

ŒUFS ET LARVES
DE LA SARDINELLE RONDE (*SARDINELLA AURITA*)
AU SÉNÉGAL : DISTRIBUTION, CROISSANCE, MORTALITÉ,
VARIATIONS D'ABONDANCE DE 1971 A 1976

FRANÇOIS CONAND

Océanographe biologiste O.R.S.T.O.M.

Centre O.R.S.T.O.M., B.P. A5, Nouméa-cedex, Nouvelle-Calédonie.

RÉSUMÉ

Pour étudier la reproduction des sardinelles, des récoltes de plancton ont été faites par des traits obliques au filet Bongo. Les larves de 6 à 12 mm sont très bien capturées alors que l'échappement affecte les petites, et l'évitement les grandes.

Sardinella aurita a plusieurs périodes de reproduction au large des côtes du Sénégal : une ponte principale au moment du réchauffement des eaux, une ponte secondaire en fin de saison chaude, et plusieurs petites pontes de saison froide. Les conditions hydrologiques optimales sont : $22^{\circ} < T < 25^{\circ}$ et $35,5 < S_{\text{‰}} < 36$.

La ponte a généralement lieu le soir, et les oeufs éclosent après 24 heures. Au cours des premiers jours, la croissance est de l'ordre de 1 mm/jour. Le coefficient instantané de mortalité journalière peut être estimé dans des conditions moyennes à 0,45.

La date du début, et la durée, de la ponte principale varient peu d'une année à l'autre. L'abondance des larves estimée à partir de celle ponte principale est assez stable depuis 1971, mais augmente légèrement en 1975 et 1976. Aucune relation nette n'est visible entre le rendement de la pêche sardinière de Dakar et le recrutement larvaire.

ABSTRACT

In order to study the reproduction of sardines, plankton samples were made by oblique tows using Bongo nets. The catch of the 6 to 12 mm larvae is effective while escapement affects the smaller ones and avoidance the larger ones.

Sardinella aurita have several reproductive periods off the Senegalese coast : a major spawning occurs at the beginning of the warm season, a secondary spawning at the end and several minor ones during the cold season. The optimal conditions for temperature range from 22° to 25° , and for salinity from 35,5 to 36 ‰.

Spawning generally takes place at night, the eggs hatching 24 hours later. During the first days growth is about 1 mm per day. The estimate of the daily instantaneous coefficient of mortality is 0.45 in average conditions.

The time of the beginning and the duration of the major spawning period vary little from year to year. Larval abundance estimated from the major spawning was relatively stable since 1971 with a slight increase though in '75 and '76. No obvious relationship appears between the yield of Dakar sardine fishery and larval recruitment.

INTRODUCTION

Les deux espèces ouest-africaines de sardinelles, *Sardinella aurita* Val. 1847 et *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) sont d'une grande importance pour la pêche pélagique au Sénégal, tout particulièrement *S. aurita*, la sardinelle ronde, dont la biomasse du stock, entre 22° N et 12° N, a été évaluée par des méthodes acoustiques à 700 000 tonnes en 1975 par MARCHAL et BOELY (1977). Depuis 1966 des études sur la biologie des adultes et la pêche sont poursuivies au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CHAMPAGNAT, 1966, 1967; BOELY, 1971; BOELY et CHABANNE, 1975; BOELY et ØSTVEDT, 1976; ELWERTOWSKI *et al.*, 1972).

Des recherches sur les larves ont été entreprises à partir de 1968. Le premier objectif était d'identifier et de décrire les espèces, de définir, et de localiser les périodes et les aires de pontes (CONAND et FAGETTI, 1971). Il s'est ensuite avéré nécessaire de restreindre la zone d'étude afin d'estimer, par des observations rapprochées, l'abondance des larves (CONAND et CREMOUX, 1972; CONAND, 1973). Cependant à certaines périodes, des extensions vers le sud ou le nord ont permis de préciser les observations antérieures (CONAND, 1975, 1976). Actuellement, les observations quantitatives sur la principale saison de ponte sont poursuivies. Les problèmes de la croissance et de la mortalité larvaires sont étudiés.

Cet article résume les observations effectuées de 1968 à 1976, et fait le point des connaissances acquises sur les larves de *S. aurita*.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Méthodes de récolte

L'engin de récolte utilisé est un Bongo de 60 cm de diamètre, équipé de filets cylindroconiques de 366 microns de vide de maille. Un dépresseur « V-fin » de 4 pieds est placé un mètre au-dessous. À l'ouverture du filet, un débitmètre T S K permet de mesurer le volume filtré.

On a toujours procédé par double trait oblique, en approchant au maximum le fond, lorsque la sonde est inférieure à 60 mètres. Aux stations plus profondes on s'est limité à cette profondeur de pêche, estimant que les larves de sardinelles sont absentes au-dessous de 60 m.

La durée des traits est de 10 minutes environ et la vitesse du bateau de 3,5 nœuds. Les récoltes sont fixées à bord en ajoutant du formol pur neutralisé, afin d'obtenir une solution à 5 %.

1.2. Biais liés à la récolte des larves de poissons

La précision des récoltes quantitatives de plancton dépend du taux de filtration du filet, de l'évitement, de l'échappement, et aussi du maniement de l'engin de pêche.

1.2.1. LE TAUX DE FILTRATION

Le Bongo de 60 cm d'ouverture, équipé d'un filet cylindro-conique a un taux de filtration très proche de 1 (TRANter et SMITH, 1968).

1.2.2. L'ÉVITEMENT

L'étude de l'évitement est généralement abordée en comparant les captures de jour et de nuit puisque l'on admet que les larves de poisson s'enfuient à la vue du filet.

Cette méthode a été appliquée en utilisant deux séries de données :

- des récoltes diurnes et nocturnes effectuées en suivant la dérive d'une drogue;
- le regroupement d'un grand nombre de pêches faites soit de jour, soit de nuit, entre 1972 et 1976.

Dans les deux cas, les valeurs exprimées en larves par mètre carré, ne suivent pas une distribution normale. Le test T de Wilcoxon pour les séries appariées a donc été utilisé en prenant pour hypothèse nulle l'absence de différence entre les prises des 2 filets. Afin de voir si les résultats étaient les mêmes en utilisant les statistiques paramétriques, les données ont été normalisées en $\log^2 x$ (FRONTIER, 1973) et les moyennes ont été comparées par un test t appliqué aux couples.

Les pêches effectuées, toutes les 3 heures pendant 6 jours, au voisinage d'une drogue, en 1976, ont fourni 24 récoltes diurnes et 24 nocturnes. Dans chaque série les effectifs ont été totalisés par classe de taille d'un millimètre entre 3 mm, la taille à l'éclosion, et 15 mm (tabl. I a). Aucun des deux tests utilisés ne conclut à une différence significative au seuil de 5 % entre ces deux séries. On peut donc penser que le filet capture les larves de moins de 15 millimètres, aussi bien de jour que de nuit.

350 observations faites entre 1972 et 1976 (175 diurnes, et 175 nocturnes) sont regroupées (tabl. I b). Dans ce cas, l'effectif de chaque pêche est variable, et peut aller de 0,1 à plusieurs centaines de larves par mètre carré. La rencontre d'essaïms, ou de très fortes concentrations, peut aussi bien se produire de jour que de nuit et influencer fortement les résultats. Par ailleurs, les données sont regroupées à partir de captures faites à des saisons, et dans des secteurs différents. Le test T de Wilcoxon conclut à une différence significative au seuil de 5 % entre les deux séries. Pour chaque classe de taille, la compa-

TABEAU I

(a) Larves récoltées au voisinage d'une drogue en juin 1976.
 (b) Regroupement des observations de plusieurs années.
 (Les valeurs sont exprimées en larves par mètre carré pour chaque classe de taille).

