les couches superficielles à toute heure du jour et de la nuit ; elles suivent en tous cas les mouvements de la D.S.L.

Les migrations horizontales sont uniquement passives et correspondent à une dispersion par les courants de surface. Cette dispersion semble beaucoup plus importante chez *S. aurita* que chez *S. maderensis* puisque des larves de *S. aurita* ont été trouvées entre la côte et l'île d'Annobon, alors que la seconde ne dépasse guère les limites du plateau continental (Dessier et Pianet, 1971).

Il semble exister chez *S. aurita* une dérive au stade larvaire, en fin de saison chaude depuis le sud de l'Angola sous l'influence d'un mouvement cyclonique des masses d'eau en cette saison, alors que chez *S. maderensis* dont les adultes restent nettement plus au nord en saison chaude, cette dérive a une probabilité beaucoup plus faible de se produire compte tenu de la brièveté du stade larvaire.

4. Étude des formes jeunes

4.1. LES JUVÉNILES

Ce sont les individus dont la taille va de 2,5-3 cm (stade de la post-larve) à 8-10 cm. Ils sont le plus souvent inféodés à la frange la moins profonde du littoral (de 0 à quelques mètres seulement) et l'engin idéal pour leur capture est la senne de plage.

— A Pointe-Noire, en dehors des coups nuls assez peu fréquents, les quantités minimales pêchées par coup de senne sont de 10 à 20 kg, alors que les maximums varient de 100 à 500 et même parfois plus de 1 000 kg. Chez *S. maderensis* les rendements dépendent peu de la saison et peuvent être bons à n'importe quelle époque de l'année, sauf, semble-t-il, en pleine saison chaude. Chez *S. aurita* les rendements sont nettement plus élevés pendant la grande et parfois pendant la petite saison froide alors qu'ils sont très faibles ou nuls en grande saison chaude. D'une année à l'autre les rendements varient beaucoup, notamment pour *S. aurita* ; ainsi 1968 et 1971 ont été très bonnes alors que 1965 et 1969 ont été médiocres et 1972 une année où la pêche a été à peu près nulle. Les sardinelles juvéniles sont exploitées par les pêcheurs Vili à Pointe-Noire et à Loango, à la senne de plage ou avec une toile grossière tendue entre

(1) Dessier (A.), Pianet (R.), 1971.

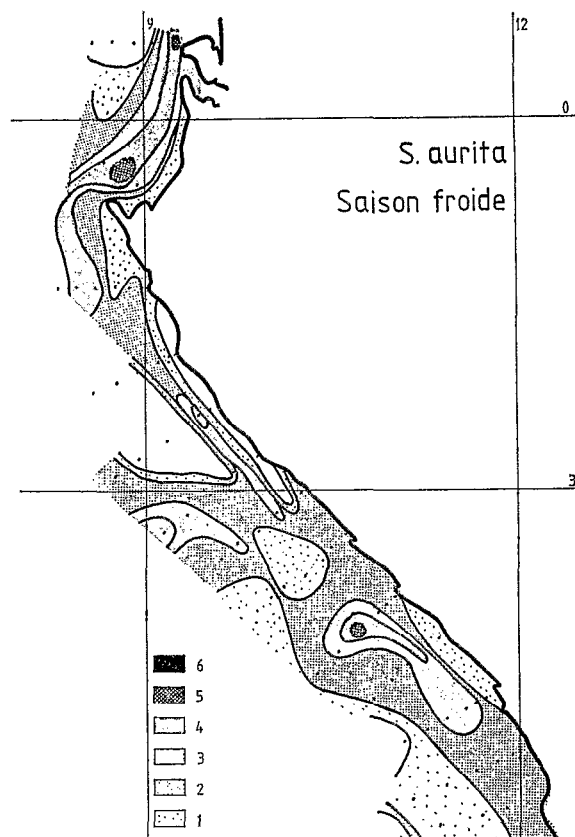
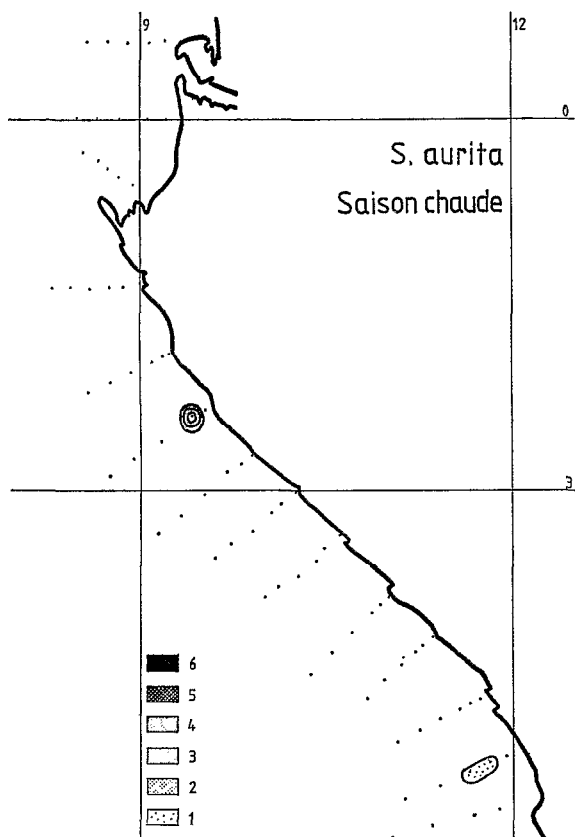


Fig. 22. — *S. aurita*: Carte de répartition des larves. — a: Saison chaude; b: Saison froide.

S. aurita: Larvae geographic distribution. — a: Warm season; b: Cold Season.

Effectif moyen par station. Mean number for each station: 1. 1 à 3, 2. 4 à 17, 3. 18 à 80, 4. 80 à 350, 5. 350 à 1 500, 6. 1 500 à 6 500.

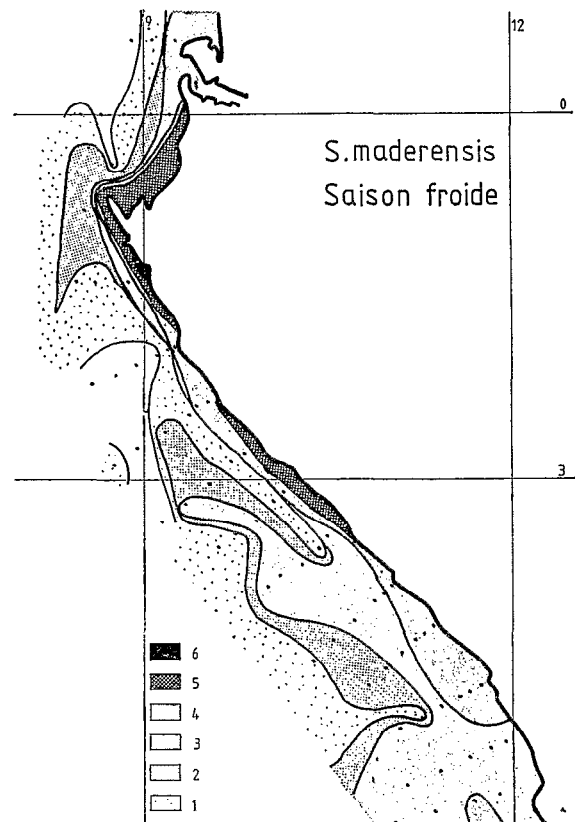
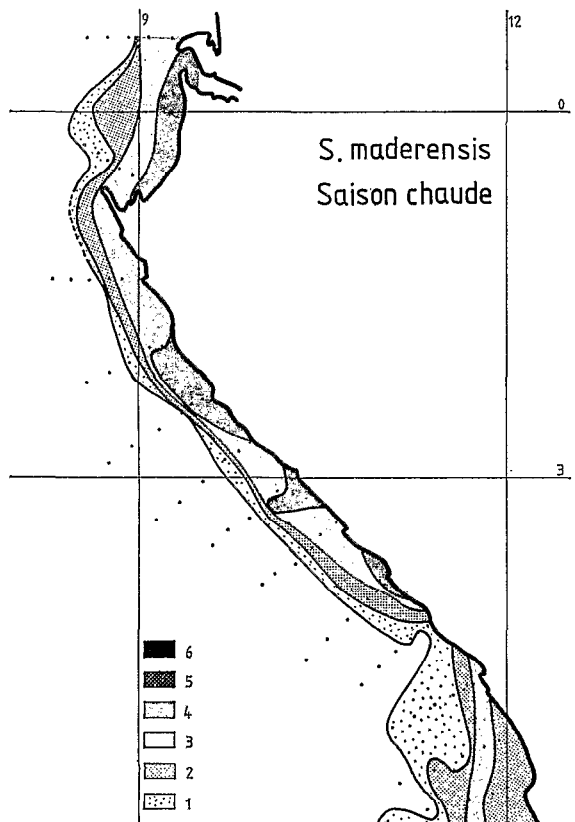


Fig. 23. — *S. maderensis*: Carte de répartition des larves. — a: Saison chaude; b: Saison froide.

S. maderensis: Larvae geographic distribution. — a: Warm season; b: Cold season.

Effectif moyen par station. Mean number for each station: 1. 1 à 3, 2. 4 à 17, 3. 18 à 80, 4. 80 à 350, 5. 350 à 1 500, 6. 1 500 à 6 500.

deux bambous ; elles sont vendues fraîches ou séchées au soleil sur le sable. C'est généralement pendant la saison froide que les arrivages sont les plus importants sur le marché de Pointe-Noire. On peut noter également, mais ceci est extrêmement irrégulier, des pêches très importantes d'*Anchoviella guineensis* sur les plages congolaises.

— A Libreville, des pêches ont été effectuées sur la rive sud de l'estuaire du Gabon de novembre 1967 à octobre 1968, au lever du soleil. Pour les deux espèces de sardinelles, les rendements sont très faibles pendant la saison chaude alors qu'ils sont élevés en août, septembre et octobre (saison froide) particulièrement pour *S. aurita*. Ceci concorde bien avec les abondantes pêches d'œufs et de larves réalisées par l'Ombango entre Port-Gentil et Libreville pendant le mois de juillet. La présence, en faibles quantités, de *S. aurita* pendant la grande saison chaude s'explique bien lorsque l'on sait que, non loin de là, au voisinage du cap Lopez, des poissons de 12 à 18 cm se reproduisent pratiquement pendant toute l'année. En ce qui concerne *S. maderensis*, l'existence d'adultes matures entre l'estuaire du Gabon et le cap Lopez explique également la capture de juvéniles à Libreville.

4.2. LES SARDINELLES « ADOLESCENTES »

On range dans cette catégorie les jeunes sardinelles qui ont quitté la frange littorale (profondeur inférieure à 10 m environ) et qui ne sont pas encore, ou très peu, exploitées par la pêche commerciale. Leur taille va de 8-10 à 17 cm ; c'est durant cette phase de leur vie que s'effectue la différenciation, puis le début de la maturation des gonades. En ce qui concerne *S. maderensis* on dispose d'assez peu de renseignements en dehors de ceux fournis par la pêche commerciale dans laquelle le recrutement ne se fait que très progressivement.

Les jeunes *S. aurita*, elles, constituaient l'appât de loin le plus important pour la pêche du thon qui était pratiquée sur les côtes du Congo et du Gabon et les enquêtes réalisées quotidiennement dès 1964 auprès des patrons des thoniers, ont permis de parfaire la connaissance du comportement de ces poissons.

4.2.1. Lieux de pêche de l'appât

Ils se situent surtout de 1°20' S à 2°40' S entre les isobathes 50 et 100 m ; cette région correspond à une zone de divergence également riche en zooplancton. La région de Mayoumba et, à un degré moindre, celle de Pointe-Noire (fonds de 20 à 40 m) sont également des zones de concentration de l'appât. Les parages de Libreville et de Port-Gentil ont été peu à peu abandonnés alors qu'ils étaient très fréquentés par les thoniers au début des années soixante.

4.2.2. Saison de pêche

Elle varie selon la localité : au nord (Pointe Sainte-Catherine, 1°40' S), on trouve de la « sardine » toute l'année, mais en plus grande abondance pendant la saison froide. Plus au sud (Pointe-Noire et Mayoumba), la pêche a lieu en grande saison froide et en petite saison chaude et se prolonge parfois jusqu'en janvier. L'abondance varie beaucoup d'une année à l'autre ; on l'estime par la prise par jour de mer ou par le temps passé par le bateau pour faire le plein d'appât, ce qui revient au même, la quantité pêchée étant sensiblement constante (Gheno et Marcille, 1971) : en 1968 et 1971, comme pour la pêche à la senne de plage à Pointe-Noire, les rendements ont été très bons. Il faut noter également que, pendant la saison froide, le poisson se tient le plus souvent en surface (la sardine « flotte » disent les pêcheurs) alors qu'en saison chaude on la trouve le plus souvent à mi-eau ou au voisinage du fond.

4.2.3. Taille des sardines pêchées

Elle va de 7 à 20 cm ; les poissons de plus de 20 cm ne se rencontrent jamais au nord de l'embouchure de la Nyanga (3° N). En dessous de 7 cm les sardines, bien que présentes, ne sont pas retenues par les mailles des sennes utilisées. Dans le nord (pointe Sainte-Catherine) on pêche des grosses sardines (longueur supérieure à 15 cm) toute l'année, des moyennes (12 à 15 cm) surtout de juillet à décembre et des petites (moins de 12 cm) rarement, et uniquement pendant la saison froide. A Pointe-Noire on pêche surtout des petites sardines en grande saison froide (on en a pêché, exceptionnellement, en janvier 1972, la situation hydrologique étant presque celle d'une grande saison froide), et parfois des moyennes pendant la petite saison chaude. En 1968, la saison de ponte ayant été très longue, on a pêché des petites sardines de juin à décembre alors qu'en 1972, la ponte ayant été presque inexistante de février à décembre, on n'a capturé que des grosses sardines ce qui concorde une fois de plus très bien avec les résultats de la pêche à la senne de plage dans la baie de Pointe-Noire et les observations des indices gonado-somatiques.

4.2.4. Les moyennes vertébrales

Les valeurs varient beaucoup d'un échantillon à l'autre, les extrêmes allant de 47,50 à 47,90. Comme on a affaire à un mélange de différents groupes d'âge voisin, on ne peut observer des variations saisonnières régulières comme pour les poissons pêchés à la senne de plage et il est difficile de suivre la croissance de cohortes successives en les individualisant par leur moyenne vertébrale. De plus il est arrivé que l'on capture, en début de la saison froide 1968, des individus qui par leur taille avaient dû éclore en grande

saison chaude alors que leur moyenne vertébrale (47,80) indiquait une éclosion dans des eaux relativement froides : il pourrait s'agir de poissons originaires du sud de l'Angola, où les eaux sont effectivement froides en février-mars, période d'éclosion présumée, et transportés durant leur vie larvaire par la circulation sud-nord engendrée au large par le dôme d'Angola. (Un fait semblable a d'ailleurs été constaté par Blache (1974) sur des larves d'anguilliformes).

Ce sont elles qui constituent l'essentiel des captures de la pêche industrielle.

5. Les sardinelles adultes

5.1. LE RECRUTEMENT DANS LA PÊCHERIE

Le très important problème du recrutement a été abordé par Fontana et Pianet (1973) et Fontana et Bouchereau (non publié).

5.1.1. *S. maderensis*

Chez cette espèce une part très importante des débarquements est constituée par des individus effectuant leur première maturation sexuelle ; si l'on analyse la composition des prises en longueur (moyenne 69-75) on s'aperçoit que le recrutement commence vers 9-10 cm et que la pente de l'histogramme est très régulière et assez douce dans sa partie montante (fig. 27 a). En fait, si l'on examine les distributions de fréquence de longueurs mois par mois, on constate qu'elles sont loin d'être aussi régulières et que le recrutement se fait par arrivée assez désordonnée de groupes de jeunes dont la longueur modale va le plus souvent de 13 à 15 cm, pratiquement à n'importe quelle époque de l'année.

