

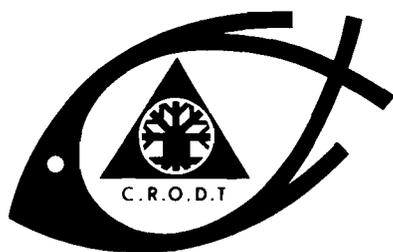
RECUEIL DES COMMUNICATIONS PRESENTEES PAR  
LE CENTRE DE RECHERCHES OcéANOGRAPHIQUES DE  
DAKAR - THIAROYE

AU

SYMPOSIUM SUR LE COURANT DES CANARIES :

UPWELLING ET RESSOURCES VIVANTES

( Las Palmas, 11-14 avril 1978 )



**CENTRE DE RECHERCHES OcéANOGRAPHIQUES DE DAKAR - THIAROYE**

**DOCUMENT SCIENTIFIQUE**

**N° 67**

**\* INSTITUT SÉNÉGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES \***

**SEPTEMBRE 1978**

RECUEIL DES COMMUNICATIONS PRESENTEES PAR  
LE CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES DE  
DAKAR - THIAROYE

AU

SYMPOSIUM SUR LE COURANT DES CANARIES :  
UPWELLING ET RESSOURCES VIVANTES  
(Las Palmas, 11 - 14 avril 1978)

## S O M M A I R E

21418	BOELY (T.), CHABANNE (J.), FREON (P.) et STEQUERT (B.) - Cycle sexuel et migrations de <i>Sardinella aurita</i> sur le plateau ouest-africain, des îles Bissagos à la Mauritanie. Comm. n°.....	92
21419	DOMAIN (F.) - Potentialités comparées des différentes zones de pêche d'espèces démersales du golfe de Guinée (19°N à 6°S). Comm. n°.....	96
21420	DOMAIN (F.) - Répartition de la biomasse globale du benthos sur le plateau continental ouest-africain de 17°N à 12°N. Densités comparées liées aux différents types de fonds. Comm. n°.....	95
21421	DOMAIN (F.) - Répartition de la matière organique de la couverture sédimentaire du plateau continental ouest-africain entre 17°N et 12°N. Comm. n°.....	97
21422	FREON (P.) et STEQUERT (B.) - Note sur la présence de <i>Sardina pilchardus</i> (Walb.) au Sénégal. Comm. n°.....	94
21423	FREON (P.), STEQUERT (B.) et BOELY (T.) - La pêche des poissons pélagiques côtiers des îles Bissagos au nord de la Mauritanie: descriptions et interactions des pêcheries. Comm. n°.....	93
21424	GERLOTTO (F.), MARCHAL (E.) et STEQUERT (B.) - Les ressources en poisson du plateau continental séné- gambien évaluées par écho-intégration. Comm. n°.....	1
21425	REBERT (J.P.) - Variabilité des conditions de surface dans l'upwelling ouest-africain. Comm. n°.....	100
2142C	REBERT (J.P.) - Les teneurs en chlorophylle des eaux de surface à la station côtière de Dakar (résultats des mesures de 1973 à 1977). Comm. n°.....	102

CYCLE SEXUEL ET MIGRATIONS  
DE *SARDINELLA AURITA*  
SUR LE PLATEAU OUEST-AFRICAÏN,  
DES ILES BISSAGOS A LA MAURITANIE

par

T. BOELY, J. CHABANNE, P. FREON et B. STEQUERT

Communication n° 92

CYCLE SEXUEL ET MIGRATIONS DE SARDINELLA AURITA  
SUR LE PLATEAU OUEST-AFRICAIN, DES ILES BISSAGOS A LA MAURITANIE

par

J. BOELY\*, J. CHABANNE\*\*, P. FREON\*\* et B. STEQUERT\*\*

\* Océanographe biologiste ORSTOM - Antenne ORSTOM, Centre Océanologique de Bretagne - BP 337 - 29 273 BREST-CEDEX FRANCE.

\*\*Océanographes biologistes ORSTOM - Centre de Recherches Océanographiques de DAKAR-THIAROYE - Institut Sénégalais de Recherches Agricoles - B.P. 2241 DAKAR-SENEGAL.

"Cette communication ne peut-être citée sans autorisation préalable des auteurs".

- R E S U M E -

Le cycle sexuel de Sardinella aurita dans la région sénégal-mauritanienne présente les caractéristiques suivantes :

- la ponte est étalée sur la totalité de l'année lorsque l'on considère l'ensemble de la zone, avec une période de reproduction maximale de juin à septembre.

- la zone de ponte principale s'étend sur le plateau continental, de la Gambie au **cap Blanc**. La ponte ne se déroule pas de façon simultanée sur l'ensemble de la zone, mais il y a un foyer de reproduction maximale qui se déplace. Ainsi, pour la période principale le maximum se situe au niveau de la Gambie au début du mois de juin et au large du **cap Blanc** en septembre

- dans une région donnée, la ponte est très étalée mais présente des alternances d'activité **sexuelle** et de repos. Au Sénégal, il existe **deux** périodes de ponte, une principale de février à juin et une secondaire en octobre-novembre.

Les juvéniles se développent très près de la côte. Ils se regroupent en deux nurseries, l'une, bien connue, située du **cap Vert** à la Gambie, l'autre dans la région du **Danc** d'Arguin et du Cap Timiris. Les jeunes restent dans les nurseries jusqu'à une taille comprise entre 20 et 25 cm. Ils se reproduisent une première fois puis rejoignent la partie adulte de la population. Au Sénégal deux départs principaux ont lieu, le premier en juin-juillet, le deuxième en décembre-janvier.

Les adultes de sardinelles (longueur supérieure à 25 cm) vivent plus au large sur les fonds de 40 à 100 m. Elles se déplacent, **recherchant** préférentiellement les zones de convergence, situées aux bords extérieurs des upwellings. Dans leur majorité elles suivent le cycle migratoire suivant : en fin de saison chaude et début de refroidissement des eaux (octobre à janvier), phase de dispersion au large du nord de la Mauritanie ; phase de descente rapide vers le sud en février ; phase de concentration de pré-ponte en mars-avril dans la partie sud de la région (sud Sénégal et Guinée-Bissau) ; phase de montée vers le nord jusqu'à 24°-25°N , avec ponte, de mai à septembre.

Les Sardinelles de la région sénégal-mauritanienne constituent donc une population unique. Les adultes accomplissent un cycle de migration annuelle de 11° à 25°N. Ils se reproduisent principalement pendant leur trajet vers le nord, tout le long de la côte. Les larves issues de leur ponte alimentent le recrutement de deux nurseries situées, l'une au Sénégal, l'autre en Mauritanie. Les juvéniles se développent dans ces nurseries, s'y reproduisent une première fois et rejoignent ensuite la fraction adulte de la population.

- S U M M A R Y -

Sexual cycle of Sardinella aurita in Senegalese and Mauritanian waters presents the following features :

- Regarding the whole region, reproduction takes place during all the year with a maximum period from June to September.

- Principal reproduction area extends from Gambia in south to Cap Blanc in north. Spawning is not simultaneous in the whole area but there is a center of maximum reproduction which is moving. Thus, it is found in Gambian waters in the beginning of June and in the vicinity of Cap Blanc in September.

- In a given area, spawning is very spread but shows alternative active and resting periods. In Senegal, two spawning periods are present : one, principal, from February to June, and one, less important, in October-November.

Juveniles grow very close to the coast. They form two nurseries, the first, well known, taking place from Cap Vert to Gambia, the second in Mauritania, on the Banc d'Arguin and near Cap Timiris. Young Sardinella are staying in nurseries until their size reaches 20 to 25 cm in fork length. They spawn one first time, then join adult part of the population. One finds two principal departures from Senegalese nursery, one in June-July, the other in December-January.

Adult sardinella, bigger than 25 cm, live offshore, above 40 m to 100 m in depth. They move, searching for convergence zones on the upwelling external limits. For the most, they exhibit the following migratory cycle : at the end of warm season and beginning of cold waters, from October to January dispersion phase in front of north Mauritania : southwards quick moving phase in February ; pre-spawning concentration in March-April in the south of the area (south Senegal and Guinée-Bissau ; north moving phase until 24° - 25°N, with spawning from May to September.

S. aurita of Senegalese-Mauritanian region form, therefore a single population. Adults achieve an annual migration cycle from 11° to 25°N. They mainly spawn during the northwards travel, all along the coast. Larvae are recruited in two nurseries, one in Senegal the other in Mauritania. Juveniles grow in these nurseries, have a first spawning, then join the adult part of the population.

La sardinelle ronde, Sardinella aurita, est une composante importante de la biomasse tertiaire du plateau continental sénégalomauritanien. Elle est abondante, de 11° à 25°N, mais présente de fortes variations saisonnières en un endroit donné. Dans toute cette zone, elle est très largement exploitée par différentes pêcheries qui n'ont apparemment que peu de relations entre elles. L'étude du cycle sexuel et des migrations montre qu'en réalité l'effort de ces pêcheries porte sur une seule population, mais que chacune s'intéresse plus particulièrement à une fraction donnée de la population.

Deux périodes ont été considérées dans le cycle de vie pour cette étude : la phase juvénile et la phase adulte. La phase juvénile s'étend jusqu'aux poissons venant d'effectuer une première ponte. Leur longueur à la fourche maximale est de 25 cm (21-22 cm en moyenne) et ils sont alors âgés d'un peu plus d'un an. Cette phase correspond aux temps de présence dans la nursery.

#### I - CYCLE SEXUEL

Les études effectuées au Sénégal sur la reproduction de la sardinelle ronde montrent que l'activité sexuelle est très étalée au cours de l'année. Elle passe par des pics séparés par des périodes de repos plus ou moins marquées. Le cycle sexuel observé de 1968 à 1972 est le suivant : décembre-janvier, période de repos sexuel, février-mars-avril-mai-juin, période d'activité présentant plusieurs maximums, juillet-août, période de repos, septembre-octobre-novembre, période d'activité sexuelle. L'étude en fonction de la taille montre que les grandes sardinelles, d'une longueur supérieure à 25 cm, se reproduisent les premières, de février à mai principalement. Les plus petites ne mûrissent qu'à la fin de cette première période, en mai-juin. Elles sont aussi responsables de la deuxième ponte, de septembre à novembre. Il est à noter que les dates, le nombre et les importances des pics de la première période de ponte sont variables d'une année à l'autre. Ces résultats ont été confirmés par une étude de CONAND C. (sous presse) effectuée en 1975 et 1976.

La reproduction n'a pas été étudiée en détail ailleurs que sur la côte sud du Sénégal. Cependant, dans une étude sur les larves CONAND F. (sous presse) donne les déplacements spatio-temporels des maximums d'abondance de larves observés sur le plateau continental sénégal-mauritanien. La première concentration de l'année est trouvée début juin au large de la Gambie. La zone du maximum se déplace vers le nord, se situant en juin dans la zone proche de Dakar et sur la côte nord du Sénégal, en juillet, du cap Vert au cap Blanc, en août, du sud du cap Timiris au cap Blanc, en septembre, au large du banc d'Arguin. Selon cet auteur, ce maximum est dû pour une grande part à la ponte des grandes sardinelles. D'août à novembre des densités plus faibles sont trouvées en dehors des zones à maximum tout le long de la côte. Pendant les autres mois, les larves sont présentes de façon sporadique avec cependant une abondance plus forte au large de la Casamance (sud Sénégal) et de la Guinée Bissau, en mai et décembre.

Le cycle sexuel de Sardinella aurita dans la région sénégal-mauritanienne présente donc les caractéristiques suivantes :

- la ponte est étalée sur la totalité de l'année lorsque l'on considère l'ensemble de la zone, avec une période de reproduction maximale de juin à septembre ;

- la zone de ponte principale s'étend sur le plateau continental, de la Gambie au cap Blanc. La ponte ne se déroule pas de façon synchrone sur l'ensemble de la zone, mais il y a un foyer de reproduction maximale qui se déplace. C'est ainsi que pour la période principale, le maximum se situe au niveau de la Gambie au début du mois de juin et arrive au cap Blanc en septembre ;

- dans une région donnée, la ponte est très étalée avec deux périodes, une principale et une secondaire, séparées par des périodes de repos sexuel.

## II - PHASE JUVENILE

Les larves sont trouvées sur toute la largeur du plateau continental. Au fur et à mesure de leur développement, elles migrent vers la côte et se concentrent dans les très petits fonds. Les juvéniles de 5 à 10 cm peuvent être capturées en abondance à la senne

de plage. La zone de concentration à la côte n'est pas aussi étendue que l'aire de ponte. Il se constitue deux nurseries. L'une est située sur la **Petite Côte** du Sénégal, de Dakar au nord de la Gambie, l'autre, moins bien connue, dans la région du cap Timiris et du banc d'Arguin en Mauritanie. La constitution de ces deux nurseries est certainement liée aux conditions du milieu : zones plus calmes.

Les jeunes sardinelles se développent dans ces endroits jusqu'à la taille de 20-25 cm, c'est à dire jusqu'à un âge un peu supérieur à un an. En grandissant, elles s'éloignent un peu de la côte, vivant de préférence dans les profondeurs de 20 m.

### 2.1. Nursery des côtes sénégalaises

Cette population de juvéniles est la base, au Sénégal, de l'exploitation des sardiniers de Dakar et de la pêche piroguière artisanale de la côte sud. La composition en taille des débarquements (BOELY 1971, FREON et STEQUERT 1978) montre l'existence tout au long de l'année d'un mode situé aux environs de 21 cm. Il n'y a que pendant le premier semestre que des sardinelles de taille supérieure à 25 cm sont capturées.

BOELY et CHABANNE (1975) analysant les prises annuelles des sardiniers dakarois trouvent deux maximums d'abondance, le premier en avril-mai-juin, le deuxième en octobre-novembre, séparés par des minimums bien marqués. Le minimum de janvier à mars, moins accentué si l'on considère les débarquements totaux, est très marqué si l'on ne retient que les jeunes poissons (FREON et al. 1978). La chute des rendements est très rapide dans les deux cas et ne peut s'expliquer que par une migration des jeunes sardinelles hors de la zone. Il y aurait donc deux périodes de départ de la nursery.

- Premier départ : Si on se réfère à la prise par unité d'effort des sardiniers dakarois, on constate que la migration hors de la nursery commence en juin, reste modérée jusque vers la mi-juillet, est ensuite massive dans la deuxième quinzaine. A cette date, la poche d'eaux riches qui persistait sous la presqu'île du Cap Vert et qui avait contribué au maintien des jeunes sardinelles dans la zone, disparaît. Les eaux tropicales chaudes et pauvres envahissent tout le plateau continental jusqu'au cap Timiris. Il est donc probable que la majorité des sardinelles remonte vers le nord où les conditions sont plus favorables. L'étude des mouvements

des flottes de pêche n'apporte aucune information sur ce déplacement, car elles **suivent** la migration des adultes, légèrement plus **précoce**. D'autre part, elles ne restent pas en surface mais elles s'enfoncent. Elles peuvent alors être pêchées au chalut de fond **jusqu'à** des profondeurs de 40-50 m tout le long de la côte pendant la saison chaude. PROBATOV et PUPYSHEV (1969) signale le fait mais ne précisent ni la saison ni les lieux d'observation.

Cette migration affecte principalement les sardinelles nées de la ponte principale de l'année précédente venant de se reproduire pour la première fois dans la nursery.

• Deuxième départ : Il reste dans la nursery pendant la saison chaude les poissons issus de la ponte d'octobre-novembre, une petite fraction des jeunes de la ponte d'avril à juin de l'année précédente, et, bien sûr, les juvéniles nés pendant l'année. Les bancs sont plus petits, plus dispersés que pendant le reste de l'année. Ils sont aussi souvent plus éloignés de la côte et plus profonds. Vers le début d'octobre, d'importantes concentrations se forment au large de la Gambie qui remontent progressivement vers le nord. Cette apparition dans le sud du Sénégal, suivie d'un déplacement vers le nord, avait fait envisager dans un premier temps l'existence possible d'une population guinéo-sénégalaise migrant avec les eaux guinéennes (BOELY 1971). Après la ponte, ces sardinelles se dispersent et pendant les mois de janvier-février suivent les adultes dans leur migration vers le sud. Elles se retrouvent alors dans les prises des senneurs commerciaux effectuées au large de la Guinée Bissau, mélangées aux grandes sardinelles (BOELY et ØSTVEDT 1977). Des sardinelles plus jeunes (15 à 20 cm) migrent aussi pendant cette période.

### 2.1. Nursery des côtes mauritaniennes

Les conditions de milieu n'étant pas favorables sur la côte nord du Sénégal et la côte sud de la Mauritanie, on y trouve très peu de jeunes sardinelles. Les conditions deviennent meilleures dans la région du cap Timiris et du banc d'Arguin et tout conduit à y envisager l'existence d'une nursery. Une ponte importante a lieu en juin-juillet de 15° à 20°N et les courants nord existant pendant cette période favorisent le transport des larves vers cette zone. Cette nursery dont l'existence a pu être vérifiée en partie par des observations directes et par des renseignements obtenus de

certaines flottes de pêche est mal connue. Son extension géographique, son importance quantitative certainement très grande, ses liaisons avec la partie adulte de la population ne sont pas établies.

### III - PHASE ADULTE

La partie adulte de la population est constituée de poissons d'une longueur supérieure à 25 cm dans sa majorité, c'est-à-dire âgés d'environ deux ans et plus. Ces sardinelles vivent plus au large que les jeunes, en général dans la moitié externe du plateau, principalement entre les isobathes 40 et 100 m. Elles sont intensément exploitées par la pêche internationale. Elles n'entrent dans la pêcherie sénégalaise que pendant la saison froide, de janvier à juin. Elles sont alors capturées au large de Dakar soit dans leur mouvement vers le sud, soit dans celui vers le nord.

Leurs migrations peuvent être suivies grâce aux mouvements des flottes de pêche. CHABANNE et ELWERTOWSKI (1973) ont dressé les cartes mensuelles des prises par unité d'effort des senneurs norvégiens et des chalutiers polonais. Ce sont actuellement les informations les plus complètes disponibles, car ces flottes opéraient sur l'ensemble du plateau, de 11° à 26°N, ce qui n'a plus été le cas par la suite pour aucune flottille en raison de la fermeture des eaux territoriales de certains pays. En particulier, les senneurs norvégiens, surtout intéressés par les sardinelles de grande taille, permettent de suivre la concentration principale des adultes.

#### 3.1. Description du cycle migratoire (figure 1)

En janvier les concentrations sont de moyenne importance, la principale se trouve vers 19°, au large du banc d'Arguin et du cap Timiris. En février, la zone principale se localise de 12° à 15°N, c'est-à-dire dans le sud du Sénégal. La plus forte concentration est située de 11° à 13°N en mars. En avril, la remontée vers le nord est commencée. L'abondance maximum est encore dans le sud du Sénégal, de 12° à 14°N. Les sardinelles sont plus dispersées en mai. Elles sont de 13° à 18°N avec un maximum de 15° à 17°N. Elles continuent leur remontée en juin et sont pêchées de 16° à 20°N avec un maximum au large du banc d'Arguin. En juillet, les concentrations,

moins fortes, se situent au large du banc d'Arguin. En août, le déplacement vers le nord se poursuit, la principale zone de pêche s'étendant de 20° à 22°N. Le maximum d'abondance se trouve de 21° à 23°N en septembre. En octobre elles sont plus dispersées, de 19° à 24°N. En novembre-décembre, l'abondance apparente est faible, la répartition toujours large, les pêches les plus importantes se font au large du cap Blanc et du banc d'Arguin.

Le schéma de migration décrit ci-dessus est basé sur les déplacements de la zone d'abondance maximale des grandes sardinelles. Il est donc caractéristique de la majorité de la population. Cependant une partie des poissons s'écartent de ce cycle. Ainsi, des bancs commencent le trajet vers le sud beaucoup plus tôt et peuvent arriver dès novembre-décembre sur les côtes sénégalaises. Elles sont alors capturées sur la côte nord du Sénégal, à St-Louis et à Cayar, par la pêche artisanale. En janvier, des grandes sardinelles apparaissent dans les prises des sardiniers dakarois, bien que la concentration principale soit située vers 19°N. A l'inverse une fraction du stock peut se déplacer plus tardivement et de façon beaucoup plus limitée. Des concentrations importantes ont été trouvées en mars et avril dans le nord du Sénégal et en Mauritanie (fig. 1). D'autre part, les chalutiers polonais ont pêché des sardinelles dans toute la partie nord de la région jusqu'à 24°N, pendant les mêmes mois. Mais, n'ayant pas d'informations sur la structure en taille de ces captures nous ne pouvons pas connaître leur composition. Elles peuvent être constituées pour une large partie de sardinelles issues de la nursery mauritanienne, plus jeunes et effectuant des migrations moins importantes.

Le cycle migratoire de la majorité des adultes de Sardinella aurita peut se résumer ainsi : en fin de saison chaude et début de refroidissement des eaux, d'octobre à janvier, phase de dispersion au large du nord de la Mauritanie ; phase de descente rapide vers le sud en février ; phase de concentration de pré-ponte en mars-avril dans la partie la plus sud de l'aire habitée (Guinée Bissau et sud Sénégal) ; phase de montée vers le nord, jusqu'à 24°-25°N, avec ponte, de mai à septembre.

### 3.2. Relation avec les facteurs du milieu

L'étude des localisations des abondances maximums des sardinelles adultes montre qu'elles vivent à proximité des zones de remontée d'eau froide (1). Leur température préférentielle se situe à 18-20°C, bien qu'elles peuvent se trouver dans des eaux plus froides ou plus chaudes. Elles recherchent également les zones à forte richesse trophique. La combinaison de ces deux exigences leur fait rechercher les zones de convergence, sur le bord externe des upwellings et permet d'expliquer leurs déplacements.

En janvier, l'upwelling est présent tout le long de la côte. Il est faible, irrégulier, très côtier. Les eaux chaudes prédominent dans le sud. Les sardinelles sont dispersées avec cependant une abondance plus forte dans le nord. En février l'upwelling devient intense du cap Blanc au cap Vert. Les eaux situées au centre des zones de remontée, malgré leur forte productivité, sont peu favorables à la présence des sardinelles : température trop basse, faible teneur en oxygène, faible richesse trophique pour les sardinelles. Elles se maintiennent sur le bord extérieur de l'upwelling situé, sur le plateau continental, dans le sud du Sénégal. C'est une zone de convergence aux conditions de température et de nourriture favorables. En mars-avril, l'upwelling est plus intense au sud du cap Vert. Les sardinelles restent concentrées dans la zone de convergence, située plus ou moins sud suivant l'intensité de l'upwelling. Il existe d'autres zones de convergence, moins importantes, sur la côte nord du Sénégal et de la Mauritanie. Elles peuvent expliquer les concentrations isolées trouvées dans cette région pendant les deux mois. L'upwelling s'affaiblit en mai-juin et les eaux pauvres et chaudes du contre-courant équatorial remontent le long de la côte. La migration vers le nord a lieu pendant cette période. De juillet à octobre les remontées d'eau froide sont limitées au cap Blanc et à la côte du Rio de Oro. Elles vont en s'affaiblissant ce qui explique la coïncidence des zones d'upwelling et des concentrations de sardinelles. En novembre-décembre, la situation est proche de celle de janvier : établissement d'upwellings faibles le long de la côte. La température moyenne de l'eau reste supérieure à 20°C dans le sud jusqu'à la fin décembre. Les grandes sardinelles vivent dans le nord, mais peuvent parfois atteindre la presqu'île du Cap Vert dans la fin de décembre.

---

(1) Les informations sur les caractéristiques physiques de la région nous ont été communiquées par J.P. REBERT.

#### IV - CONCLUSION

Les sardinelles rondes du plateau continental sénégalomauritanien constituent une seule population. Les adultes accomplissent un cycle migratoire annuel de 11° à 25°N. Ils se reproduisent principalement pendant le trajet vers le nord, tout le long de la côte. Les larves issues de leur ponte alimentent le recrutement de deux nurseries situées l'une au Sénégal, l'autre en Mauritanie. Les juvéniles se développent dans ces nurseries, s'y reproduisent une première fois et rejoignent ensuite la fraction adulte de la population.