Taille en mm	(a) Campagne drogue			(b) Regroupement		
	Nuit	Jour	N/N+J	Nuit	Jour	N/N+J
3	312	395	44,1	9 183	5 009	64,7
4	895	797	52,9	5 487	5 076	51,9
5	2 336	2 224	51,2	6 172	5 889	51,2
6	1 722	1 667	50,8	4 234	4 261	49,8
7	741	795	48,2	2 780	1 902	59,4
8	498	416	54,5	1 820	1 203	60,2
9	385	264	59,3	1 106	759	59,3
10	85	111	43,4	652	440	59,7
11	32	39	45,1	448	247	64,5
12	22	21	51,2	343	117	74,6
13	15	8	65,2	246	45	84,5
14	4	10	27,6	140	39	78,2
15				85	10	89,5

raison des prises nocturnes au total des captures montre que jusqu'à 10 ou 11 millimètres, les prises nocturnes sont légèrement supérieures. Elles deviennent très supérieures entre 12 et 14 millimètres.

En conclusion de cette analyse, les larves jusqu'à 15 mm peuvent être aussi bien capturées de jour que de nuit par le filet Bongo. Il est vraisemblable par contre, que dans certaines conditions (zones peu profondes, absence de thermocline...) les individus de plus grande taille, en particulier à partir de 12 mm, se tiennent à proximité immédiate du fond pendant les heures diurnes, et ne se trouvent donc pas dans la zone échantillonnée par le filet.

1.2.3. L'ÉCHAPPEMENT

La rétention par le filet des larves de petite taille est très incomplète, et dans les classes les plus jeunes une fraction seulement de la population est récoltée. Dans le rapport MARMAP sur la technologie des filets Bongo (1), on note qu'à partir de 7,75 mm de longueur, 100 % des larves d'anchois sont retenues par un filet de 505 µm de vide de maille, tiré à 3,15 nœuds. En tenant compte de la morphologie des larves de *S. aurila*, (plus hautes que celles de l'anchois pour une même longueur), de la vitesse de nos traits (légèrement supérieure, 3,5 nœuds)

et de la maille de notre filet (plus fine, 366 µm), on peut considérer que l'échappement devient négligeable à partir de 6 millimètres.

1.2.4. LE MANIEMENT DE L'ENGIN DE PÊCHE

Les larves de poissons sont généralement concentrées à certaines profondeurs, qui varient en fonction de l'éclairement et des conditions hydrologiques. Au cours de la principale saison de ponte en juin 1975, et dans un secteur où la population était constituée seulement de très jeunes larves, des traits horizontaux ont montré que tous les individus se trouvaient au-dessus de la thermocline, mais la comparaison des pêches diurnes et nocturnes a indiqué que les grandes larves étaient souvent regroupées à proximité du fond pendant la journée.

L'utilisation du dépresseur V-fin de 4 pieds permet un profil de trait oblique régulier, et donc un échantillonnage identique de chaque profondeur. Une incertitude persiste cependant, due à l'absence de pêche au voisinage immédiat du fond.

1.3. Dépouillement au laboratoire

Les larves de poissons sont triées, et celles de sardinelles déterminées par espèces, comptées et mesurées (longueur standard) par classes de 1 mm. Si les larves sont très abondantes dans la récolte, celle-ci est sous-échantillonnée au « Folsom splitter », et seule une fraction (1/2, 1/4...) est triée.

La mesure au débitmètre du volume filtré permet de rapporter ce nombre à 1 mètre cube d'eau. La vitesse de descente et de remontée du filet, pouvant être considérée comme uniforme, le nombre d'individus par mètre carré est calculé en multipliant le nombre par mètre cube par la profondeur atteinte par le filet.

2. DISTRIBUTION AU LARGE DES CÔTES DU SÉNÉGAL, DE LA GAMBIE ET DE LA MAURITANIE

Une esquisse des conditions bathymétriques et hydrologiques au large des côtes du Sénégal a été présentée dans un article précédent (CONAND et FAGETTI, 1971). Elle était faite à partir des travaux de BERRIT (1961), et de ROSSIGNOL et ABOUSSOUAN (1965). La région intéressée par cette étude s'étend en latitude du cap Blanc à l'archipel des Bissagos (de 21° N à 11° N), et de la côte à quelques milles

(1) MARMAP, 1972. Technical Report on Bongo nets.

au-delà du rebord du plateau continental. Ceci correspond approximativement à l'aire de migration d'une importante population de sardinelles rondes, dénommée stock sénégal-mauritanien, (BOELY, 1971), qui se déplace entre les Bissagos en saison froide, et 22° à 24° N au moment de l'extension maximale des eaux chaudes au mois de septembre. Le regroupement des observations sur la biologie et la pêche de cette espèce permet de présenter la figure 1.

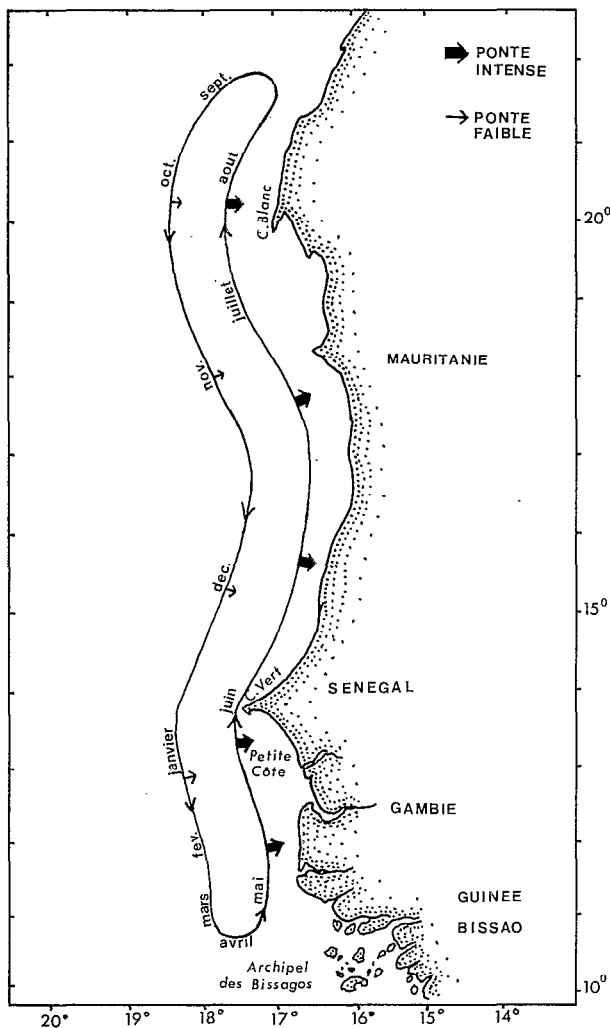


Fig. 1. — Migration et ponte du stock sénégal-mauritanien de *Sardinella aurita*.

Les observations sur les larves de sardinelles portant sur 9 années et plus de 1 500 stations, permettent de faire une synthèse sur la distribution saisonnière et l'abondance des larves de *S. aurita*. La figure 2 résume les observations.

En raison de leur croissance rapide, les larves ne sont capturées par le filet à plancton que pendant une courte période de leur vie : de l'éclosion à une quinzaine de jours. Leur présence, et leur abondance sont donc de bons indices de la période de reproduction et de son intensité dans la région prospectée.

2.1. La saison froide

Cette période est caractérisée par des eaux de température inférieure à 22 °C et de salinité supérieure à 35,5 ‰. La saison froide commence dans le nord, en Mauritanie, en novembre, puis rapidement s'étend à toute la région à partir de janvier. Les eaux restent froides jusqu'en mai, où le réchauffement commence à se faire sentir dans le sud.