On constate en examinant les figures 24 (a, b, c) que d'une année à l'autre la fraction jeune (moins de 17 cm) varie beaucoup plus dans les débarquements que la fraction correspondant à la longueur modale (18-19-20 cm). D'autre part, il y a une correspondance nette entre l'abondance des très jeunes poissons pour une année donnée et celle de l'année précédente des adultes de grande taille (24 cm et plus) : les cinq années où les jeunes sont les plus abondants (1967-1968-1969-1972 et 1975) suivent celles où l'on a un mode assez nettement discernable à 24-25 cm (1966-1967-1968-1971 et 1974) alors que les années où les jeunes sont absents ou presque, sont précédées par celles où les grands adultes ne sont pratiquement pas représentés (1962-1973-1974 d'une part et 1964-1972 et 1973 d'autre part). Il n'y a, enfin, pas de relation évidente entre l'abondance des jeunes d'une année et celle des recrutés de l'année suivante. On peut donc en tirer un certain nombre de conclusions :

— Les très jeunes individus qui fréquentent les

eaux congolaises ne constituent certainement pas la source la plus importante du recrutement.

— La reproduction dans la région de Pointe-Noire est, semble-t-il, surtout le fait des grands adultes qui se tiennent la plupart du temps au large de l'Angola et ne font que des incursions assez brèves au nord de l'embouchure du Congo. L'importance de ces incursions conditionnerait, en grande partie, l'abondance des sardinelles plates de petite taille à Pointe-Noire

— Le recrutement à n'importe quelle époque de l'année des jeunes dans la pêche de Pointe-Noire s'explique très bien par les observations que nous avons pu faire en Angola : pas d'interruption de la ponte, même en pleine saison chaude.

— La relative stabilité de l'abondance des recrutés sur les côtes congolaises est à mettre en parallèle avec la stabilité qui paraît caractériser le stock des adultes de grande taille du littoral centre nord de l'Angola.

5.1.2. *S. aurita*

Les variations de la prise par jour de mer ont une amplitude beaucoup plus grande que chez *S. maderensis*. Ceci est certainement dû au fait que la sardinelle ronde est bien plus dépendante, en ce qui concerne sa biologie, des conditions de milieu, notamment pour la reproduction (Fontana et Chardy, 1971 ; Fontana et Pianet, 1973 ; Ghéno et Fontana, 1973) : les saisons chaudes bien marquées et pluvieuses (1968) ainsi que les petites saisons froides longues et très nettes (1971) semblent particulièrement favorables à cet égard. Les conditions hydrologiques paraissant varier dans le même sens au Congo et en Angola, la reproduction semble subir, dans ces deux régions, des fluctuations parallèles, même si celles-ci sont légèrement décalées l'une par rapport à l'autre ; c'est la raison pour laquelle on peut retrouver, sur le recrutement des jeunes d'abord, puis, plus tard, sur la pêche des adultes, les répercussions des variations de la ponte mises en évidence par l'étude de l'indice gonado-somatique et de la capacité de reproduction.

Cependant, les données concernant l'abondance des recrues doivent être analysées avec une extrême prudence car, à l'inverse de l'Angola où la presque totalité des prises est transformée en farine de poisson, au Congo les jeunes sardinelles (moins de 17 cm) ont une valeur marchande nettement moindre que les adultes ; de plus elles sont systématiquement évitées, leur maillage faisant perdre beaucoup de temps aux pêcheurs. La prise par unité d'effort des jeunes individus ne constitue donc pas un indice d'abondance fidèle à Pointe-Noire alors qu'il n'en est sans doute pas de même en Angola. On n'en est, par conséquent, pas encore à une exploitation quantitative des données concernant le recrutement ce qui

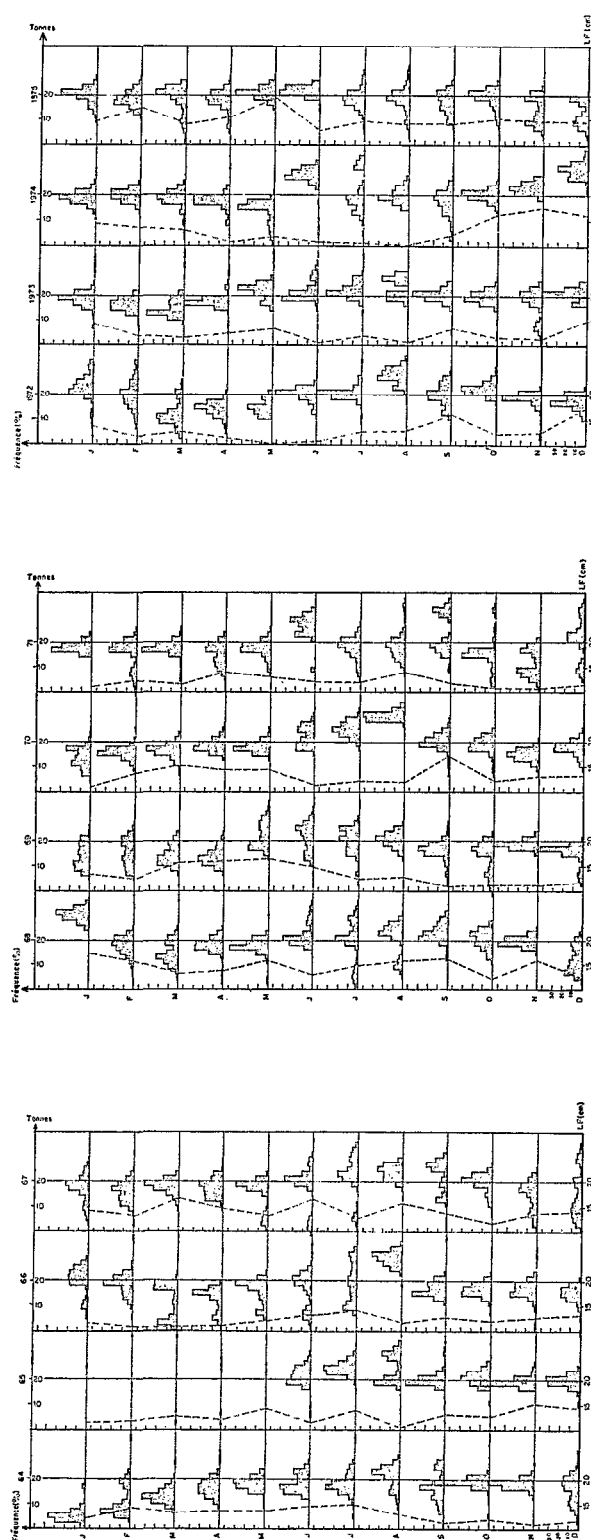


Fig. 24. — (a, b, c) *S. maderensis*. Histogrammes mensuels de fréquences de longueurs de débarquements (horizontalement). Prise par jour de mer (verticalement) (a, b, c) *S. maderensis*. Monthly lengths distributions of landing (horizontally) catch per day at sea (vertically).

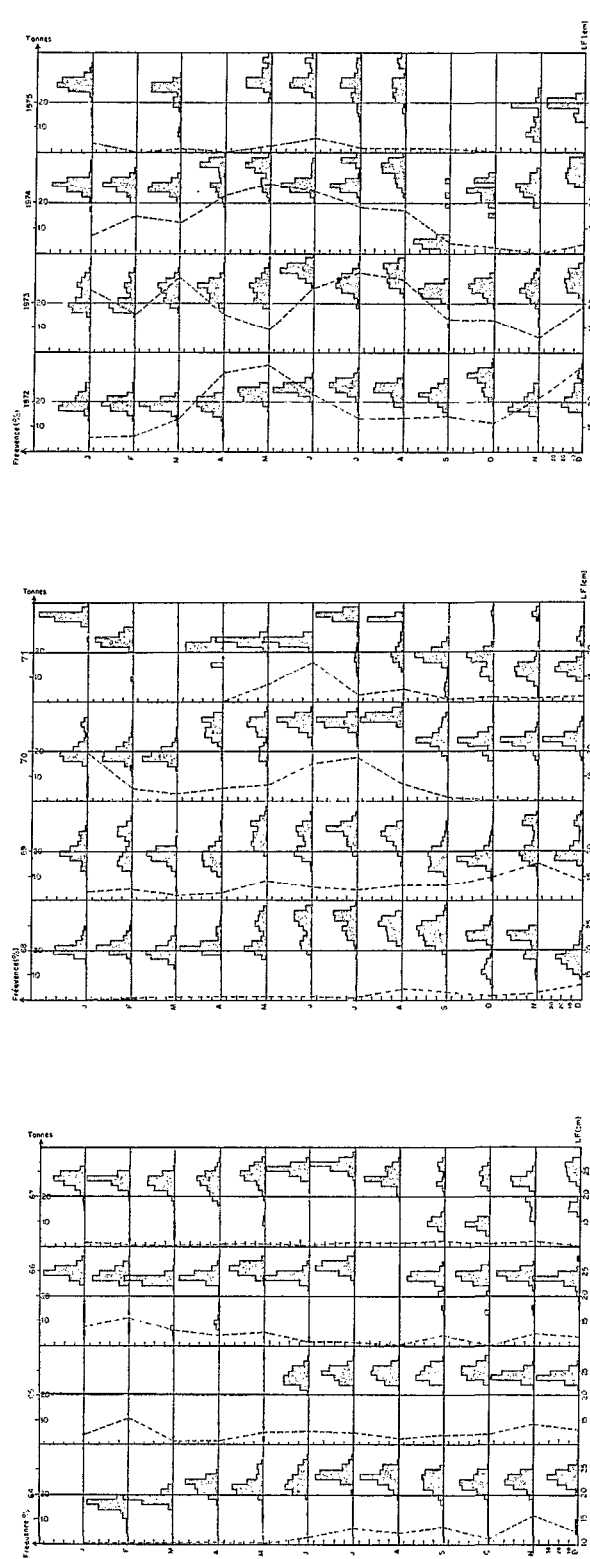


Fig. 25. — (a, b, c) *S. aurita*. Histogrammes mensuels de fréquences de longueurs de débarquements (horizontalement). Prise par jour de mer (verticalement). (a, b, c) *S. aurita*. Monthly lengths distributions of landing (horizontally) catch per day at sea (vertically).

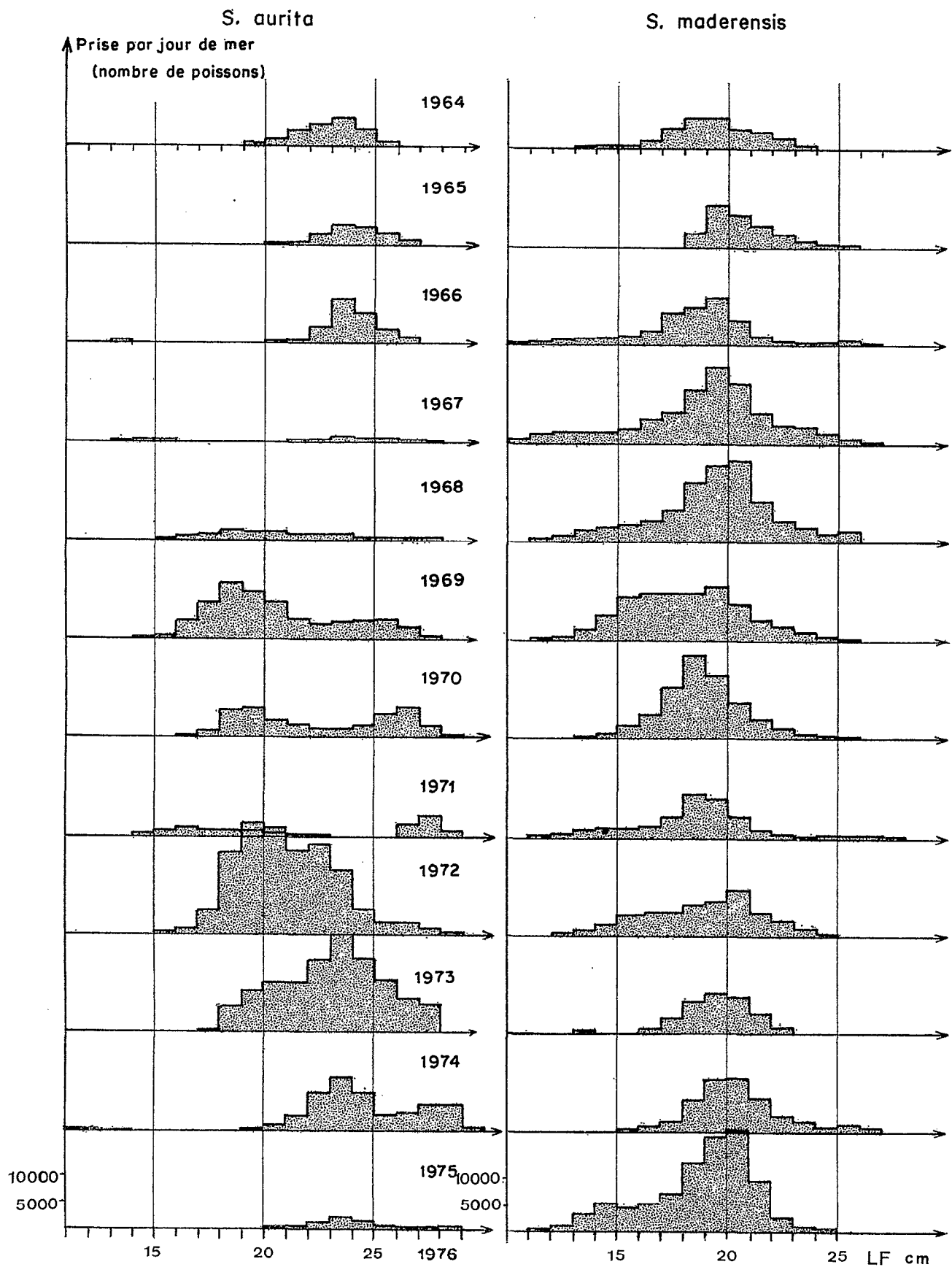


Fig. 26. — Prise par jour de mer en nombre de poissons par classe de longueur.
Catch per day at sea (number *Sardinella* by length class).

est loin cependant d'ôter tout intérêt aux prévisions, pour grossières qu'elles soient, que nous sommes à présent à même de faire.

Contrairement à ce que l'on peut observer chez *S. maderensis*, le recrutement, à quelques variantes près, a un caractère nettement saisonnier : il commence en septembre-octobre et les jeunes restent sur place jusqu'à la fin de la saison chaude, leur abondance étant maximale de novembre à janvier. Les individus de petite taille (mode à 14-15 cm) ne sont présents, sauf cas exceptionnels, que de novembre à décembre.

5.2. ANALYSE DES TAILLES DES SARDINELLES DÉBARQUÉES

Les histogrammes mensuels de fréquences de longueurs en pourcentages sont représentés sur les figures 24 a, b, c et 25 a, b, c et les prises par jour de mer en nombre de poissons par classe de longueur de 1 cm, année par année de 1964 à 1975 (fig. 26), ainsi que les valeurs moyennes pour l'ensemble de la période considérée sont données sur la figure 27.

5.2.1. Composition pour l'ensemble de la période 1964-1975

— Chez *S. maderensis*. La composition en longueur est extrêmement régulière ; la partie gauche de l'histogramme, correspondant au recrutement, est en pente plus douce que la partie droite qui correspond à la mortalité et, nous le verrons plus loin, à l'émigration. On observe un mode bien net à 19 cm et on peut en observer un autre, presque rituel, à 25 cm mais dont l'existence se trouve confirmée lorsque l'on regarde les histogrammes annuels (1966-1968 et 1974 par exemple) (fig. 27 a).

— Chez *S. aurita*. La composition en longueur est loin de présenter la même régularité (fig. 27 b). Pour un étalement des tailles allant de 15 à 28 cm, on observe deux modes assez nets à 19 et à 23 cm, la pente de l'histogramme à droite étant nettement moins abrupte que chez *S. maderensis*.

5.2.2. Composition année par année

— Chez *S. maderensis* (fig. 24 a, b, c). A quelques nuances près les années se ressemblent d'une façon tout à fait remarquable. Les distributions présentent le plus souvent un mode à 19 cm, parfois à 20 cm et plus rarement à 18 cm. De temps à autre, on note la présence d'un mode accessoire à 25 cm. L'abondance des poissons de moins de 15 cm est assez variable d'une année à l'autre. En 1965 la faiblesse de recrutement explique bien la médiocrité des rende-

ments en 1966, mais il semble difficile de rendre compte du niveau de la pêche une année donnée, uniquement par celui du recrutement l'année précédente, l'interaction avec *S. aurita* venant trop souvent compliquer le problème.