#### V - BIBLIOGRAPHIE

- BOELY (T.)- 1971.- La pêche industrielle de Sardinella aurita dans les eaux sénégalaises de 1966 à 1970 - Doc. Scient. Centre Recherches Océanogr. de Dakar-Thiaroye - n° 31-34 p.
- BOELY (T.) et CHABANNE (J.)- 1975.- Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal. La pêche sardinière à Dakar ; état actuel et perspectives. Bull. de l'IFAN. T. 37, Sér. A, n° 4, p. 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. de l'IFAN T. 38, Sér. A., n° 3, p. 677-702.
- CHABANNE (J.) et ELWERTOWSKY (J.) 1973.- Cartes des rendements de la pêche des poissons pélagiques sur le plateau continental nordouest-africain, de 11° à 26°N. Doc. Scient. Centre Recherches Océanogr. de Dakar-Thiaroye, n° 49
- CONAND (C.)- Sous presse - Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité de la sardinelle ronde, Sardinella aurita : Pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976 - Cahiers ORSTOM, ser. Océanogr.
- CONAND (F.)- Sous presse - Oeufs et larves de la sardinelle ronde (Sardinella aurita) au Sénégal : distribution, croissance, mortalité, variations d'abondance de 1971 à 1976. Cahiers ORSTOM, Ser. Océanogr.

FREON (P.) et STEQUERT (B.) - 1978.- Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal : structure démographique des captures des sardiniens dakarois en 1976 - Archive - Centre Recherche Océanogr. de Dakar-Thiaroye n° 57 - Dactylogr.

FREON (P.), STEQUERT (B.) et BOELY (T.) - 1978.- La pêche des poissons pélagiques côtiers des Iles Bissagos au nord de la Mauritanie : descriptions et interaction des pêcheries. Symposium sur le courant des Canaries : Upwelling et ressources vivantes - LAS PALMAS - Espagne - 11 au 14 avril 1978. Communication n° 93.

PROBATOV (A.N.) et PUPYSHEV (V.A.) - 1969.- Behavior of Sardinella aurita (Vol.) near the west coast of Africa. From : Fishing Regions off the West Coast of Africa. The Atlantic Institute of Scientific Research on Fisheries and Oceanography (ATLANTNIRO) ; TRUDY, Issue XXII, pp. 221-234 ; Kaliningrad, USSR. Traduction anglaise du N.O.A.A.(U.S.A.).

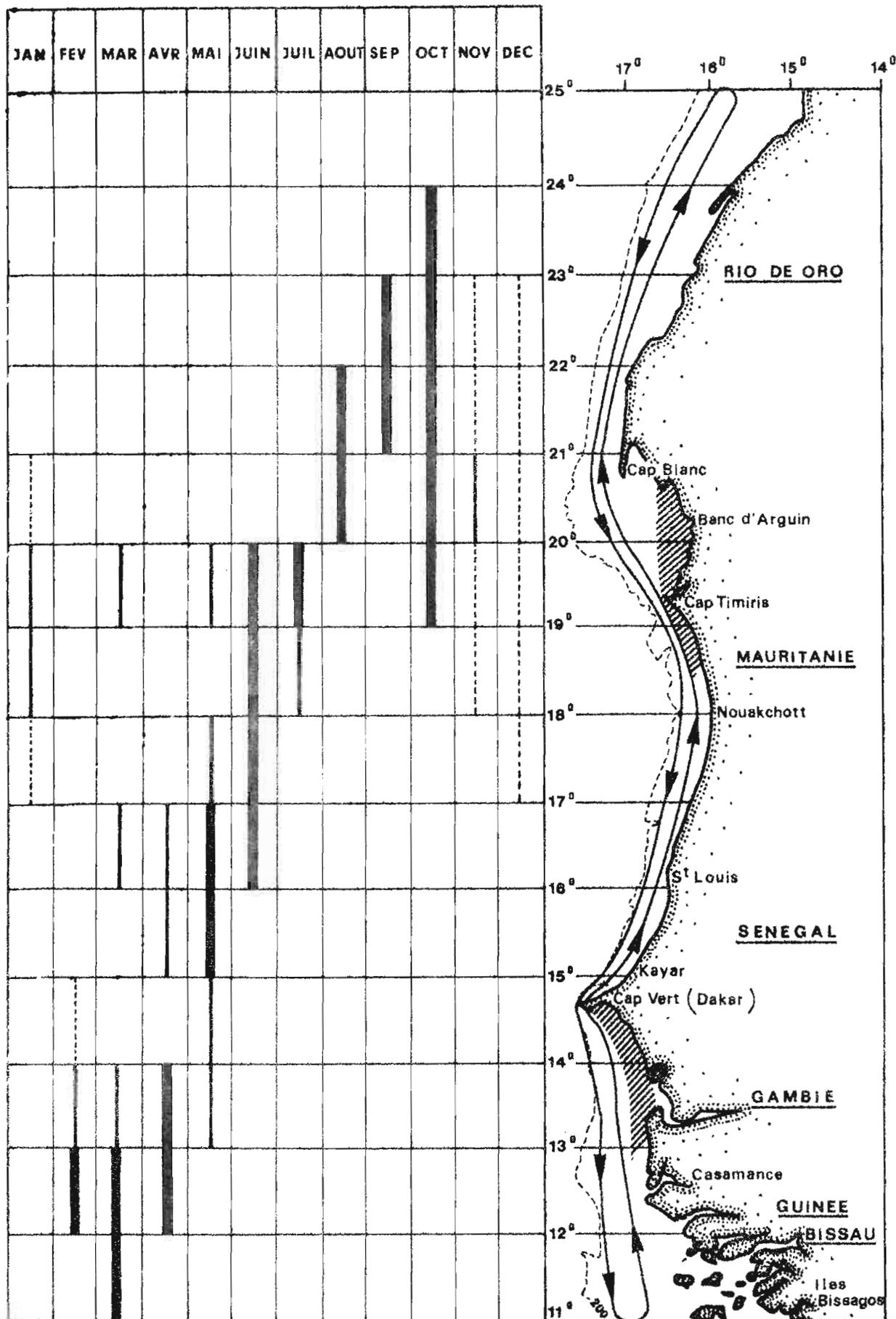


Fig. 1- Cycle migratoire et localisation mensuelle des principales concentrations d'adultes de *Sardinella aurata*.

--- Concentration faible    — Concentration moyenne    █ Concentration forte    ➔ Trajet des grandes Sardinelles  
 ▨ Nursery

POTENTIALITES COMPAREES  
DES DIFFERENTES ZONES DE PECHE  
D'ESPECES DEMERSALES  
DU GOLFE DE GUINEE (19°N A 6°S)

par

F. DOMAIN

Communication n° 96

Cette communication ne peut  
être citée sans autorisation  
préalable de l'auteur.

Symposium sur le courant  
des Canaries : Upwelling  
et Ressources Vivantes.  
N° 96.

POTENTIALITES COMPAREES DES DIFFERENTES ZONES DE PECHE  
D'ESPECES DEMERSALES DU GOLFE DE GUINEE (19° N à 6° S)

Par

F. DOMAIN

*Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M. - Antenne O.R.S.T.O.M.  
Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX*

RESUME

A partir des données de prise et d'effort disponibles entre 1964 et 1974 ainsi que de résultats de campagnes de prospection (G.T.S.) et d'écho-intégration une estimation du potentiel de captures démersales a pu être tentée. Les méthodes semi-quantitatives donnent des estimations du même ordre de grandeur que celles provenant de modèles de production. La productivité des différentes zones de pêche a été comparée.

ABSTRACT

It is possible, from catches per unit effort data available between 1964 and 1974, from acoustic survey results using echo-integration technique and from the Guinean Trawling Survey data, to evaluate the demersal potential catches of the Guinean Gulf area. Semi-quantitative methods and production models give similar estimates. The productivity of different fishing grounds has been compared.

Cette communication ne peut  
être citée sans autorisation  
de l'auteur.

Symposium sur le courant des Canaries :  
Upwelling et Ressources Vivantes.  
N° 96

POTENTIALITES COMPAREES DES DIFFERENTES ZONES DE PECHE  
D'ESPECES DEMERSALES DU GOLFE DE GUINEE (19°N A 6°S)

par

F. DOMAIN

—  
*Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M. - Antenne O.R.S.T.O.M. -  
Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX -*

Au niveau du Golfe de Guinée (19°N à 6°S) quelques évaluations à l'aide des modèles de production ont pu être effectuées, pour certains pays, à partir de données de prise et d'effort de quelques flottilles. L'utilisation de méthodes semi-quantitatives (extrapolations, utilisation de la formule approchée de GULLAND (1969), mesures d'écho-intégration) a permis d'obtenir des approximations pour les cinq divisions C.O.P.A.C.E. du golfe (Cap Vert, Sherbro, golfe de Guinée ouest, golfe de Guinée centre, golfe de Guinée sud) où l'on ne dispose, la plupart du temps, que d'informations trop imprécises pour qu'il soit possible de tenter des évaluations par les modèles de production classiques.

I. Division cap Vert (1)

Les données de prise et d'effort des chalutiers polonais du type 5,53 GRT entre 1964 et 1974 (statistiques FAO) permettent d'évaluer par le modèle de SCHAEFFER à 180 000 T. le potentiel annuel de captures des espèces

---

(1) On trouvera en annexe les caractéristiques des subdivisions adoptées ainsi que leurs superficies en km<sup>2</sup>.

démersales de la division. Une démarche analogue conduit, à partir de données japonaises (de 1964 à 1971 - données F.A.O.), à une évaluation de 150.000 T, valeur inférieure à la précédente mais pouvant s'expliquer par le fait que les Japonais jusqu'en 1971 étaient très sélectifs lors du choix des captures conservées à bord pour être commercialisées.

Une campagne d'écho-intégration effectuée devant le Sénégal en avril-mai 1976 a permis d'évaluer la biomasse démersale à environ 400 000 T (GERLOTTO et al., 1976). A cette époque de l'année la majeure partie du stock démersal de la division cap Vert se trouve dans la zone Sénégal-Gambie. Si l'on admet que les juvéniles, souvent concentrés près du littoral, dans des zones inaccessibles aux chalutiers, ne sont pas exploités ou le sont de façon réduite, la biomasse de 400.000 T est celle du stock exploité où les captures C sont égales au produit de la mortalité F due à la pêche, par la biomasse B :

$$C = F \times B$$

On ne possède pas encore de données sur les captures totales dans les eaux sénégalaises en 1976. En première approximation, leur niveau sera supposé sensiblement égal à la moyenne des trois dernières années pour lesquelles des données sont disponibles (1972, 1973 et 1974), soit environ 200.000 T annuelles. La mortalité due à la pêche serait donc  $F = 200\ 000/400\ 000 = 0,5$ . Si on considère que les espèces de la région ont une durée de vie d'environ 4 à 5 ans, l'abaque de TANAKA (in ALVERSON, 1971) donne une estimation du coefficient de mortalité naturelle M égale à 0,5-0,6. F serait donc voisin de 4.

Avec le modèle de SCHAEFFER, un tel niveau d'exploitation correspond à peu près au maximum de production à l'état d'équilibre. Avec une production de 200 000 T annuelles, le stock démersal exploité au large des côtes sénégalaises se trouve au voisinage du maximum de production équilibrée.

Lors de la campagne G.T.S. (1963 - 1964) les fonds de pêche de Guinée Bissau n'étaient pratiquement pas exploités et la biomasse calculée par WILLIAMS (1968) en saison froide et en saison chaude peut être considérée comme celle d'un stock vierge, donc satisfaisant à la condition d'application de la formule de GULLAND:  $C_{\max} = 0,5 M B_0$  qui devient  $C_{\max} = 0,25 B_0$  si l'on prend, ainsi qu'expliqué plus haut,  $M = 0,5$ . En saison froide à partir de résultats de mesures d'écho-intégration effectuées de la Mauritanie à la Guinée,

il est possible d'obtenir un rapport de densité, toutes espèces comprises, entre les zones Guinée Bissau, Sénégal-Gambie et Mauritanie : Sénégal/Guinée Bissau = 1,14, Mauritanie/Sénégal-Gambie = 0,65. A cette époque de l'année la biomasse démersale calculée par WILLIAMS (1968), entre -15 et -200 m dans la zone Bissagos, soit sur 37.000 km<sup>2</sup>, est de 384.000 T. On en déduit pour la Guinée Bissau (21.000 km<sup>2</sup> entre -10 et -200 m) une biomasse de 217.000 T et une production potentielle, selon la formule de GULLAND, de 54.000 T. Pour le Sénégal et la partie sud de la Mauritanie on obtient alors, en tenant compte des rapports de densité que l'on suppose identiques pour les espèces pélagiques et les espèces démersales, des potentiels de captures démersales respectivement de 70.000 T et 28.000 T. Nous ne possédons pas de résultats de mesures d'écho-intégration en Guinée. A partir des données de WILLIAMS (saison froide) il est cependant possible de calculer un rapport de densité Guinée Bissau/ Guinée de 2,39 qui permet d'évaluer, par extrapolation, à 39.000 T le potentiel de captures annuelles de la Guinée et donc à 191.000 T le potentiel démersal de l'ensemble de la division Cap Vert.

## II. Division Sherbro

Par un raisonnement identique et en tenant compte des productivités des différents types de fonds on évalue à 16.000 T la production potentielle de Sierra Leone et à 9.000 T celle du Liberia (DOMAIN, 1978a). Pour ce dernier pays une estimation de 14.000 T peut être obtenue par extrapolation des données de Côte d'Ivoire (paragraphe III). Ce chiffre inclut cependant Brachydeuterus auritus qui est exploité en Côte d'Ivoire.

## III. Division golfe de Guinée ouest

FONTENEAU (1971) évalue les potentialités du stock démersal côtier (0-50 m) de la Côte d'Ivoire à 7.000 T réparties sur une surface d'environ 4.700 km<sup>2</sup>. Si on attribue aux parties plus profondes du plateau continental (14.000 km<sup>2</sup>) une productivité comparable à celle de la zone côtière, le potentiel de capture.

d'espèces démersales, entre -50 et -200 m, serait de 20.800 T annuelles. Cependant la disponibilité des espèces, sur ces parties les plus profondes du plateau continental, n'est suffisante pour assurer une rentabilité économique qu'en saison froide, de juin à octobre, c'est-à-dire pendant 5 mois. Le potentiel annuel de captures devient alors 8.700 T pour la zone -50 à -200 m et 15.700 T pour l'ensemble du plateau continental de Côte d'Ivoire. Si l'on admet des conditions analogues pour l'ensemble de la division golfe de Guinée ouest on peut compter sur un potentiel d'environ 37.000 T pour cette partie du golfe de Guinée.

#### IV. Division golfe de Guinée centre

Au Nigeria les données de prise et d'effort disponibles entre 1964 et 1969 (statistiques FAO) permettent de donner un ordre de grandeur d'environ 25.000 T pour le potentiel annuel de captures (DOMAIN, 1978b). En 1963-1964 les fonds de pêche de cette zone étaient déjà exploités et il n'est donc pas possible d'appliquer ici la formule de GULLAND aux données de WILLIAMS. Notons simplement que si l'on étend la valeur trouvée pour le Nigeria à l'ensemble de la division on obtient une estimation de 40.600 T, proche du chiffre de 40000T avancé par LONGHURST (1965) pour le plateau continental de la même zone.

#### V. Division golfe de Guinée sud.

Le potentiel de captures annuelles de la région congolaise a été évalué à 8.000 T (FONTANA, 1974). A partir des données de WILLIAMS (1968), il est possible d'évaluer à 46000T la biomasse du stock vierge. Sa production potentielle serait alors, d'après la formule de GULLAND, de 11.500 T, valeur proche de celle de FONTANA.

Au Gabon les densités évaluées par WILLIAMS (1968) permettent d'estimer à 69.700 T la biomasse démersale de la partie du plateau continental située au

sud du Cap Lopez et qui d'après ROSSIGNOL et al. (1962) est 2,7 fois plus riche que la partie située au nord.

En tenant compte de cette remarque et en utilisant le rapport des surfaces cette partie nord aurait une biomasse d'environ 5.600 T. La biomasse démersale totale du plateau continental gabonais serait de l'ordre de 75.300 T et sa production potentielle de l'ordre de 19.000 T. ROSSIGNOL et al. (1962) observent que environ 40 % seulement du plateau continental gabonais sont chalutables. La production potentielle accessible ne serait plus alors que de 7.600 T au Gabon soit 19.100 T pour l'ensemble de la division golfe de Guinée sud.

## VI. Conclusion

Malgré une certaine imprécision, compensée par l'intérêt que l'on a à disposer rapidement d'une information, les méthodes semi quantitatives permettent souvent d'obtenir une première approximation de la taille des stocks.

La division Cap Vert (tableau I) apparaît, du point de vue des ressources démersales, comme une zone privilégiée par rapport aux autres parties du golfe de Guinée.

Divisions	Potentiels de captures annuelles par division (tonnes)	Potentiel kg/km <sup>2</sup> /an	Potentiel kg/mille <sup>2</sup> /an
Cap Vert	180.000 T (chalutiers polonais)	1867	6404
	150.000 T (chalutiers japonais)		
	200.000 T (écho-intrégration)		
	191.000 T (G.T.S.)		
Sherbro	25.000 T (extrapolation de la valeur obtenue pour la Guinée)	634	2175
Golfe de Guinée (ouest)	37.000 T (extrapolation à partir des estimations de FONTENEAU)	851	2919
Golfe de Guinée (centre)	40.000 T (LONGHURST, 1965)	775	2658
Golfe de Guinée (sud)	19.000 T (accessibles)	415	1423

Tableau I. Potentiels de captures annuelles par division et par unité de surface (entre -10 et -200 m).

Bibliographie

- ANONYME, (1977) - Rapport sur des mesures d'écho-intégration effectuées devant la Guinée Bissau, le Sénégal et la Mauritanie en avril-mai 1977. Centre Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye.
- ALVERSON D.L., (1971) - Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 1 : survey and charting of fisheries resources. F.A.O. Fisheries Technical Paper n° 102.
- DOMAIN F., (1978a) - Evaluation des potentiels de capture des espèces démersales dans les divisions C.O.P.A.C.E. Cap Vert et Sherbro. Annexe au rapport du groupe de travail du C.O.P.A.C.E. Dakar 14 au 19 novembre 1977.
- DOMAIN F., (1978b) - Les ressources démersales du golfe de Guinée (en préparation).
- FONTANA A., (1974) - Rapport des pêches maritimes au Congo et les perspectives d'avenir.
- FONTENEAU A., (1971) - La pêche au chalut en Côte d'Ivoire. Maximum de rendement économique. Centre Rech. Océanogr. Abidjan. Doc. Scient., vol. II, n°s 1-2, juillet 1971 : 31-9.
- GERLOTTO F., STEQUERT B., LE PHILIPPE V. et FREON P., (1976) - Répartition et abondance des poissons pélagiques côtiers du plateau continental séné-gambien évaluées par écho-intégration en avril-mai 1976 (campagne CAP 7605). Centre Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye. Doc. Scient. n° 62, 39 p., 15 cartes h.t.
- GULLAND J.A., (1969) - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Manuel FAO de Science halieutique, n° 4, Rome.
- LONGHURST A.R., (1965) - A survey of the fish resources of the eastern gulf of Guinea. J. du Conseil, vol. 29, n° 3, 302-34.
- ROSSIGNOL M., BLACHE J. et REPELIN R., (1962) - Fonds de pêche le long des côtes de la République du Gabon. Cah. ORSTOM, sér; Océanogr. Trav. Centre Pointe-Noire, (1): 15 p., 4 cartes h.t.

- TANAKA S., (1960) - Studies on the dynamics and management of fish populations.  
Bull. Tokai reg. Fish. Res. Lab. (28): 1-200.
- WILLIAMS F., (1968) - Report on the Guinean Trawling Survey. Vol. 1, General  
report O.A.U., S.T.R.C., Lagos, 1968, 828 p.

ANNEXE : Caractéristiques des subdivisions adoptées pour le Golfe de Guinée :

DIVISIONS COPACE	PAYS RIVERAINS	SURFACE DES PLATEAUX CONTINENTAUX (km <sup>2</sup> )			SURFACE TOTALE (km <sup>2</sup> )	SURFACE DE L'ENSEMBLE DE LA DIVISION (KM <sup>2</sup> )
		0-50 m	10-50 m	50-200 m		
CAP-VERT	19° N à 17° N SUD MAURITANIE		4800	6200	11000	123000
	17° N au Sénégal.		2200	1800	4000	
	SENEGAL	3600	11600	8400	23600	
	GAMBIE	1100	2600	1400	5100	
	GUINEE BISSAU	16300	14000	6800	37100	
	GUINEE	5600	28700	7900	42200	
SHERBRO	SIERRA LEONE	5000	16200	6300	27500	45900
	LIBERIA	1500	5300	11600	18400	
GOLFE DE GUINEE (OUEST)	COTE D'IVOIRE		4700	14000	18700	43500
	GHANA		11700	8500	20200	
	TOGO		1100	500	1600	
	BENIN		2100	900	3000	
GOLFE DE GUINEE (CENTRE)	NIGERIA	5100	21600	14300	41000	60100
	CAMEROUN	3400	5700	6300	15400	
	GUINEE EQUATORIALE		2000	1700	3700	
GOLFE DE GUINEE (SUD)	GABON	3100	17000	18400	38500	48800
	CONGO		3700	6600	10300	

REPARTITION  
DE LA BIOMASSE GLOBALE DU BENTHOS  
SUR  
LE PLATEAU CONTINENTAL OUEST-AFRICAIN  
DE 17°N A 12°N  
DENSITES COMPAREES  
LIEES AUX DIFFERENTS TYPES DE FONDS

par

F. DOMAIN

Communication n° 95

Cette communication ne peut  
être citée sans autorisation  
préalable de l'auteur.

Symposium sur le courant  
des Canaries : Upwelling  
et Ressources Vivantes.  
N° 95

REPARTITION DE LA BIOMASSE GLOBALE DU BENTHOS  
SUR LE PLATEAU CONTINENTAL OUEST-AFRICAIN DE 17° N A 12° N  
DENSITES COMPAREES LIEES AUX DIFFERENTS TYPES DE FONDS

par

F. DOMAIN

*Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M. - Antenne O.R.S.T.O.M.  
Centre Océanologique de Bretagne -B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX*

RESUME

Des évaluations de la biomasse globale du benthos par unité de surface, en poids sec, ont été effectuées à partir d'échantillons prélevés à la benne Smith Mc Intyre sur le plateau continental entre 10 et 100 m. Des variations saisonnières de l'abondance sont mises en évidence : pendant la saison chaude le benthos apparaît en moyenne 2,5 fois plus abondant qu'en saison froide. Les variations saisonnières les plus importantes existent sur les petits fonds jusqu'à -40 m là où l'on observe également la variabilité saisonnière la plus importante dans l'abondance des poissons démersaux.

ABSTRACT

Appraisals of benthic biomass by surface unit (dry weight) has been made on bottom specimens sampled with a Smith Mc Intyre grab on continental shelf between -10 and -100 m. Seasonal variations of abundance appear : during the warm season benthos is, on an average, 2.5 time more abundant than in cold season. The most pronounced seasonal variations appear in shallow waters, from -10 m to -40 m, were seasonal variability of demersal fishes abundance is the most important.

Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable de l'auteur.

Symposium sur le courant des Canaries : Upwelling et Ressources Vivantes.

N° 95

REPARTITION DE LA BIOMASSE GLOBALE DU BENTHOS  
SUR LE PLATEAU CONTINENTAL OUEST-AFRICAIN DE 17°N A 12°N  
DENSITES COMPAREES LIEES AUX DIFFERENTS TYPES DE FONDS

par

F. DOMAIN

Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M. - Antenne O.R.S.T.O.M.  
Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX

La sédimentation sur le plateau continental sénégalais, entre la latitude de Dakar et celle de Mbour, a été étudiée par MASSE (1968). DOMAIN (1977, a et b) a étendu la description de la couverture sédimentaire à une zone comprise entre 17°N et 12°N englobant les plateaux continentaux du sud de la Mauritanie, du Sénégal, de la Gambie et de la partie nord de la Guinée Bissau. En première analyse, deux principaux types de fonds peuvent être observés :

- fonds sableux plus ou moins riches en éléments carbonatés : ils s'étendent de la presqu'île du Cap-Vert à l'embouchure de la Casamance. Au voisinage de l'embouchure des cours d'eaux, ainsi qu'au delà de - 100 m, la présence de lutites, en faible quantité, dans ce type de sédiment en fait des sables vaseux.

- fonds vaseux composés de plus de 75 % de lutites : ils forment deux importantes vasières, l'une devant la côte nord du Sénégal de 16°30'N à 15°15'N entre - 20 et - 80 m, l'autre au sud de l'embouchure de la Casamance et jusqu'à 11°35'N entre - 15 et - 100 m.

- la transition entre la vase et le sable se fait par l'intermédiaire des vases sableuses (25 à 75 % de lutites) puis des sables vaseux (5 à 25 % de lutites).