Pendant toute cette période, on ne rencontre presque pas de larves. On peut seulement noter la présence sporadique de petites concentrations larvaires. Elles proviennent de pontes des individus de grande taille qui sont concentrés aux accores du plateau continental. On parlera à ce sujet de *pontes de saison froide*. Au sud du cap Vert la survie de ces larves est difficilement explicable puisque pendant toute la saison froide, les courants entraînent les eaux de surface vers le large.

2.2. La saison de réchauffement

La température des eaux est comprise entre 21° et 24 °C, et la salinité supérieure à 35 ‰. Le réchauffement débute en mai dans le sud, au voisinage de l'archipel des Bissagos, s'étend en juin à tout le secteur sénégalais, et en juillet au nord. Il est dû, plus à un courant de sud amenant des eaux tropicales, qu'à une évolution *in situ*.

C'est la période de reproduction intense de *S. aurita*, que l'on appellera *ponte principale*. La concentration des larves peut être très forte (plusieurs centaines au mètre carré). Sur les côtes du Sénégal, la ponte commence brusquement à la fin du mois de mai entre 13° et 14° N. Suivant les années on a pu observer qu'elle commence dans les zones côtières, ou bien, au large sur le rebord du plateau continental. Les reproducteurs sont en majorité des adultes qui poursuivent leur reproduction pendant leur migration vers le nord, auxquels s'ajoutent des nouvelles recrues issues des pontes de l'année précédente (BOELY et CHABANNE, 1975). Ces jeunes individus, de petite taille donc de plus faible fécondité, n'ont probablement pas une grande importance quantitative dans cette reproduction.

2.3. La saison chaude

A partir de juillet au Sénégal et en Mauritanie, la température des eaux de surface est supérieure à

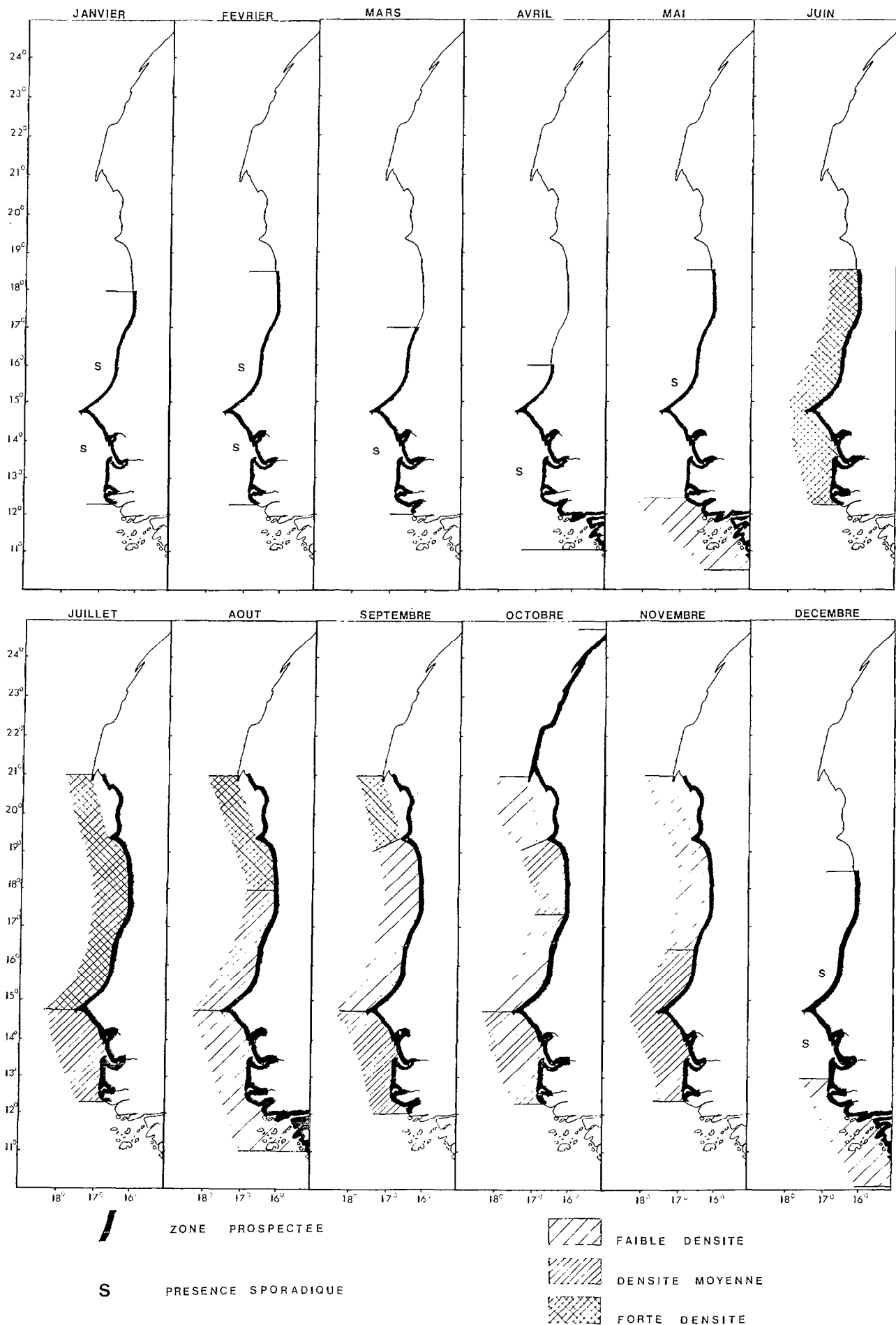


Fig. 2. — Abondance des larves de *S. aurita* entre 10° et 24° N ; regroupement de 9 années d'observation.

26 °C; elle restera élevée jusqu'en novembre. La salinité, élevée au début, diminue à partir du mois d'août en raison des apports des fleuves côtiers, et surtout de l'extension vers le nord des eaux guinéennes. Celles-ci envahissent la région située au sud du cap Vert, et en septembre atteignent 16° N environ. Dès octobre la salinité cesse de décroître.

Au début de la saison chaude, on ne rencontre pas de larves de *S. aurita*. En octobre et novembre elles sont à nouveau abondantes au sud du cap Vert sans atteindre toutefois des concentrations comparables à celles de juin. On appellera cette reproduction *ponte secondaire*. Sa contribution au recrutement est mal connue.

Deux hypothèses ont été avancées sur l'origine des reproducteurs de la région sud du cap Vert puisque les grands individus de la population sénégal-mauritanienne se trouvent en cette saison en Mauritanie.

On a d'abord envisagé l'existence d'une population guinéenne d'individus de plus petite taille, dont le Sénégal serait la limite nord d'extension. Les individus de ce stock lié aux eaux chaudes et dessalées suivraient le reflux des eaux guinéennes dans les régions plus méridionales. En fait, les sardinelles rondes sont peu abondantes en Guinée. D'autre part, des observations biochimiques sur des enzymes d'individus des deux populations supposées, ne permettent pas de conclure à l'existence de groupes génétiquement distincts (BARON, 1973).

Dans la seconde hypothèse, la ponte secondaire est due à de jeunes individus de la population sénégal-mauritanienne qui n'ont pas encore rejoint la population adulte. Ceux-ci sont issus soit de la ponte principale de l'année précédente et sont donc âgés de 15 à 17 mois, soit de la ponte secondaire de l'année précédente et âgés d'un an.

2.4. Conditions physicochimiques de la reproduction

La ponte et le début du développement larvaire ont lieu dans les eaux superficielles; la connaissance des conditions hydrologiques de surface est donc utile. La figure 3 représente la densité moyenne des larves dans les zones de ponte, en fonction de la température, et de la salinité. On voit que la reproduction a lieu quelle que soit la température, l'optimum cependant, se situe entre 22° et 25 °C. La tolérance à la salinité est moins grande, les larves se trouvent le plus souvent entre 35,5 et 36 ‰.