— Chez *S. aurita* (fig. 25 a, b, c). La composition en longueur est caractérisée par une extrême variabilité et aucune année ne correspond à la distribution de fréquence moyenne de la figure 27 b. D'année en année des groupes de taille différente prédominent dans les débarquements et le niveau du recrutement une année (poissons de 15 à 19 cm) conditionne assez nettement la pêche de l'année suivante. Ainsi, l'absence à peu près totale du recrutement en 1964, 1965 et 1966 explique la baisse progressive des rendements amorcée en 1974 et particulièrement nette en 1975. Toutefois, lorsque les recrues sont de très petite taille (14-15 cm), on évite de les pêcher car elles maillent très facilement et il faut alors des heures pour nettoyer la senne — ce qui aboutit à une sous-estimation très nette de leur abondance en 1971 par exemple.

5.2.3. Variations saisonnières

De l'examen des histogrammes mensuels des figures 24 et 25, il apparaît nettement, pour les deux espèces de sardinelles, que les poissons débarqués sont plus grands pendant la saison froide (mai-septembre) que le reste de l'année. Ceci est mis en évidence de façon plus claire par la figure 28 qui représente les variations mensuelles de la taille moyenne des sardinelles pêchées de 1964 à 1971, en même temps que les valeurs de la température et de la salinité.

Chez *S. maderensis* on a généralement un mode à 18-20 cm pendant la plus grande partie de l'année, sauf en saison froide, période durant laquelle on voit apparaître des individus plus grands (modes compris entre 20 et 25 cm). Le recrutement des jeunes (8 à 15 cm) a lieu à n'importe quelle époque de l'année, mais ces poissons ne sont pas recherchés car ils n'ont pas de valeur commerciale et de plus ils maillent très facilement. La situation à Pointe-Noire est différente de celle de Saint-Paul de Loanda et de Benguéla(1) où l'on a de grands individus en toutes saisons, des jeunes de 10 à 15 cm assez fréquemment et extrêmement peu de poissons entre 15 et 20 cm ; les grands individus débarqués à Pointe-Noire de septembre à janvier sont presque toujours pêchés au nord de l'Angola, d'Ambrizete à l'embouchure du Congo. Il y a donc très certainement une stratification de la population en fonction de la taille suivant la latitude : les jeunes *S. maderensis* venant, entre 15 et 20 cm approximativement, occuper la région de Pointe

(1) Voir Ghéno et Ribeiro, 1967, et Ghéno et Rosado, 1972.

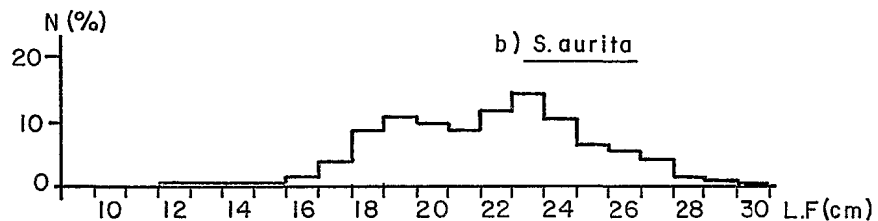
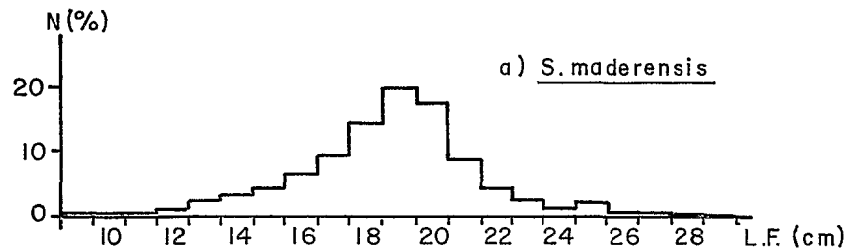


Fig. 27. — Distribution de longueur des captures de 1964 à 1975. a. *S. maderensis*; b. *S. aurita*.

Length frequencies of catches from 1964 to 1975. a. S. maderensis; b. S. aurita.

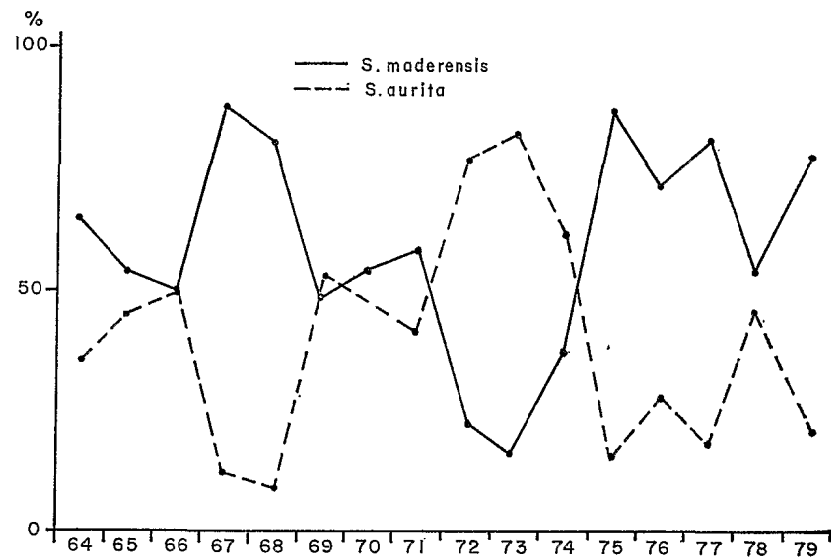


Fig. 29. — Pourcentage des prises de *S. aurita* et de *S. maderensis* dans les captures totales.

Percentage of S. aurita and S. maderensis in the total catches.

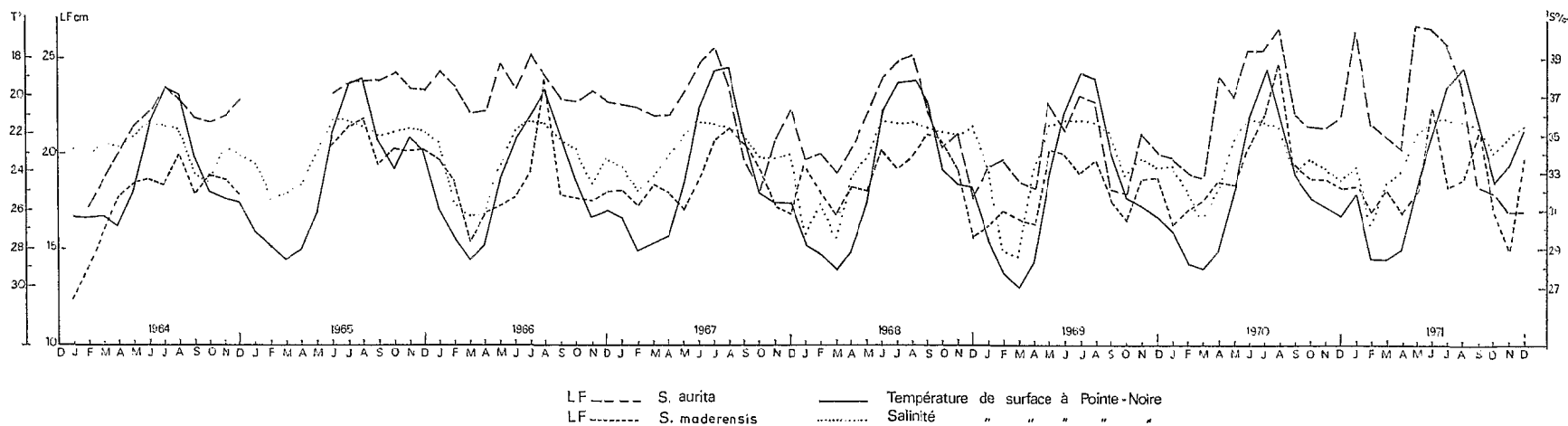


Fig. 28. — Variations mensuelles de la taille des sardinelles débarquées à Pointe-Noire de 1964 à 1971 et conditions hydrologiques de surface.

Monthly variations of the length of landed sardinella in Pointe-Noire (64-71) in regard with the hydrological conditions.

Noire pour émigrer ensuite en Angola où elles resteront alors toute leur vie, à part de brèves incursions au nord pendant la grande saison froide. Cette stratification a d'ailleurs été vérifiée lors d'une campagne d'écho-sondage et de pêche de l'« André-Nizery » en avril 1972 où les pêches suivantes ont été réalisées :

13 avril à Pointe-Noire : mode à 19 cm,
 14 avril à Djeno : mode à 18 cm,
 17 avril à Ambrizete : mode à 26 cm,
 17 avril à Ambrizete : mode à 24 cm,
 23 avril à Cabeça da Cobra : mode à 22 cm.

— Chez *S. aurita* : on peut distinguer en gros trois groupes d'individus :

. Les jeunes de 14 à 20 cm, qui apparaissent dans la pêcherie à partir d'octobre, parfois août-septembre et y restent jusqu'au mois d'avril de l'année suivante (fin de la grande saison chaude), époque à laquelle ils sont chassés plus au nord par les eaux froides. Pendant la grande saison chaude ils sont pêchés en assez petites quantités car ils sont alors dispersés et se tiennent souvent au voisinage du fond. En novembre 1971 les sardiniers portugais de Porto-Amboim et de Loanda pêchaient d'énormes quantités de jeunes *S. aurita* (15 cm) aux environs de 10° S. Par contre, en Angola, il semble y avoir très peu d'individus de 16 à 20 cm de longueur à la fourche bien que nous en ayons vus, en petites quantités, débarqués à Moçamedes en avril 1968.

. Les individus moyens, de 20 à 24 cm, sont présents à Pointe-Noire, surtout pendant les intersaisons, en mai-juin et de septembre à janvier, mais on les y rencontre assez souvent pendant la saison froide et, parfois (1966 et 1974), pendant la saison chaude ; de ce fait, ce groupe est le plus important pour la pêcherie de Pointe-Noire.

. Les poissons de 24 cm et au-dessus ne fréquentent les eaux de Pointe-Noire que pendant la grande saison froide et, parfois, pendant la petite saison froide. Pendant la petite saison chaude, on les pêche au nord de l'Angola (Saint-Paul de Loanda) où ils sont aussi présents en grande et petite saisons froides (Ghéno et Rosado, 1972). Pendant la grande saison chaude, on les retrouve au sud de l'Angola, de Moçamedes à la baie des Tigres (lat. 17° S) et parfois au nord de l'Angola.

La combinaison de l'extrême irrégularité du recrutement et de la présence dans la région de Pointe-Noire de groupes de taille peu différents suivant la saison est responsable du caractère très capricieux de la pêche de *S. aurita* à Pointe-Noire : si l'on considère une classe annuelle donnée, remarquable par son importance, elle donnera d'abord lieu à de grosses pêches de poissons de petite taille pendant une grande partie de l'année et au fur et à mesure

qu'elle vieillira, elle s'absentera de plus en plus longtemps en même temps que son abondance ira en s'atténuant ; au bout de quelques années on ne la pêchera plus à Pointe-Noire que pendant les deux ou trois mois de saison froide, sa disparition étant à peu près totale au bout de cinq ans environ (fig. 26).

5.3. ANALYSE PONDÉRALE

Le tableau suivant donne les tonnages débarqués par espèce par les sardiniers ponténégrins de 1964 à 1979. Il en ressort que :

— en moyenne sur 16 ans, *S. maderensis* a représenté 57 % des captures contre 43 % pour *S. aurita* ;

— les variations de capture pour *S. maderensis* sont moins fortes d'une année à l'autre que pour *S. aurita* ;

— les captures minimum pour une espèce correspondent sensiblement au maximum pour l'autre (fig. 29) et la première explication qui vient à l'esprit est qu'il y a concurrence vitale entre ces deux espèces qui occupent la même niche écologique. Une autre explication possible est que *S. maderensis*, plus côtière donc plus difficile à pêcher, car les petits fonds dans la région de Pointe-Noire sont souvent rocheux et facilement accrochés par les sennes dont la chute utile ne dépasse pas vingt-cinq mètres, est délaissée au profit de *S. aurita* dès que celle-ci devient assez abondante.

	<i>S. maderensis</i>	<i>S. aurita</i>
1964....	1 103	592
1965....	980	846
1966....	678	664
1967....	1 447	186
1968....	2 632	609
1969....	890	948
1970....	1 259	1 077
1971....	1 403	1 018
1972....	1 600	5 343
1973....	1 061	5 047
1974....	2 485	3 855
1975....	4 282	646
1976....	3 920	1 546
1977....	4 180	900
1978....	2 273	1 926
1979....	4 998	1 511

Tonnage de sardinelles débarquées à Pointe-Noire.

6. Détermination de l'âge, croissance

6.1. DÉTERMINATION DE L'ÂGE CHEZ LES JUVÉNILES

Cette détermination repose sur l'utilisation combi-

née de la méthode de Petersen et des moyennes vertébrales.

Nous avons vu précédemment (cf. § 1.2.2.) que la moyenne vertébrale d'un échantillon homogène de jeunes individus permettait de préciser d'une manière très satisfaisante la saison d'éclosion, les moyennes élevées correspondant à des individus nés en saison froide et les moyennes basses à ceux nés en saison chaude ; notons cependant que la précision est meilleure pour la période froide du fait de sa brièveté. Il a ainsi été montré que les sardinelles juvéniles de 3 à 5 cm étaient âgées de 2 mois pour *S. aurita* et 3 mois pour *S. maderensis*. Chez cette dernière espèce, des cohortes de jeunes ont pu être suivies dans les pêches à la senne de plage puis à partir de 10-12 cm dans les débarquements de sardiniers jusqu'à la taille de 18-20 cm. Les individus nés par exemple pendant la saison froide 1965 atteignaient 10 cm en mars 1966 et 17 cm en septembre de la même année.

Chez *S. aurita* il a été possible de suivre de semaine en semaine et pendant 2 mois, la croissance d'une cohorte isolée dont l'éclosion se situait pendant la saison chaude 1968 (Gheno, 1975). La longueur modale des poissons échantillonnés passait durant cette période de 4 cm à 8 cm alors que la moyenne vertébrale restait comprise entre 47,30 et 47,40 (fig. 30).

Par contre, au-delà de 10 cm, il n'a guère été possible de suivre la progression des modes, les cohortes successives se mélangeant et des individus d'origines assez lointaines venant probablement se joindre à ceux nés dans la région de Pointe-Noire. Aussi pour tenter de retrouver une certaine continuité entre les individus de 8-10 cm et les premières tailles capturées par la pêcherie industrielle (17-19 cm), avons-nous dû suivre les variations de l'indice gonadosomatique des adultes d'une part (cf. § 1.3), les rendements des pêches à la senne de plage d'autre part et confronter ces données à celles du recrutement dans la pêcherie sardinière. Il ressort assez nettement de ces analyses que les poissons nés durant la saison principale de ponte en mai-juin d'une certaine année, atteignaient 17 à 20 cm à la petite saison chaude de l'année suivante soit dix-huit mois plus tard ; ceux nés en décembre-janvier arrivaient à cette taille en juin-juillet de l'année suivante (Gheno, 1975). Cette correspondance a été vérifiée un nombre de fois suffisant pour que l'on puisse la considérer comme sûre et l'utiliser pour prévoir l'arrivée des recrues dans la pêche commerciale.