Sur ces types de fonds, des échantillonnages quantitatifs de benthos ont été effectués à l'aide d'une benne Smith-Mc Intyre de  $0,1 \text{ m}^2$  en juillet-août 1976 (saison chaude) et en janvier-février 1977 (saison froide). De 5 à 10 coups de benne ont été donnés à chaque station. Les sédiments prélevés ont été tamisés sur une maille de 1 mm et le refus congelé à bord pour être trié au laboratoire. Le poids sec du benthos ainsi recueilli a été mesuré après destruction des parties calcaires par action d'acide chlorhydrique dilué au 1/10<sup>e</sup> et séchage à l'étuve pendant 24 heures. Toutes les valeurs de biomasse ont été exprimées en terme de poids sec par  $\text{m}^2$ .

Dans le tableau I sont regroupés les résultats obtenus par catégories sédimentaires : pendant la saison chaude, le benthos semble, en moyenne, 2,5 fois plus abondant qu'en saison froide. Ceci est surprenant si l'on considère que dans cette région la période la plus productive du point de vue biologique est la saison froide où le milieu est enrichi par des résurgences d'eaux profondes. Les connaissances disponibles sur le benthos de cette région sont encore trop incomplètes pour qu'il soit possible d'expliquer complètement cette observation. Quelques hypothèses peuvent cependant être avancées :

- de la Guinée au Cap Blanc il existe des déplacements saisonniers importants chez beaucoup de poissons démersaux et l'on observe qu'en fin de saison froide la plupart des adultes d'espèces à affinité saharienne migrent vers le nord (CHAMPAGNAT et DOMAIN, 1978). Ces individus ont une nourriture essentiellement benthique. En saison chaude ne subsistent dans la zone que les juvéniles et les jeunes dont le régime alimentaire est plutôt à base de plancton. A cette saison, la pression exercée par les prédateurs sur les populations de benthos serait donc plus faible.

- le plateau continental, entre la Guinée et le Cap Blanc, est généralement décrit comme une zone de transition où cohabitent des espèces d'affinité tempérée et des espèces d'affinité tropicale (POSTEL, 1968). L'augmentation de la biomasse du benthos en saison chaude pourrait être attribuée à la reprise d'activité d'un certain nombre d'espèces, d'affinité tropicale, qui demeureraient inactives et profondément enfouies dans le sédiment (donc

TYPE DE SEDIMENT	NOMBRE D'OBSERVATIONS * SUR CHAQUE TYPE DE SEDIMENT		BIOMASSE MOYENNE (g/m <sup>2</sup> )	
	Saison froide	Saison chaude	Saison froide	Saison chaude
SABLE GROSSIER (2 000 à 500 microns)	5	5	3,98	17,60
SABLE GROSSIER + 5 à 25 % de lutites **	3	2	2,47	3,90
SABLE FIN (315 à 160 microns)	15	16	1,02	2,74
SABLE FIN + 5 à 25 % de lutites **	3	3	1,87	1,57
SABLE TRES FIN (160 à 63 microns)	4	4	0,45	2,00
SABLE TRES FIN + 5 à 25 % de lutites **	12	12	1,82	3,76
SABLE TRES FIN + 25 à 50 % de lutites **	2	4	1,00	3,75
VASE (plus de 75 % de lutites)	9	9	3,32	4,19
M O Y E N N E			1,99	4,94

\* Nombre de stations échantillonnées

\*\* Particules de largeur inférieure à 63 microns

Tableau I : Biomasses du benthos en saison froide et en saison chaude selon la nature du sédiment.

inaccessibles aux engins de prélèvement) lorsque les conditions hydrologiques leur sont défavorables en saison froide. On constate, en effet, que certaines espèces rares ou absentes en saison froide deviennent abondantes en saison chaude. Si l'on considère les effectifs moyens par station ils sont plus importants en saison chaude qu'en saison froide, 416 contre 220 soit 1,9 fois plus, et si l'on compare le nombre d'individus capturés pour chaque station, dans 76 % des cas ils ont été plus nombreux en saison chaude. En Côte d'Ivoire, LE LOEUFF et al (1971) décrivent le comportement de Xenophora senegalensis dont l'activité est maximum en saison chaude et qui demeure enfoui dans le sédiment lorsque la température de l'eau descend au dessous de 19°. Au Sénégal, GARCIA et al (1973) signalent, en saison froide, une diminution de l'activité de Penaeus duorarum chez qui on observe même un arrêt de la croissance à cette période de l'année, lorsque les conditions de température deviennent trop défavorables (LHOMME, comm. pers.)

- il est surtout vraisemblable qu'à l'augmentation de l'activité de certaines espèces en saison chaude, vient s'ajouter un important recrutement de jeunes individus qui contribueraient ainsi à la prolifération du benthos à cette période de l'année. Cependant, lors des échantillonnages effectués en saison chaude, les jeunes n'ont jamais été distingués des adultes : dans la région, ces animaux ont généralement une croissance rapide et les jeunes acquièrent très vite des caractères adultes. On a malgré tout noté la présence, en grande quantité, entre - 10 et - 20 m, de jeunes lamellibranches de l'espèce Pinna rudis sur des fonds où n'existait en saison froide qu'un amas de coquilles vides.

L'étude des variations saisonnières de l'abondance du méroplancton peut donner une idée des périodes de reproduction des différentes espèces composant le benthos. Peu d'études de ce genre existent pour la région. Cependant, au Congo, pour des conditions de milieu semblables (alternance saison chaude - saison froide), BINET (1970) sépare dans le méroplancton les espèces qui apparaissent en saison chaude, de celles de saison froide. Pour ces dernières, on observe généralement deux maximum : le premier, et le plus important, est situé en fin de saison froide et le second en début de saison froide. Si, au Sénégal, on se trouve dans des conditions semblables à celles du Congo, la prolifération de benthos, que l'on observe en saison chaude, serait due à un important recrutement de jeunes issu du maximum de production observé en fin de saison froide. On peut noter en passant que la reproduction de la plupart

des espèces démersales de la région a lieu suivant un schéma identique : un premier maximum en début de saison chaude, un second, de moindre importance, en fin de saison chaude. Les jeunes poissons issus de la première période de reproduction sont donc assurés de trouver rapidement sur le fond la nourriture nécessaire à leur développement.

La prédominance de la saison chaude sur la saison froide apparaît également sur la figure I où sont représentées les biomasses\* par intervalles de profondeur de 10 m et en fonction de la nature du sédiment. Que ce soit en milieu vaseux ou en milieu sableux, les variations saisonnières les plus importantes s'observent sur petits fonds jusqu'à -40 m. C'est également la partie du plateau continental où l'on observe la variabilité saisonnière la plus importante dans l'abondance des poissons démersaux qui pour la plupart, d'ailleurs, se reproduisent dans cette zone (Rapport du groupe de travail sur la reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée). Au delà de -40 m, sur les fonds de sable ou de sable vaseux, il existe peu de différence entre les biomasses de saison froide et celles de saison chaude.

Sur les fonds vaseux, de -40 à -70 m, la biomasse de benthos est toujours plus abondante que sur les fonds sableux situés à des profondeurs identiques. En saison chaude, on observe des variations importantes par rapport à la situation de saison froide, soit décroissantes (entre 40 et 50 m et entre 60 et 70 m), soit croissantes (de 20 à 40 m, de 50 à 60 m, de 70 à 80 m et de 90 à 100 m). Notons aussi que le mélange sable + vase apparaît la plupart du temps plus riche en benthos que le sable pur.

## CONCLUSION

Les variations saisonnières d'abondance qui affectent les populations halieutiques du plateau continental sénégalais s'observent aussi au niveau du benthos pour qui cette zone semble, également, constituer une transition entre des biotopes d'affinité froide et des biotopes d'affinité chaude (régions septentrionale et méridionale de POSTEL, 1968). On constate cependant une prolifération en saison chaude, ce qui laisserait penser que le benthos de la région est plutôt de type tropical.

---

\* Dans nos calculs nous avons volontairement omis de prendre en compte les holothuries, dont une espèce, Hemioedema senegalensis, a été récoltée en très grande abondance (jusqu'à 441 g/m<sup>2</sup> en saison chaude) sur fonds de sable à -6 m devant l'embouchure du Saloum.

Comme chez les poissons démersaux de la région, la plus grande variabilité saisonnière de l'abondance s'observe dans la zone côtière jusqu'à - 40 à - 50 m quel que soit le type de sédiment. Au delà de cette profondeur, la vase apparaît comme un milieu privilégié.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, (1978). - Rapport du groupe de travail O.R.S.T.O.M. - I.S.R.A. sur la reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée. DAKAR - 7 au 12 novembre 1977.
- BINET D., (1970). - Aperçu sur les variations saisonnières du zooplancton et plus particulièrement des Copépodes du plateau continental de Pointe-Noire (Congo). Doc. Scient. du Centre de Pointe-Noire. Nouv. sér., n° 8, juin 1970, 109 pp.
- CHAMPAGNAT C. et DOMAIN F., (1978). - Migrations des poissons le long des côtes ouest-africaines de 10 à 24° de latitude Nord (en préparation).
- DOMAIN F., (1977, a). - Description de la sédimentation fine et des formations rocheuses du plateau continental ouest-africain de 17°N à 12°N. Ass. Sénégal. Et. Quatern. Afr., Bull. liaison, Sénégal, n° 50, juin 1977, pp. 11-12.
- DOMAIN F., (1977, b). - Carte sédimentologique du plateau continental sénégalien. Extension à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau. Notice explicative n° 68, O.R.S.T.O.M. Paris, 17 pp., 3 cartes coul. h. t.
- GARCIA S., PETIT P. et FONPENEAU A., (1973). - Biologie de Penaeus duorarum en Côte d'Ivoire. III - Etude des variations quotidiennes des rendements et de leurs relations avec l'hydroclimat. Essai de généralisation au golfe de Guinée. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, vol. IV, n° 2, juin 1973, pp. 71-104.
- LE LOEUFF P., INTES A. et MARCHE-MARCHAD I., (1971). - Les Xenophora (Gastropoda prosobranchiata) de l'Afrique de l'Ouest. Remarques systématiques et écologiques. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IX, n° 4, 1971, pp. 501-512.

MASSE J.P., (1968). - Contribution à l'étude des sédiments actuels du plateau continental de la région de Dakar. Essai d'analyse de la sédimentation biogène. Rapp. Lab. Géol. Fac. Sci. Univ. Dakar, n° 23, 84 pp. multigr., 38 pl.

POSTEL E., (1968). - Hydrologie et biogéographie marines dans l'Ouest africain. In 'West African International Atlas, O.A.U., I.F.A.N., Dakar.

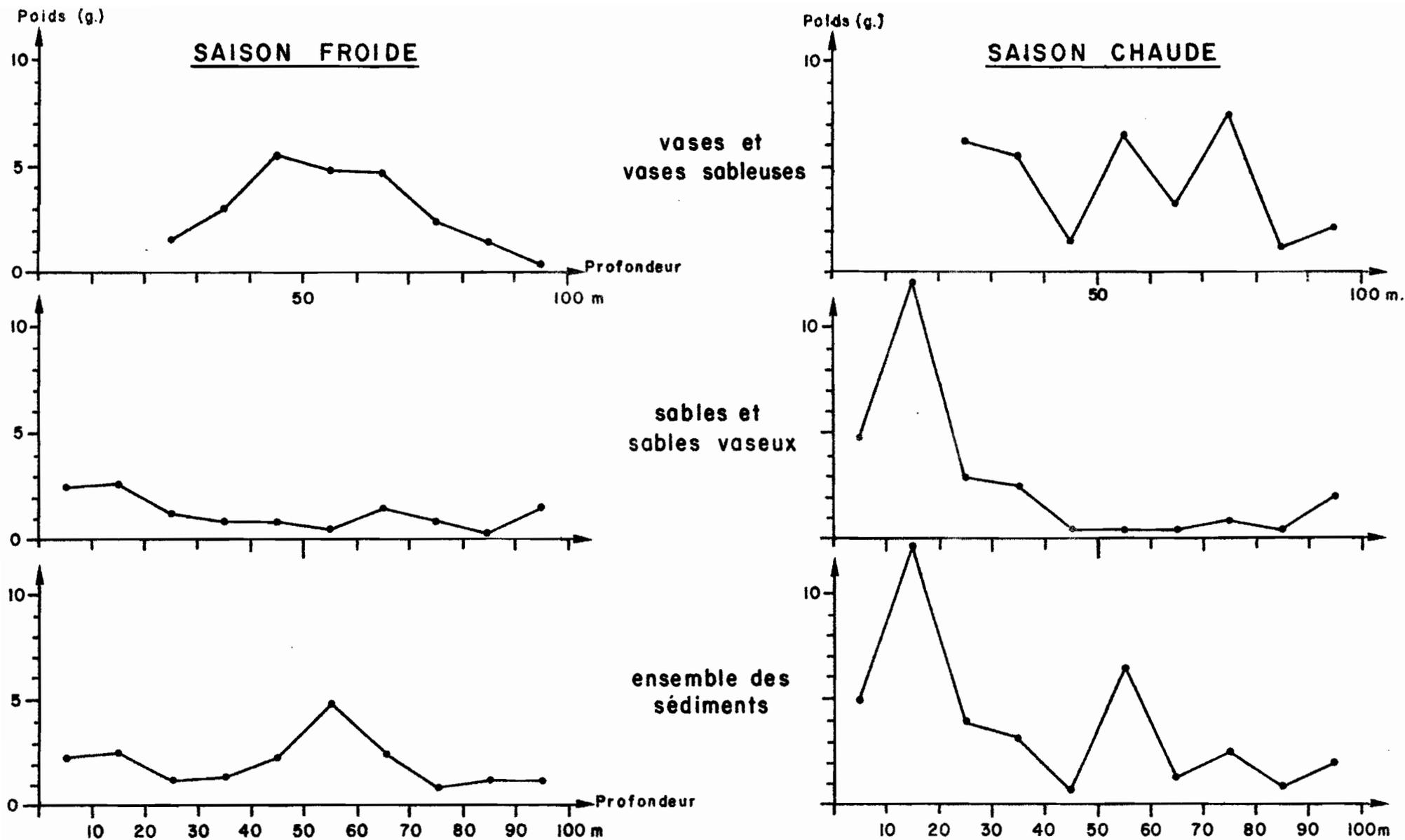


Fig. 1- Variations de la biomasse du benthos avec la profondeur et la nature des sédiments.

REPARTITION DE LA MATIERE ORGANIQUE  
DE LA COUVERTURE SEDIMENTAIRE  
DU PLATEAU CONTINENTAL OUEST-AFRICAIN  
ENTRE 17°N ET 12°N

par

F. D O M A I N

Communication n° 97

Cette communication ne peut  
être citée sans autorisation  
de l'auteur.

Symposium sur le courant des Canaries :  
Upwelling et Ressources Vivantes.  
N° 97

REPARTITION DE LA MATIERE ORGANIQUE DE LA COUVERTURE  
SEDIMENTAIRE DU PLATEAU CONTINENTAL QUEST-AFRICAIN  
ENTRE 17° N et 12° N

Par

F. DOMAIN

*Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M. - Antenne O.R.S.T.O.M. -  
Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST-CEDEX -*

RESUME

La teneur en matière organique de sédiments marins prélevés par dragages au large de la Mauritanie et du Sénégal a été analysée. Les taux les plus élevés s'observent dans les zones riches en particules fines et au voisinage de certaines fosses. Les plus fortes teneurs apparaissent en saison froide.

ABSTRACT

The amount of organic matter in marine sediments sampled by a grab on continental shelf of Mauritania and Senegal has been analysed. The highest percentage are observed on muddy grounds and near some canyons. The most important values appear in cold season.

Cette communication ne peut  
être citée sans autorisation  
de l'auteur.

Symposium sur le courant des Canaries :  
Upwelling et Ressources Vivantes.  
N° 97.

REPARTITION DE LA MATIERE ORGANIQUE DE LA COUVERTURE

SEDIMENTAIRE DU PLATEAU CONTINENTAL OUEST-AFRICAIN

ENTRE 17° N et 12° N

Par

F. DOMAIN

*Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M. - Antenne O.R.S.T.O.M. -  
Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST-CEDEX -*

De 1969 à 1974 des dragages ont été effectués devant les côtes de Mauritanie, du Sénégal, de Gambie et de Guinée Bissau en vue de dresser une carte sédimentologique du plateau continental de la région. Des dosages de carbone organique total ont été faits dans les sédiments. Le pourcentage de matière organique totale est obtenu en multipliant le pourcentage de carbone organique par 1,8 (TRASK, 1939).

I - Répartition de la matière organique :

Sur le plateau continental de la région étudiée, les taux les plus élevés de matière organique se rencontrent dans les secteurs de résurgence

d'eaux profondes :

- au niveau des deux vasières (DOMAIN, 1977) qui existent de Saint-Louis à Kayar et au large de la Guinée-Bissau. Dans ces deux zones les teneurs maximum s'observent suivant une bande parallèle aux isobathes entre -50 et -80 m.

- au voisinage de certaines fosses : flanc sud du Canyon de Kayar et en tête d'une petite fosse qui entaille le rebord du plateau à la latitude de 14° 10' N. (Fig. 1, 2 et 3).

Ainsi qu'on peut l'observer dans d'autres parties du monde, la matière organique est associée aux particules fines. Cependant, les coefficients de corrélation calculés entre le pourcentage de lutites (particules de largeur inférieure à 63 microns) et la teneur en matière organique, tout en étant significatifs, ne sont pas élevés :  $r = 0,44$  pour  $n = 144$  au nord de Dakar et  $r = 0,65$  pour  $n = 187$  au sud de Dakar. On constate d'ailleurs que les accumulations de matière organique ne se forment pas toujours là où les particules fines sont les plus abondantes. On observe enfin un gradient nord-sud en accord avec ce que l'on connaît des conditions hydrodynamiques de la région.

## II - Variations saisonnières :

Sur la figure 1 sont représentées les teneurs en matière organique obtenues par l'analyse de sédiments prélevés de mars à août c'est-à-dire en saison froide ou en début de saison chaude. La figure 2 donne les teneurs en fin de saison froide (mai 1970) et la figure 3 en fin de saison chaude (septembre 1974).

Au nord de Dakar on observe une différence importante entre la situation de saison froide, en mai 1970 (teneurs élevées) et celle que l'on trouve, en fin de saison chaude, en septembre 1974 (faibles teneurs). L'importance de la variation peut atteindre 4 à 1. Au sud de Dakar, au niveau de la petite fosse signalée plus haut, il a été noté en octobre 1976 (fin de saison chaude) une teneur maximum de 1,1 % là où on pouvait observer des taux supérieurs à 4 % en août 1974 (première partie de la saison chaude). Dans les deux cas les teneurs élevées en saison froide seraient un indice de la forte productivité biologique due à l'action de l'upwelling à cette époque de l'année. Cependant l'intervalle de temps chaque fois élevé (4 et 2 ans) entre les séries de prélèvements, ne permet pas de dire s'il existe des variations saisonnières rapides que l'on peut observer chaque année ou bien si nous sommes en présence d'une évolution à plus long terme. Dans ce cas, l'importance des conséquences biologiques dans cette zone justifierait la

mise en place d'une étude plus détaillée.

#### BIBLIOGRAPHIE

- DOMAIN F., (1977). - Description de la sédimentation fine et des formations rocheuses du plateau continental ouest-africain de 17° N à 12° N. Ass. sénégal. Et. Quatern. Afri., Bull. Liaison, Sénégal, n° 50, juin 1977.
- DOMAIN F. (1977). - Carte sédimentologique du plateau continental sénégalais, extension à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau. Notice explicative n° 68, O.R.S.T.O.M., Paris. 3 cartes h.t.
- TRASK P.D., (1939). - Organic content of recent marine sediments, in Recent Marine Sediments. Amer. Assoc. of Petroleum Geologist, Tulsa, Oklahoma, p. 428.

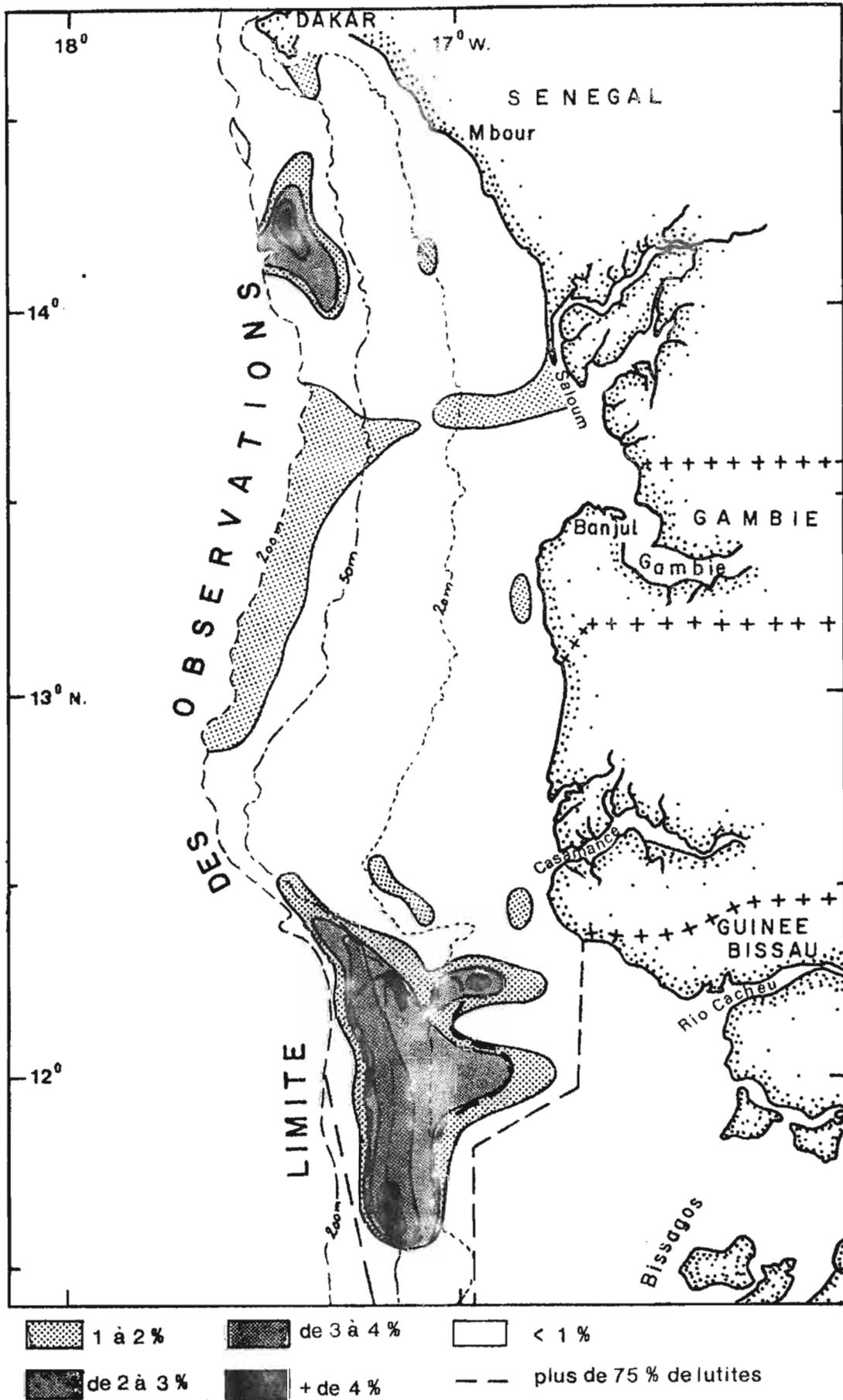


Fig. 1- Teneur en matière organique dans la couverture sédimentaire de 11° N à DAKAR (mars à août 1974).