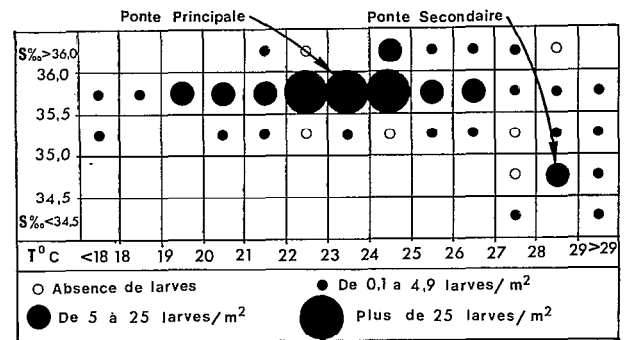


Fig. 3. — Diagramme de l'abondance des larves en fonction de la température, et de la salinité.

Cependant la reproduction de fin de saison chaude a lieu dans des conditions hydroclimatiques un peu différentes, avec des eaux chaudes et légèrement dessalées.

3. CROISSANCE ET MORTALITÉ DES ŒUFS ET LARVES

Ces deux paramètres sont utiles à la connaissance de la biologie et de la dynamique de l'espèce. En outre il est nécessaire de connaître la vitesse de croissance pour calculer le recrutement des larves.

3.1. Développement des œufs et croissance des larves

Cette étude est abordée par l'observation du développement *in situ*. Des pêches de plancton ont été faites à proximité immédiate d'une bouée, reliée à une drogue placée dans la masse d'eau à la profondeur des œufs et larves. Les traits ont eu lieu toutes les 3 heures pendant 48 heures en 1975 et pendant 5 jours en 1976 (1).

En 1975, on trouve les œufs au-dessus de la thermocline dans la couche d'eau de surface, dont la température varie de 20 °C à 22 °C. La plupart des œufs ont été pondus entre 22 heures et 2 heures et ont éclos approximativement 24 heures plus tard ce qui concorde avec les observations de MATSUURA (1975) faites sur la ponte de *S. aurila*, au large des côtes du Brésil. Toutefois on a aussi observé des éclosions en début de journée ce qui correspondrait soit à une ponte diurne, soit à un groupe d'œufs à développement plus lent.

(1) Le détail des observations figure dans l'Archive n° 41 de novembre 1976 du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye.

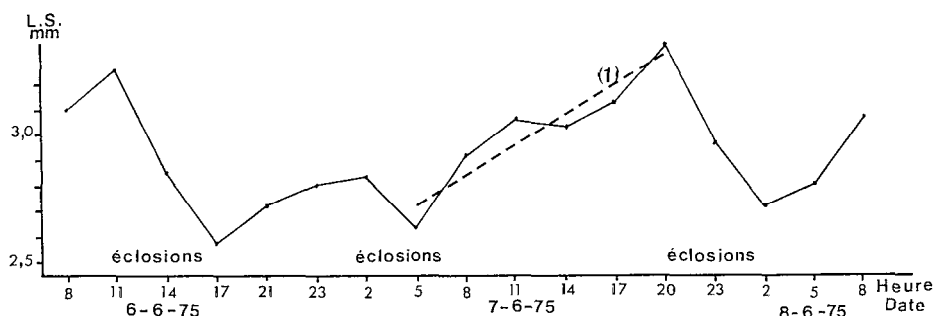


Fig. 4. — Taille moyenne et croissance des larves récoltées à chaque station de la campagne « drogue 1975 ». (1) $y = 0,04 x + 2,7$.

Dans l'étude de la croissance des larves il a été difficile de mettre nettement en évidence l'évolution de cohortes. En effet, dans une zone de reproduction, les pontes se répètent chaque soir pendant plusieurs jours, donnant de nombreux essaims. Ceux-ci ne peuvent être suivis longtemps car ils se dispersent progressivement et conduisent à une population larvaire hétérogène.

Pour la campagne de 1975, on a calculé la taille moyenne des larves récoltées à chaque station, en éliminant les individus de plus de 7 mm. Les résultats sont présentés dans la figure 4. On observe que chaque éclosion entraîne un apport de larves jeunes et fait donc diminuer la moyenne; celle-ci croît ensuite. En négligeant la mortalité, un calcul de cette croissance sur 6 récoltes entre 5 heures et 20 heures, le 7 juin 1975, donne une valeur de 0,04 mm/heure.

Sur les récoltes de 1976, il n'a pas été possible de dégager un résultat.

Cette valeur de 0,04 mm par heure est une première approximation qui n'est basée que sur une seule expérimentation dans des eaux de température comprise entre 20° et 23 °C. Enfin elle est légèrement sous-estimée par le biais de l'échappement qui affecte plus fortement les individus de petite taille.

On retiendra donc, l'ordre de grandeur de 1 millimètre par jour, pour la croissance des jeunes larves de *S. aurita*. Dans un article précédent (GONAND, 1973) la même valeur, en se référant aux études de croissance de divers chupeidés de régions tempérées, avait été retenue pour le calcul du recrutement larvaire. Des études d'otolithes comme celles faites par BROTHER *et al.* (1976) qui observent une strie journalière d'accroissement apporteraient beaucoup de précisions.

3.2. Mortalité larvaire

En juin 1974, au moment de la ponte principale,

3 campagnes consécutives (A, B et C) de prospection des œufs et des larves, incluant des mesures de courant, ont été faites au large de la Petite Côte du Sénégal. Chaque couverture du secteur étudié durait 3 jours (1).

Des cartes de distribution et de densité sont établies pour les œufs et les larves par classes de taille. On peut alors suivre l'évolution d'une campagne à l'autre en se basant sur une croissance de 1 mm par jour, et une migration vers le nord. Par planimétrie, on calcule le nombre d'individus présents en distinguant le plus souvent des secteurs nord et sud (fig. 5). Les valeurs mesurées (tabl. II) servent à tracer les courbes de mortalité pendant cette période (fig. 6). L'abondance des larves de 3, 4 et 5 mm est sous-estimée par le biais de l'échappement, alors que les œufs et les individus plus grands ne sont pas affectés par cette erreur.

La mortalité est donc surestimée si elle est calculée à partir de l'œuf, et sous-estimée ensuite au cours des premiers jours. On a calculé au cours de cette expérience Z, le coefficient instantané de mortalité journalière. Il est supérieur à 0,65 pendant les 4 ou 5 premiers jours, il diminue ensuite, sa valeur est comprise entre 0,20 et 0,50 du 5^e au 10^e jour.

Il est possible par une autre méthode d'obtenir une estimation de la mortalité en analysant pour l'ensemble des observations, le déclin des captures en fonction de la taille. On a repris les valeurs du tableau I b. La composition par taille des captures est calculée séparément pour les prises de jour et de nuit; la figure 7 présente les résultats.

Entre 6 et 11 millimètres, la sélectivité du filet est négligeable, et l'on peut interpréter le taux de déclin des captures, comme représentant le taux de mortalité. En se basant, là encore, sur une croissance de 1 mm par jour, on obtient un coefficient de mortalité : $Z = 0,46$. Ce résultat est supérieur à celui obtenu précédemment. La première valeur

(1) Les observations d'océanographie physique figurent dans l'Archive n° 6 d'août 1974 du CRODT.