6.2. DÉTERMINATION DE L'ÂGE CHEZ LES ADULTES

À l'exception d'un groupe de *S. maderensis* issu d'une ponte de grande saison froide en 1965 et suivi jusqu'en septembre 1967 (Gheno et Le Guen, 1965), il n'a absolument pas été possible de retrouver à partir

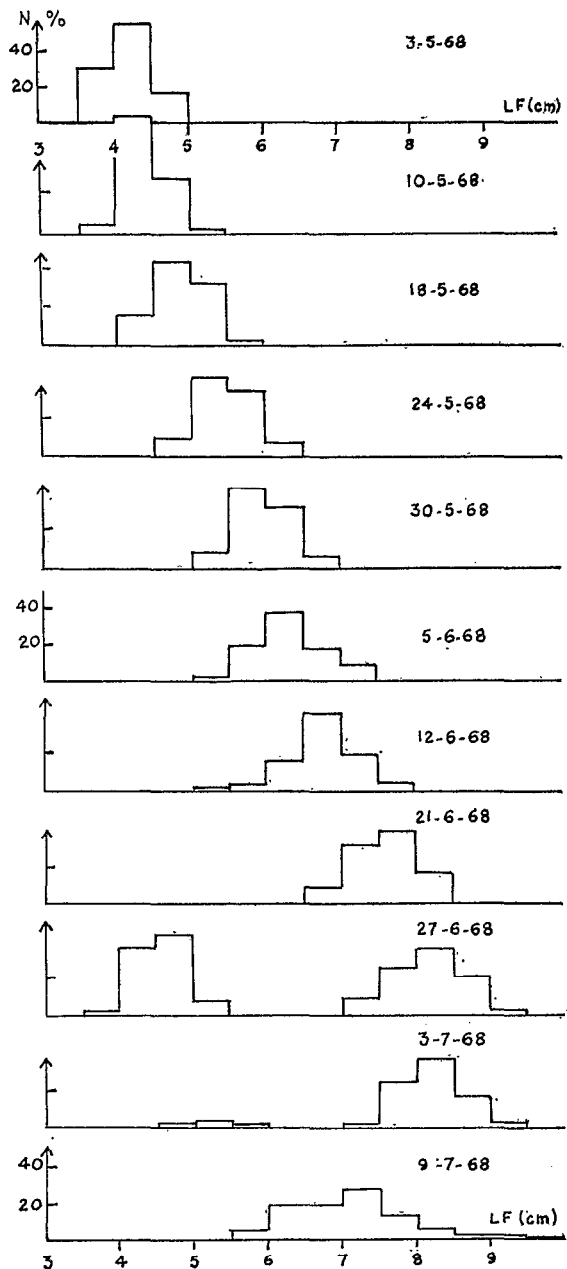


Fig. 30. — Histogramme de fréquence de longueur d'une cohorte de *S. aurita* suivie dans les pêches à la senne de plage.
Length frequencies of *S. aurita* cohort caught by beach seine.

de 18-20 cm, une filiation cohérente entre les différents modes. La lecture des otolithes n'ayant d'autre part pas donné les résultats que l'on pouvait en attendre, la lecture des écailles a donc été utilisée pour déterminer l'âge des individus adultes.

6.2.1. Lecture d'écaïlles

MÉTHODE

D'une manière générale, les écaïlles présentent une ornementation superficielle de minuscules crêtes ou stries concentriques formées par les stéréoblastes au cours de la croissance et appelé *circuli*. Comme la majorité des pièces osseuses, ces écaïlles vont enregistrer toutes les étapes de la croissance de l'individu et tout facteur influant sur cette croissance va automatiquement engendrer une modification ou une discontinuité dans la structure de l'écaïlle. Ainsi, lorsque la croissance est rapide, les *circuli* sont espacés et cela va se traduire sur l'écaïlle par l'apparition d'une zone claire. En revanche dans le cas d'une croissance très lente, les *circuli* très rapprochés vont former une zone sombre ou *annulus*. Après une période de croissance très lente, les premiers *circuli* formés ne vont pas être rigoureusement parallèles aux précédents. Il y aura alors une ligne de discontinuité entre les différentes périodes de croissance.

L'alternance de ces zones, claires et sombres, peut donc fournir le moyen d'apprécier l'âge du poisson dans la mesure où l'on pourra dater la périodicité de leur apparition. Il convient cependant de ne prélever que des écaïlles bien formées et facilement lisibles du centre à la périphérie. Seront ainsi rejetées toute les écaïlles présentant des apparences de lépidoclasie macrocentrique, c'est-à-dire celles dont la disposition régulière des *circuli* a été secondairement altérée, qu'il s'agisse d'écaïlles néo-formées par régénération ou d'écaïlles anciennes dont la partie centrale est en cours de remaniement (Daget et Le Guen, 1975).

Dans le cas des sardinelles, les écaïlles ont été choisies de préférence au-dessous et un peu en arrière de la nageoire pectorale ; c'est en effet dans cette zone qu'elles sont le plus lisibles et qu'elles se prêtent le mieux au montage du fait de leur faible convexité. Rincées à l'eau entre le pouce et l'index, elles sont ensuite collées par leur face interne avec de la gomme arabique sur une lame porte-objet. La lecture se fait à la loupe binoculaire, les lames étant éclairées par en dessous à l'aide d'une rampe lumineuse.

Chez les deux espèces il a été possible d'observer des anneaux d'arrêt de croissance ou *annuli*. Ils sont généralement plus nets, plus constants et plus réguliers chez *S. aurita* que chez *S. maderensis*.

INTERPRÉTATION

Anneaux saisonniers

Les quatre saisons (petite et grande saisons chaudes, petite et grande saisons froides) se lisent généralement bien, particulièrement pour la première année d'existence du poisson, caractérisée par une croissance rapide. Durant la seconde année, les marques des quatre saisons peuvent parfois être

observées mais le plus souvent un seul *annulus* et une seule zone de croissance active sont nets, de même que pour les années suivantes. Les zones de croissance correspondent aux eaux froides et riches du point de vue alimentaire et les *annuli* aux eaux chaudes et pauvres. La zone de grande saison froide est nettement plus large que celle de petite saison froide. L'ensemble grande saison chaude - petite saison chaude peut se marquer la première année soit par un *annulus* double bien net, soit par un seul *annulus*, soit enfin par une série de trois ou quatre *annuli* correspondant vraisemblablement à la grande saison chaude et aux oscillations thermiques qui précèdent son établissement ; ceci représente évidemment une source de difficultés importante dans la lecture des écaïlles.

Anneaux non saisonniers

Alors que les anneaux saisonniers sont nets et peuvent être suivis sur tout le pourtour de la partie antérieure de l'écaïlle, on peut également observer des anneaux non saisonniers moins nets, très souvent discontinus et dont la position vient rompre la régularité d'ensemble des précédents ; ce sont les « *falserings* » des auteurs anglo-saxons qui rendent souvent impossible la lecture de l'écaïlle et dont l'origine serait le plus souvent un « *stress* » subi par le poisson.

Age à la formation du premier annulus

S. maderensis :

Le premier *annulus* se forme précocement et on a réussi à le voir apparaître, progressivement « *révélé* » par la formation de la zone de croissance claire de saison froide sur des cohortes de juvéniles dont on suivait par ailleurs la croissance par la méthode de Petersen ; il est alors assez flou et relativement large (Ghéno et Le Guen, 1968). Il a pu ainsi être observé, en grande saison froide, sur des poissons de 12 cm (LF) nés un an auparavant et qui mesuraient environ 10 cm à la fin de leur première saison chaude. Le problème se complique évidemment lorsque la naissance a lieu pendant la grande saison chaude ou peu de temps avant celle-ci : il faut la plupart du temps attendre une année supplémentaire pour que se forme le premier *annulus*.

S. aurita :

Alors que la scalimétrie est impossible chez *S. maderensis* du fait de la difficulté que l'on a pour repérer le centre de l'écaïlle, chez *S. aurita*, par des mensurations de la distance de ce centre au bord antérieur on a pu montrer qu'il y avait proportionnalité entre cette distance et la longueur du poisson (Ghéno, 1975). Le nuage de points représentatifs de la longueur du corps et de la longueur des écaïlles étant assez dispersé, on ne peut espérer cependant

une précision supérieure à 2 ou 3 cm sur les « rétro-calculs » de longueurs basés sur cette méthode. Les valeurs de L_1 (longueur à la formation du premier annulus) étant comprises généralement entre 13 et 19 cm (Ghéno, 1968), on doit admettre, compte tenu de ce qui a été observé pour la croissance des jeunes *S. aurita*, 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 grande 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 en octobre-novembre, c'est-à-dire pendant la petite saison chaude.

Valeur de la méthode

Chez les sardinelles de la région de Pointe-Noire la lecture des écailles est loin d'être aussi facile que chez les Clupeidae des mers froides : alors que chez le hareng la détermination de l'âge est possible chez 90 % au moins des individus, chez *S. aurita* et *S. maderensis* elle ne l'est que pour 20 à 50 % des poissons, selon l'expérience et l'optimisme de l'observateur. Ces résultats ne permettent pas l'utilisation de la méthode pour l'établissement de clés âge-longueur mais ont permis tout de même une étude satisfaisante de la croissance et de la mortalité ; ils sont en tous cas plus intéressants que ceux de Navarro (1932) pour *S. aurita* des Canaries où seulement quelques individus isolés avaient des écailles lisibles.

6.2.2. Étude de la croissance. — Couples âge-longueur

Les données utilisées pour l'étude de la croissance proviennent d'une part des distributions de fréquences de longueurs et d'autre part des lectures d'écailles.

S. maderensis (tabl. I)

La moyenne vertébrale a permis de déterminer la saison de naissance jusqu'à l'âge de deux ans environ. Au-delà de deux ans, la lecture des écailles seule permet l'estimation de l'âge à 5 mois près environ, ce qui est largement suffisant vu la lenteur de la croissance au-delà de 18 mois.

S. aurita (tabl. II)

La saison de naissance a pu être fixée avec précision jusqu'à l'âge de 18 mois environ :

- par la moyenne vertébrale jusqu'à 10 cm (4 mois)
- par la confrontation au-delà de 4 mois, des

TABLEAU I

S. maderensis. Couples âge-longueurs () nombre d'observation.

TABLE I

S. maderensis. Age-length data

Age (mois)	LF (cm)	Age (mois)	LF (cm)
3 (50)	4,5	42 (2)	22,5
8 (16)	12,6	44 (1)	20,2
10 (9)	12,9	46 (5)	23,6
12 (13)	15,1	47 (8)	24,2
14 (10)	17,4	48 (13)	24,7
15 (9)	17,6	50 (4)	25,0
17 (7)	18,7	51 (1)	20,8
19 (8)	19,3	52 (5)	25,3
20 (9)	19,5	54 (7)	23,1
21 (9)	20,5	55 (1)	20,8
22 (5)	20,8	57 (1)	25,2
25 (2)	22,7	58 (3)	25,2
28 (10)	22,5	59 (4)	24,3
30 (4)	21,9	60 (11)	25,5
33 (1)	21,5	62 (5)	23,7
34 (3)	21,6	64 (1)	25,5
35 (12)	23,0	66 (8)	25,0
36 (12)	23,4	69 (1)	24,8
37 (2)	23,5	71 (7)	25,7
38 (4)	24,4	72 (1)	25,0
40 (5)	24,6	73 (1)	24,4

TABLEAU II

S. aurita. Couples âge-longueurs () nombre d'observation.

TABLE II

S. aurita. Age-length data

Age (mois)	LF (cm)	Age (mois)	LF (cm)	Age (mois)	LF (cm)
2 (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)	20,2	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)	23,3	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

données sur le recrutement et des valeurs de l'indice gonado-somatique, l'interdépendance des deux phénomènes étant particulièrement nette et régulière.

Pour les classes adultes, l'âge a été déterminé par la lecture des écailles et la date de naissance a été fixée au 1^{er} janvier ou au 1^{er} mai de l'année précédant la formation du premier anneau de grande saison chaude.

Il convient de noter que chez les deux espèces de sardinelles les études de croissance n'ont pas été faites séparément pour les mâles et les femelles ; en effet, l'écart entre les deux sexes ne devient net qu'à partir de 24-25 cm et donc n'intéresse qu'une fraction très faible de la population.

6.2.3. Équations de croissance

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

Tomlinson et Abramson (1961). Le traitement des données a été fait sur ordinateur IBM grâce au programme CIAT D05 établi par Abramson et modifié par Psaropoulos.

Les paramètres de l'équation : $L = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$ sont donnés dans le tableau III.

La croissance est donc un peu plus rapide chez *S. aurita*, mais chez les deux espèces, on peut considérer qu'elle est pratiquement terminée à 3 ans.

Il n'a pas été fait d'étude de la croissance de *S. maderensis* en d'autres régions. Toutefois en Angola où les longueurs modales de 25 et 26 cm ne sont pas rares, la croissance serait probablement un peu plus rapide qu'au Congo et la longueur asymptotique plus élevée, ce qui concorderait bien avec le gradient croissant de taille nord-sud observé.

Chez *S. aurita*, si l'on excepte les résultats de Postel trop fragmentaires pour être pris en considé-

TABLEAU III

Paramètres de croissance de *S. maderensis* et *S. aurita*. () valeur des erreurs standard.

TABLE III

Growth parameters for *S. maderensis* and *S. aurita*. () standard errors

	<i>S. maderensis</i>	<i>S. aurita</i> (naissance supposée : 1 ^{er} janvier)	<i>S. aurita</i> (naissance supposée : 1 ^{er} mai)
L	24,93 (0,13)	25,97 (0,11)	26,00 (0,07)
K	0,082362 (0,002244)	0,085283 (0,001866)	0,100709 (0,000173)
t_0	0,2877 (0,1939)	-1,0626 (0,168732)	-0,3553 (0,0973)

Dans le tableau IV suivant, figurent les longueurs calculées aux différents âges pour les deux espèces.

TABLEAU IV

TABLE IV

	<i>S. maderensis</i>	<i>S. aurita</i>	<i>S. aurita</i>
		(naissance 1 ^{er} janvier)	(naissance 1 ^{er} mai)
Age	Longueur (cm)	Longueur (cm)	Longueur (cm)
1 an	15,43	17,37	18,46
2 ans	21,39	22,88	23,66
3 ans	23,62	24,85	25,22
4 ans	24,44	25,55	25,74
5 ans	24,75	25,81	25,95
6 ans	24,86	25,92	25,98

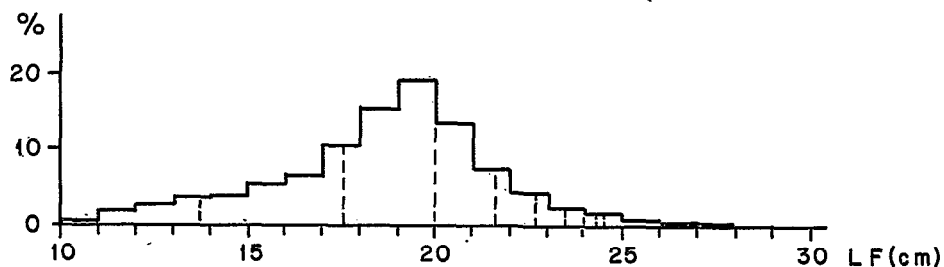


Fig. 31. — *S. maderensis*. Distribution de fréquences de largeur (1964-1970).
S. maderensis. Length frequencies (1964-1970).

Log (A% x 10³)

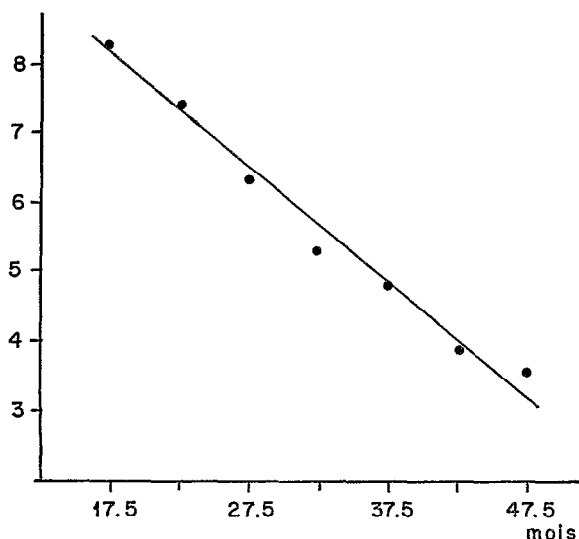


Fig. 32. — *S. maderensis*. Indice d'abondance des différents groupes d'âge.

S. maderensis. Abundance index of different year classes.

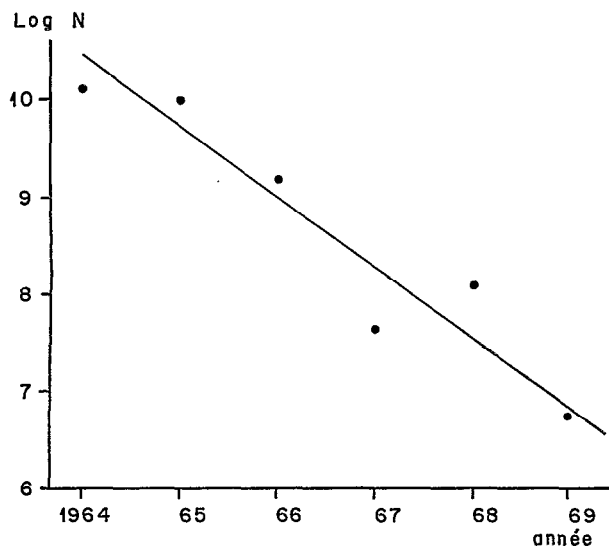


Fig. 33. — *S. aurita*. Poissons nés en 1963 ou avant. Indice d'abondance en saison froide 1964-69.