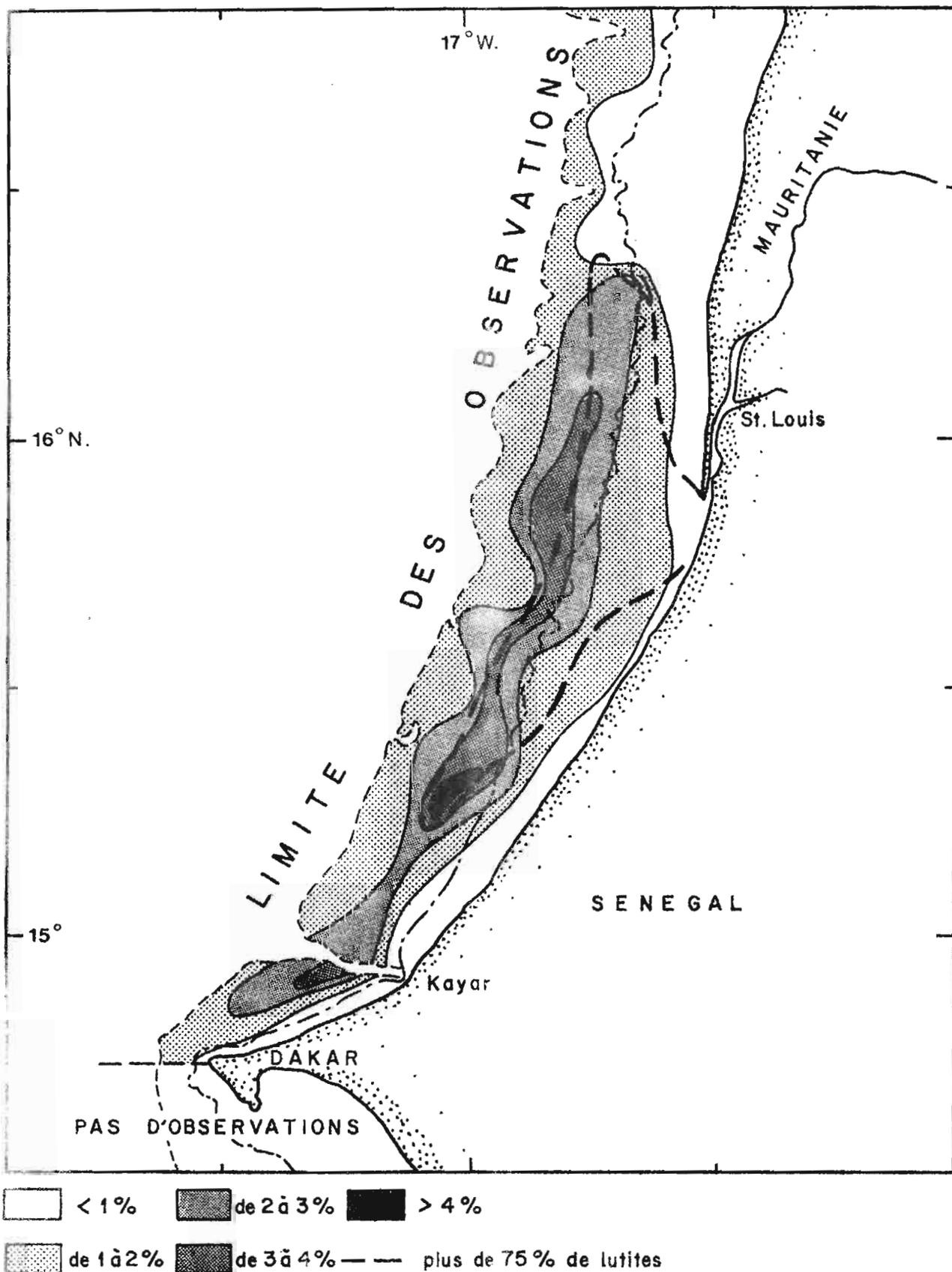


Fig. 2- Teneur en matière organique dans la couverture sédimentaire de Dakar à 17° N (mai 1970).

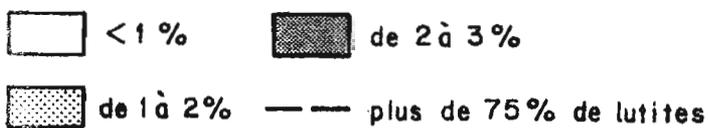
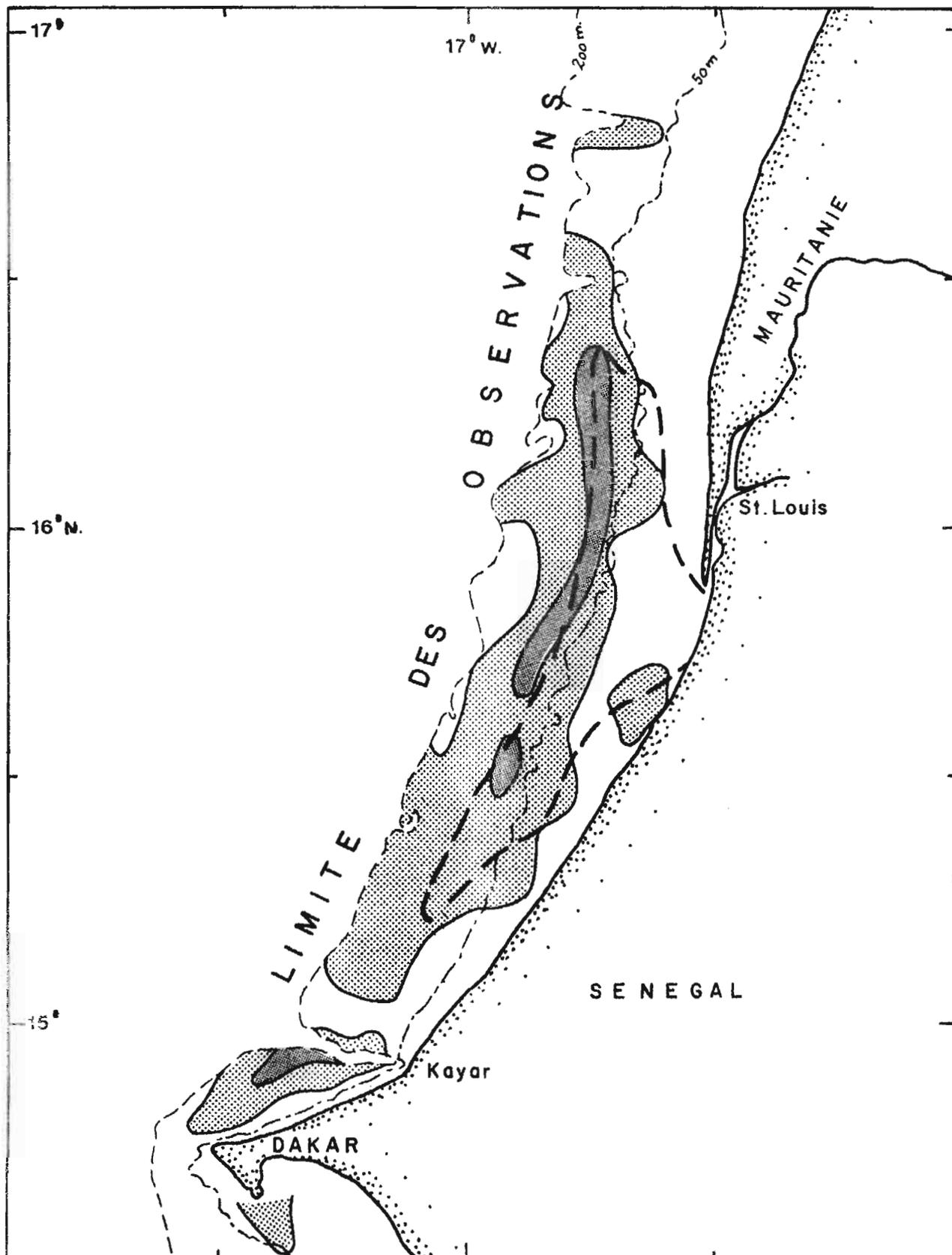


Fig. 3- Teneur en matière organique dans la couverture sédimentaire de Dakar à 17° N (septembre 1974).

NOTE SUR LA PRESENCE  
DE *SARDINA PILCHARDUS* (WALB.)  
AU SENEGAL

par

P. FREON et B. STEQUERT

Communication n° 94

## A V E R T I S S E M E N T

Cette communication, légèrement modifiée , fera l'objet d'une publication dans la revue *Cybium*, sous le titre :  
"Note sur la présence de *Sardina pilchardus* (Walb.) au Sénégal : étude de la biométrie et interprétation".

"Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs"

NOTE SUR LA PRESENCE DE SARDINA PILCHARDUS (WALB.) AU SENEGAL

par

P. FREON et B. STEQUERT

Océanographes biologistes de l'ORSTOM

CRODT - BP 2241 Dakar, SENEGAL

- RESUME -

Ces deux dernières années des spécimens de Sardina pilchardus ont été capturés au Sénégal dans des eaux chaudes, ce qui, pour cette espèce, correspond à une zone et à des températures tout à fait inhabituelles.

Depuis 1971, le stock marocain de sardines semble avoir vu son aire de répartition géographique s'étendre vers le sud jusqu'au nord de la Mauritanie où 170000 tonnes de cette espèce ont été pêchées en 1975. Afin de vérifier s'il y a une relation entre ces deux phénomènes, les auteurs ont entrepris des études biométriques détaillées afin de comparer les individus capturés au Sénégal avec ceux des autres régions plus septentrionales.

Si l'on se réfère aux trois critères de détermination des sous-espèces généralement admis, il résulte de ce travail que les sardines prises à Dakar diffèrent totalement de celles décrites ailleurs : l'indice céphalique est très élevé (24,5 à 28,3 %) ainsi que le nombre de leurs branchiospines (59 à 90) alors que la moyenne vertébrale est basse (50,45). De plus ces jeunes poissons présentent un facteur de condition très élevé et des gonades très développées .

Peut-on affirmer que l'on est en présence d'une nouvelle sous-espèce Sardina pilchardus senegalensis alors que les critères retenus varient généralement avec les conditions de milieu ? Toutefois il est

intéressant de souligner à ce sujet que le nombre de branchiospines élevé rencontré dans ces eaux chaudes constitue une exception au schéma habituel de variation des caractères méristiques avec la température.

La tendance au refroidissement observée ces dernières années dans cette région ne serait-elle pas responsable de ce glissement du stock vers le sud ?

Ne s'agit-il pas plutôt d'un indice de remplacement d'espèce du fait de l'exploitation intense de Sardinella aurita ?

Les seules observations effectuées par les auteurs ne permettent pas d'apporter une réponse catégorique à ces questions. L'analyse du phénomène doit être générale et entreprise à partir d'un faisceau d'observations concernant les pêcheries, la biologie et l'hydro-climat dans la zone depuis ces dernières années.

---

- SUMMARY -

During these two last years, specimens of Sardina pilchardus have been caught in warm waters off Senegal which is very unusual for that species.

Since 1971 the geographical distribution of the marocan stock of sardines is apparently extending southwards reaching the north of Mauritania where 170000 tons of this species have been fished in 1975. In order to detect any correlation between these two phenomena, the authors have started detailed biometric studies the individuals captured on Senegal to those of other northern regions.

Referring to the three criterions of determination for sub-species generally used, it result from this work that pilchards caught near Dakar are quite different from those described elsewhere : the cephalic index is very high (24,5 to 28,3 %) as well as the gill rakers (59 to 90) but on the contrary, the mean number of vertebrae is low (50,45). Furthermore these young fish have a high condition factor and fully developped gonads.

Could it be possible to assert that this is a new sub-species Sardina pilchardus senegalensis as it is known that the criterions used usually change with environment conditions ? Nevertheless it is interesting to notice that the observed higher number of gill rakers is an exception to the usual variation law of meristics features with temperature.

Could the general cooling down tendency observed during last years in this area be responsible for this southwards apparent movement of the stock ?

Rather is it an indication of a species substitution owing to the fact that Sardinella aurita is intensely fished ?

Alone, the authors' observations cannot provide a definite answer to these question. The analysis of the phenomenon must be general and carried out from many combined observations about the fisheries, the biology and the hydro-climate in the area during the last years.

-----

"Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs"

NOTE SUR LA PRESENCE DE SARDINA PILCHARDUS (WALB.) AU SENEGAL

par

P. FREON et B. STEQUERT

Océanographes biologistes de l'ORSTOM

CRODT - BP 2241 Dakar, SENEGAL

I. INTRODUCTION.

La limite sud de la zone habituelle de pêche de Sardina pilchardus en Afrique de l'ouest était approximativement de 26° nord. Durant ces dernières années, il semble que son aire de répartition se soit étendue vers le sud.

D'après les renseignements obtenus auprès des patrons des thoniers canneurs, il apparaîtrait que les rares prises de jeunes sardines aient toujours été réalisées en saison froide dans des eaux dont les températures sont proches du *preferendum* thermique de cette espèce (16 à 19°C) le long des côtes nord africaines.

Par contre en 1976, de jeunes Sardina pilchardus ont été capturées en pleine saison chaude dans des eaux de 25 à 28°C par les sennes de plage dans la baie de Gorée (14°43'N).

MOAL, en juin et août 1954, avait déjà signalé la présence de jeunes sardines dans les mêmes lieux et dans des conditions similaires de température (MOAL, 1957).

Compte tenu de l'importance du phénomène et vu le faible échantillonnage qu'a pu réaliser cet auteur (17 individus), nous avons jugé nécessaire de reprendre et d'approfondir cette étude.

II. MATERIEL ET METHODES.

Des échantillons (11) d'inégale importance ont été récoltés au cours d'une année (juillet 1976 à juin 1977) soit un total de 162 individus. Pour

faciliter notre étude statistique, un regroupement tenant compte des saisons hydrologiques a été nécessaire (tabl. 1 et fig. 1).

Toutes les longueurs: standard (LS), fourche (LF), totale (LT) et de la tête (L tête) ont été relevées sur des poissons frais à l'aide d'un pied à coulisse (précision du dixième de millimètre par défaut).

La longueur totale a été mesurée du museau à l'extrémité de la queue, les deux lobes étant repliés en arrière dans l'axe du corps. La longueur de la tête a été prise de la pointe du museau au bord osseux postérieur de l'opercule.

Lors de la détermination du nombre de vertèbres, l'urostyle a été assimilé à une vertèbre.

Seules les branchiospines de la partie inférieure du 1er arc branchial gauche (cératobranchial et hypobranchial) ont été comptés.

Toutes les pesées ont été réalisées sur des individus frais, au gramme près par défaut (au centigramme pour les gonades).

La détermination des stades sexuels a été faite à partir de l'échelle de maturité de FONTANA (1969).

Dans tous les calculs des paramètres biométriques, les valeurs individuelles ont été employées sans regroupement (moyennes et régressions). Par contre dans les figures, par souci de clarté, nous avons préféré représenter le point moyen d'une classe de taille de 0,5 cm, celui-ci étant symbolisé différemment selon que l'effectif est supérieur ou inférieur à 4 individus.

### III. PRESENTATION DES RESULTATS ET ANALYSE GENERALE.

Afin de pouvoir comparer nos résultats à ceux des différents travaux effectués sur cette espèce dans d'autres zones, les indices biométriques les plus significatifs (indice céphalique, nombre de branchiospines et nombre de vertèbres) ont été calculés. Quelques observations biologiques ont aussi été analysées succinctement.

#### III.1. Indice céphalique, IC (tabl.2).

Il est égal à :  $\frac{L \text{ tête}}{LS} \cdot 100$ . Les valeurs individuelles obtenues pour l'ensemble des échantillons sont élevées; la moyenne est  $26,40 \pm 1,81$  (intervalle au seuil de 95 %).

Cet indice diminue lorsque la taille (LS) augmente (fig. 2). La régression de IC selon LS a été calculée pour 162 individus. Ces calculs sont résumés ci-dessous:

N	r	a	b	S <sub>a</sub>
162	0,81**	0,22**	29,39	0,013

(1)

III.2. Nombre de branchiospines, NBS (tabl.2).

Les valeurs obtenues sont élevées, la moyenne est  $74,61 \pm 14,46$ .

La figure 3 montre que le nombre de branchiospines augmente avec la taille (LS). Les résultats sont les suivants :

N	r	a	b	S <sub>a</sub>
162	0,822**	1,79**	50,22	0,098

L'existence des deux corrélations précédentes (LS/IC et LS/NBS) laisse supposer une relation entre le nombre de branchiospines et l'indice céphalique; aussi avons-nous calculé les paramètres de la régression de NBS selon IC.

N	r	a	b	S <sub>a</sub>
162	-0,62**	-5,01**	206,91	0,504

Le tableau ci-dessus confirme l'existence de cette relation (fig.4), déjà décrite par ANDREU (1953).

III.3. Nombre de vertèbres, NV (tabl.2).

La répartition des individus en fonction du nombre de vertèbres est présentée dans le tableau suivant :

Nombre de vertèbres	47	48	49	50	51	TOTAL
Nombre d'individus	1	0	7	68	79	155 (1)
%	0,6	0	4,5	43,9	51,0	100,0

(1) 7 individus non étudiés.

Le nombre de vertèbres est peu élevé, la moyenne générale est  $50,45 \pm 1,23$ . 95 % des individus possédant 50 ou 51 vertèbres, nous avons comparé les divers paramètres des individus de ces deux classes vertébrales. Rappelons que CREAC'H (1951) avait mis en évidence des différences d'indices

---

(1) Dans tous les tableaux : N= effectif, r= coefficient de corrélation  
a= pente ou coefficient de régression, S<sub>a</sub>= erreur standard sur a, b= ordonnée à l'origine; 1 astérisque indique des valeurs significatives au seuil de 95 % et 2 astérisques au seuil de 99 % .

céphaliques et de distances pré-anales entre les individus possédant 51, 52 et 53 vertèbres. Au contraire pour les spécimens capturés à Dakar, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence en ce qui concerne :

- les longueurs standard moyennes,
- les indices céphaliques moyens,
- les nombres moyens de branchiospines,
- les régressions de l'indice céphalique selon la longueur standard,
- les régressions du nombre de branchiospines selon la longueur standard.

Tous ces résultats sont présentés dans les tableaux 3 et 4.

#### III.4. Relations taille-poids.

Trois relations logarithmiques ont été établies entre le poids du corps (W) et :

- la longueur fourche (fig. 5),
- la longueur standard,
- la longueur totale.

Elles sont toutes de la forme  $\log W = a \log L + \log b$ .

	N	taille moyenne (cm)	écart type de la taille	r	a	log b	S <sub>a</sub>
Régression de log W selon log LF	176	14,10	3,77	0,997**	3,24**	-4,89	0,017
Régression de log W selon log LS	129	14,72	3,01	0,998**	3,18**	-4,52	0,017
Régression de log W selon log LT	121	17,64	3,45	0,998**	3,21**	-5,18	0,020

d'où :  $W = 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot LF^{3,24}$  ;  $W = 1,1 \cdot 10^{-2} \cdot LS^{3,18}$  ;  $W = 5,6 \cdot 10^{-3} \cdot LT^{3,21}$ .

Si l'on compare ces relations aux valeurs obtenues par différents auteurs dans d'autres régions (LOZANO, 1948; MASSUTI et OLIVER, 1948; BRAVO DE-LA-GUNA et al, 1976), on constate que, si les coefficients de régression sont voisins, les ordonnées à l'origine et de ce fait les facteurs de condition (FREON, 1978) sont beaucoup plus élevés pour nos individus. A taille égale, à partir de 12 cm (LF), les sardines du Sénégal sont de 15 à 30 % plus lourdes que les autres.

#### III.5. Relations entre les diverses longueurs (LS, LF et LT).

	N	r	a	b	S <sub>a</sub>
Régression de LT selon LS	121	0,998**	1,106**	0,133	0,045
Régression de LS selon LT		0,998**	0,840**	-0,062	0,004
Régression de LF selon LS	129	0,999**	1,047**	0,257	0,089
Régression de LS selon LF		0,999**	0,952**	-0,203	0,005
Régression de LF selon LT	121	0,999**	0,883**	0,145	0,030
Régression de LT selon LF		0,999**	1,131**	-0,131	0,005

Les calculs précédents permettent d'établir les relations suivantes:

$$LT = 1,106 LS + 0,133 \quad \text{et} \quad LF = 1,047 LS + 0,257 .$$

Si les valeurs de nos paramètres ne peuvent être comparées à celles obtenues par BRAVO DE-LAGUNA et al (1976) du fait que les calculs n'ont pas été effectués dans le même intervalle de taille, il n'en demeure pas moins vrai que les deux formules donnent des résultats identiques à 2 % près pour les classes de taille où les deux observations se recoupent (LT de 18 à 21 cm).

### III.6. Maturité sexuelle.

Seuls les individus du groupe B (échantillons 7 et 8) présentaient des gonades en cours de maturation, c'est-à-dire aux stades III et IV. La répartition des femelles en fonction de leurs stades est présentée ci-dessous :

	Echantillon 7 (mars 1977)		Echantillon 8 (mai 1977)	
	N	%	N	%
FEMELLES STADE III	5	28	18	60
FEMELLES STADE IV	13	72	12	40
TOTAL	18	100	30	100

Les rapports gonado-somatiques (RGS =  $\frac{\text{Poids gonades}}{\text{Poids corps}} \cdot 100$ ) sont récapitulés dans le tableau suivant :

	MALES			FEMELLES		
	N	RGS	$\sigma$	N	RGS	$\sigma$
Echantillon 7 (mars 1977)	23	5,28	1,44	30	3,63	0,94
Echantillon 8 (mai 1977)	35	2,67	1,35	18	3,88	1,50

Compte tenu de la petite taille de nos individus, on peut penser qu'ils abordent leur première maturation sexuelle (FURNESTIN, 1944 et CREAC'H, 1951). Toutefois les RGS moyens atteignent des valeurs très élevées pour les individus de cette espèce (5,28) tout particulièrement pour cette période de leur vie. De plus on remarque que si le RGS des femelles ne varie pas, celui des mâles diminue de façon notable en 2 mois sans qu'une explication évidente puisse être avancée (même cohorte ayant émis des produits sexuels? Régression des testicules? Présence de deux cohortes différentes?) .

### III.7. Etude comparée des mâles et des femelles.

Le sex-ratio, calculé sur les 126 individus dont le sexe était identifiable, est 1,14, ce qui est une valeur normale pour cette espèce. Toutefois la proportion entre les mâles (53,2 %) et les femelles (48,8 %) n'est pas significativement différente (erreur sur la proportion égale à 4,4 en raison du faible effectif).

Les études de tailles et de poids ont été effectuées uniquement sur le groupe B du fait de son homogénéité (études complètes et distribution gaussienne). L'analyse des données montre que les femelles sont significativement plus grandes et plus lourdes que les mâles. La relation taille-poids étant la même quel que soit le sexe, on comprendra que l'écart enregistré pour les poids moyens n'est dû qu'à la différence de taille (tabl. 5). Celle-ci a déjà été remarquée par d'autres auteurs, par contre ordinairement les relations taille-poids des deux sexes ne sont pas identiques (mâles plus lourds).

Les autres paramètres (indice céphalique, branchiospines, vertèbres) et régressions (LS/IC et LS/NBS) calculés sur 126 individus ne diffèrent pas de façon significative d'un sexe à l'autre (tabl. 6 et 7). Rappelons que, selon FAGE (1920) les sardines mâles auraient tendance, pour une même taille, à avoir une tête plus longue que les femelles. BELLOC et DESBROSSES (1930) n'ont confirmé que partiellement ce caractère, tandis que CREAC'H (1951), tout comme nous, ne trouvait aucune différence mathématique entre les deux sexes pour l'indice céphalique.

### III.8. Etude de la taille des individus.

Bien que les échantillons prélevés soient insuffisants pour entreprendre une étude démographique, il paraît raisonnable de supposer que les individus du groupe A et ceux du groupe B appartiennent à une même génération (fig. 1 et 6). Cette hypothèse est en accord avec les similitudes biométriques des deux groupes (fig. 2, tabl. 2 et 8) ainsi qu'avec les vitesses de croissance habituellement observées pour cette espèce. Le groupe C par contre

est sans aucun doute issu d'une nouvelle génération.

#### IV. APPARTENANCE SPECIFIQUE ET ORIGINE DES SARDINES DU SENEGAL.

Après de nombreuses controverses, les études de divers auteurs, en particulier sur l'indice céphalique, le nombre de branchiospines et le nombre de vertèbres, ont permis de différencier deux sous-espèces de sardines : Sardina pilchardus pilchardus et Sardina pilchardus sardina.

La première se rencontrerait sur les côtes atlantiques de l'Europe, tandis que la seconde se répartirait en Méditerranée et sur les côtes atlantiques de l'Afrique du Nord.

Afin de vérifier si nos individus pouvaient être rattachés plus particulièrement à cette deuxième sous-espèce, nous avons comparé nos résultats avec ceux obtenus dans diverses régions.

##### IV.1. Comparaison des indices céphaliques.

Il ressort de l'analyse des différents travaux antérieurs que l'indice céphalique de S. pilchardus pilchardus varie de 20 à 23 % alors que celui de S. pilchardus sardina oscille entre 18,5 et 21 %. Pour les individus capturés à Dakar, l'intervalle des observations est compris entre 24,1 et 28,8 %. Le calcul montre qu'à l'intérieur de notre échantillon, il existe une probabilité de 95 % pour que l'indice céphalique soit compris entre 24,5 et 28,3. L'intervalle de confiance pour la valeur moyenne de la population théorique correspondant à notre échantillon serait de 26,3 à 26,5 %.