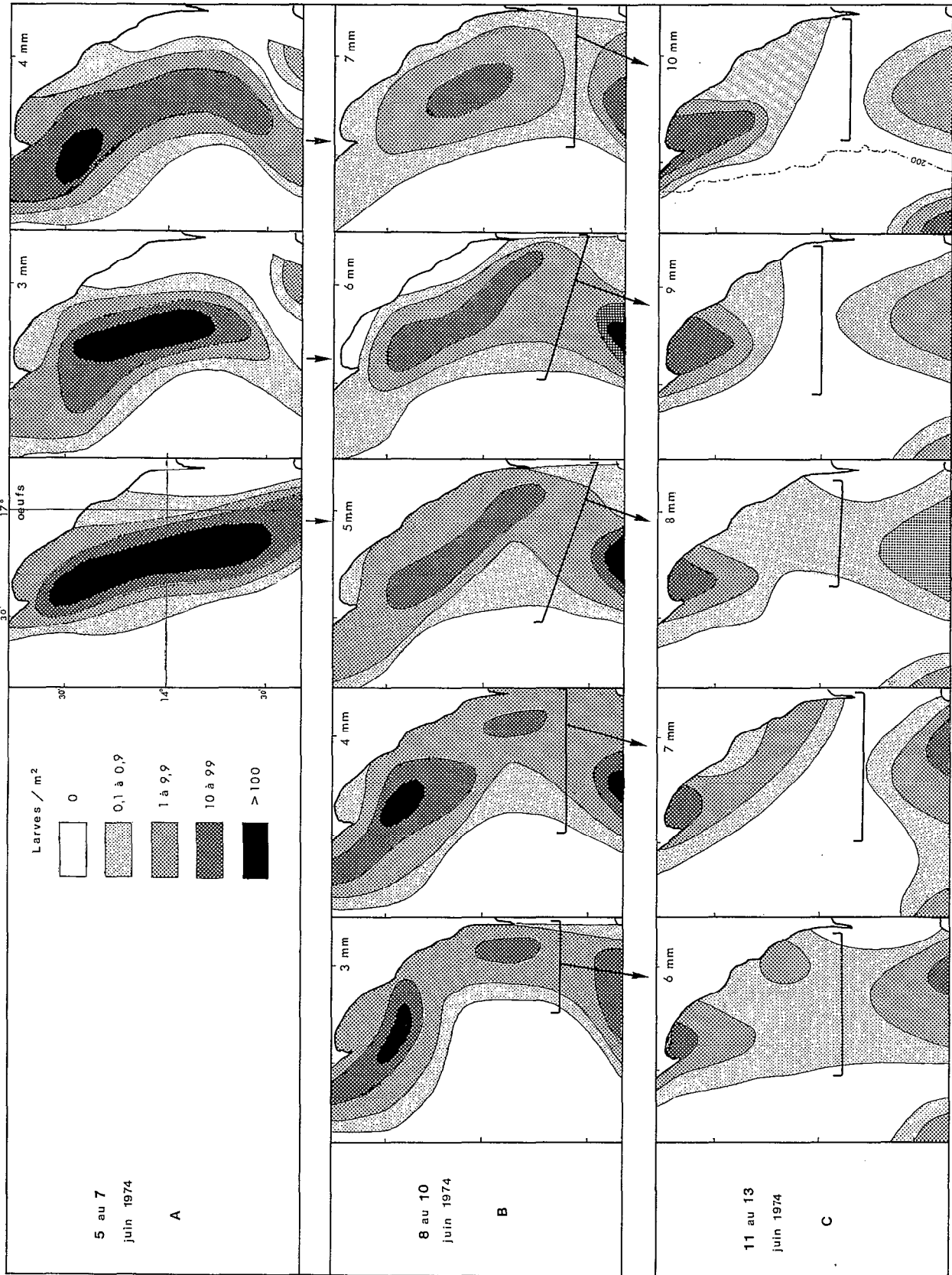


Fig. 5. — Évolution de la distribution et de l'abondance des œufs et des larves de *S. aurita* au large des côtes du Sénégal, en période de reproduction intense. (Pendant cette période, le courant moyen à 10 mètres est approximativement de 0,3 nœuds vers le nord. Dans les parties B et C, les abondances sont calculées au nord des accolades).

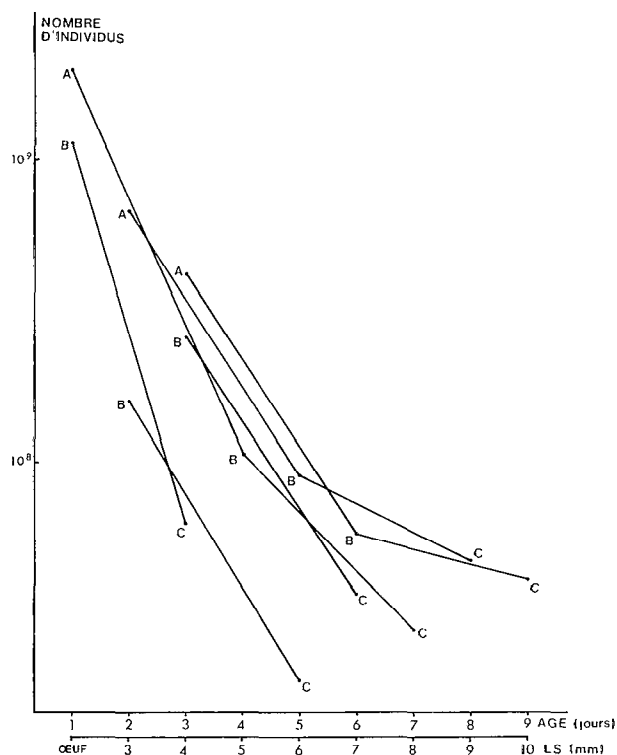


Fig. 6. — Diminution du nombre de larves au cours de campagnes successives A, B et C.

était calculée à une période de bonnes conditions de reproduction, en suivant l'évolution normale des cohortes de larves, alors que la seconde estimation est une valeur moyenne sur un grand nombre de données pouvant intégrer en particulier des cas de mortalité massive. Nous avons pu par exemple observer au cours de la campagne faite en suivant une drogue en juin 1976 la quasi-disparition d'une population larvaire passant de 439 larves/m² à 6 heures, à 19 larves/m² à 15 heures. Ceci coïncidait avec une très grande concentration de bancs de sardinelles dans le même secteur, laissant supposer une prédation des larves par les adultes.

4. ESTIMATION QUANTITATIVE. RELATIONS AVEC LA PÊCHE

On a vu précédemment que la sélectivité de l'engin de récolte éliminait une partie des individus de moins de 6 mm et de plus de 12 mm, mais qu'entre ces deux valeurs, les larves étaient bien capturées et retenues par le filet. Les estimations quantitatives qui suivent, sont basées sur les individus de 6 à 11 mm.

TABLEAU II

Nombre d'œufs, ou larves de chaque classe de tailles ($\times 10^{-9}$) calculés dans les secteurs nord et sud de la Petite Côte au cours des 3 parties de la mission.

Classes en mm		A	B	C
œufs	nord	1 982	1 131	50
	sud			
3	nord	690	160	283
	sud	1	31	0
4	nord	424	261	63
	sud	1	71	103
5	nord	152	106	44
	sud	111	109	7
6	nord	26	90	19
	sud	89	91	18
7	nord	29	58	37
	sud	147	24	28
8	nord	37	40	28
	sud	179	6	9
9	nord	33	12	47
	sud	33	11	7
10	nord	8		42
	sud	33	7	10
11	nord	2		6
	sud	14	2	10
12	nord	4		8
	sud	13	2	10

Il a aussi été nécessaire de fixer une aire géographique plus restreinte, afin de pouvoir la couvrir fréquemment et rapidement. La région retenue est la Petite Côte sénégalaise. Sa limite nord, le cap Vert (14° 45' N) est une barrière géographique difficilement franchissable par les larves et les jeunes individus. Par contre au sud, la latitude de la pointe Sangomar, 13° 50' N est choisie plus arbitrairement