S. aurita. Fishes born in 1963 or before. Abundance index during cold season 1964-69.

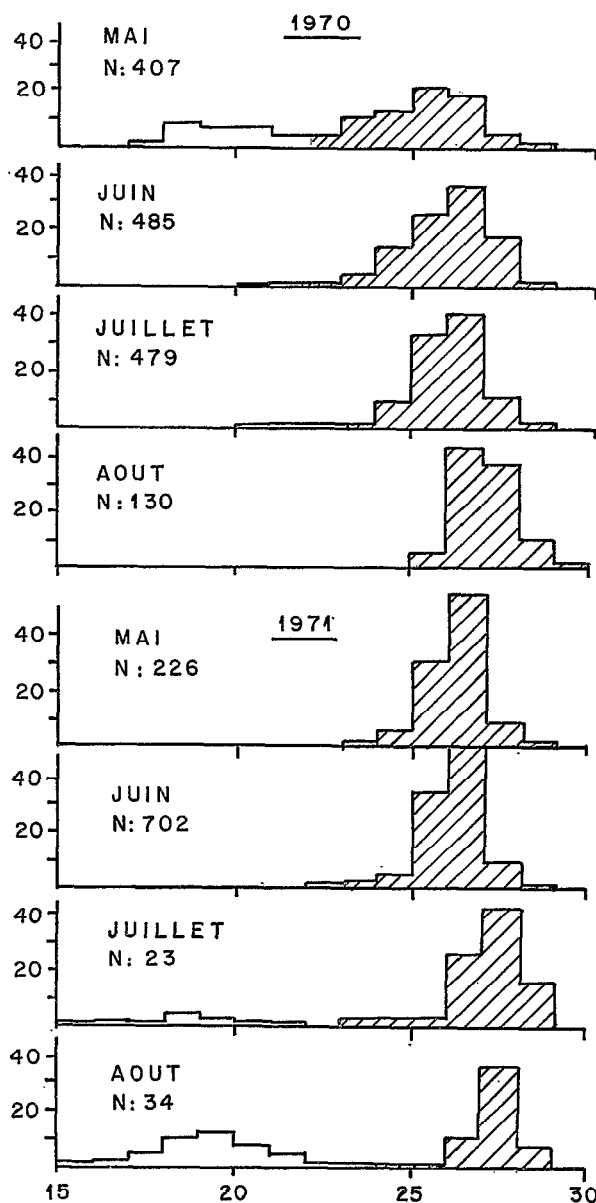


Fig. 34. — *S. aurita*. Histogrammes de fréquences de longueur en saison froide 1970 et 1971.

S. aurita. Length frequencies during cold season 1970 and 1971.

ration, la croissance a également été étudiée au Brésil, aux Canaries, en Israël et aux Baléares ; c'est au Congo que la croissance est la plus rapide. Au Sénégal, où la taille atteinte par les adultes est nettement supérieure à celle observée à Pointe-Noire, d'après Boely (1979), *S. aurita* atteindrait environ 21 cm à 1 an et 27 cm à 2 ans.

6.3. LA RELATION POIDS-LONGUEUR

La relation poids-longueur a été étudiée d'une façon détaillée par Fontana-Pianet (1973) qui soulignent son importance dans l'estimation de la structure des débarquements à partir des distributions de fréquences de longueurs des échantillons. En outre, tout comme le facteur de condition $\frac{P}{L^3}$ elle est soumise à des variations saisonnières et annuelles qui fournissent des renseignements non dépourvus d'intérêt sur la biologie des sardinelles.

6.3.1. *S. maderensis*

L'étude séparée des mâles, des femelles et des immatures ayant montré que pour une taille donnée, et pour un mois donné il n'y avait pas de différence significative entre ces trois groupes, il n'a pas été tenu compte du sexe dans l'analyse des données.

La relation poids-longueur a été calculée mois par mois pour les classes de longueur suivantes :

- moins de 15 cm,
- de 15 à 20 cm,
- de 20 à 25 cm,
- plus de 25 cm.

Après comparaison des exposants calculés, Fontana et Pianet ont trouvé que de janvier à juin toute les classes de longueurs pouvaient être regroupées en une seule, la relation poids-longueur s'écrivant :

$$P = 8,94 \cdot 10^{-6} L^{3,099}$$

où L est la longueur à la fourche en mm et P le poids en grammes.

De juillet à décembre il conviendrait de séparer les poissons de moins de 20 cm de ceux de plus de 20 cm de longueur à la fourche. Dans le premier cas on a la relation,

$$P = 2,01 \cdot 10^{-6} L^{3,404}$$

et dans le deuxième cas

$$P = 3,87 \cdot 10^{-6} L^{2,843}$$

Si l'on regroupe toutes les classes de longueur pour tous les mois de l'année, on obtient la relation moyenne :

$$P = 5,94 \cdot 10^{-6} L^{3,183}$$

Quelles que soient les relations utilisées, les valeurs calculées pour une longueur donnée restent assez voisines, les différences trouvées dépassant rarement les irrégularités d'échantillonnage ; en conséquence, la relation moyenne, donnée en dernier, suffit largement pour les besoins de nos calculs.

Pour les poissons de moins de 20 cm qui représentent, de loin, la part la plus importante des débarquements du port de Pointe-Noire l'exposant de la relation poids-longueur est maximum en fin de saison froide alors que chez les sujets de 20 cm, le maximum se situe en fin de saison chaude.

6.3.2. *S. aurita*

L'exposant est bas en saison chaude et élevé à partir de la fin de la saison froide jusqu'à la fin de l'année (août-décembre).

La relation poids-longueur moyenne pour toutes classes de longueur est la suivante

$$P = 4,25 \cdot 10^{-6} L^{3,218}$$

Le tableau V donne la clé longueur-poids pour les deux espèces.

TABLEAU V
TABLE V

LF (cm)	Poids (g)	
	<i>S. aurita</i>	<i>S. maderensis</i>
15	43	50
16	53	61
17	64	74
18	77	90
19	91	106
20	108	125
21	126	146
22	147	170
23	169	195
24	194	225
25	221	255
26	251	289
27	283	326
28	319	365
29	357	409
30	398	455

7. Mortalité

7.1. *S. maderensis* (1)

Du fait du cycle continu recrutement-émigration entre l'Angola et les côtes congolaises, il est difficile de suivre pendant longtemps une classe d'âge dans

(1) Ghéno (Y.), 1973.

la pêcherie de Pointe-Noire car les poissons adultes de grande taille restent la plus grande partie de leur temps le long du littoral d'Angola. Cependant, grâce à l'échantillonnage régulier des débarquements à Pointe-Noire depuis 1964, la composition en longueur de la fraction de population exploitée par les sardi-niers ponténégrins est connue mois par mois. Il a donc suffi d'additionner les prises par jour de mer par classe de longueur de tous les mois de 1964 à 1970 pour avoir la composition moyenne annuelle en tailles des prises. A partir de ces valeurs moyennes (tableau VI) deux méthodes ont été employées pour estimer la mortalité.

TABLEAU VI
TABLE VI

LF	N	%
8	250	0,0
9	7 476	0,1
10	17 003	0,3
11	90 797	1,8
12	139 908	2,8
13	168 261	3,4
14	192 128	3,8
15	263 676	5,3
16	338 298	6,8
17	527 784	10,5
18	781 099	15,6
19	951 885	19,0
20	687 336	13,7
21	354 908	7,1
22	209 610	4,2
23	127 771	2,6
24	82 422	1,6
25	41 411	0,8
26	17 319	0,3
27	9 959	0,2
28	146	0,0

1^{re} méthode : elle utilise la formule de Beverton et Holt :

$$Z = \frac{K (L_{\infty} - L)}{(L - L_0)}$$

où Z représente le coefficient de mortalité totale

K = 0,98 et L_{∞} = 24,93 cm, sont les paramètres de croissance

L = 21,24 cm, est la longueur moyenne après le recrutement et L = 19,50 cm, la longueur au recrutement.

La valeur de Z = 2,12 donnée par cette formule correspond en fait à la mortalité apparente qui rend compte de la mortalité réelle, de l'émigration et du

recrutement dans la mesure où celui-ci n'est pas nécessairement terminé à 19,50 cm. On aurait ainsi :

$$\text{Mortalité totale apparente} = \text{mortalité totale réelle} + \text{émigration} - \text{recrute-ment.}$$

La mortalité calculée par cette méthode ne vaut évidemment que ce que valent les paramètres utilisés et de plus ne concerne que la fraction la plus âgée de la population exploitée au Congo.

2^e méthode : l'histogramme de fréquences de longueurs a été découpé en tranches d'âge égales, délimitées par des perpendiculaires à l'axe des x dont l'abscisse correspond à la longueur à la fourche, calculées pour des âges donnés. Ces âges ont été arbitrairement choisis par tranche de 5 mois (5-10-15... 45 et 50 mois) et les longueurs correspondantes calculées d'après l'équation de croissance (8,02-13,73-17,50... 24,29 et 24,52 cm).

Les portions de l'histogramme délimitées par ces perpendiculaires auront alors des aires proportionnelles au nombre d'individus de la population pour les intervalles d'âge considérés. Ces aires (fig. 31) pourront donc être assimilées à des indices d'abondance de la population à chaque âge et permettre de calculer par méthode semi-graphique une valeur moyenne mensuelle de Z, cette valeur correspondant à la pente de la droite de régression Log A — T (T étant le milieu de l'intervalle d'âge : 17,5 pour l'intervalle 15-20, etc.) (fig. 32). Ainsi pour l'intervalle 17,5-45,5 mois, la valeur de Z mensuelle est de 0,162, ce qui donne une valeur annuelle moyenne de 1,946. Cette dernière valeur est donc très proche de celle déduite de l'équation de Beverton et Holt.

Ces résultats indiquent donc que, si l'on considère que le recrutement est terminé à 17,5 mois, chaque année 87 % en moyenne des individus d'un âge donné disparaissent en raison de la mortalité naturelle, de la mortalité par pêche et du phénomène d'émigration.

7.2. S. AURITA (1)

Pour différentes raisons, il n'est pas possible de calculer la mortalité en comparant à un moment donné l'abondance des classes d'âges successives et présentes en même temps dans les débarquements. En effet, le recrutement de *S. aurita* est extrêmement variable. De plus, l'arrivée des individus dans la fraction adulte du stock a lieu entre 2 et 3 ans mais les écailles sont souvent difficiles à interpréter après 4 ans. On ne pourrait donc avoir un indice d'abondance que pour les poissons de 3 et 4 ans.

Aussi, s'il est délicat d'identifier une classe annuelle pendant plusieurs années consécutives, il est assez

(1) Ghéno (Y.), 1973.

facile, le recrutement étant à peu près nul pendant des périodes assez longues, d'individualiser un groupe de plusieurs classes annuelles si elles sont précédées et suivies par plusieurs classes très creuses. C'est ainsi qu'en 1962 et en 1963 le recrutement était très important, alors que les classes nées en 1964 et en 1965 étaient pratiquement négligeables, la classe 1966 étant elle-même peu abondante ; dans ces conditions, la lecture des écailles a permis de différencier d'une manière très satisfaisante d'une part les poissons nés en 1963 et avant, et d'autre part ceux nés en 1965 et après. Ainsi a pu être calculé pour les 4 mois de saison froide des années 1964 à 1969 l'indice d'abondance (poissons pêchés par jour de mer) des classes nées en 1963 et avant. Ces estimations ont été faites à partir des données fournies par un bateau ayant pêché durant tout cet intervalle de temps dans la même région, avec le même matériel et le même équipage.

En portant en ordonnées le logarithme de l'abondance des classes 1963 et des classes antérieures et en abscisse le temps en années (fig. 33), on obtient, de 1964 à 1969, un ensemble de 6 points et la pente de la droite de régression correspondante fournit la mortalité Z qui est égale à 0,68 (50 % par an) avec un coefficient de corrélation égal à $-0,94$. Si, considérant qu'en 1964 le recrutement des poissons nés en 1963 n'étant pas complet, on calcule la mortalité pour la période 1965-1969, on trouve $Z = 0,76$ (53 % par an) avec un coefficient de corrélation égal à $-0,93$. Un calcul analogue a été refait avec les données provenant de l'autre sardinier en activité à Pointe-Noire pour les deux années 1970-1971 en considérant cette fois les classes nées en 1968 et avant (la classe 1969 n'étant de toute évidence pas présente pendant la saison froide en 1970 et 1971) : on trouve $Z = 0,79$ ce qui est assez voisin du résultat précédent (fig. 34).

8. Comportement et migrations (fig. 35 et 36)

8.1. LES SARDINELLES JUVÉNILES ET « ADOLESCENTES »

Les sardinelles juvéniles n'effectuent certainement pas de migrations de grande amplitude, du fait de leur taille. On a pu observer des mouvements de va-et-vient perpendiculaires à la côte, vers le rivage au crépuscule et vers le large à l'aube (Gheno et Poinard, 1968) la plupart des individus dépassant peu la frange littorale délimitée par l'isobathe des 10 m (on rencontre parfois des bancs de très petites *S. aurita* très loin au large mais ceci ne doit représenter qu'une fraction très modeste de la population).

Lorsqu'elles ont atteint la taille de 8-10 cm, elles partent plus au large et on capture peu d'individus de plus de 10 cm à la senne de plage sauf, ce fut le cas

en grande saison chaude en 1966 pour *S. maderensis*, lorsque les jeunes recrues sont particulièrement abondantes. A cette taille, leur comportement ne semble pas présenter de différence très grande de celui des juvéniles. Pendant la petite saison chaude les bancs sont de très petite taille et extrêmement dispersés ce qui leur donne à l'écho-sondeur l'apparence de « grains ». En tournant la senne à l'aveuglette sur des formations présentant cet aspect sur le papier enregistreur du sondeur, on capture fréquemment quelques centaines de kilos, voire une ou deux tonnes de sardinelles alors qu'on ne voit rien à la surface de l'eau.

Chez *S. aurita* : de 10 à 15 cm le poisson occupe surtout la région située entre l'embouchure de la Nyanga et le cap Lopez cependant que, de 15-16 cm à 20 cm, on le trouve surtout de Mayoumba à l'embouchure du Congo et sans doute au nord de l'Angola.

En dehors de leurs allées et venues entre la surface et le fond, ces sardinelles n'effectuent pas de véritables migrations saisonnières. C'est en général vers la fin de la petite saison chaude (fin octobre-début novembre) que les poissons de 15 à 18 cm venus du nord arrivent à Pointe-Noire où ils commencent à être exploités par la pêche commerciale.

Chez *S. maderensis* : jusqu'à 10-15 cm les jeunes sont dispersés tout le long de la côte depuis Baia Farta jusqu'à Mayoumba. A partir de 15 cm, taille à laquelle commence le développement des gonades, le poisson se regroupe au nord de l'embouchure du Congo jusqu'à Nyanga où il reste jusqu'à la taille de 20 cm environ qui correspond en gros à la première ponte. Cette fraction de la population occupe la bande comprise entre les isobathes 10 et 35 m ; les mouvements verticaux sont donc limités et les migrations horizontales le long de la côte sont vraisemblablement très restreintes, l'aire de distribution étant en gros comprise entre les parallèles 2° et 6° S.

8.2. LES ADULTES

Les sardinelles adultes évoluent soit en surface, soit à mi-eau et ne sont pratiquement jamais capturées au chalut sur le fond ce qui signifie qu'elles ne doivent s'y trouver qu'exceptionnellement. Comme les sardinelles « adolescentes », elles peuvent se présenter en bancs de très petite taille ou en formations très importantes représentant plusieurs centaines de tonnes de poisson. Les bancs de *S. maderensis* sont souvent plus étalés en surface que ceux de *S. aurita* et donnent alors l'impression d'être beaucoup plus importants qu'ils ne le sont en réalité.

La nuit le poisson est souvent dispersé en couches diffuses proches de la surface. On observe fréquemment une stratification verticale suivant la taille, les individus plus petits étant plus près de la surface.