Bien que les comparaisons soient rendues difficiles en raison des variations de cet indice avec la taille, nos valeurs se situent toujours au-delà des limites généralement admises comme critères de différenciation. Force nous est de constater que nos individus ont une tête beaucoup plus développée que les sardines des autres régions. MOAL (1957), bien qu'utilisant un indice céphalique calculé différemment, sur des individus beaucoup plus petits, arrivait, aussi bien pour la Mauritanie que pour le Sénégal, aux mêmes conclusions.

##### IV.2. Comparaison des nombres de branchiospines.

Bien qu'il existe une grande variabilité de ce paramètre due à la taille, et que les auteurs n'indiquent pas toujours l'intervalle dans lequel se sont effectuées leurs observations, il est généralement admis que S. pilchardus pilchardus présenterait des valeurs moyennes supérieures à 60, alors que celles de S. pilchardus sardina se situeraient entre 44 et 68 (SVETOVIDOV, 1963). Quelques résultats, tendant à justifier cette distinction, sont réunis dans la figure 6.

Comme pour l'indice céphalique, le nombre de branchiospines de nos

sardines est plus élevé que celui des deux sous-espèces et se rapprocherait plus de celui relevé sur les côtes atlantiques de l'Europe (95 % de nos valeurs sont comprises entre 59,4 et 89,8). Notons toutefois que FURNESTIN et al (1970) distinguent une "race marocaine de type atlantique" ayant 64 à 80 branchiospines (nombre moyen 70,9 avec 50 individus) différente de la "sardine méditerranéenne" n'ayant que 49 à 62 branchiospines (moyenne = 55,3).

#### IV.3. Comparaison des moyennes vertébrales.

Le nombre de vertèbres semble instable à l'intérieur d'une même sous-espèce, montrant de grandes variations spatio-temporelles.

Ces dernières années, il a été démontré que ce paramètre était sous la dépendance de la température de l'eau de mer en surface pendant les quelques jours qui suivent l'éclosion (BEN TUVIA, 1964; GHENO, 1975). Ainsi, de hautes températures induiront un faible nombre de vertèbres et inversement.

Malgré ces restrictions, FURNESTIN et al (1970) distinguent 4 races du nord au sud :

RACES	MOYENNE VERTEBRALE
atlantique septentrionale	> 52
ibérique (atlantique méridionale)	51,20
marocaine	50,50
saharienne	50,30

Nos individus, caractérisés par une moyenne de 50,45, se rapprocheraient donc plus de la "race marocaine" ce qui n'est pas en contradiction avec les quelques observations faites par MOAL (1957) en août 1954 à Dakar.

#### IV.4. Tentative d'interprétation.

Les résultats de l'analyse des 3 principaux paramètres sont résumés dans le tableau suivant. Il montre clairement que la longueur de la tête et le nombre de branchiospines ne permettent pas de rattacher nos spécimens à la sous-espèce d'Afrique du Nord Sardina pilchardus sardina. Bien que nos valeurs se rapprochent plus des critères de Sardina pilchardus pilchardus, elles restent toujours supérieures à celles-ci. Par contre le nombre de vertèbres est inférieur à celui des deux sous-espèces.

SOUS-ESPECES ZONES	IC	NBS	NV
<u>SARDINA PILCHARDUS PILCHARDUS</u> Côtes atlantiques de l'Europe	20,0 à 23,0	>60	51,2 à 52,4
<u>SARDINA PILCHARDUS SARDINA</u> Méditerranée et côtes atlantiques de l'Afrique du Nord	18,5 à 21,0	44 à 68	50,5 à 51,4
<u>SARDINA PILCHARDUS</u> du Sénégal	24,5 à 28,2	59 à 90	50,45 { bornes } { 47 à 51 }

Dans le cadre des relations généralement admises entre les différents paramètres biométriques, seul le nombre de branchiospines élevé ne répond pas au schéma habituel.

En effet, il a été démontré que pour la plupart des clupeidés (ou autres poissons) les valeurs des caractères méristiques décroissent dans les eaux chaudes. Pourquoi ce phénomène ne se vérifie-t-il pas pour les branchiospines alors que les températures relativement élevées dans notre région permettraient de s'attendre à des faibles nombres pour ce paramètre?

Par contre, les basses moyennes vertébrales que nous avons relevées, répondent à cette loi de décroissance et de plus, leur association à de hauts indices céphaliques est en concordance avec la règle de corrélation inverse existant entre ces deux valeurs (CREAC'H, 1951 et FURNESTIN et al, 1970). Ces derniers auteurs considèrent que cette association serait un bon critère de distinction des groupements raciaux.

Ceci pose le problème de l'origine de cette population. Appartient-elle à un stock autochtone ou provient-elle de l'extension du stock d'Afrique du Nord (race marocaine) ? Les données biométriques tendraient plutôt à prouver que cette population serait originaire des côtes atlantiques de l'Europe et effectuerait donc des migrations de grande amplitude jusqu'au Sénégal. Ceci paraît peu probable du fait que de jeunes individus (7 à 8 cm) ont été capturés. Ne serions nous pas plutôt en présence d'une nouvelle sous-espèce qui pourrait être dénommée Sardina pilchardus senegalensis ?

Nos observations pourraient aussi être rapprochées du "Phénomène sardine" relevé ces dernières années.

Les travaux de MAIGRET (1974) et de la FAO (1975) ont montré que

les captures de sardines au sud du cap Bojador sont passées de 27000 à 170000 tonnes de 1971 à 1975. N'est-ce-pas là une preuve de l'extension sud du stock nord-africain ? Les quelques tonnes de sardines capturées comme appâts vivants par les thoniers dakarois ne démontreraient-elles pas que le Cap-Vert est l'extrême limite sud de cette extension ?

Pour vérifier cette hypothèse, nos résultats devront être comparés avec ceux obtenus par les laboratoires des Iles Canaries et du Maroc avec lesquels nous sommes entrés en contact.

Quelle que soit l'hypothèse retenue, il reste à interpréter la signification de cette présence anormale. Correspond-elle à des variations de conditions de milieu ou à un phénomène de remplacement d'espèce ?

Si les quelques données hydrologiques relevées les jours de capture (températures et salinité de surface) ne permettent pas d'étayer la première proposition, un rapprochement est à faire entre l'augmentation des prises de sardines au nord de la Mauritanie depuis 1971 et les variations des caractéristiques hydro-climatiques qui commencent au cours de cette même année (REBERT, comm. pers.) :

- augmentation, très nette aux stations de Nouadhibou et de Dakar, de la composante du vent responsable de l'upwelling,

- entrée, associée à ce phénomène, dans une période de refroidissement général des eaux au Sénégal.

Par contre, l'exploitation intensive des sardinelles (Sardinella aurita en particulier) et la baisse des rendements qui en découle, permettent de supposer la libération partielle d'une niche écologique qui serait alors disponible pour l'extension de Sardina pilchardus.

-----  
- REMERCIEMENTS -

Les auteurs tiennent à exprimer leurs remerciements au Dr. P.J. WHITEHEAD pour les conseils qu'il leur a donnés au début de leur étude, ainsi qu'à Mr. I. SOW, technicien du CRODT qui a participé au traitement des données.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ANDREU (B.), 1953.- Sobre la relacion entre el número de branquiaspinas y la talla en la sardina (Sardina pilchardus, Walb.) española. Bol. Inst. Esp. Ocean.; 62 : 28 p.
- BELLOC (G.) et DESBROSSES (P.), 1930.- Remarques sur la sexualité de la sardine. Rev. Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes; 3 : 63-77.
- BEN TUVIA (A.), 1964.- Influence of temperature on vertebral number of Sardinella aurita from Eastern Mediterranean. Israel Journal of Zoology; vol. 12, 1-4 : 59-66.
- BRAVO DE-LAGUNA (J.), FERNANDEZ (M.A.R.) and SANTANA (J.C.), 1976.- The Spanish fishery on sardine (Sardina pilchardus, Walb.) off West Africa. ICES, C.M. 1976(J:15).
- CREAC'H (P.V.), 1951.- Notes sur la biologie et la morphologie de la sardine (Sardina pilchardus, Walb.) dans le fond du Golfe de Gascogne. Rev. Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes ; XVI, 61-64 : 44-71.
- FAGE (L.), 1920. - Rapport sur la Sardine-Notes et Mémoires n°5- Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes.
- F.A.O. , 1976. - Report of the Third Session of the FAO Fishery Committee for the Eastern Central Atlantique(CECAF); Working Party on Resources Evaluation, Rome, 9-13 February 1976.
- FONTANA (A.), 1969.- Etude de la maturité sexuelle des sardinelles (Sardinella eba et Sardinella aurita ) de la région de Pointe-Noire. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr., vol VII, n°2 : 111-114.
- FREON (P.), 1978.- Relations taille-poids, facteurs de condition et indices de reproduction. Annexe du Groupe de Travail ISRA- ORSTOM sur la reproduction des espèces exploitées du Golfe de Guinée, Dakar 1977; (sous presse).
- FURNESTIN (J.), 1944.- Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique (Sardina pilchardus, Walb.). Rev. Trav. Office Scient. des Pêches Maritimes; 13 : 221-386.

- FURNESTIN (J.) et FURNESTIN (M.L.), 1970.- La sardine marocaine et sa pêche. Migrations trophiques et génétiques en relation avec l'hydrologie et le plancton. CIEM, Rapp. et Proc. Verb. des Réunions; 159 : 165-175.
- ISRA - ORSTOM, 1978.- Groupe de Travail sur la reproduction des espèces exploitées du Golfe de Guinée, Dakar 1977; ( sous presse ).
- LOZANO (F.), 1948.- Notas sobre la biología y biometría de la parrocha o sardina joven de Vigo (*Sardina pilchardus*). Bol. Inst. Esp. Ocean., 6 : 13 p.
- MAIGRET (J.), 1974.- La Sardine sur les côtes de Mauritanie (*Sardina pilchardus*, Walb.). Bull. IFAN; A, 3 : 714-721.
- MASSUTI (M.) y OLIVER (M.), 1948.- Estudio de la biometría y biología de la sardina de Mahon (Baléares), especialmente de su alimentación. Bol. Inst. Esp. Ocean.; 3 : 15 p.
- MAUL (G.E.), 1948.- Monografia dos Peixos do Museu do Funchal. Orden Isospondyli. Bol. Mus. Mun. Funchal, 3 (5) : 5-41.
- MOAL (R.A.), 1957.- Etude comparée de quelques caractères de *Sardina pilchardus* sur la côte occidentale d'Afrique. Cons. Int. Expl. Mer. Comité Sardine, n° 87.

---

En raison des nombreux travaux effectués sur cette espèce, seule quelques ouvrages ont été cités. On trouvera en particulier d'intéressantes publications dans les Rapports du C.I.E.M.

GROUPE ET SAISON	N° ECH	EFFECTIF	DATE	TEMPERATURE (en °C)	SALINITE (en ‰)
(A) Saison chaude 1976	1	3	17.07.76	26°9	35,60
	2	10	24.07.76	26°6	35,50
	3	15	12.08.76	28°2	35,52
	4	3	18.08.76	27°7	35,35
	5	1	10.09.76	28°3	35,33
	6	1	23.10.76	25°1	35,13
(B) Milieu et fin de saison froide 1977	7	53	19.03.77	18°0*	35,69
	8	53	9.05.77	16°3	35,56
(C) Début de saison chaude 1977	9	13	15.05.77	17°4	35,70
	10	8	31.05.77	19°2	35,62
	11	2	2.06.77	19°5	35,61

\* Température anormalement élevée (de 2°C supérieure à la moyenne des 8 dernières années).

TABLEAU 1. - Conditions hydro-climatiques lors des captures.

GROUPE	ECHANTILLON	DATE	EFFECTIF	LONGUEUR STANDARD (LS cm)			INDICE CEPHALIQUE (IC)			NOMBRE DE BRANCHIOSPINES (NBS)			NOMBRE DE VERTEBRES (NV)		
				bornes	$\bar{LS}$	$\sigma$	bornes	$\bar{IC}$	$\sigma$	bornes	$\bar{NBS}$	$\sigma$	bornes	$\bar{NV}$	$\sigma$
A	1	17.07.76	3	8,7-9,5	9,11	0,42	27,02-27,18	27,12	0,09	66-70	68,33	2,08	50-51	50,67	0,58
	2	24.07.76	10	8,0-9,9	9,00	0,63	26,90-28,80	27,78	0,68	65-70	69,30	3,20	50-51,	50,57,	0,53,
	3	13.08.76	15	8,4-10,0	9,22	0,43	26,10-28,10	27,26	0,50	61-76	70,00	3,89	49-51,	50,25,	0,62,
	4	18.08.76	3	7,5-9,6	8,72	1,08	27,06-27,55	27,35	0,26	66-78	71,00	6,24	47-51	49,33	2,08
	5	10.09.76	1	9,9	9,90	-	26,80	26,80	-	70	70,00	-	-	-	-
	6	23.10.76	1	10,2	10,20	-	27,45	27,45	-	68	68,00	-	49	49,00	-
B	7	19.03.77	53	13,9-16,9	15,65	0,67	24,14-27,43	25,92	0,63	68-88	76,98	3,99	49-51	50,42	0,53
	8	9.05.77	53	15,0-18,1	16,45	0,71	23,82-27,52	25,85	0,55	69-89	80,74	4,53	49-51	50,55	0,57
C	9	15.05.77	13	8,3-9,6	9,08	0,42	25,63-27,84	26,89	0,54	58-69	61,77	2,83	49-51	50,69	0,63
	10	31.05.77	8	6,3-9,0	7,18	0,86	27,62-28,65	28,19	0,36	52-68	61,50	4,63	49-51	50,25	0,71
	11	2.06.77	2	10,6-11,6	11,10	0,71	26,04-26,55	26,30	0,36	63-70	66,50	4,95	50-51	50,50	0,71
A	Saison chaude 1976	33	7,5-10,2	9,15	0,60	26,10-28,80	27,40	0,57	61-78	69,67	3,57	47-51	50,23 <sub>2</sub>	0,91	
B	Milieu et fin de saison froide 1977	106	13,9-18,1	16,05	0,79	24,14-27,52	25,88	0,59	68-89	78,86	4,65	49-51	50,48	0,56	
C	Début de saison chaude 1977	23	6,3-18,1	8,60	1,34	25,63-28,65	27,29	0,83	52-70	62,09	3,78	49-51	50,52	0,67	
TOTAL GENERAL			162	6,3-18,1	13,60	3,49	24,14-28,80	26,40	0,95	52-89	74,61	7,61	47-51,	50,45	0,65

1 - 3 individus non pris en compte (données non disponibles).

2 - Calcul sur 26 individus seulement (données non disponibles).

TABLEAU 2. - Etude biométrique générale des échantillons prélevés.

	N	LONGUEUR STANDARD (LS)		INDICE CEPHALIQUE (IC)		NOMBRE DE BRAN - CHIOSPINES (NBS)	
		$\overline{LS}$	$\sigma$	$\overline{IC}$	$\sigma$	$\overline{NBS}$	$\sigma$
50 VERTEBRES	68	14,00	3,33	26,39	0,88	75,12	6,79
51 VERTEBRES	79	13,87	3,39	26,29	0,90	74,77	8,10
50 + 51 VERTEBRES	147	13,93	3,35	26,34	0,89	74,93	7,50
DIFFERENCE 95 %		NON t = 0,23		NON t = 0,69		NON t = 0,29	

TABLEAU 3. - Comparaison des individus à 50 et 51 vertèbres pour :

- les longueurs standard moyennes ( $\overline{LS}$  cm),
- les indices céphaliques moyens ( $\overline{IC}$ ),
- le nombre moyen de branchiospines (NBS).

	N	REGRESSION DE IC SELON LS				REGRESSION DE NBS SELON LS			
		r	a	b	$S_a$	r	a	b	$S_a$
50 VERTEBRES	68	0,83**	0,220**	29,46	0,018	0,83**	1,696**	51,36	0,138
51 VERTEBRES	79	0,77**	0,205**	29,14	0,022	0,86**	2,047**	46,39	0,141
50 + 51 VERTEBRES	147	0,80**	0,211**	29,28	0,013	0,84**	1,888**	48,63	0,101
DIFFERENCE 95 %		NON				NON			

TABLEAU 4. - Comparaison des individus à 50 et 51 vertèbres pour :

- la régression du nombre de branchiospines (NBS) selon la longueur standard (LS),
- la régression de l'indice céphalique (IC) selon la longueur standard (LS).

	N	TAILLES				POIDS		REGRESSION DE log W SELON log LT			
		$\overline{LS}$	$\sigma$	$\overline{LT}$	$\sigma$	$\overline{W}$	$\sigma$	r	a	b	$S_a$
MALES	55	15,86	0,69	18,92	0,86	71,50	10,89	0,939**	3,181**	-5,09	0,157
FEMELLES	45	16,21	0,75	19,42	0,84	78,02	10,65	0,947**	2,938**	-4,36	0,359
MALES + FEMELLES	100	16,03	0,74	19,15	0,88	74,44	11,21	0,946**	3,109**	-4,88	0,255
DIFFERENCE 95 %		OUI t = 2,43		OUI t = 2,94		OUI t = 3,01		NON			

TABLEAU 5. - Comparaison des individus mâles et femelles du groupe B pour :

- les longueurs standard moyennes ( $\overline{LS}$ ),
- les longueurs totales moyennes ( $\overline{LT}$ ),
- les poids moyens ( $\overline{W}$ ),
- les régressions log du poids selon log de la longueur totale.

	N	INDICE CEPHALIQUE (IC)		NOMBRE DE BRANCHIOSPINES (NBS)		NOMBRE DE VERTEBRES (NV)	
		$\overline{IC}$	$\sigma$	$\overline{NBS}$	$\sigma$	$\overline{NV}$	$\sigma$
MALES	67	26,13	0,74	77,27	5,37	50,43	0,58
FEMELLES	59	26,12	0,87	77,53	5,76	50,49	0,54
MALES + FEMELLES	126	26,13	0,80	77,39	5,56	50,46	0,56
DIFFERENCE 95 %		NON t = 0,06		NON t = 0,26		NON t = 0,60	

TABLEAU 6. - Comparaison des individus mâles et femelles (tous échantillons réunis) pour :

- l'indice céphalique moyen ( $\overline{IC}$ ),
- le nombre moyen de branchiospines ( $\overline{NBS}$ ),
- le nombre moyen de vertèbres ( $\overline{NV}$ ).

	N	REGRESSION DE IC SELON LS				REGRESSION DE NBS SELON LS			
		r	a	b	$S_a$	r	a	b	$S_a$
MALES	67	-0,70**	-0,215**	29,34	0,026	0,67**	1,478**	55,22	0,203
FEMELLES	59	-0,79**	-0,236**	29,66	0,028	0,74**	1,476**	55,40	0,177
MALES + FEMELLES	126	-0,75**	-0,227**	29,52	0,017	0,71**	1,486**	55,25	0,133
DIFFERENCE 95 %		NON				NON			

TABLEAU 7. - Comparaison des individus mâles et femelles pour :

- la régression de l'indice céphalique (IC) selon la longueur standard (LS),
- la régression du nombre de branchiospines (NBS) selon la longueur standard (LS).

	N	r	a	b	$S_a$
GROUPE A	33	0,29	0,28	29,923	0,164
GROUPE B	106	0,36**	0,27**	30,204	0,071
GROUPE C	23	0,78**	0,48**	31,394	0,084
GROUPE A+B+C	162	0,81**	0,22**	29,388	0,013
GROUPE A+B	139	0,78**	0,22**	29,468	0,016

TABLEAU 8. - Etude de la régression de l'indice céphalique selon la longueur standard pour les différents groupes.

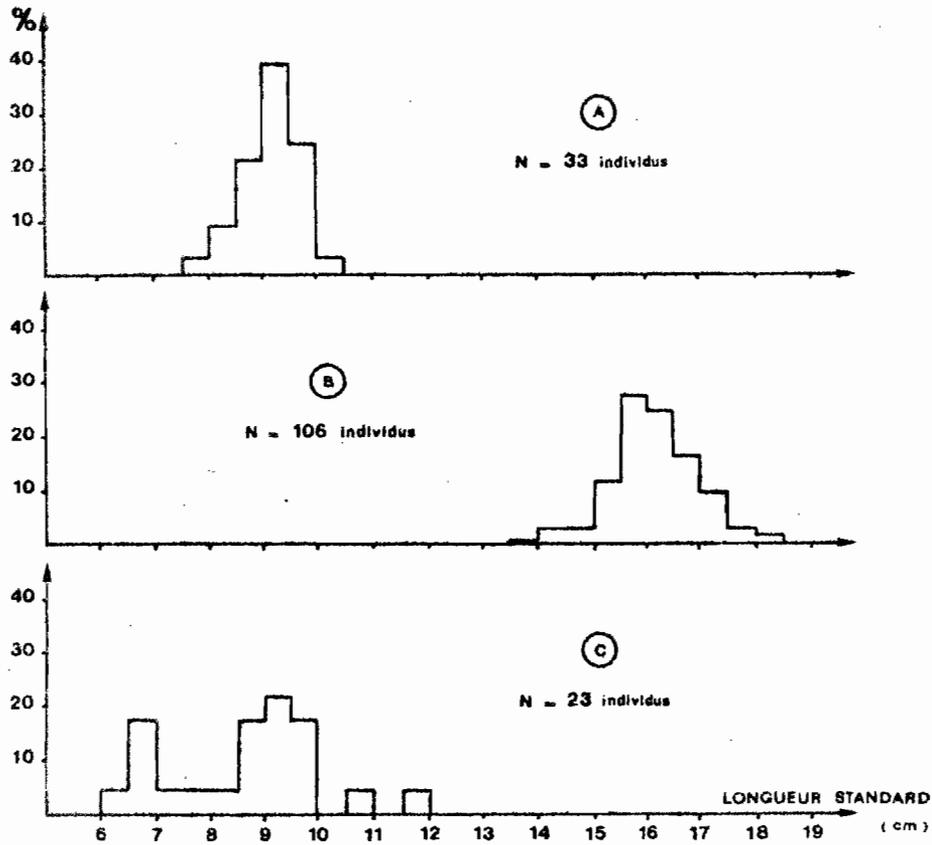


Fig.1.-Histogrammes de fréquence des longueurs standard (L.S.) des groupes d'échantillons A, B et C;  
 A : saison chaude 1976,  
 B : milieu et fin de saison froide 1977,  
 C : début de saison chaude 1977.

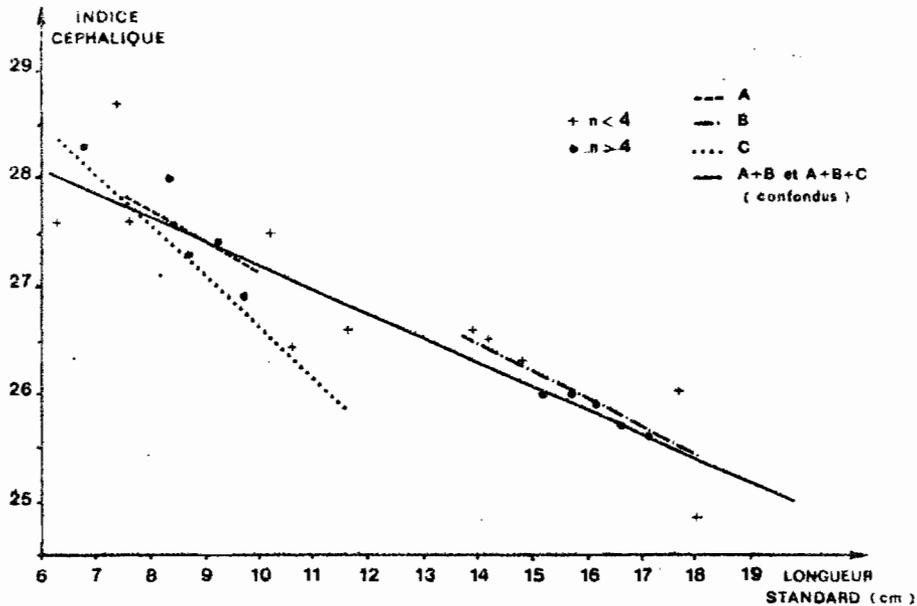


Fig.2.- Variation de l'indice céphalique en fonction de la longueur standard pour les différents groupes d'échantillons.