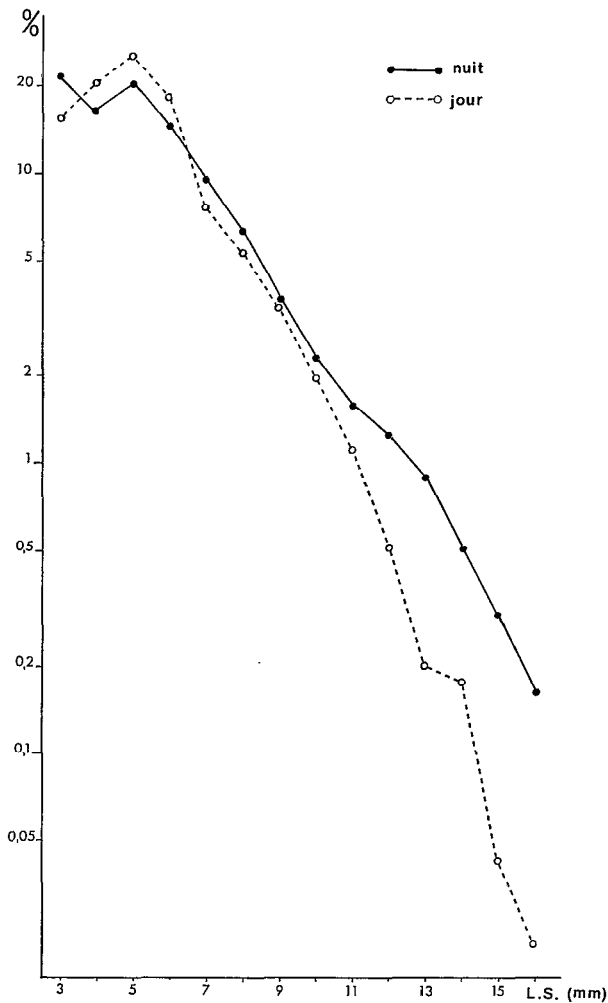


Fig. 7. — Composition par taille des captures.

et il faut signaler que les transports de larves de part et d'autre de cette ligne ne doivent pas être négligeables.

4.1. Calcul du nombre d'individus présents dans la région pendant une campagne

Alors que l'on avait précédemment (CONAND, 1973, 1976) tracé des cartes de densité, et évalué les aires par planimétrie, on a ici considéré que chaque station est représentative d'une aire, le quadrillage de prospection étant régulier (quatre radiales distantes de 15 milles, avec sur chacune des stations tous les 15 milles). Cette méthode est plus rapide et élimine une subjectivité éventuelle lors du tracé des cartes de densité.

Pour chaque campagne, le nombre total d'individus est calculé par classe de 1 mm, suivant :

$$n_a = \frac{N_a \times D}{V} \cdot A$$

où n_a : nombre total d'individus de la classe a, présents dans la région pendant la campagne ;
 N_a : nombre d'individus de la classe a, à la station ;
 D : profondeur de pêche ;
 V : volume filtré ;
 A : aire représentative de la station.

4.2. Variation d'abondance au cours de l'année

De septembre 1970 à août 1971, on a suivi les variations d'abondance des larves de 6 à 11 mm sur la Petite Côte (fig. 8). On observe qu'il y a des

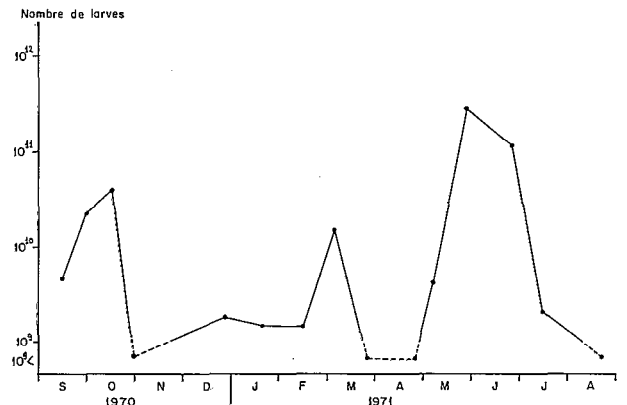


Fig. 8. — Variation d'abondance au cours de l'année (d'après CONAND, 1973).

larves presque toute l'année avec des maxima aux saisons qui ont été définies précédemment. Le principal se situe en juin et deux autres pics apparaissent en septembre-octobre, et en saison froide. Au cours de ce cycle 1970-1971, on note que l'intensité de la ponte secondaire atteint le dixième de celle de la saison principale, et le petit pic de mars le vingtième seulement.

L'étude des variations annuelles du rapport gonado-somatique (BOELY, C. CONAND, communications personnelles) montre que :

— les individus de 20 à 25 centimètres ont à deux périodes de l'année, en juin et en octobre-novembre, une chute du R.G.S. indiquant une ponte ;

— les individus de plus de 25 centimètres ont un R.G.S. maximum et une chute en juin précédée de 2 ou 3 pics plus petits, ce qui correspondrait aux

petites reproductions de saison froide précédant la ponte principale.

4.3. Variations interannuelles, de 1971 à 1976, de la saison de ponte principale

Chaque année, à l'exception de 1973, il a été possible de faire plusieurs campagnes de prospection entre le 15 mai et la fin du mois de juillet. L'abondance des larves de 6 à 11 mm, intégrée sur toute la zone prospectée, est calculée pour chaque campagne (fig. 9).

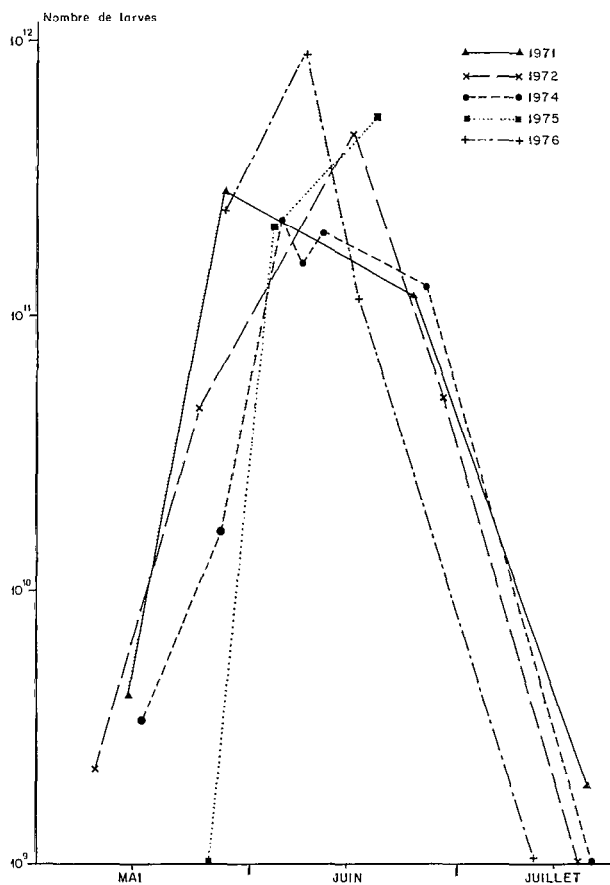


Fig. 9. — Abondance des larves pendant la saison principale de ponte, de 1971 à 1976.

On constate que l'apparition des fortes densités larvaires se produit à une période assez voisine d'une année à l'autre avec cependant un décalage d'une ou deux semaines. La figure 10 présente la comparaison de deux années, l'une précoce 1976, et l'autre tardive 1975, en relation avec la température de surface à Thiaroye (côte sud de la presqu'île du cap Vert). Bien que les températures de cette

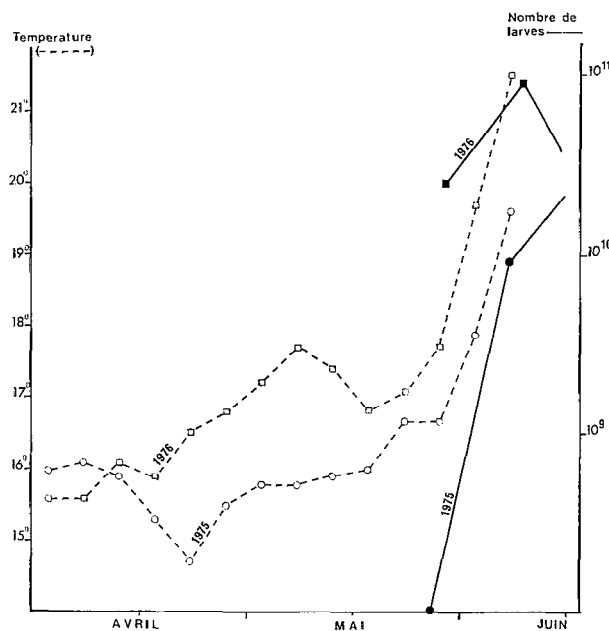


Fig. 10. — Comparaison d'une saison précoce (1976) et d'une saison tardive (1975) ; abondance des larves, et température de surface à Thiaroye (côte sud de la presqu'île du cap Vert).

station soient plus froides que celles de la zone où commence la ponte intense, elles sont une indication cependant des conditions climatiques de la région. Comme on pouvait s'y attendre, une saison froide prolongée retarde le début de la ponte.