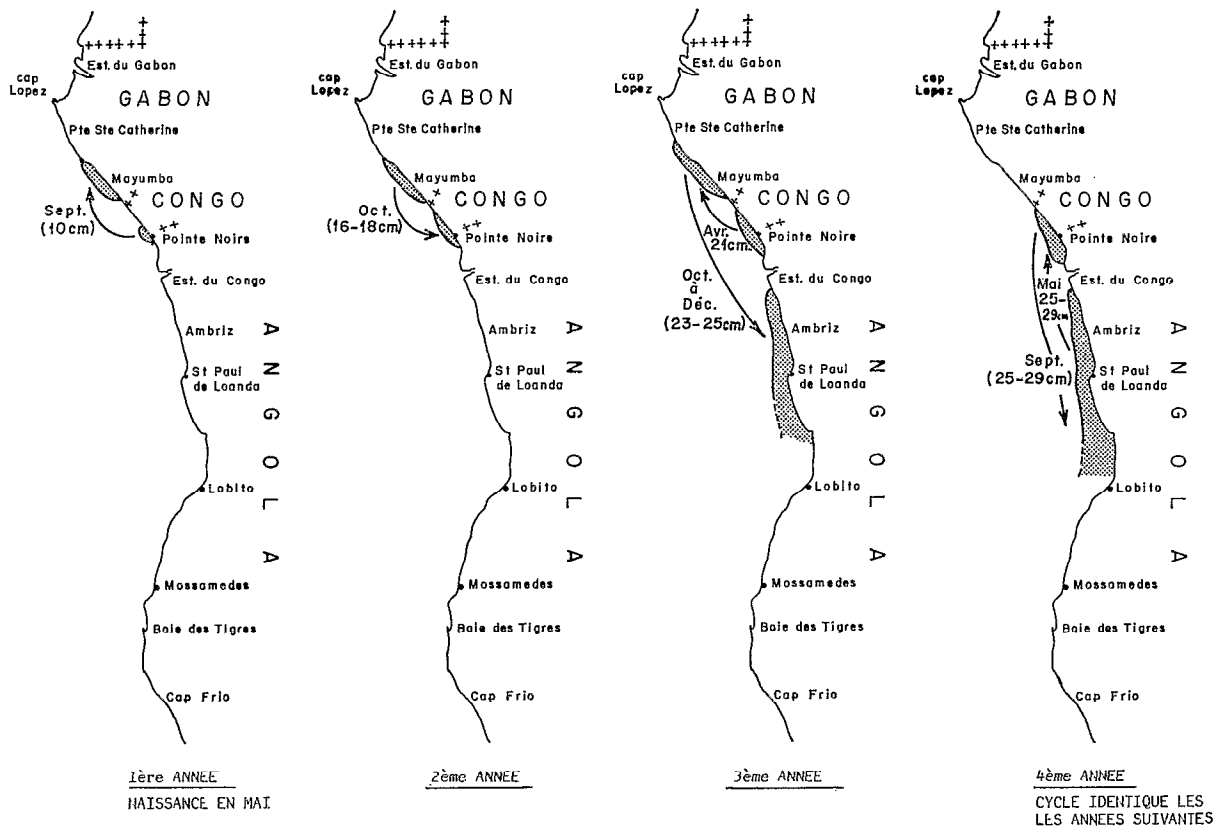


Fig. 35. — Représentation schématique du cycle de migration d'une cohorte de *S. aurita* née dans la région de Pointe-Noire.
Migratory pattern scheme of S. aurita cohort born in Pointe-Noire area.

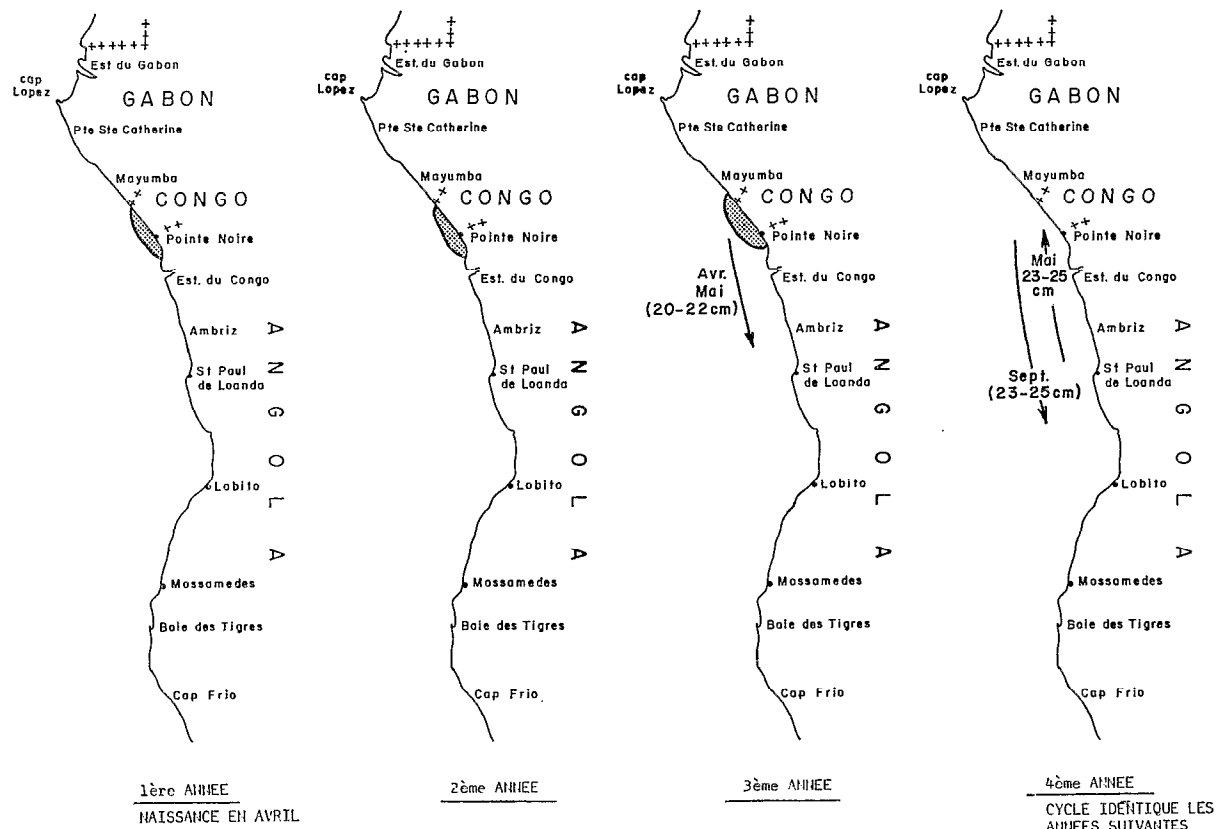


Fig. 36. — Représentation schématique du cycle de migration d'une cohorte de *S. maderensis* née dans la région de Pointe-Noire.
Migratory pattern scheme of S. maderensis cohort born in Pointe-Noire area.

C'est surtout à l'aube et au crépuscule que l'on observe des concentrations importantes en surface faciles à pêcher à la senne. Leur nage peut être très rapide et atteindre 8 à 9 nœuds.

Le rôle de la vision est très important chez les sardinelles adultes et leur pêche peut devenir pratiquement impossible à la senne quand l'eau est trop claire, chose relativement fréquente pendant la saison chaude dans le nord de l'Angola.

— *Sardinella maderensis*. On a vu précédemment que l'analyse des distributions de fréquences de longueurs des poissons débarqués à Pointe-Noire et à Saint-Paul de Loanda ainsi que l'étude du nombre de branchiospines faite par Rossignol et Monteiro, montraient de façon nette le regroupement, sur les côtes du Congo et du sud Gabon, des individus de 16 à 20 cm, qu'ils soient nés au nord ou au sud de l'estuaire du Congo. Au-delà de 20 cm et au fur et à mesure qu'ils grandissent, les individus adultes sont de plus en plus rarement pêchés dans la région de Pointe-Noire et, au-delà de 22-23 cm on ne les retrouve pratiquement plus que pendant les mois de saison froide alors qu'ils sont présents toute l'année dans les captures d'Angola. Il y a donc sans aucun doute une migration saisonnière des adultes entre le Congo et l'Angola. Les expériences de marquage effectuées en 1972 confirment ce mouvement puisqu'une *S. maderensis* marquée fin avril à Cabeça da Cobra a été reprise 66 jours plus tard à Pointe-Noire : malheureusement le nombre de recaptures a été nettement insuffisant pour permettre un traçage satisfaisant de ces migrations. Au sud de l'aire géographique de répartition de l'espèce, dans la région de Benguela - Baía Farta, où se rencontrent les plus gros individus, on assiste à un reflux vers le nord des grands adultes pendant la saison froide : ils sont chassés jusqu'à Loanda par les eaux benguéliennes. Ces poissons de très grande taille (longueur modale 25-26 cm), ne sont en fait pêchés qu'exceptionnellement à Pointe-Noire et restent le plus souvent en Angola, les longueurs modales les plus communes sur les côtes congolaises pendant la grande saison froide étant de 22-23 cm. Il n'y a pas de migration en profondeur vers le large, on ne pêche jamais de *S. maderensis* au chalut au-delà de l'isobathe des 30 m (leur capture en deçà est d'ailleurs tout à fait exceptionnelle et correspond sans doute au temps de remontée du filet).

— *Sardinella aurita*. Nous avons vu que *S. aurita* est une espèce beaucoup plus sensible aux variations de l'environnement liées au rythme des saisons. Il est donc logique de voir les adultes effectuer des migrations de grande amplitude.

Les jeunes individus, de longueur modale de 21 à 23 cm, arrivent dans la région de Pointe-Noire en septembre au début de la petite saison chaude, venant

selon toute vraisemblance du sud-Gabon (Mayoumba-Nyanga). Ils restent généralement jusqu'à la fin de l'année dans les eaux congolaises et disparaissent alors pour être retrouvés plus au sud le long du littoral nord-angolais. Il leur arrive assez souvent de rester dans la région de Pointe-Noire en très grand nombre pendant la grande saison chaude (1966 et 1974) ou pendant la grande saison froide (1964 et 1972). La zone d'extension de cette fraction du stock paraît aller du sud-Gabon au nord-Angola et les migrations telles que nous venons de les décrire correspondent aux situations moyennes. Les variations à partir de ce schéma sont probablement imputables tantôt aux irrégularités des conditions hydrologiques, tantôt aux fluctuations de l'abondance qui doivent conditionner l'importance de l'aire d'extension géographique : celle-ci, limitée au nord par l'embouchure du Congo en grande saison chaude, « déborde » très largement le long des côtes congolaises en période de grande abondance.

Les grands adultes (longueur modale 25 cm ou plus) sont présents le long des côtes congolaises pendant la grande saison froide et, assez fréquemment, pendant la petite saison froide. En petite saison chaude, il semble y avoir un regroupement au nord de l'Angola puisqu'on les pêche alors fréquemment au large d'Ambrizete et de Cabeça da Cobra. Pendant la grande saison chaude, ils disparaissent totalement pour être retrouvés à l'extrême sud de l'Angola (Port Alexandre, baie des Tigres), à la limite des eaux chaudes et des eaux benguéliennes plus froides. A la différence de *S. maderensis* dont la fraction adulte du stock est répartie suivant un gradient de taille nord-sud, les plus grands individus étant confinés au sud du Congo, on observe chez *S. aurita* une distribution homogène des grands adultes, depuis Pointe-Noire jusqu'à Loanda (et peut-être Porto-Amboin) pendant la grande saison froide et (mais ceci n'a pas été confirmé par des mensurations) de Port Alexandre à la baie des Tigres pendant la grande saison chaude.

Cette description, pour sommaire qu'elle soit, du comportement et des migrations des sardinelles montre une fois de plus que *S. maderensis* est une espèce relativement sédentaire et peu affectée par les variations de son environnement, tandis que *S. aurita* beaucoup plus sensible au rythme des saisons, cherche à se soustraire par des déplacements verticaux ou horizontaux aux modifications de son milieu ambiant.

9. L'exploitation des stocks pélagiques côtiers

9.1. DESCRIPTION DES PÊCHERIES

9.1.1. La pêche artisanale

Elle est pratiquée de longue date par les pêcheurs

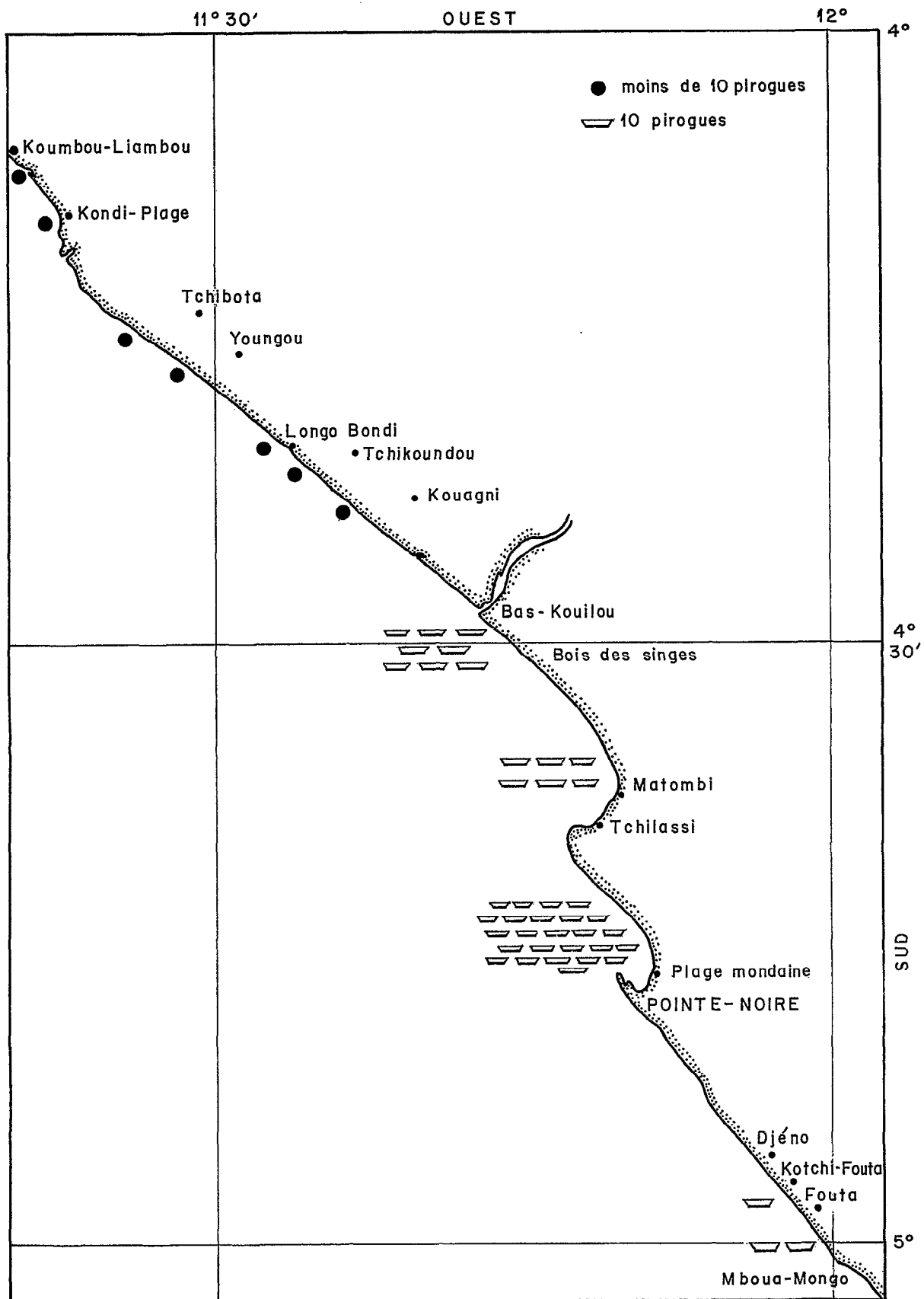


Fig. 37. — Répartition des pirogues sur le littoral congolais (Nganga, 1977).

Canoe distribution on Congolese coast (comm. N'Ganga).

autochtones Congolais (Vili) à bord de pirogues monoxyles d'assez petite taille (6 m de long sur 80 cm de large). Ces pirogues sont manœuvrées le plus souvent par deux hommes, à la pagaie ; quelques-unes sont équipées actuellement de petits moteurs hors-bord. Le matériel de pêche est constitué par des filets droits maillants en nylon, de 150 à 300 m de long sur 10 m de chute environ. Ces filets comportent plusieurs pièces, de maillage différent (60 à 100 mm maille étirée) mis bout à bout. Lorsque les sardinelles sont repérées le filet est mis à l'eau pendant que la pirogue traverse le banc de poisson. Le rayon d'action des pirogues est au maximum de 8 à 10 milles, et leur rendement ne dépasse guère 150 kg par nuit.