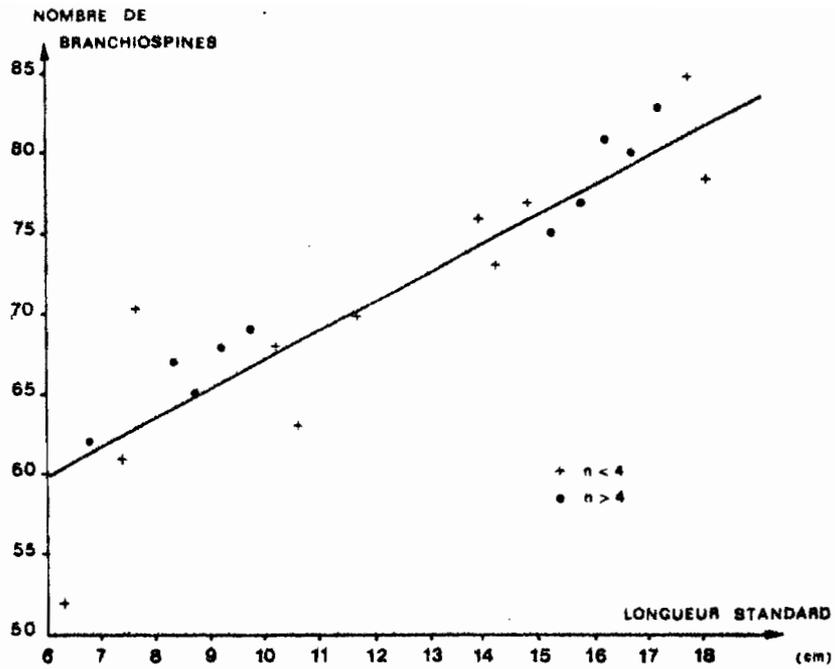


Fig.3.-Variation du nombre de branchiospines en fonction de la longueur standard (L.S.).

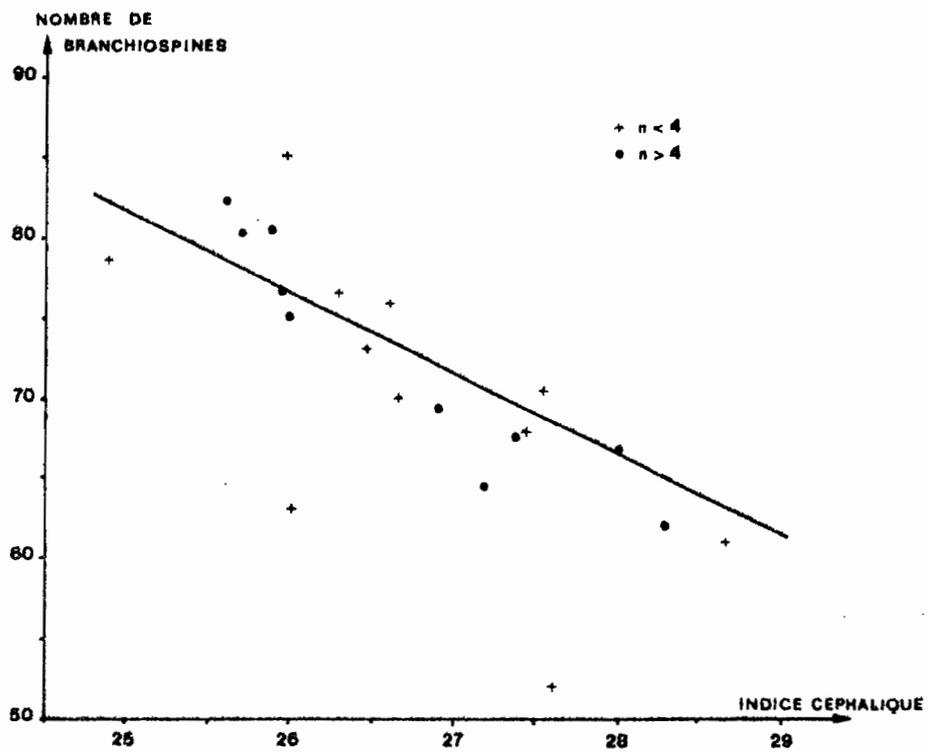


Fig.4.-Variation du nombre de branchiospines en fonction de l'indice céphalique.

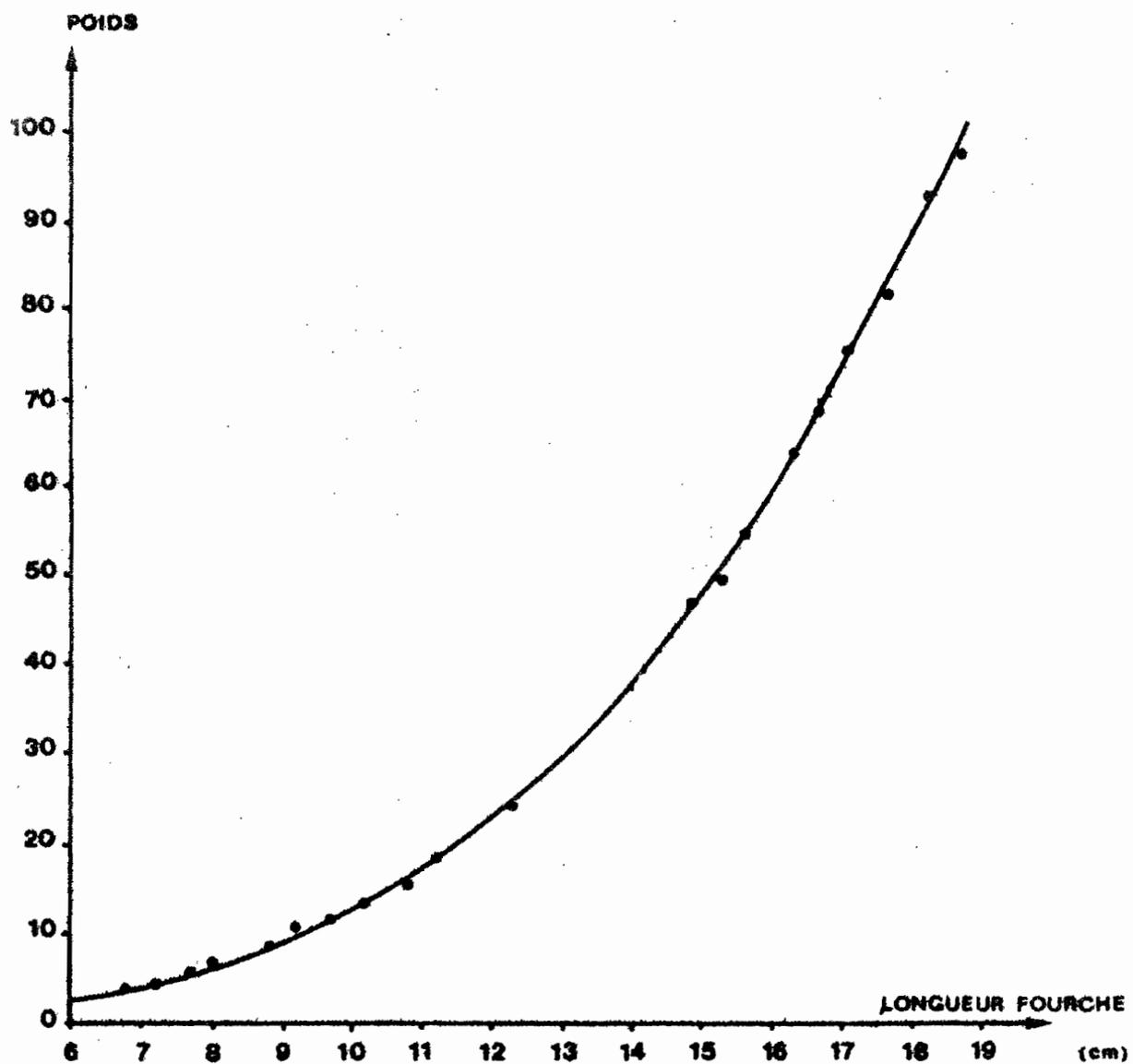


Fig.5.- Relation entre la longueur fourche (LF) et le poids du corps (W).

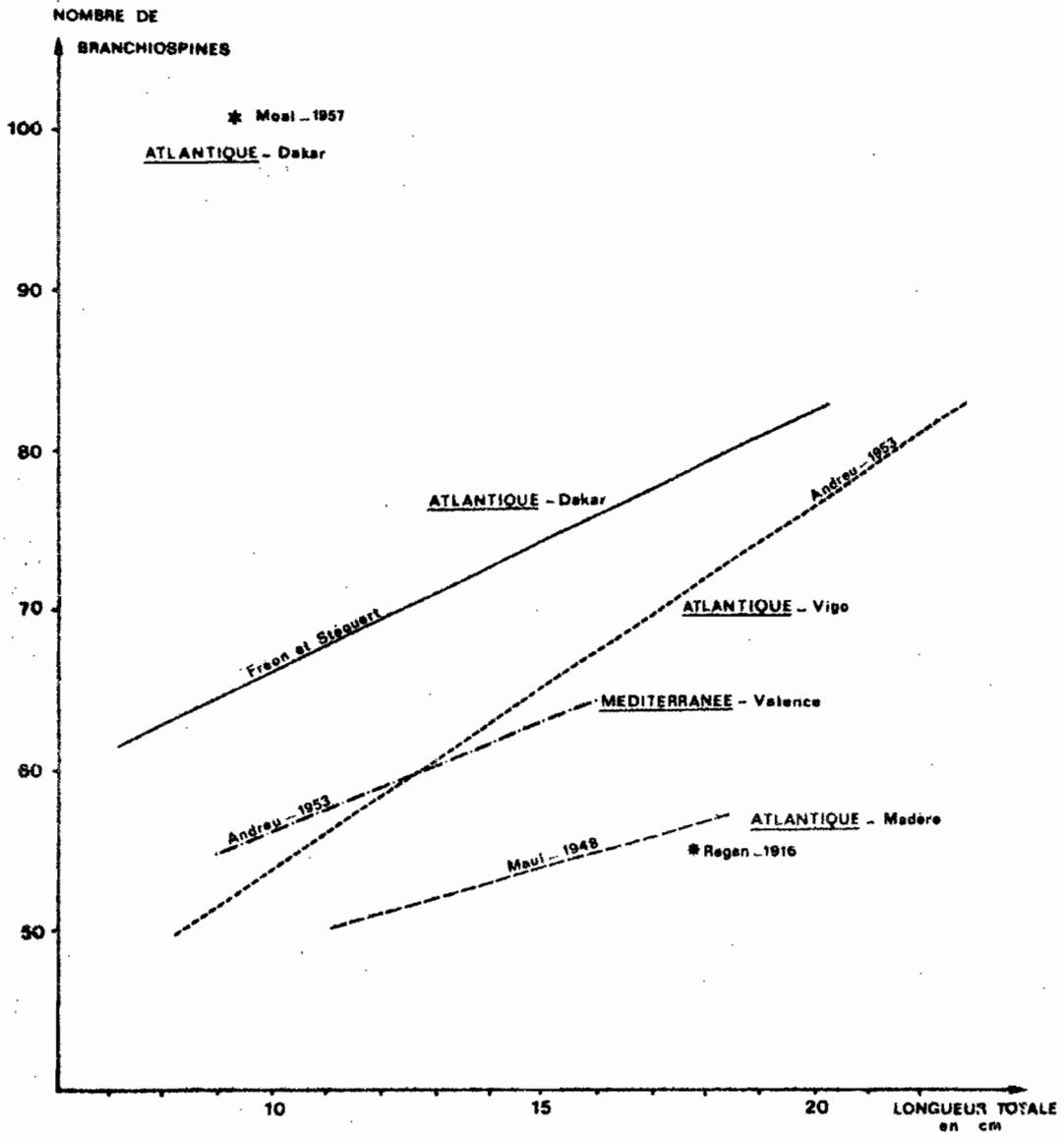


Fig. 6.- Comparaison de nos résultats concernant la variation du nombre de branchiospines en fonction de la taille, avec quelques autres études.

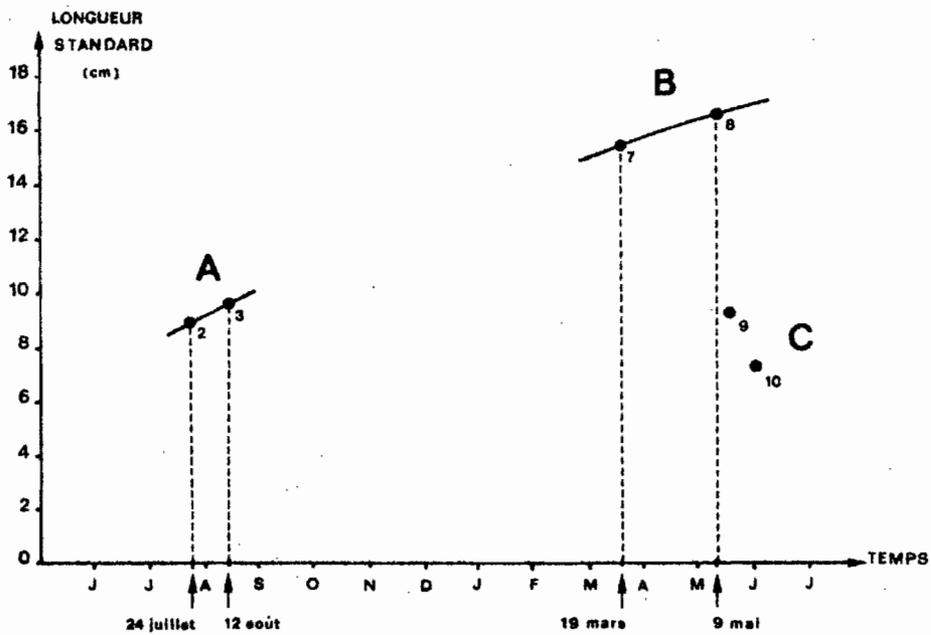


Fig. 7.- Répartition temporelle des tailles modales des principaux échantillons.

LA P E C H E  
D E S P O I S S O N S P E L A G I Q U E S C O T I E R S  
D E S I L E S B I S S A G O S  
A U N O R D D E L A M A U R I T A N I E  
D E S C R I P T I O N S E T I N T E R A C T I O N S  
D E S P E C H E R I E S

par

P. F R E O N, B. S T E Q U E R T e t T. B O E L Y

Communication n° 93

R E C T I F I C A T I F

Un groupe de travail concernant les poissons pélagiques côtiers s'est tenu à Dakar du 19 au 24 juin 1978. Il a permis d'obtenir des données plus précises et plus récentes par rapport aux évaluations effectuées dans la communication suivante, notamment en ce qui concerne les captures de sardinelles par les flottes d'U.R.S.S.

Dans ce rectificatif les tableaux 1, 3 et 4 ont été modifiés en fonction des nouvelles données (COPACE/PACE, séries 78/10 (Fr), 1978.- Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur les poissons pélagiques côtiers ouest-africains de la Mauritanie au Liberia (26°N à 5°N)). Le texte de la communication, présentée ici sous sa forme originale, sera modifié et fera l'objet d'une publication prochainement.

ANNEES	U.R.S.S.	AUTRES PAYS NON RIVERAINS	PAYS RIVERAINS (Pêche artisanale et semi-indus- trielle)	TOTAL
1964	3.700	2.791	29.963	36.454
1965	1.100	4.621	31.902	37.623
1966	5.000	3.853	34.445	43.298
1967	6.400	724	31.617	38.741
1968	27.000	7.108	36.467	70.575
1969	30.000	13.064	39.777	82.841
1970	35.000	275.394	53.243	363.637
1971	40.000	213.129	59.341	312.470
1972	45.000	271.675	61.918	378.593
1973	50.000	207.002	66.179	323.181
1974	55.000	90.731	75.744	221.475
1975	59.388	169.440	68.027	296.855
1976	51.245	81.468	78.029	210.742

Tableau 1.- Captures annuelles estimées, de sardinelles, dans la région sénégalo-mauritanienne (en tonnes).

ANNEES	U.R.S.S.	AUTRES PAYS NON RIVERAINS	PAYS RIVERAINS (pêche semi-indus- trielle).	TOTAL
1964	46.400	10.812	3.500	60.712
1965	35.200	23.271	3.500	61.971
1966	20.900	20.249	3.900	45.049
1967	67.600	41.712	3.900	113.212
1968	140.400	24.366	4.100	168.866
1969	215.700	32.412	3.100	251.212
1970	232.400	177.937	4.500	414.837
1971	329.600	168.682	2.989	501.271
1972	332.300	148.977	2.550	483.827
1973	335.500	177.438	4.189	517.127
1974	360.300	121.460	5.887	487.647
1975	344.132	76.163	6.357	426.652
1976	365.069	52.378	6.203	423.650

Tableau 3.- Captures annuelles de chinchards dans la zone sénégalomauritanienne.

ANNEES	CAPTURES (en tonnes)
1964	66.307
1965	28.319
1966	39.774
1967	67.800
1968	112.782
1969	187.758
1970	247.113
1971	221.829
1972	196.206
1973	134.187
1974	127.166
1975	161.211
1976	132.114

Tableau 4.- Captures annuelles de maquereaux dans la région sénégalomauritanienne.

Symposium sur le Courant des Canaries :  
Upwelling et Ressources Vivantes  
N° 93

"Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs."

LA PECHE DES POISSONS PELAGIQUES COTIERS DES ILES BISSAGOS AU  
NORD DE LA MAURITANIE : DESCRIPTIONS ET INTERACTIONS DES PECHERIES

par

P. FRECH\*, B. STEQUERT\* et T. BOELY\*\*  
Océanographes biologistes de l' ORSTOM

\* CRODT - BP 2241 DAKAR, SENEGAL

\*\* Antenne ORSTOM - BP 337 29273 BREST CEDEX, FRANCE

- RESUME -

La pêche des poissons pélagiques côtiers, sur le plateau continental ouest-africain de 9 à 26° N, concerne six espèces migratrices principales : Sardinella aurita, Sardinella maderensis (= S. eba), Trachurus trachurus, Trachurus trecae, Caranx rhonchus et Scomber japonais qui constituent des stocks importants.

Schématiquement deux grands types de pêcheries les exploitent :

- les pêcheries industrielles hauturières qui couvrent toute la zone en suivant les migrateurs et prélèvent ainsi de grandes quantités de poissons adultes (plus de 1 million de tonnes par an),

- les pêcheries côtières (semi-industrielles dakaroise et mauritanienne, artisanales sénégalaises, thoniers canneurs pêchant l'appât) qui sont essentiellement localisées au Sénégal et capturent surtout de jeunes reproducteurs et des juvéniles. Bien que leurs prises exprimées en poids soient de moindre importance (environ 100 000 tonnes par an),

elles représentent un grand nombre d'individus et leur impact sur le stock n'est pas à négliger.

Les données dont nous disposons à l'heure actuelle sont la plupart du temps trop incomplètes pour entreprendre l'étude de modèles de production. Toutefois elles permettent d'analyser l'évolution des captures des principales pêcheries et celles de certaines prises par unité d'effort. Il en ressort que l'état des stocks en 1974 peut être estimé pour chaque espèce.

- Sardinella aurita et carangidés : stocks pleinement exploités,
- Sardinella maderensis : exploitation en dessous du niveau optimal,
- Scomber japonicus : stock surexploité.

Les pêcheries ont été décrites ainsi que les interactions qu'elles présentent au niveau des espèces principales. Pour chaque étude une approche particulière devra être envisagée. Ainsi, concernant la fraction jeune du stock de S. aurita exploité sur la côte sud du Sénégal, un modèle adapté aux conditions locales devra être utilisé.

-----  
- SUMMARY -

The coastal pelagic fisheries on the West african continental shelf between 9 and 26° N concern six main migrating species : Sardinella aurita, Sardinella maderensis (-S. eba), Trachurus trachurus, Trachurus trecae, Caranx rhonchus et Scomber japonicus corresponding to important stocks.

Schematically there are two principal types of exploitations :

- the offshore industrial fisheries which cover the whole area, follow the migrants and catch a lot of adult fishes (more than one million tons per year),

- the inshore fisheries (semi-industrial from Sénégal and Mauritania, artisanal from Sénégal and tuna bait boats fishing for bait) are localised essentially off Sénégal coast and catch mainly young spawners and juveniles. Although their catches in weight are less important, they represent a great number of individuals and their impact on the stock is far from negligible.

The data available now are often too much incomplete for building

production models. They allow however to analyse the evolution of the catches for the main fisheries and of some catches per unit of effort. It appears that the exploitation level of the stocks in 1974 can be estimated for each species.

- Sardinella aurita and carangids : nearly fully exploited stocks,
- Sardinella maderensis : moderately under exploited stock,
- Scomber japonicus : overfished stock.

Fisheries are described and also their interactions on the main species. Each species or fishery represents a case-problem which needs a particular approach. For instance a special model could be built for the fishery on the young strata of S. aurita near the south coast of Sénégal.



## I. INTRODUCTION

De nombreuses espèces de poissons pélagiques sont présentes sur le plateau continental de la zone sénégal-mauritanienne, siège d'un upwelling important.

On peut considérer que la plupart des principales espèces constituent un stock unique effectuant souvent des migrations de plus ou moins grande amplitude entre 9 et 26° N. Ces stocks sont exploités par quatre groupes de pêcheries :

- les pêcheries industrielles hauturières (ou grande pêche) couvrant l'ensemble de la zone,
- les pêcheries semi-industrielles dakaroise et canarienne opérant dans des régions côtières restreintes (sud de la presqu'île du Cap Vert et baie du Lévrier),
- les pêcheries artisanales, surtout localisées au Sénégal et en Gambie,
- la pêche des thoniers lorsque ceux-ci effectuent leur approvisionnement d'appât vivant près de Dakar, dans la baie de Gorée.

Après avoir décrit ces divers types d'exploitation nous analyserons les interactions qu'elles présentent.

Les espèces capturées appartiennent pour la plupart à trois grandes familles :

- les clupeidés (Sardinella aurita, Sardinella maderensis - S. eba

et Sardina pilchardus),

- les carangidés (Caranx rhonchus, Trachurus trcaae et Trachurus trachurus pour les principales espèces),

- les scombridés (Scomber japonicus).

## II. PRESENTATION DES QUATRE GROUPES DE PECHERIES

### II.1. Les pêcheries industrielles hauturières

#### II.1.1. Description

Elles sont constituées de flottilles à grande autonomie effectuant en mer la transformation du poisson pêché (farine, congélation); ceci leur permet de se maintenir au niveau des concentrations de poissons en déplacement. La pêche au chalut et la pêche à la senne tournante constituent les deux modes d'exploitation.

La pêche au chalut, pratiquée depuis 1960 par les Russes, par les Polonais et Ghanéens ensuite, a utilisé successivement le chalut de fond, puis le chalut à grande ouverture et emploie depuis 1966 le chalut pélagique essentiellement. Les chalutiers, souvent de grandes tailles (60 à 85 mètres) transforment généralement leurs prises à bord.

La pêche à la senne tournante apparaît aux environs de 1969 sur certains bateaux soviétiques (ELWERTOWSKY et al, 1972), mais c'est à partir de 1970, avec l'arrivée des flottes internationales et multinationales (Interpêche, Nordglobal, Astra et Barentssee), que son développement devient maximum. Certaines de ces flottes vont disparaître rapidement (BOELY, 1978a). Elles travaillent à l'aide de petits senneurs très maniables qui transbordent quotidiennement leurs prises à bord d'un navire-usine.

Depuis 1972 les différents pays de la zone intéressée ont réglementé l'un après l'autre la pêche à l'intérieur des eaux sous leur juridiction; les limites varient de 30 à 200 miles. Ceci a modifié la physiologie de la pêche hauturière l'obligeant à reporter ses efforts sur de nouvelles zones.

#### II.1.2. Analyse des captures

Certaines données de prises et d'efforts sont difficilement accessibles, aussi BOELY (1978a) a-t-il analysé les données globales fournies par la F.A.O. (1976). La différenciation des espèces et des zones n'étant pas toujours effectuée dans le détail par certains pays (URSS en particulier), il a fallu pratiquer des estimations.

Les captures de ces pêcheries sont considérables (environ 1,3 million de tonnes en 1974), représentant près de dix fois le volume de celles des trois autres groupes.

Les catégories de poissons particulièrement recherchées sont :

- les sardinelles plus facilement capturables à la senne tournante et constituant environ la moitié des prises,
- les chinchards (40 % des captures),
- les maquereaux ne représentant que 10 % des prises; ces deux dernières espèces sont indifféremment capturées à la senne ou au chalut.

#### II.1.2.1. Les clupeidés

L'étude du cycle de vie de S. aurita a montré qu'il existe un stock unique dans la région sénégal-mauritanienne (BOELY et al, 1978). Les adultes effectuent des migrations entre les îles Bissagos et le nord de la Mauritanie alors que les individus jeunes sont concentrés dans deux nurseries côtières qu'ils ne quittent généralement qu'après leur première reproduction.

Pour cette espèce, nous avons adopté la terminologie suivante :

- juvéniles - individus immatures de taille inférieure à 18 cm(LF),
- jeunes reproducteurs - individus en cours de première maturation sexuelle (18 à 25 cm),
- adultes - individus migrateurs de taille supérieure à 25 cm (fig.7).