L'abondance des larves de 6 à 11 mm, de chaque campagne permet d'estimer le recrutement R de cette classe pendant la période de ponte principale. On applique la formule définie dans un article précédent (CONAND, 1973)

$$R = \sum \frac{n_a P}{d}$$

où n_a = Nombre total d'individus de la classe a, présents dans la région pendant la campagne ;

P = Période de temps supposée, représentée par une campagne (du milieu de l'intercampagne précédent, au milieu de l'intercampagne suivant) ;

d = Durée de la vie des larves dans l'intervalle de longueur considéré (estimée à 5 jours).

Les résultats sont présentés dans le tableau III.

4.4. Relation entre l'abondance des larves et des adultes

Disposant de 6 années d'observation de l'abondance larvaire de la Petite Côte, il est intéressant de la comparer avec les indices d'abondance des

TABLEAU III

Recrutement des larves de 6 à 11 mm au cours de la ponte principale, et P.U.E. des sardiniens dakarois en quintaux par dizaine d'heures. (La P.U.E. est donnée pour l'année, et pour les 6 mois précédant la ponte : de décembre à mai).

Année	Nombre de larves	P.U.E. année	P.U.E. 6 mois
1970.....	—	75	—
1971.....	1,7.10 ¹²	114	95
1972.....	2,0.10 ¹²	162	185
1973.....	—	105	—
1974.....	1,3.10 ¹²	98	102
1975.....	2,9.10 ¹²	69	36
1976.....	2,8.10 ¹²	78	68

adultes calculés à partir de la pêche de la sardinelle ronde. Celle-ci se répartit actuellement entre plusieurs types d'exploitation :

— la grande pêche qui comprend les flottes hauturières de certains pays étrangers (U.R.S.S., nations Est-européennes) ainsi que celle d'entreprises multinationales ;

— la pêche sardinière dakaroise effectuée par 10 à 15 petits seineurs dont l'effort et les prises sont bien connus ;

— la pêche artisanale de la Petite Côte du Sénégal qui est faite à partir de pirogues avec des filets maillants droits et encerclants et des seines coulissantes ;

— diverses petites pêcheries locales en Gambie et en Mauritanie ; les seines de plage ; l'appât thonier.

L'importance relative de ces exploitations est très inégale. La grande pêche industrielle, dont les statistiques sont à peu près inaccessibles et pour laquelle on n'a qu'une estimation assez vague des prises et de l'effort, représente 90 % des captures. La pêche sardinière dakaroise et la pêche artisanale se partagent les 10 % restant, les diverses petites pêcheries n'ayant été citées que pour mémoire.

L'abondance des poissons capturés par une pêcherie peut être estimée soit par analyse des cohortes (dans le cas où les statistiques de pêche sont complètes), soit à partir des prises par unité d'effort. Les renseignements sur la pêche dont nous disposons ne portant que sur une petite fraction de l'exploitation du stock, l'analyse des cohortes n'a pas été possible. On a donc comparé l'évolution depuis 1970, de la prise par unité d'effort, (P.U.E. en quintaux par dizaines d'heures de pêche) des sardiniens dakarois, et de l'abondance larvaire (fig. 11). Aucune relation nette n'apparaît, on constate seulement que le recrutement larvaire est plus élevé en 1975 et 1976 alors que la P.U.E. est faible ces deux années. Le même phénomène apparaît

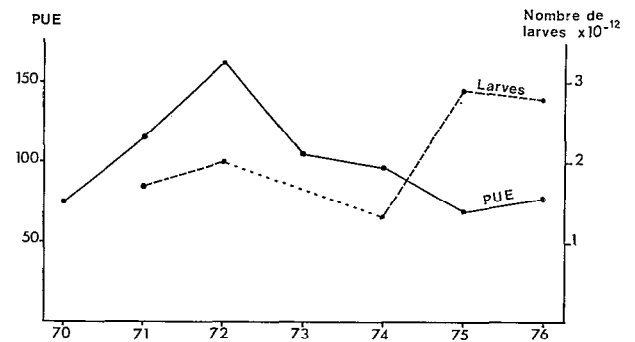


Fig. 11. — Évolution de la P.U.E., en quintaux par dizaines d'heures, des sardiniens dakarois, et de l'abondance des larves sur la Petite Côte.

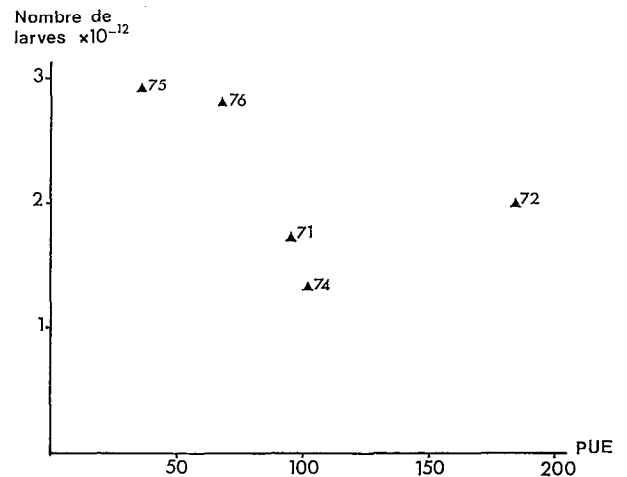


Fig. 12. — Abondance des larves en fonction de la P.U.E. (en quintaux par dizaines d'heures) des sardiniens dakarois au cours des 6 mois précédant la ponte principale (décembre à mai).

clairement lorsque l'on met en relation l'abondance des adultes (P.U.E. des sardiniens dakarois) pendant les 6 mois précédant la ponte principale, et le recrutement larvaire (fig. 12). On peut supposer qu'il s'agit d'un mécanisme de mortalité dépendant de la densité, le cannibalisme s'exerçant dès la ponte et le début de la vie larvaire. Il est cependant impossible de conclure, car la pêcherie dakaroise exploitant une zone restreinte, il n'est pas possible de déterminer si les variations de la P.U.E. traduisent une variation réelle de l'abondance du stock, ou plutôt de son accessibilité due par exemple à des conditions hydrologiques particulières.