Des pêcheurs originaires d'Afrique occidentale (Ghana, Togo, et surtout Bénin) se sont implantés à Pointe-Noire, ainsi d'ailleurs qu'à Mayoumba au Gabon, vers la fin des années cinquante. Comme les Congolais, ils utilisent des pirogues monoxyles mais de taille nettement plus importante (10 m sur 1,40 m) avec un bordé rapporté (pirogues de type « Popo »). Elles ont toutes un moteur hors-bord et leur équipage compte huit à dix hommes. A la différence des pirogues Vili qui sont en bois nu, elles sont passées au goudron et abondamment décorées. Les filets sont des engins maillants et encerclants de 50 à 250 m de long sur 100 m de chute environ, de maillage homogène ; il y en a plusieurs à bord de chaque pirogue. Lorsqu'un banc de sardinelles est repéré, il est entouré par le filet cependant que plusieurs hommes se jettent à l'eau à grand bruit pour effrayer le poisson et le forcer à aller se mailler. Les rendements peuvent atteindre près d'une tonne par nuit de pêche.

La pêcherie artisanale congolaise a notablement évolué durant ces 15 dernières années. Dhont en 1963, notait la présence d'une dizaine de pirogues « Popo » à Pointe-Noire. En 1973, on en comptait 45 (comm. Niel) et au début de 1977, 117 étaient dénombrées (comm. N'Ganga). En revanche, dans le même temps, la pêcherie constituée de pirogues de type Vili n'avait guère évolué.

Les villages de pêcheurs sont répartis tout le long du littoral congolais mais les trois centres importants de pêche établis près de Pointe-Noire (Plage Mondaine, Matombi et Bas-Kouilou) regroupent plus de 90 % des embarcations (fig. 37).

Le village le plus important reste celui de la Plage Mondaine où les pirogues des deux types sont réparties suivant la nationalité des pêcheurs (tabl. VII).

Les apports de la pêcherie artisanale ont doublé durant ces dernières années. Les débarquements représentaient 2 800 tonnes à Pointe-Noire en 1970 et 5 100 tonnes en 1976.

Au Gabon, la pêche piroguière des sardinelles n'est pratiquée, très modestement d'ailleurs, qu'à

TABLEAU VII

TABLE VII

Nationalité	Nombre de pêcheurs	Nombre de pirogues	
		à moteur	à pagaies
Béninoise.....	462	117	—
Congolaise.....	130	12	67
Angolaise.....	27	—	18
Cabindaise.....	21	—	15
Togolaise.....	8	10	—
Zairoise.....	3	—	7
TOTAL.....	651	139	107

Village de la Plage Mondaine : Répartition des pirogues suivant la nationalité des pêcheurs (données de 1977 communiquées par N'Ganga)

Mayoumba. En Angola, on ne l'observe qu'au nord du pays, de Cabinda à Loanda, où elle est pratiquée à peu de choses près comme en pays Vili. Dans le sud du pays, où l'on utilisait des « Jangadas », sorte de radeaux de balsa que l'on peut voir encore aujourd'hui sur la côte du Nord brésilien, la pêche artisanale autochtone avait complètement disparu en 1975.

9.1.2. La pêche industrielle classique

Au Congo, l'exploitation des sardinelles est due à l'initiative de l'O.R.S.T.O.M. En 1956, Rossignol, avec le concours d'une firme privée, armait un sardinier et faisait les premiers essais de pêche, entre Pointe-Noire et Libreville avec deux patrons portugais. Les résultats, plus qu'encourageants, incitèrent les armateurs locaux à se lancer dans cette pêche. L'activité sardinière à Pointe-Noire est cependant restée limitée car les rendements, très bons dans l'ensemble pour la pêche fraîche, ne paraissaient pas suffisants, en dehors de quelques années fastes, pour permettre l'édification d'une industrie de la farine. D'autre part le marché intérieur du poisson frais est toujours resté limité du fait de l'insuffisance de la masse salariale et du manque de voies de communication. De ce fait, le nombre de sardiniers, selon les vicissitudes des différents armements, n'a jamais dépassé quatre unités, ce qui est évidemment bien en-dessous des possibilités que représente le stock de sardinelles de la région.

Au début 1980, la flottille sardinière congolaise comprenait 3 unités : 2 sardiniers de 400 CV, 140TJB et 1 sardinier de 375 CV, 80 TJB.

En Angola, en revanche, l'exploitation industrielle des sardinelles a débuté après la deuxième guerre mondiale, les techniques de pêche ayant été importées du Portugal. Les « traineiras », bateaux en bois aux lignes très élégantes, ont entre 18 et 22 m de long, un moteur d'environ 150 CV et peuvent trans-

porter de 40 à 90 tonnes de poisson. L'usage du power-block pour le hissage de la senne a notablement réduit l'équipage (18) qui pouvait compter 30 hommes à l'origine.

Les filets utilisés sont les sennes tournantes et coulissantes portugaises classiques, «rade de cercar para borelo», en nylon, dont la longueur est comprise entre 200 et 500 m et la chute entre 40 et 60 m ; le maillage étiré est de 15 mm. Des bateaux de type sud-africain, aux formes plus massives, plus puissants, de capacité plus grande, ont été introduits en Angola au début des années soixante mais leur nombre est resté très limité. Le nombre de sardiniers passait de 4 en 1945 à 207 en 1955, à 360 en 1965 et à 387 en 1970 pour redescendre à 361 en 1972, cependant que le tonnage moyen des bateaux passait de 10 à 41,3 tonnes de jauge brute entre 1945 et 1972 (Rosado, 1974). La plus grande partie de la production est transformée en farine de poisson (aliment bétail et engrais agricole), le reste étant consommé frais ou salé et séché (Ghéno, 1966). Le nombre des usines de farine de poisson était de 17 en 1945, de 58 en 1955, de 61 en 1965 et de 58 en 1972, le maximum étant atteint en 1959 avec 75. Dans le même temps la capacité de production des usines en tonnes de farine à l'heure passait de 4,8 en 1945 à 6,6 en 1965 et à 8,1 en 1972 (Rosado, 1973). La généralisation du débarquement de la pêche à l'aide de pompes à poisson a également constitué un progrès technologique très important puisqu'il permettait un gain de temps très appréciable. Cette industrie a donc connu un essor tout à fait remarquable au cours des trente dernières années, pour tomber malheureusement dans un état de détresse à peu près total, à la suite des événements qui ont secoué l'Angola depuis 1975.

Au Gabon, la pêche industrielle des sardinelles n'a jamais été pratiquée, du fait de l'absence de port en eau profonde le long de la portion de côte où l'on rencontre ces poissons en abondance, c'est-à-dire de la frontière congolaise au cap Lopez. C'est la raison pour laquelle le Sud-Gabon est, aujourd'hui encore, tributaire de Pointe-Noire pour son approvisionnement en poisson de mer frais.

9.1.3. La pêche industrielle « moderne »

Nous appelons ainsi la pêche industrielle avec navire-usine et bateaux de pêche satellites. A notre connaissance, elle n'a été pratiquée qu'une seule fois, avec succès semble-t-il, au nord de l'Angola, entre Ambriz et Santo-Antonio du Zaïre, par un armement sud-africain qui avait mis en œuvre un navire-usine et cinq sardiniers, assistés par un hélicoptère pour la recherche du poisson, entre septembre et décembre 1971.

9.1.4. La pêche des sardinelles par les thoniers à l'appât vivant

Cette activité remonte aux débuts de la pêche

thonière dans les eaux africaines de l'Atlantique tropical sud vers 1963. mais n'est plus pratiquée actuellement. Elle n'avait pas pour but la commercialisation des sardinelles mais seulement leur utilisation comme appât vivant par les thoniers. Seule *S. aurita* était recherchée, *S. maderensis* ne survivant pas en viviers.

Les pêcheurs utilisaient des bolinches, petites sennes coulissantes de 70 à 200 m de long sur 15 à 30 m de chute, tournées soit à l'aide du canot, soit avec la vedette dans le cas des senneurs, soit avec le thonier lui-même, selon la taille de l'engin utilisé, et selon la sonde où avait lieu la pêche. En cas de besoin, le poisson pouvait être « fixé » à la rogue ou au lamparo.

9.2. LES CAPTURES DE LA PÊCHE INDUSTRIELLE CONGOLAISE

9.2.1. Lieux de pêche

Il y a quelques années encore, les sardiniers opéraient dans la zone comprise entre le Nord-Angola (Cabeça da Cobra) et le Sud-Gabon. Progressivement, la zone angolaise a dû être abandonnée et actuellement la pêche se déroule uniquement devant les côtes congolaises et sud-gabonaises jusqu'à la pointe Nyan-ga.

9.2.2. Tonnages débarqués

Les débarquements effectués depuis 1964 au port de Pointe-Noire par les sardiniers congolais sont donnés dans le tableau suivant. Les variations observées sont dues, d'une part, aux fluctuations de l'effort de pêche et, d'autre part, aux fluctuations de l'abondance du poisson dans la région congolaise.

1964.....	1 800 t
1965.....	1 900
1966.....	1 500
1967.....	1 800
1968.....	3 200
1969.....	2 000
1970.....	2 500
1971.....	2 700
1972.....	7 000
1973.....	6 200
1974.....	6 600
1975.....	5 200
1976.....	5 800
1977.....	5 100
1978.....	4 600
1979.....	6 800

9.2.3. Les rendements

Variations mensuelles

Comme on peut le constater sur la figure 38, les

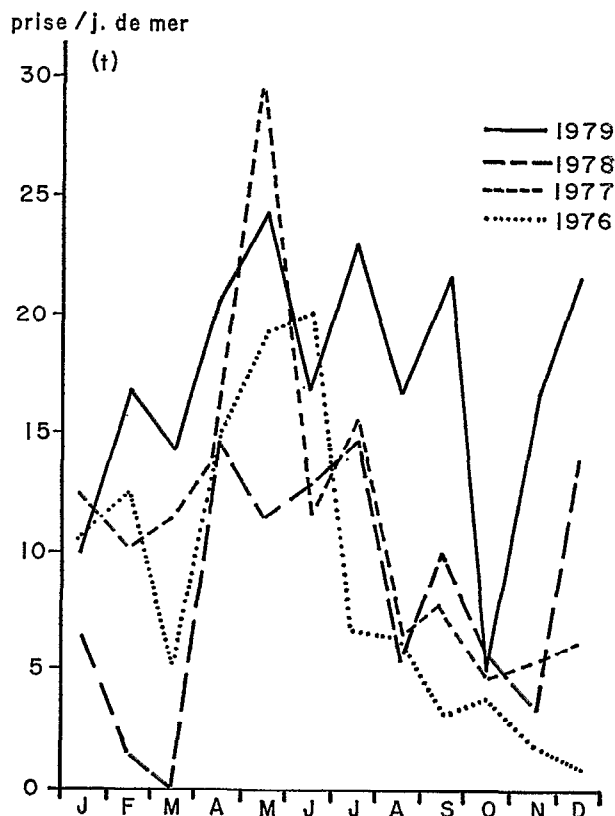


Fig. 38. — Variation mensuelle de la prise par jour de mer d'un sardinier de 400 CV.

Monthly variation of catch per day at sea for a 400 HP purse-seiner.

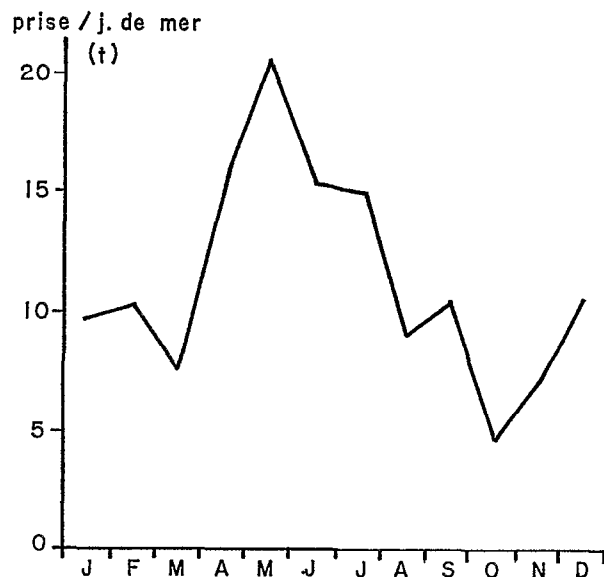


Fig. 39. — Variation mensuelle de la prise par jour de mer moyenne (76-79) d'un sardinier de 400 CV.

Monthly variations of catch per day at sea, mean (76-79) for a 400 HP purse-seiner.

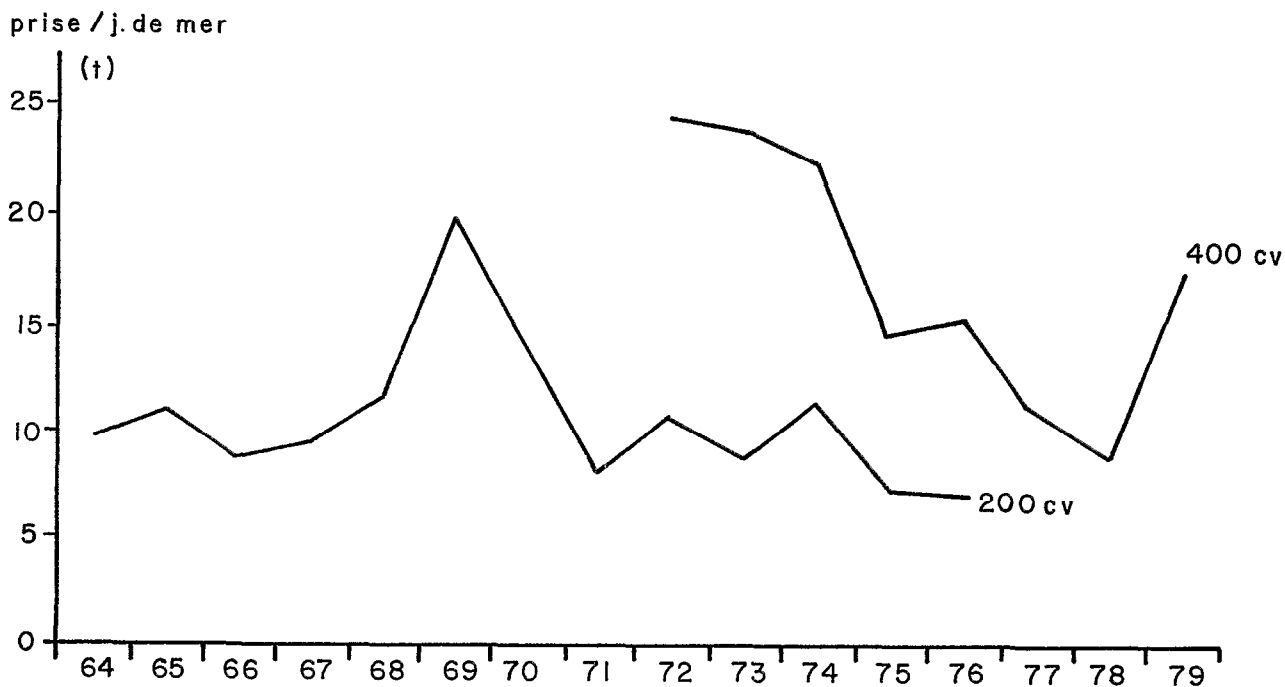


Fig. 40. — Variations des prises par jour de mer annuelles (sardiniers de 200 CV et 400 CV).

Variations of annually catches day at sea (200 HP and 400 HP purse seiner).

rendements mensuels sont extrêmement fluctuants d'une année à l'autre, et peuvent varier de 1 à 30t/jour de mer.

En moyenne, cependant, sur les quatre dernières années (fig. 39), on s'aperçoit que les périodes où les rendements sont les meilleurs se situent principalement en début de grande saison froide et dans une moindre mesure en petite saison froide au moment où les gros individus migrent de l'Angola vers le Congo. Le plus mauvais mois de l'année est le mois d'octobre (petite saison froide) mais, comme on l'a vu précédemment, cette chute de rendement ne correspond vraisemblablement pas à une diminution de l'abondance du stock dans la région. En fait, le poisson semble adopter durant cette saison un comportement particulier se traduisant par une dispersion des individus dans toute la tranche d'eau.