Les captures de la pêche industrielle hauturière sont essentiellement constituées d'adultes. Les jeunes reproducteurs ne sont capturés qu'accessoirement lorsqu'ils ont quitté les nurseries. Situés non loin de ces nurseries, les deux foyers de captures sont l'un au sud, entre la Gambie et la Guinée (BOELY et al, 1974), l'autre plus au nord, entre le cap Blanc et le cap Timiris (d'après des données détaillées de pêche industrielle à la senne tournante).

S. maderensis est plus côtière et effectue des migrations de moins grande amplitude que S. aurita. Dans la région considérée, l'hypothèse de l'existence de deux stocks avait été émise, l'un situé près du cap Timiris, l'autre au niveau de la Gambie et du sud du Sénégal (F.A.O., 1976); cette hypothèse se confirme actuellement. Pour le stock nord, l'étude des rendements des senneurs étrangers permet de préciser que les concentrations d'adultes se situent en face de la Mauritanie, principalement entre 16°30' et 19°30' de février à septembre et secondairement aux environs du

cap Blanc d'octobre à janvier. Les immatures sont capturés en plus faible quantité au niveau de ces deux mêmes régions, mais leur aire de répartition y est plus étroite (18 à 19° N et 20°30' à 21°30' N).

Pour le stock sud, les captures ont lieu de la Gambie à la Guinée et portent en majorité sur de jeunes reproducteurs de 20 cm de longueur à la fourche (BOELY et al, 1974). Depuis ces dernières années, ce sont surtout les senneurs qui les pêchent de février à juin.

Le total des captures en sardinelles a atteint un maximum de 530 000 tonnes en 1974 (tabl.1). Ces captures ont donc décuplé en 10 ans (fig.1); cette augmentation est essentiellement due à l'accroissement spectaculaire de l'effort de pêche en 1969-1970.

Les études précédentes, effectuées dans la zone considérée, ont montré que S. aurita est l'espèce de clupeidés la plus abondante dans le milieu et permettent de penser qu'elle représente 60 à 75 % des captures de sardinelles, le reste étant constitué principalement de S. maderensis et secondairement de Sardina pilchardus.

Du fait de la fermeture des eaux sénégalaises, la proportion de S. maderensis dans la prise totale de sardinelles s'est probablement accrue depuis 1972. En effet, afin de compenser une éventuelle réduction des captures, certaines flottes multinationales ont intensifié leur effort sur les petits fonds riches en S. maderensis. C'est ainsi que le stock localisé devant la Gambie et la Guinée, auparavant faiblement exploité, l'a été plus intensément au cours des dernières années (F.A.O., 1976). Compte tenu de ce qui précède, de 1970 à 1974, les prises annuelles sont passées approximativement de 280 000 à 320 000 tonnes pour S. aurita et de 138 000 à 205 000 tonnes pour S. maderensis.

La sardine (Sardina pilchardus) n'apparaît dans les captures qu'à partir de 1971; les tonnages n'ont fait qu'augmenter jusqu'en 1975 (tabl.2). Ce phénomène pourrait correspondre à l'extension vers le sud du stock marocain (F.A.O., 1976; FREON et STEQUERT, 1978).

Les données d'effort nous semblent actuellement trop incomplètes pour entreprendre une étude approfondie des variations de rendement.

#### II.1.2.2. Les carangidés

Trois espèces principales de carangidés sont capturées : Caranx rhonchus, Trachurus trachurus et Trachurus trecae.

Dans la zone étudiée, l'abondance de C. rhonchus augmente vers le sud à partir de 22° N (OVERKO, 1971). Au contraire celle de T. trachurus

décroit vers le sud de 24 à 14° N; pour T. trecae les meilleurs rendements sont obtenus entre 19 et 15° N. Ces deux dernières espèces sont rarement distinguées dans les statistiques de pêche en raison de leur grande similitude morphologique. Toutefois les proportions relatives des trois espèces ont pu être estimées à 55 % pour T. trachurus, 27 % pour T. trecae et 18 % pour C. rhonchus avant 1973 (BOELY et al, 1973). Depuis cette date, en raison de la récente législation au sud de la zone et compte tenu des répartitions géographiques mentionnées, les captures de C. rhonchus et de T. trecae ont vraisemblablement diminué au profit de celles de T. trachurus.

Si l'on considère les trois espèces, pour la région sénégal-mauritanienne, on constate une progression rapide et constante des prises jusqu'en 1970; elles se stabilisent ensuite autour de 550 000 tonnes par an (tabl.3 et fig.2). Les tailles modales des captures sont de 25 et 35 cm (LF) pour les chinchards jaunes et 15 et 35 cm pour les chinchards noirs (BOELY, 1978 a et b).

#### II.1.2.3. Les scombridés

La seule espèce de scombridés capturée dans la zone considérée est Scomber japonicus; elle se répartit de 27° N jusqu'au nord du Sénégal, avec une extension plus sud lors des migrations de saison froide (janvier à mai). Des cartes de pêche ont été tracées, montrant les variations mensuelles d'abondance (CHABANNE et ELWERTOWSKY, 1973). Les chalutiers capturent les maquereaux toute l'année, les flottes se déplacent entre 14 et 26° N. Les prises faites par les senneurs sont moindres et s'effectuent au sud de la presqu'île du Cap Vert, essentiellement de février à mai. En conséquence, la plupart des captures ont lieu dans la partie nord du secteur et depuis 1973 elles sont pratiquement nulles dans la partie sud pour les raisons législatives précédemment évoquées.

Pour l'ensemble de la zone sénégal-mauritanienne, on remarque un accroissement notable des prises jusqu'en 1970-1971 (230 000 tonnes); une diminution des captures a été enregistrée par la suite (tabl.4 et fig.1). Les rendements diminuant, certaines flottes ont préféré s'intéresser aux chinchards puis à la sardine. Les individus adultes constituent la majorité des captures (STAIKU et MAXIM, 1974).

### II.1.3. Conclusion sur la grande pêche

Les captures totales se sont accrues brutalement entre 1966 et 1970 en raison, d'une part de l'intensification de l'effort de pêche de certains pays opérant déjà dans la zone et d'autre part de l'arrivée dans la pêcherie de nouvelles flottes (senneurs en particulier), dont celles très puissantes des sociétés multinationales. Par la suite les prises se sont stabilisées aux environs de 1,1 million de tonnes par an.

Ne possédant que des données globales et peu détaillées sur la pêcherie, il est très difficile de l'analyser et d'en dégager des tendances nécessaires à la sauvegarde des stocks. Toutefois si l'on suppose que l'effort total des différentes flottes s'est accru régulièrement au cours du temps (ou à la rigueur est resté constant), l'évolution des captures montrerait que l'on se trouvait en 1974 aux environs de la prise maximale équilibrée pour les sardinelles et les carangidés.

Rappelons qu'une première évaluation des ressources a été effectuée (ELWERTOWSKY et al, 1972); elle a permis d'estimer la prise maximale équilibrée des sardinelles à 600 000 tonnes environ et celles des chinchards à 700 000 tonnes. Pour effectuer une remise à jour de ces estimations, une séparation des espèces devrait être envisagée afin de tenir compte des récents reports d'effort de pêche qui ont modifié la physiologie des exploitations.

Pour les maquereaux, les mêmes auteurs avaient estimé à 170 000 tonnes la capture maximale d'équilibre avec un effort optimal bien en-deça de celui des autres espèces, ce qui permettrait d'entrevoir sa surpêche dans les années suivantes. Ces prévisions se sont révélées exactes, les prises n'étant plus que de 128 000 tonnes environ en 1974. Le modèle de production a été repris, permettant d'évaluer à 200 000 tonnes la prise maximale équilibrée (BOELY, 1978 a)

Toutes ces évaluations semblent être en accord avec les estimations de biomasse effectuées sur les stocks par écho-intégration (MARCHAL et BOELY, 1977).

## II.2. Les pêcheries semi-industrielles

### II.2.1. La pêcherie sardinière dakaroise

#### II.2.1.1. Description

Cette pêcherie, qui a débuté en 1961 avec un bateau, a été décrite et analysée plusieurs fois au cours des dernières années (CHAMPAGNAT,

1966; BOELY et CHAMPAGNAT, 1970; BOELY et CHABANNE, 1975). L'évolution du nombre d'unités de 1962 à 1977 est présentée dans le tableau 5.

La pêche se pratique à partir du port de Dakar où la totalité des prises est débarquée. La flottille est constituée de sardiniers de 25 m de long environ travaillant à l'aide d'une senne tournante coulissante (600 x 40 mètres). La durée des marées excède rarement 24 heures du fait que la capacité de stockage est faible et de courte durée (25 à 50 tonnes de poissons conservés en eau de mer refroidie par de la glace). De plus les mauvaises conditions climatiques au nord de la presqu'île du Cap Vert font que ces sardiniers n'opèrent que très rarement dans ce secteur. Pour ces deux raisons, leur zone d'action se situe le long de la Petite Côte du Sénégal, de Dakar à la Gambie, sur les fonds de 10 à 50 mètres (fig.1).

En 1977 par exemple, 80 % de l'effort annuel de la pêche ont eu lieu dans la zone de Dakar, les pêcheurs préférant diversifier leurs prises ou même voir diminuer leurs rendements en restant près du lieu de débarquement plutôt que de prospecter des zones plus éloignées pour suivre les migrations d'une espèce. Ce trait caractéristique de la pêche fait que la zone de pêche des sardiniers n'a pas varié de façon sensible depuis le début de la pêche, ce qui nous autorisera à utiliser dans nos calculs les prises et les efforts totaux de la flottille.

#### II.2.1.2. Composition des captures et variations saisonnières

Cinq espèces représentent plus de 90 % des débarquements. La proportion de chacune d'elle, entre 1966 et 1977, est présentée dans le tableau 6.

Au cours de l'année, ces proportions varient considérablement. Les fluctuations des rendements moyens et l'évolution des températures de surface ont été mises en parallèle au cours d'un cycle annuel (fig.3, A et B). Les coefficients de corrélation (r) entre ces deux variables sont très élevés exception faite des jeunes sardinelles rondes :

- rendements <u>Sardinella aurita</u> / T°	:	r = - 0,91
- rendements <u>Sardinella maderensis</u> / T°	:	r = + 0,77
- rendements <u>Caranx rhonchus</u> / T°	:	r = - 0,88
- rendements <u>Pomadasys spp.</u> / T°	:	r = + 0,85
- rendements <u>Chloroscombrus chrysurus</u> / T°	:	r = + 0,95

Ainsi il a été possible de distinguer dans les captures des espèces de saison froide (S. aurita adulte et C. rhonchus) et d'autres de saison

chaude (S. maderensis, Pomadasya spp. et C. chrysurus); par contre les jeunes S. aurita (les juvéniles et les reproducteurs) sont pêchés toute l'année (fig.3, B).

La composition des captures a varié de façon significative ces 4 dernières années; la diminution des prises de S. aurita s'est accentuée ainsi que celle de Pomadasya jubelini, ceci au profit de S. maderensis et des espèces secondaires telles que Trachurus spp., Caranx carangus et Ethmalosa fimbriata.

Les prises annuelles sont passées de 2000 tonnes au début de la pêche à 32 000 tonnes en 1973 avec deux paliers successifs (BOELY et CHABANNE, 1975). Depuis 1973 et jusqu'en 1976, il semble que l'on ait atteint un nouveau palier puisque les tonnages sont restés compris entre 30 000 et 34 000 tonnes; ces tonnages accusent une baisse en 1977 (26 000 tonnes).

#### II.2.1.3. Etude des débarquements

Cette pêcherie est suivie très régulièrement depuis son apparition. La pêche portant simultanément sur plusieurs espèces, l'effort exercé sera également pluri-spécifique. Toutefois, l'étude des variations d'abondance dans les prises montre qu'en dehors de leur saison de présence précédemment définie, les espèces ne sont capturées que de façon accidentelle ce qui autorise l'attribution à chacune d'elle de l'effort de pêche correspondant à sa saison.

L'étude de la biologie et des migrations de S. aurita montre que les jeunes individus de l'espèce restent présents dans la zone de pêche sardinière jusqu'à leur première reproduction avant d'entamer leur cycle migratoire, alors que les individus adultes n'entrent dans la zone d'action de la pêcherie qu'au cours de la saison froide (BOELY et al, 1978). Aussi avons nous séparé les cohortes de jeunes (juvéniles + jeunes reproducteurs) de celles des adultes et attribué aux premières l'effort annuel alors que seul l'effort de saison froide a été appliqué aux secondes.

L'unité d'effort telle qu'elle a été définie par BOELY et CHABANNE (1975) a été utilisée, mais une normalisation des efforts de chaque bateau a été nécessaire à partir de 1974 avec l'apparition de bateaux différents.

La prise par unité d'effort (p.u.e.) sera donc exprimée en tonnes par dizaines d'heures de pêche.

#### Sardinella aurita : individus jeunes

Les juvéniles de 12 à 18 cm (LF) sont capturés essentiellement au cours des 4 premiers mois de l'année alors que des débarquements impor-

tants de jeunes reproducteurs (20 à 25 cm le plus souvent) se font toute l'année avec deux maxima, d'avril à juin et en octobre-novembre (fig.3) correspondant aux deux périodes de ponte mises en évidence par CONAND F., (1978) et CONAND C. (1978).

De 1966 à 1977 les p.u.e. présentent des variations de grande amplitude (5 à 12 tonnes / 10 heures) qui sont en corrélation inverse avec les variations d'effort de pêche.

#### Sardinella aurita : individus adultes

Les maxima d'abondance de janvier-février et d'avril-mai (fig.3) confirment le schéma de migration décrit par BOELY et al, (1978); ils correspondent au passage maximal des adultes devant la presqu'île du Cap Vert, d'abord lors de la descente du stock et ensuite lors de sa remontée. Les dates de leur arrivée et de leur départ dans la pêcherie sont variables d'une année à l'autre; elles dépendent essentiellement des conditions hydro-climatiques dans toute la région comme l'avait supposé BOELY (1971). Ainsi en 1967, le premier pic d'abondance est inexistant, ce qui peut être rattaché aux températures anormalement élevées de décembre 1966 et de janvier 1967; par contre, en 1968, des captures ont eu lieu tard dans l'année, jusqu'en juillet, la température étant alors plus basse qu'à l'ordinaire (inférieure de 2,7° C à la moyenne mensuelle des 16 dernières années). En 1973, à l'inverse, le deuxième pic de p.u.e. disparaît en mai-juin, le réchauffement des eaux ayant été précoce (température supérieure de 2,7° C à la moyenne du mois de juin).

Pour supprimer les variations des p.u.e., qui traduiraient non pas des variations du stock mais plutôt de disponibilité pour les senneurs dakarois, nous n'avons utilisé dans nos calculs que les efforts des mois durant lesquels ces grands individus ont été débarqués (fig.3). Des fluctuations annuelles persistent mais on peut observer une tendance à la baisse des rendements depuis 1968.

#### Sardinella maderensis

Cette espèce se reproduit tout au long de l'année avec un maximum en saison chaude. Les captures se font essentiellement au détriment d'une seule classe d'âge (LF = 18 à 23 cm) pendant cette saison chaude, mais des individus plus petits peuvent être capturés en début d'année.

Contrairement à l'espèce précédente et pour ces dernières années, les rendements sont en très nette augmentation bien que l'effort s'accroisse rapidement. On observe généralement ce phénomène lors de l'installation d'une pêcherie, ce qui n'est plus le cas ici. Il résulterait plutôt de

l'existence d'interactions entre pêcheries et espèces que nous tenterons d'analyser ultérieurement.

#### Caranx rhonchus

Les captures sont en augmentation depuis le début de la pêche (1700 tonnes en 1977), exception faite de l'année 1971. Deux raisons peuvent être données pour expliquer les faibles débarquements de cette année-là : l'effort de pêche s'est déployé plus au sud qu'à l'ordinaire en vue de la capture de sardinelles alors que le chinchard jaune est habituellement pêché dans la région de Dakar. La deuxième explication est liée au fait qu'il existe des interactions importantes de cette pêche avec la grande pêche (voir chapitre suivant).

Dé façon générale, on note que les rendements ne cessent de diminuer.

#### Pomadasys spp.

Le groupe est essentiellement représenté par *Pomadasys jubelini*. Dans une étude antérieure, GONZALEZ ALBERDI (1972) avait utilisé comme période d'effort les mois de juin à décembre inclus; nous avons conservé cet intervalle dépassant un peu la saison chaude du fait que certaines années les captures sont plus tardives. C'est pour cette espèce que les chutes de rendements sont les plus spectaculaires (tabl.6).

Les captures qui sont passées par un maximum de 2000 tonnes en 1968 ne sont plus que d'environ 500 tonnes depuis 3 ans alors que ces poissons de haute valeur commerciale sont toujours très recherchés.

#### Chloroscombrus chrysurus

Il est moins pêché que les espèces précédentes en raison de son faible prix de vente, mais peut représenter un fort pourcentage des prises en saison chaude lorsque les autres espèces ont un faible rendement. La prise s'effectue au détriment d'une seule classe d'âge de poissons mesurant 17 à 23 cm de longueur à la fourche.

La baisse des rendements de C. chrysurus depuis 1967 correspond plutôt à un report d'effort sur des espèces commercialement plus intéressantes qu'à une diminution de son abondance.

En 1977, 280 tonnes seulement ont été débarquées.

### II.2.2. La pêche canarienne en Mauritanie

Peu de renseignements sont disponibles sur les prises de cette pêche en dehors de l'étude détaillée pour l'année 1971 (MAIGRET, 1973). Durant cette année, 11 à 38 petites unités de 11 à 15 mètres ont travaillé de façon très irrégulière en baie du Lévrier.

Les captures ont été de 11 600 tonnes. La pêche était surtout orientée vers la recherche de deux espèces : Argyrosoma regium et Oreynopsis unicolor qui représentaient respectivement 22 % et 17 % des captures. S. maderensis a constitué le principal sous produit avec 2700 tonnes débarquées (23 %) alors qu'il n'y a eu que 600 tonnes (5 %) de S. aurita.

Depuis 1971, cette pêcherie n'a cessé de décroître en importance pour devenir négligeable par rapport aux autres (MAIGRET, comm. pers.).

### II.2.3. Conclusions sur les pêcheries semi-industrielles

Deux pêcheries ont été décrites dont la plus importante est indéniablement la pêcherie sardinière de Dakar, celle de la Mauritanie étant sur le déclin.

Contrairement à la grande pêche, des données précises de prises et d'efforts sont ici disponibles. Un modèle de production a été établi par BOELY et CHABANNE (1975) en considérant l'ensemble des captures des sardinières, toutes espèces réunies; la prise maximale équilibrée a été évaluée à 25 000 tonnes. Reprenant les mêmes calculs avec trois années supplémentaires de données, le chiffre de 36 000 tonnes a été obtenu en 1976 (non publié). Ce modèle n'a pas été reconduit, certains biais pouvant intervenir :

- il existe de nombreuses interactions au niveau des pêcheries (fig.8) et des espèces surtout depuis 1973,

- certaines captures sont effectuées aux dépens d'individus migrants traversant la zone. Aussi des modèles particuliers seront-ils nécessaires.

### II.3. Les pêcheries artisanales sénégalaises

Elles sont très anciennes et peuvent être ramenées à deux grands types : la pêche au filet et la pêche à la ligne. Au Sénégal, ces exploitations artisanales se font à partir de grands centres de débarquement. Pour les petits poissons pélagiques, les centres de la côte sud pratiquent surtout la pêche au filet tournant (filets maillants encerclants et sennes tournantes coulissantes); au contraire, sur la côte nord la pêche à la ligne est prédominante (fig.1).

Ce secteur de la pêche est en pleine expansion en raison de l'augmentation du nombre d'embarcations et surtout du fait de leur motorisation importante depuis 1966. De plus, la technique de capture au filet a évolué avec l'apparition des sennes tournantes en 1972-1973.

Dans les autres pays, ces pêcheries sont de moindre importance, exceptée en Gambie où elles ne concernent pratiquement qu'Ethmalosa fimbriata capturée près des côtes et dans le fleuve.

### II.3.1. La pêche à la ligne

Pour les grands centres de la côte nord (Saint-Louis et Kayar) et de la presqu'île (Dakar), cette pêcherie concerne surtout des Caranx rhonchus de grande taille (LF = 30 à 40 cm).

L'évolution mensuelle des débarquements de cette espèce en 1976 est présentée dans le tableau 7. La capture totale a été d'environ 2000 tonnes dont près de 70 % proviennent de Kayar durant la saison froide et plus particulièrement en mars-avril. A cette période, d'importantes concentrations peuvent être localisées au sud de la fosse de Kayar. L'étude des rendements montre également que ces poissons se trouvent un peu plus tard (juin) au niveau de Saint-Louis. Sur la côte sud, les prises sont de moindre importance (moins de 100 tonnes) et la pêche débute plus tôt (février). Ces variations d'abondance dans les différents centres correspondent à une migration dont les dates diffèrent sensiblement du schéma proposé par DOMAIN (1976).

### II.3.2. La pêche au filet

On peut distinguer quatre grands types d'engins. Les filets maillants encerclants et la senne tournante sont les principaux tandis que les filets dormants et la senne de plage ont une importance moindre. Ces engins ont été décrits par divers auteurs et en particulier par la F.A.O. (GRASSET, 1972; F.A.O., 1975). Les données de prise et d'effort dont nous disposons pour le principal centre de pêche situé à Mbour couvrent deux périodes. La première, allant de la mi-mars 1972 à la mi-septembre 1973, correspond à un plein développement de la pêche au filet maillant encerclant alors que les sennes tournantes ne faisaient qu'apparaître. L'année 1977 correspond à la seconde période durant laquelle ces sennes tournantes ont largement remplacé les filets maillants.

#### II.3.2.1. Les filets maillants encerclants

Deux types sont utilisés au Sénégal : le filet à sardinelles (mailles de 30 mm au carré) et le filet à ethmaloses, à mailles plus grandes (40 mm au carré). Le premier ne capture pratiquement que des sardinelles dont plus de 90 % de S. maderensis; pour le second au contraire, Ethmalosa fimbriata représente plus de 80 % des prises, le reste étant constitué d'Arius gambiensis et de Sardinella spp. pour l'essentiel.

Pour cette raison, ce type d'engin est surtout utilisé de juin à octobre, période correspondant à l'abondance maximale des ethmaloses sur les lieux de pêche (fig.4, A et C). Au contraire les filets à petites mailles, beaucoup plus nombreux, sont utilisés tout au long de l'année, les sardinelles plates restant toujours présentes dans la zone côtière d'action de cette pêcherie (fig.4, A et C). Compte tenu du type d'engin utilisé, la composition en taille des poissons capturés est relativement constante : pour les sardinelles, les longueurs à la fourche varient de 17 à 25 cm, mais les classes de 20 à 23 cm sont de loin les mieux représentées. Les individus plus petits sont capturés le plus souvent en avril-mai. Pour les ethmaloses, ce phénomène de calibrage est encore plus net (LF comprise entre 20 et 25 cm).

Les rendements moyens annuels par sortie en 1972-73 ont été peu différents pour les deux engins, toujours voisins de 950 kg (fig.4, B). Par contre la durée moyenne des marées a été variable : 9 heures pour la pêche avec les filets à sardinelles contre 7,5 heures pour celle utilisant les filets à ethmaloses qui sont employés plus près du lieu de débarquement. Au cours d'un cycle annuel (mi-mars 1972 à mi-mars 1973), les captures totales des filets maillants encerclants basés à Mbour ont été de 22 000 tonnes environ (tabl.8) dont 90 % pour ceux à sardinelles. Durant la même période, à Joal, seuls les filets à ethmaloses étaient en activité; leurs débarquements ont été estimés à 4 000 tonnes.

#### II.3.2.2. Les sennes tournantes coulissantes

Des essais d'adaptation de cet engin à la pêche piroguière ont été entrepris dès 1969 (GRASSET et SECK, 1970) mais son apparition dans la pêcherie n'a été effective qu'à partir de 1973. Le filet, long de 200 à 300 mètres, est porté par une pirogue de 14 mètres environ à laquelle se joignent une ou deux autres pirogues, parfois plus grandes, chargées du transport des poissons.

La composition des captures est très différente de celle des engins précédents surtout en raison du comportement propre à chacune des deux espèces de sardinelles : alors que S. maderensis se disperse horizontalement lorsqu'elle est encerclée, S. aurita plonge et échappe aux filets maillants. La senne tournante a donc permis de capturer plus facilement ces sardinelles rondes de plus grande valeur commerciale ainsi que de nouvelles espèces pélagiques côtières et en particulier Pomadasys spp., Caranx rhonchus, Cybium tritor, Brachydeuterus auritus, Chloroscom-

brus chrysurus, Sphyraena spp., Euthynnus alleteratus et Caranx carangus (fig.7). L'abondance des sardinelles étant maximale de mars à septembre, c'est à cette période que l'effort de pêche sera le plus élevé (fig.6, A et C).