CONCLUSION

Cette étude nous a permis de préciser divers aspects de la biologie d'un stock de sardinelle ronde

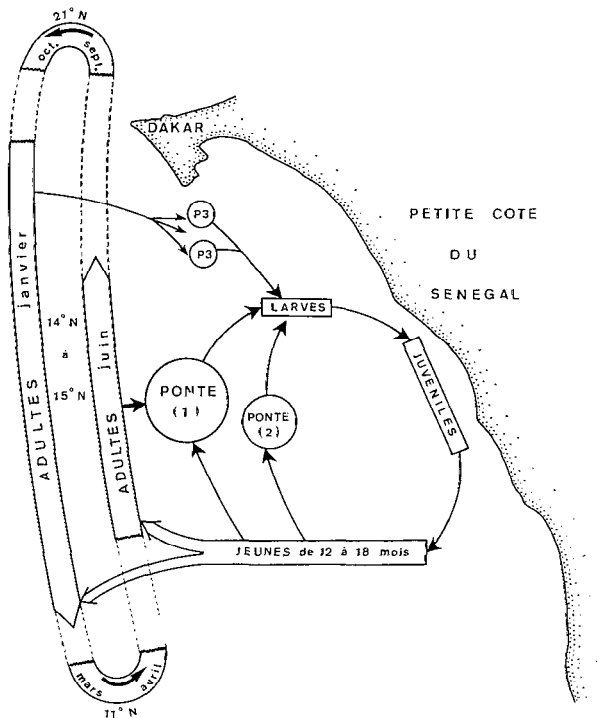


Fig. 13. — Reproduction de *S. aurita* au large de la Petite Côte du Sénégal. Ponte (1) : ponte principale, de la saison de réchauffement. Ponte (2) : ponte secondaire de fin de saison chaude. Pontes (3) : pontes sporadiques de saison froide.

estimé à plusieurs centaines de milliers de tonnes et qui migre entre 11° et 22° N.

Au large des côtes du Sénégal, on observe plusieurs périodes de reproduction d'importance inégale qui seraient dues à des fractions du stock d'âge différent : une ponte principale au moment du réchauffement des eaux, une ponte secondaire en fin de saison chaude, et sporadiquement des petites pontes de saison froide. Nos observations confirment les études sur la biologie des adultes et la pêche; elles peuvent se résumer par la figure 13.

Les conditions hydroclimatiques de la reproduction montrent une grande tolérance aux variations de température puisque l'on trouve des concentrations larvaires entre 18° et 30° avec un maximum entre 22° et 25°. Les exigences vis-à-vis de la salinité sont plus strictes, entre 35,5 et 36,0 ‰.

En suivant l'évolution des pontes *in situ*, à une température comprise entre 20° et 23 °C, on constate que le développement de l'œuf se fait en 24 heures environ, et que la croissance des larves est de l'ordre de 1 mm par jour. La mortalité est probablement très variable, et le coefficient instantané de mortalité journalière varie de 0,65 à 0,20 au cours des 10 premiers jours. Le coefficient de déclin des captures est 0,46 entre 6 et 11 mm.

Au large de la Petite Côte du Sénégal, les variations d'abondance des larves de 6 à 11 mm ont été suivies sur un cycle annuel. En 1970-71, l'intensité de la ponte secondaire atteint 1/10 de celle de la saison principale, et le petit pic de mars 1/20. Le recrutement larvaire au cours de la saison de ponte principale a été estimé de 1971 à 1976 : il est relativement stable avec cependant une augmentation en 1975 et 1976. On a essayé de voir si cette valeur pouvait être prise comme un indice du potentiel de reproduction du stock. La comparaison avec la P.U.E. de la pêche sardinière dakaroise ne permet pas de conclure à l'existence d'une relation stock-recrutement nette, ce qui cependant ne l'exclut pas. En effet nous avons souligné les limites de la validité de l'indice d'abondance utilisé (P.U.E. des sardiniers de Dakar) et nous disposons en outre d'une série d'observation beaucoup trop courte.

REMERCIEMENTS.

Je tiens à remercier MM. BOELY, CHABANNE, CHAMPAGNAT et FREON pour les nombreuses informations qu'ils m'ont données sur la pêche et la biologie des adultes et C. CONAND pour les suggestions au cours de la rédaction de cet article.

Manuscrit reçu au Service des Publications le 19 septembre 1977.

BIBLIOGRAPHIE

- BARON (J. C.), 1973. — Les estérases du sérum de *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847, in C.V. Application à l'étude des populations. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* vol. XI, n° 4 : 389-418.
- BERRITT (G. R.), 1961. — Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. *Cah. Océanogr.* 13 (10) : 715-727.
- BOELY (T.), 1971. — La pêche industrielle de *Sardinella aurita* dans les eaux sénégalaises de 1966 à 1970. *Doc. sci. prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye* (31) : 33 p.
- BOELY (T.) et CHABANNE (J.), 1975. — Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal. La pêche sardinière à Dakar : état actuel et perspectives. *Bull. Inst. fond. Afr. Noire (A)*, 37 (1) : 859-886.
- BOELY (T.) et ØSTVEDT (O.), 1976. — Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal. Observations faites à bord du navire usine « Astra » de la Mauritanie aux Iles Bissagos. *Bull. Inst. fond. Afr. Noire (A)*, 38 (3) : 677-702.
- BOELY (T.), CHAMPAGNAT (C.), CONAND (F.), 1969. — Reproduction et cycle biologique de *Sardinella aurita* (C. et V.) des côtes sénégalaises. *Doc. sci. prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye* (21) : 13 pp.
- BROTHER (E. B.), MATHEWS (C. P.), LASKER (R.), 1976. — Daily growth increment in otoliths from larval and adult fishes. *Fishery Bull.* 74 (1) : 1-8.
- CHAMPAGNAT (C.), 1966. — Indice relatif d'abondance saisonnière des sardinelles de la Petite Côte du Sénégal. *Doc. sci. prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye* (1) : 34 pp.
- CHAMPAGNAT (C.), 1967. — La pêche industrielle des poissons pélagiques côtiers du Sénégal en 1966. *Doc. sci. prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye* (4) : 6 pp.
- CONAND (F.), 1973. — Estimation de l'abondance des larves de *Sardinella aurita* C. et V. sur la Petite Côte sénégalaise en 1971 et 1972. *Doc. sci. prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye* (48) : 15 pp.
- CONAND (F.), 1975. — Distribution et abondance des larves de Clupeidés au large des côtes du Sénégal et de la Mauritanie en septembre, octobre et novembre 1972. *Int. Coun. Explor. Sea C.M.* 1975 (J : 4) : 9 pp. mimeo.
- CONAND (F.), 1976. — Distribution et abondance des larves de *Sardinella aurita*. Val. 1847 dans la région du Sénégal en 1974. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XIV, n° 3 : 221-225.
- CONAND (F.) et CREMOUX (J. L.), 1972. — Distribution et abondance des larves de sardinelles dans la région du cap Vert de septembre 1970 à août 1971. *Doc. sci. prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye* (36) : 23 pp.
- CONAND (F.) et FAGETTI (E.), 1971. — Description et distribution saisonnière des larves de sardinelles des côtes du Sénégal et de la Gambie en 1968 et 1969. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XI, n° 3 : 293-318.
- ELWERTOWSKI (J.), GONZALES ALBERDI (P.), CHABANNE (J.), et BOELY (T.), 1972. — Première estimation des ressources pélagiques du plateau continental nord-ouest africain (zone de transition nord de l'Atlantique Centre Est). *Doc. sci. prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye* (42) : 33 pp.
- FRONTIER (S.), 1973. — Étude statistique de la dispersion du zooplancton. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* (12) : 229-262.
- MARCHAL (E.) et BOELY (T.), 1977. — Évaluation acoustique des ressources en poissons du plateau continental ouest africain des Iles Bissagos (11° N) à la pointe Stafford (28° N). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XV, n° 2 : 139-161.
- MATSUURA (Y.), 1975. — A study of the life history of brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. II. Spawning in 1970 and 1971. *Bolm. Inst. Océanogr., S. Paulo* (24) : 1-16.
- ROSSIGNOL (M.) et ABOUSSOUAN (M. T.), 1965. — Hydrologie marine côtière de la presqu'île du Cap Vert. *Publ. prov. O.R.S.T.O.M., Dakar*.
- TRANter (D. J.) et SMITH (P. E.), 1968. — Filtration Performance : 27-56 : In : Zooplankton sampling. UNESCO, Paris.