Variations inter-annuelles (fig. 40)

Elles sont également très importantes et paraissent l'être d'autant plus que le sardinier est de gros tonnage. Ce phénomène peut s'expliquer par les faits suivants : nous savons que l'abondance de *S. maderensis* fluctue moins que celle de *S. aurita* et que c'est d'autre part, une espèce plus côtière. Aussi, les années où l'abondance de *S. aurita* est faible, un sardinier de petit tonnage, donc de tirant d'eau et de chute de senne moindre, pourra exploiter la frange côtière où se trouve *S. maderensis*, ce que ne pourra pas faire un bateau de gros tonnage. Inversement, les années d'abondance exceptionnelle de *S. aurita*, un gros sardinier sera nettement avantagé par sa senne de plus grande dimension et sa capacité de stockage plus importante.

9.3. ÉTAT DES STOCKS ET PERSPECTIVES D'EXPLOITATION

Actuellement, les stocks de petits pélagiques côtiers dans la région congolaise ne sont pas biologiquement surexploités. Les captures totales (pêche industrielle et pêche artisanale) oscillent ces dernières années entre 10 à 13 000 tonnes et le potentiel

exploitable est très largement supérieur à ces captures. Toutefois, il faut rappeler que ces stocks sont centrés sur le nord-Angola et au cours de leur migration intéressent les eaux angolaises, congolaises et sud-gabonaises.

Aussi toute intensification brutale de l'effort de pêche dans une des régions peut par contre coup entraîner une diminution de l'abondance dans les autres zones. Le problème est donc de savoir à partir de quel niveau d'effort de pêche l'abondance du stock est touchée.

Pour répondre en partie à cette question, nous disposons de l'élément intéressant suivant : — à partir de 1975 (guerre d'Angola) on aurait pu penser qu'à la suite de l'arrêt de l'activité des centaines de sardinières portugaises, les sardinelles allaient être plus abondantes, notamment en saison froide, dans la région congolaise. Or, il n'en a rien été. Ceci peut s'expliquer, soit par le fait que les sardinelles d'Angola et celles du Congo font partie de deux stocks distincts et indépendants (explication non réaliste compte tenu de ce que l'on sait des migrations de ces espèces), soit par le fait que l'effort de pêche en Angola avant 1975 n'était pas encore assez important pour altérer l'abondance des stocks.

Cette dernière conclusion serait alors encourageante, car elle prouverait que les stocks de sardinelles peuvent supporter de très gros efforts de pêche. Dans ce dernier cas cependant, et ceci a été montré dans, plusieurs pêcheries de petits pélagiques dans le monde, le danger de brusque effondrement des ressources persiste même quand les taux de capture n'accusent pas un fléchissement considérable. Ce collapse du stock est alors dû à un effort de pêche intense, mais apparemment non excessif, sur un stock dont l'abondance a subitement diminué par suite de pontes très faibles et d'un mauvais recrutement.

Nous voyons donc que les stocks de petits pélagiques côtiers, peuvent représenter des ressources considérables mais qu'à partir d'un certain niveau d'effort de pêche, leur exploitation doit être surveillée de très près, à partir notamment de données biologiques précises.

BIBLIOGRAPHIE

AHLSTROM (E. H.), 1954. — Distribution and abundance of egg and larval populations of the Pacific sardine. *U.S. Dept Interior, Fish and Wildlife Service Fish. Bull.*, 93 (56) : 83-140.

AHLSTROM (E. H.), 1959. — Distribution and abundance of eggs of the Pacific sardine 1952-1956. *U.S. Dept Interior, Fish and Wildlife Service Fish. Bull.*, 165 (60) : 185-213.

ANANIADES (C. I.), 1951. — Quelques considérations biométriques sur l'allache (*Sardinella aurita* C. et V.) des eaux grecques. *Praktika Hell. Hydrobiol. Instit.* 5 (1) : 5-45.

ANDREU (B.), 1969. — Las branquispinas en la caracterización de las poblaciones de *Sardina pilchardus* (Walb.). *Inv. Pesq.* 33 (2) : 425-607.

- BEN TUVIA (A.), 1959. — Fluctuations in the stock of *Sardinella aurita* and its dependence on temperature and rain. *Proc. World Scient. Meet. on the biol. of Sard. and related sp.*, 3 : 1193-1203.
- BEN TUVIA (A.), 1960. — Synopsis on biological data *Sardinella aurita* of the mediterranean sea and other waters. *Proc. world scient. meeting on biol. of sardines and related species*. Synopsis n° 14 : 287-312.
- BEN TUVIA (A.), 1960. — Synopsis in the systematics and biology of *Sardinella maderensis* (LOWE). *Proc. world scient. meeting on biology of sardines and related species*. Synopsis n° 19 : 497-519.
- BEN TUVIA (A.), 1963. — Influence of temperature on the vertebral number of *Sardinella aurita* from the eastern mediterranean. *Israel J. Zool.* 12 (1-4) : 59-66.
- BLACHE (J.), 1974. — Leptocéphales des poissons anguilliformes dans la zone sud du Golfe de Guinée. *Thèse doctorat d'État, Paris VI*.
- BOELY (T.), 1967. — Étude préliminaire de quelques caractères de *Sardinella eba* (C. et V.) des côtes du Sénégal. *Doc. Scient. Prov. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 3, 5 p.
- BOELY (T.), 1979. — Biotope de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes sénégalaises. *Thèse Doctorat d'État, Paris VI*.
- BOELY (T.), CHAMPAGNAT (C.), 1970. — Observations préliminaires sur *Sardinella aurita* (C. et V.) des côtes sénégalaises. *Rapp. et Pro. Ver. Réunion*, 159 : 176-181.
- BOELY (T.), CHAMPAGNAT (C.), 1970. — Observations préliminaires sur *Sardinella aurita* (C. et V.) des côtes sénégalaises. *Rapp. Proc. Verb. Reun. Cons. Int. Explor. Mer*, 159 : 176-181.
- BOTROS (G. A.), EL-MAGHRABY (A. M.), SOLIMAN (I. A. M.), 1970. — Biometrics studies in *Sardinella maderensis* Lowe and *Sardinella aurita* Cuv. et Val. from the mediterranean sea at Alexandria (U.A.R.). *Bull. Inst. Oceanogr. fisheries*, 1 : 85-128.
- BOUCHEREAU (J.-L.), 1976. — La pêche des sardinelles à Pointe-Noire (R. P. Congo) en 1973-1974-1975. *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, 46, 12 p.
- BOUGIS (P.), 1974. — Écologie du plancton marin. I. Le phytoplancton. *Coll. Écologie*, 2. Masson, Paris, 196 p.
- BUI DINH CHUNG, 1973. — Biometrische Untersuchungen an *Sardinella aurita* Val. (Teleostei, Clupeidae) in nordwestafrikanischen Gewässern. *Fischerei Forschung Wiss. Schriftenreihe*, 11 (1) : 91-99.
- CUSHING (D. H.), 1975. — Marine ecology and fisheries. *Cambridge University Press.*, 278 p.
- DAGET (J.), LE GUEN (J. C.), 1975. — Dynamique des populations exploitées de poissons. *Problèmes d'écologie*. Masson, Paris.
- DESSIER (A.), PIANET (R.), 1971. — Répartition et abondance des œufs et larves de clupeidae et engraulidae des côtes du Congo et du Gabon en 1968-1969. *Doc. Scient. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N.S., 15, 59 p.
- DHONT (Y.), 1963. — La pêche à Pointe-Noire et ses possibilités de développement. *Doc. O.R.S.T.O.M. Institut de Recherche Scientifique. Brazzaville*, 169 p.
- DIA (A. E. K.), 1972. — Étude de la nutrition de certaines clupéides de Côte d'Ivoire. *Rapp. Sci. UNDP/SP/288/IV C6, Abidjan*, RS/11/72.
- DUCROZ (J.), 1962. — Variations de la teneur en graisse de sardinelles de la région de Pointe-Noire. *Bull. Scient. Inst. Rech. Scient. Congo*, 1 : 101-107.
- FAGE (L.), 1920. — Engraulidae, Clupeidae. *Rep. Dan. Ocean. Exp.* 1908-10, vol. II, Biol. A9.
- FONTANA (A.), 1969. — Étude de la maturité sexuelle des sardinelles, *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* Val., de la région de Pointe-Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 7 (2) : 101-114.
- FONTANA (A.), CHARDY (A.), 1971. — Note préliminaire sur les variations dans l'importance des pontes de *S. aurita* dans la région de Pointe-Noire en fonction de certains facteurs hydrologiques et climatiques. *Doc. Scient. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N.S., 16, 7 p.
- FONTANA (A.), LE GUEN (J. C.), 1969. — Étude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus*. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 7 (3) : 9-19.
- FONTANA (A.), PIANET (R.), 1973. — Biologie des sardinelles, *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (Val.) des côtes du Congo et du Gabon. *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, n° 31, 40 p.
- GHENO (Y.), 1966. — La pêche maritime en Angola. *La Pêche Maritime*, 1062 : 536-640.
- GHENO (Y.), 1968. — Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella aurita* Val. de la région de Pointe-Noire. *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, 430, 21 p.
- GHENO (Y.), 1970. — Note sur les sardinelles immatures de l'estuaire du Gabon. *Doc. scient. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N.S., 6, 8 p.
- GHENO (Y.), 1971. — La pêche des poissons côtiers de surface à Pointe-Noire en 1969. *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, 13, 10 p.
- GHENO (Y.), 1973. — Première estimation de la mortalité des sardinelles des côtes congolaises. *Doc. Scient. Centre O.R.S.T.O.M., Pointe-Noire*, N.S., 32, 16 p.
- GHENO (Y.), 1975. — Nouvelle étude sur la détermination de l'âge et de la croissance de *Sardinella aurita* Val. dans la région de Pointe-Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 13 (3) : 251-262.
- GHENO (Y.), FONTANA (A.), 1973. — La pêche des sardinelles à Pointe-Noire en 1970-1971-1972. *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, n° 33, 9 p.
- GHENO (Y.), LE GUEN (J. C.), 1968. — Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) de la région de Pointe-Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 6 (2) : 69-82.
- GHENO (Y.), MARCILLE (J.), 1971. — La pêche de *Sardinella aurita* par les thoniers à l'appât vivant sur les côtes du Congo et du Gabon. *Doc. scient. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, N.S., 12, 20 p.

- GHENO (Y.), POINSARD (F.), 1968. — Observations sur les jeunes sardinelles de la baie de Pointe-Noire (Congo). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 6 (2) : 53-67.
- GHENO (Y.), POINSARD (F.), 1969. — La pêche des sardinelles, *Sardinella aurita* et *Sardinella eba* à Pointe-Noire de 1964 à 1968. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 7 (3) : 69-93.
- GHENO (Y.), RIBEIRO (F.), 1968. — Note sur trois échantillons de *Sardinella eba* en provenance de Saint-Paul-de-Loanda. *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, S.R.*, 436, 9 p.
- GHENO (Y.), ROSADO (F. C.), 1972. — Distributions de fréquences de longueurs des sardinelles débarquées à Pointe-Noire et à Saint-Paul-de-Loanda (juin 1969-octobre 1970). *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, 26, 14 p.
- KARTAS (F.), QUIGNARD (J.-P.), 1976. — Contribution à l'étude de l'allache (*Sardinella aurita* Val. 1847) des côtes de Libye. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 23 (8) : 33-34.
- KOMAROVSKY (B.), 1959. — Étude de la nourriture de *Sardinella aurita* V. de la côte méditerranéenne d'Israël en une période d'abondance (mai-juin 1958). *Proc. Gen. Fish Counc. Medit., Doc. Tech.* 42 (5) : 311-319.
- LEE (J. Y.), 1961. — Note complémentaire sur les sardinelles *Sardinella aurita* C.V. du Golfe du Lion. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 16 (2) : 335-339.
- MAINGUY (P.), DOUTRE (M.), 1958. — Variations annuelles de la teneur en matière grasse de trois clupeïdes du Sénégal. *Rev. Trav. Inst. Pêch. Mar.*, 22 (3) 303-321.
- MARCHAL (E.), 1976. — Note sur deux caractères de *Sardinella aurita* (C. et V.) de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 3 (1) : 95-99.
- MARCHAL (E.), 1965. — Étude de quelques caractères de *Sardinella eba* (C. et V.) de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 3 (1) : 87-94.
- MARCHAL (E.), 1966. — Teneur en matières grasses et teneur en eau chez deux clupeïdes de Côte d'Ivoire. *Doc. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*.
- MONTENIRO (R.), 1956. — Contribuições para o estudo da biologia dos Clupeidae de Angola. 1. *Sardinella aurita* C. V. *Trab. Miss. Biol. Marit. Campanhas em Angola. Ann. Jta Invest.*, 9 (2), 154 : 1-28.
- MONTENIRO (R.), 1957. — Observations métriques et numériques de *Sardinella eba* C. V. CCTA - CSA. *Colloque sur l'océanographie et les pêches maritimes sur les côtes occidentales d'Afrique. Loanda, 1957*, 11 p.
- NAVARRO (F.), 1932. — Nuevos estudios sobre la alacha (*Sardinella aurita* C. et V.) de Baleares y de Canarias. *Inst. Esp. Oceanogr. Notas y Resum.* II, 60, 35 p.
- NIELAND (H.), 1980. — Die nahrung von Sardininen, Sardinellen, und maifischen vor der Westküste Afrikas. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-universität. Kiel.*, 75, 137 p.
- PERES (J. M.), 1961. — Océanographie biologique et biologie marine. I. La vie benthique, P.U.F., Paris, 539 p.
- POINSARD (F.), TROADEC (J. P.), 1966. — Détermination de l'âge par la lecture des otolithes chez deux espèces de Sciaenidés Ouest-Africains (*Pseudotolithus senegalensis* C. V. et *Pseudotolithus typus*) (Blkr). *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 30 : 291-307.
- POSTEL (E.), 1950. — Les poissons à farine de l'Afrique occidentale française. In *Congrès Pêches-Pêcheries*. 11-14 oct. 1950. Marseille : 108-111.
- POSTEL (E.), 1959. — A propos d'un lot de sardinelles plates (*Sardinella* sp.) capturé dans le golfe de Tunis. *Bull. Muséum*, 2^e sér., 31 (3) : 230-237.
- QUIGNARD (J.-P.), KARTAS (F.), 1976. — Observations sur les sardinelles (*Sardinella aurita* Valenciennes 1847 et *S. maderensis* Lowe 1839, Poissons Téléostéens) des côtes tunisiennes durant l'hiver 1973-1974 (caractères numériques, relation taille-poids, état sexuel). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 23 (8) : 27-31.
- REGAN (C. T.), 1917. — A revision of the clupeid fishes of the genera *Sardinella*, *Marengula*, etc. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 8 ser., 19 (113) : 337-395.
- ROSADO (J. M. de Campos), 1974. — A study on the statistics of the purse-service fishery of Angola, 1945-1972. *Collect. Sci. Pap. ICSEAF/Recl. Doc. Sci. CIPASE/Collec. Doc. Cient. CIPASO*, (1) : 78-101.
- ROSSIGNOL (M.), 1955. — Les sardinelles de la région de Pointe-Noire, perspectives économiques qu'elles offrent. *Science et Pêche*, 31 : 3-6.
- ROSSIGNOL (M.), 1955. — Premières observations sur la biologie des sardinelles dans la région de Pointe-Noire, *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (Val.). *Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire*, 32, 8 p.
- ROSSIGNOL (M.), 1959. — Contribution à l'étude biologique des sardinelles. Étude de la variabilité d'un caractère méristique, le nombre des branchiospines. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 23 (2) : 211-223.
- TROADEC (J. P.), 1964. — Prise par unité d'effort des sardiniers de Pointe-Noire (Congo). Variations saisonnières de l'abondance des sardinelles (*Sardinella eba* C.V. et *Sardinella aurita* C.V.) dans les eaux congolaises (de 3°30'S à 5°30'S). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 2 (4) : 17-25.
- WHITEHEAD, 1967. — The clupeoid fishes described by Lacepede, Cuvier and Valenciennes. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zoology)*, Suppl. 2, 180 p.