Les prises de S. maderensis et de E. fimbriata se font sur les mêmes classes d'âge que celles de la pêche précédente. Pour S. aurita, les jeunes reproducteurs sont les mieux représentés dans les débarquements annuels; seul le pic de décembre 1977 est dû à la capture d'individus adultes (fig.6, C). La composition en taille des espèces secondaires est très variée, de très gros individus étant parfois capturés.

Les rendements sont très élevés (en moyenne 3,3 tonnes par sortie); ils passent par un maximum en saison chaude où les trois espèces de clupeidés sont abondantes (fig.6, B et C). En 1977, les captures de Mbour ont été de 16 000 tonnes; pour Joal, une première estimation donne le chiffre de 14 000 tonnes (tabl.8).

En 1972-1973, au cours d'un cycle sexuel, les prises totales des sennes tournantes ont été estimées à 300 tonnes pour Mbour et 1500 tonnes pour Joal.

#### II.3.2.3. Les sennes de plage

Ce type d'exploitation, très ancien et surtout pratiqué aux environs de Dakar, n'a guère évolué. Le filet embarqué par une pirogue, est largué et ramené à terre par traction sur les ailes depuis le bord. Les poissons ainsi isolés entre l'engin et la côte, sont essentiellement des juvéniles (5 à 15 cm) pouvant appartenir à de très nombreuses espèces pélagiques ou démersales dont les principales sont : S. maderensis, S. aurita, C. rhonchus et B. auritus. Les plus petits individus qui s'échappent de l'engin sont souvent récupérés par un deuxième petit filet à mailles plus fines (kili) travaillant comme une double poche lorsque la senne arrive près de la plage.

Les captures de ces très jeunes poissons sont assez faibles en poids (50 à 500 kg par coup) mais correspondent à un grand nombre d'individus. Le restant des prises est constitué d'une part des prédateurs de ces juvéniles (Euthynnus alleteratus, Cybius tritor, Sphyraena spp.) et d'autre part de jeunes reproducteurs d'espèces pélagiques côtières, pour l'essentiel S. maderensis et S. aurita de 18 à 25 cm. Ces sardinelles sont toujours responsables de forts tonnages (10 tonnes et plus pour les sennes de 1500 mètres). Bien qu'elles correspondent à un nombre d'individus moins élevé que le précédent, elles assurent la plus grande part des tonnages débarqués.

En 1971 et 1972 par exemple, les résultats de 144 enquêtes détaillées sont présentés dans le tableau 9. Les pourcentages en poids des prises par espèce sont très variables pour les sardinelles. Aussi en raison de ce qui précède, une étude ultérieure des débarquements par classe de taille sera nécessaire. La prise moyenne a été voisine de 2 tonnes/coup.

D'après les informations récentes dont nous disposons et connaissant le nombre de sennes de plage en activité au Sénégal (BERGERARD et SAMB, comm. pers.) on peut estimer que la capture totale a été d'environ 5 000 tonnes en 1977.

#### II.3.2.4. Les filets dormants

Cette famille d'engins est très hétérogène (filets de surface ou de fond, filets fixes ou dérivants, mailles différentes, etc...)

Les espèces capturées sont diverses et appartiennent aussi bien au groupe pélagique que démersal. La pêche semble stable et d'importance négligeable pour l'équilibre des stocks. Ces filets sont utilisés tout au long des côtes du Sénégal, même en dehors des grands centres de débarquement.

Joal fournit un bon exemple de l'importance relative de cette pêche et des espèces débarquées : en 1977, 260 tonnes ont été capturées (soit 1 % du total de la pêche de ce centre) comprenant en particulier 46 % de S. maderensis, 13 % de C. rhonchus, 9 % de C. tritor et 7 % de E. fimbriata. Cette pêche a lieu principalement de novembre à juin, en dehors de la période de culture de l'arachide.

#### II.3.3. Conclusion sur la pêche artisanale

On peut considérer que l'exploitation des poissons pélagiques côtiers par les lignes, les sennes de plage et les filets dormants a été relativement stable et secondaire au cours de ces dix dernières années.

La pêche piroguière au filet est par contre beaucoup plus importante et deux faits marquants ont contribué à modifier profondément sa physiologie depuis 1972-1973.

- Le premier correspond au remplacement des filets maillants encerclants par les sennes tournantes : avant 1972 les premiers assuraient la quasi totalité des débarquements de la côte sud alors qu'en 1977 ils ne sont plus responsables que d'environ 20 % des prises de la même région, le restant provenant pour l'essentiel des sennes tournantes.

- Le deuxième événement est le développement d'autres centres de pêche : Joal est devenu l'égal de Mbour; plus au sud, à Djiffère, une usi-

ne de farine de poisson est entrée en activité dès février 1977 et sur la côte nord les sennes tournantes ont fait leur apparition depuis 1976.

Les conséquences de ces changements sont les suivantes :

- modification de la composition spécifique des captures, due en particulier au remplacement partiel de S. maderensis par S. aurita (fig.7),  
- augmentation des rendements par sortie; ils sont trois fois plus importants pour les sennes tournantes, amélioration qui dépasse les premières estimations effectuées (GRASSET, 1972);

- extension des zones de pêche et diminution des temps de trajet en mer (multiplication des points de débarquement et acquisition de moteurs plus puissants);

- déplacements des populations de pêcheurs, soit pour suivre les migrations du poisson, soit en fonction de facteurs socio-économiques; ainsi, le centre de Djiffère accueille beaucoup de pêcheurs utilisant des filets maillants encrocolants en raison de la richesse de la région en S. maderensis et en E. fimbriata; de plus ils ont l'assurance de vendre ce poisson à l'usine à un prix unique, quelle que soit l'espèce.

Bien que toutes les données ne soient pas encore disponibles, on peut estimer qu'en 1972-73, de Dakar à la frontière nord gambienne, les captures annuelles de la pêche artisanale au filet étaient d'environ 30 000 tonnes dont 65 % de S. maderensis, 20 % d'E. fimbriata et 10 % de S. aurita. En 1977 elles sont passées à près de 60 000 tonnes pour la même zone avec environ 50 % de S. aurita, 35 % de S. maderensis et 10 % d'E. fimbriata. Cette dernière espèce est aussi débarquée en grande quantité par les pêcheries fluviales de la Gambie et de façon moins importante par celles du Sénégal. Les estimations des prises annuelles pour ces deux pêcheries sont respectivement de 10 000 et 300 tonnes (SCHEFFERS, 1973 et 1976).

La pêche artisanale revêt donc une grande importance au niveau de la partie sud du Sénégal; depuis 1977, ses captures en poissons pélagiques côtiers sont environ le double de celle de la pêcherie sardinière dakaroise.

#### II.4. La pêcherie des thoniers

Au début de chaque marée, les thoniers basés à Dakar, canneurs essentiellement, capturent de l'appât vivant constitué de petits poissons pélagiques. Cet appât est prélevé le plus souvent dans la baie de Gorée (fig.1), avant le départ en haute mer pour la pêche au thon.

Cette pêcherie a débuté en 1955 et a fait l'objet d'études permettant de connaître l'évolution du nombre de bateaux et de marées (CHAMPAGNAT,

1968; CHAMPAGNAT et LE MAREC, 1972; PIANET, comm. pers.). Au départ, 6 thoniers seulement étaient en activité; leur effectif s'est accru jusqu'en 1963-64 où il atteignait 63 unités. De 1964 à 1967, celui-ci a diminué (une quarantaine de bateaux) pour remonter jusqu'à 64 en 1970. Depuis cette date, la pêcherie des canneurs n'a cessé de diminuer en nombre pour se stabiliser autour de 25-30 unités depuis 1973-74.

La période importante pour la pêche au thon pratiquée à partir de Dakar n'est que de 7 à 8 mois par an; autrefois en saison froide, elle se situe maintenant de mars à novembre (PIANET, comm. pers.).

Les prises d'appât s'effectuent à l'aide d'une petite senne tournante (bolinche), le plus souvent de nuit au lamparo. La principale caractéristique de cette pêcherie est que la prise d'appât par marée est peu variable quelle que soit l'abondance du poisson; en effet, le bateau ne quitte la baie que lorsqu'il a capturé une quantité minimale de poissons indispensables à sa pêche. Ainsi pour les années 1975, 1976 et 1977, les captures moyennes par marée ont été respectivement de 984, 884 et 1189 kg, soit une moyenne générale d'environ 1 tonne. Sur cette base de calcul et connaissant le nombre annuel de marées, nous avons évalué les prises de 1958 à 1974. Elles sont de l'ordre de 500 tonnes par an (tabl.10).

Les poissons capturés sont essentiellement des jeunes clupeidés et carangidés; à titre d'exemple, la composition spécifique pour 1977 a été calculée d'après les renseignements communiqués par les patrons de pêche après chaque marée (tabl.11).

La taille des individus est toujours faible, les prises étant effectuées au détriment des jeunes classes d'âge (moins de 1 an). Ainsi, pour les sardinelles et les chinchards, le nombre de poissons au kilogramme se situe entre 20 et 80, ce qui correspond à des individus dont la taille (LF) est comprise entre 9 et 15 cm. De ce fait, il existe, comme pour les senes de plage, une opposition entre le faible poids des captures et le grand nombre de poissons qu'il représente.

### III. INTERACTIONS AU NIVEAU DES PECHERIES

En ce qui concerne les poissons pélagiques de la zone sénégal-mauritanienne, il se dégage de ce qui précède que les pêcheries du groupe hauturier capturent surtout des individus adultes dont elles suivent les migrations. A l'opposé, les groupes de pêcheries semi-industrielles et artisanales travaillent presque exclusivement sur les juvéniles et les jeunes re-

producteurs avant que ceux-ci ne quittent la zone de pêche. Cette zone correspond généralement à une nursery (baie de Dakar, baie du Lévrier). Dans ces conditions, de nombreux types de relations peuvent exister.

### III.1. Interactions concernant Sardinella aurita

Pour cette espèce, les interactions possibles ont été décrites en adoptant les dénominations suivantes (fig.8).

- Relations instantanées : elles correspondent à la concurrence immédiate entre les pêcheries lorsqu'elles recherchent simultanément et dans la même zone la même classe d'âge. Selon l'importance relative des pêcheries, elles peuvent être bilatérales (n° 1 et 2, fig.7) ou unilatérales (n° 3).

- Relations différées directes : elles ont lieu lorsque des strates d'âge successives font chacune l'objet d'une exploitation particulière. Elles sont toujours unilatérales. La pêcherie voit alors son propre recrutement diminué par les captures des pêcheries situées en amont (n° 4 à 11).

- Relations différées indirectes : elles s'exercent à plus long terme si les variations d'intensité de l'exploitation des reproducteurs sont telles qu'elles provoquent des variations sensibles du recrutement.

Bien que toutes ces interactions puissent avoir lieu en théorie, elles ne sont pas d'égale importance et leur mise en évidence reste difficile (complexité du schéma, interférences avec les facteurs hydro-climatiques). Les relations les plus importantes sont l'interaction 2 (entre la pêcherie semi-industrielle dakaroise et la pêche piroguière au filet depuis 1973) ainsi que la relation 3 responsable de la baisse des rendements enregistrée pour les senneurs dakarois depuis 1966 au niveau des captures d'individus adultes (concurrence avec la grande pêche). Les relations 12 (a, b et c) ne semblent pas prépondérantes à l'heure actuelle du fait que l'amplitude des variations d'abondance du stock n'est probablement pas suffisamment grande pour que la relation stock-recrutement ait un rôle primordial. De plus des phénomènes de compensation pourraient exister au niveau des reproductions principale et secondaire.

En raison de ce qui précède, il apparaît que pour S. aurita un modèle de production particulier puisse être envisagé pour la gestion de la fraction du stock de jeunes reproducteurs capturée par les pêcheries sénégalaises.

Pour l'ensemble du stock de cette espèce (jeunes + adultes) il sera par contre indispensable d'obtenir des données de prises et d'efforts plus

complètes sur la pêche hauturière.

### III.2. Interactions concernant les autres pêcheries

Pour S. maderensis, le schéma est très voisin du précédent. La relation principale est ici aussi l'interaction instantanée entre la pêche pirougière au filet et la pêche semi-industrielle dakaroise. La hausse des rendements de cette dernière entre 1973 et 1976 est expliquée par le changement de physionomie de la première. La diminution des p.u.e. en 1977 est due à l'arrivée au Sénégal de la flotte industrielle polonaise et au redéploiement de la pêche artisanale.

Peu de différences existent concernant C. rhonchus. Ici, c'est surtout la pêche hauturière qui présente une relation instantanée unilatérale avec la pêche artisanale à la ligne et la pêcherie sardinière dakaroise.

Pour les autres espèces (Scomber japonicus, Trachurus spp., Pomadasys jubelini) les schémas sont beaucoup plus simples, l'exploitation n'étant effectuée que par trois pêcheries au maximum.

En plus des interactions entre pêcheries, peuvent exister diverses relations interspécifiques; souvent très complexes, elles sont difficiles à mettre en évidence et à expliquer. Deux d'entre elles pourraient intervenir dans la zone.

- Remplacement d'une espèce surpêchée par une espèce écologiquement voisine : ce pourrait être le cas de Sardinella aurita dont l'exploitation intense serait responsable des augmentations de p.u.e. observées pour Sardina pilchardus à partir de 1971 et peut-être aussi pour Sardinella maderensis depuis 1968. Notons toutefois que pour S. pilchardus diverses hypothèses ont été avancées (FREON et STEQUERT, 1978) et pour S. maderensis d'autres explications du phénomène peuvent être proposées (interactions des pêcheries, influence de la commercialisation).

- Pêche simultanée sur des stocks de résiliences inégales provoquant la surpêche de l'espèce la moins résistante à l'exploitation. Ce phénomène peut expliquer la surexploitation des maquereaux, moins résistants que les chinchards auxquels ils sont associés. De même Pomadasys jubelini a été largement surexploité par les pêcheries sénégalaises qui capturent surtout des sardinelles pouvant supporter un effort de pêche plus grand.

## IV. CONCLUSION GENERALE

Cette première étude avait pour but principal de décrire les pêcheries de poissons pélagiques côtiers de la zone sénégal-mauritanienne en soulignant les interactions qu'elles présentent et la complexité des phé-

nomènes régissant l'état des stocks. Dans un deuxième temps, les modèles de production devront être établis lorsque plus de données seront disponibles. Une partie de ces données est déjà en notre possession et en cours de dépouillement. Certaines sont encore inaccessibles (pêche internationale), d'autres sont quasiment inexistantes et devront être estimées (pêche artisanale).

Dès à présent, l'interprétation des données de prises et de quelques rendements en notre possession ont permis d'évaluer le niveau d'exploitation des principaux stocks. Ainsi pour S. aurita et les carangidés, il semble que l'on soit proche de l'optimum alors que pour S. maderensis le stock pourrait encore supporter une nouvelle augmentation des captures. Pour Scomber japonicus par contre, l'effort de pêche optimal a été dépassé depuis 1972 provoquant une surexploitation de cette espèce.

Considéré dans son ensemble, le stock de poissons pélagiques côtiers ne semblait pas encore surexploité en 1974, ce que confirmeraient les estimations hydro-acoustiques menées sur ce stock.

-----  
- REMERCIEMENTS -

Les auteurs tiennent à exprimer tous leurs remerciements à Mr J. CHABANNE pour leur avoir fourni des données historiques de base sur la pêche artisanale de Mbour et qui a bien voulu corriger cet article. Ces remerciements s'adressent également à Mlle S. SENE, Mr I. SOW et Mr A. BENGA, techniciens du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye pour leur participation à la saisie des données.

-----

- BIBLIOGRAPHIE -

- BOELY (T.), 1971.- La pêche industrielle de Sardinella aurita dans les eaux sénégalaises de 1966 à 1970. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 31 : 27 p. multigr.
- BOELY (T.), 1978 a.- Les ressources en poissons pélagiques des côtes ouest-africaines entre la Mauritanie et le fleuve Congo. Synthèse F.A.O.; (sous presse).
- BOELY (T.), 1978 b.- Les poissons pélagiques au Sénégal - La pêche de Caranx rhonchus. Bull. IFAN; (sous presse).
- BOELY (T.) et CHAMPAGNAT (C.), 1969.- La pêche industrielle au Sénégal des poissons pélagiques côtiers, 1967-1968. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 22 : 9 p. multigr. + annexes.
- BOELY (T.), WYSOKINSKI (A.) et ELWERTOWSKY (J.), 1973.- Les chinchards des côtes sénégalaises et mauritaniennes. Biologie - Déplacements - Ressources. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 46 : 47 p. multigr.
- BOELY (T.), OSTVEDT (O.J.), MYKLEVOLL (S.) et SECK (M.), 1974.- Composition par espèce et par taille des captures du navire-usine Astra. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 58 : 9 p. multigr.
- BOELY (T.) et CHABANNE (J.), 1975.- Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal. La pêche sardinière à Dakar: Etat actuel et perspectives. Bull. IFAN; A, 4 : 859-886.
- BOELY (T.), CHABANNE (J.), FREON (P.) et STEQUERT (B.), 1978.- Cycle sexuel et migration de Sardinella aurita sur le plateau ouest-africain des îles Bissagos à la Mauritanie. Symposium sur le Courant des Canaries; comm. n° 92, avril 1978, Las Palmas, Gran Canaria, Espagne.
- CHABANNE (J.) et ELWERTOWSKY (J.), 1973.- Cartes de rendements de la pêche des poissons pélagiques sur le plateau continental nord-ouest africain de 11° à 26° N. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 49 : 8 p., 88 cartes.
- CHAMPAGNAT (C.), 1966.- Indice relatif d'abondance saisonnière des sardinelles de la Petite Côte du Sénégal. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 1 : 11 p. multigr.

- CHAMPAGNAT (C.), 1968.- Les campagnes thonières de "Pêche fraîche" à Dakar (1955-1967). Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 15 : 51 p. + annexes.
- CHAMPAGNAT (C.) et LE MAREC (R.), 1972.- La pêche thonière à Dakar en 1970 et 1971. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 41 : 51 p. multigr.
- CONAND (C.), 1978.- Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité de la sardinelle ronde, Sardinella aurita: pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.; (sous presse).
- CONAND (F.), 1978.- Oeufs et larves de la sardinelle ronde (Sardinella aurita) au Sénégal: distribution, croissance, mortalité, variations d'abondance de 1971 à 1976. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.; (sous presse).
- DOMAIN (F.), 1976.- Mauritanie. Les ressources halieutiques de la côte ouest-africaine entre 16° et 24° lat. Nord. Doc. F.A.O. F.I : MAU/73/007. Diff. restreinte, 37 p.
- ELWERTOWSKY (J.), GONZALEZ 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). Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 42 : 34 p. multigr.
- F.A.O., 1975.- Catalogue of small scale fishing gear. Ed. by Fishing News (Books) Ltd. : 191 p.
- F.A.O., 1976.- Bulletin statistique du COPACE. Comité des Pêches pour l'Atlantique Centre-Est. F.A.O. Rome, août 1976 : 130 p.
- F.A.O., 1976.- Evaluation des ressources halieutiques de l'Atlantique Centre-Est. Rapport de la troisième session du Groupe de Travail de l'évaluation des ressources du COPACE. F.A.O. Fish. Rep.; 183 : 135 p.
- F.A.O., 1978.- Report of the ad hoc Working Party on sardina (Sardina pilchardus, Walb.). COPACE/PACE Series, (sous presse).
- FREON (P.) et STEQUERT (B.), 1978.- Note sur la présence de Sardina pilchardus (Walb.) au Sénégal. Symposium sur le Courant des Canaries; comm. n° 94, avril 1978, Las Palmas, Gran Canaria, Espagne.

- GONZALEZ ALBERDI (P.), 1972.- Effort et prise par unité d'effort dans la pêche sénégalaise du "Sompat" Pomadasys jubelini. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 37 : 16 p. multigr.
- GRASSET (G.) et SECK (A.), 1970.- Essais d'adaptation de la senne tournante et coulissante dans la pêche artisanale (piroguière) au Sénégal. Projet F.S F.A.O. SEN.264; rapp. 8/70 : 5 p. multigr.
- GRASSET (G.), 1972.- Essais-démonstrations comparatifs d'emploi d'une senne tournante et coulissante adaptée à la pêche piroguière. Rapp. Tech. PNUD F.S F.A.O. Proj. SEN/66/508, "Etude et mise en valeur des ressources en poissons pélagiques", Sénégal; 4/72 : 22 p. multigr.
- MAIGRET (J.), 1973.- La pêche des senneurs dans la baie du Lévrier en 1971. Bull. Labor. Pêches Nouadhibou; 2 : 35-55.
- MARCHAL (E.G.) et BOELY (T.), 1977.- Evaluation acoustique des ressources en poissons du plateau continental ouest-africain des îles Bissagos (II° N) à la pointe Stafford (28° N). Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.; XV, 2 : 139-161.
- OVERKO (S.M.), 1971.- Studies of length structure of the Caranx rhonohus stock off the West-african coast (Cape Verde- Cape Blanc). C.I.E.M. Pélag. Fish. Com. C.M. 1971/G; 3.
- SCHEFFERS (W.J.), 1973.- Etude de Ethmalosa fimbriata (Bowdich) dans la région sénégalienne. 2me note : la pêche et le stock des ethmaloses dans le fleuve Sénégal et la région de Saint-Louis. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S.P n° 45 : 21 p. multigr.
- SCHEFFERS (W.J.), 1976.- The fishery resources of the Gambia. Proj. Tech. Paper Develop. Inshore Fishery Gambia; 1 : 24 p.
- STAICU (I) et MAXIM (C.), 1974.- Observations sur la biologie et la dynamique du maquereau espagnol (Scomber japonicus colias GMELIN). Cercetari marine, I.R.C.R.; n°7 : 113-128.
-

ANNEES	U.R.S.S.	TOUS PAYS	TOTAL
1964	3700	2800	6500
1965	1100	4600	5700
1966	5000	3900	8900
1967	6400	800	7200
1968	22000	7100	22100
1969	110100	13100	123200
1970	123700	294200	417900
1971	147200	225000	372200
1972	122400	276400	398000
1973	185300	203600	388900
1974	308000	217200	525200

**Tabl.1** - Captures annuelles estimées de sardinelles dans la région sénégal-mauritanienne par la pêche industrielle ( en tonnes ).

	1971	1972	1973	1974	1975
CAPTURES TOTALES (en 1000 tonnes)	27,5	29,3	51,5	109,2	170,0
EFFORTS *	1806	1257	2220	4137	7111
c.p.u.e	15,2	23,3	23,2	26,4	23,9

\* en jours de pêche normalisés de chalutiers polonais B 23

**Tabl.2** - Prises, efforts et c.p.u.e de Sardina pilchardus dans la région mauritanienne (d'après F.A.O. FID/R 183, 1976)

ANNEES	CHALUTIERS	SENNEURS	TOTAL
1964	59300	-	59300
1965	58400	-	58400
1966	39800	-	39800
1967	108800	-	108800
1968	164300	-	164300
1969	181100	69100	250200
1970	183700	306200	489900
1971	209400	363700	573100
1972	218600	317600	536200
1973	229100	346100	575200
1974	250500	318500	569000

Tabl.3 - Captures annuelles de chinchards dans la zone sénégalomauritanienne par la pêche industrielle (en tonnes).

ANNEES	CAPTURES (en tonnes)
1964	65800
1965	59400
1966	39600
1967	67500
1968	112600
1969	188000
1970	232300
1971	222100
1972	197300
1973	133500
1974	127500

Tabl.4 - Captures annuelles de maquereau (Scomber japonicus) dans la région sénégalomauritanienne par la pêche industrielle.

ANNEES	NOMBRE DE BATEAUX
1962 à 1965	1
1966	1 à 2
1967 - 1968	2 à 3
1969	3 à 4
1970	2 à 5
1971 - 1972	3 à 5
1973	3 à 14
1974	8 à 15
1975	8 à 11
1976	6 à 9
1977	9 à 11

Tabl.5 - Evolution de la flottille sardinière dakaroise de 1962 à 1977

ANNEES	PRISE TOTALE (tonnes)	Sardinella aurita		Sardinella maderensis		Fonadasys spp.		Chloroscomb. chrysurus		Caranx rhonchus		DIVERS	
		tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%	tonnes	%
1962	1886	1205*	64	516*	27	64	3	-	-	4	0.2	97	5
1963	4218	2703*	64	1158*	27	203	5	78	2	37	1	39	1
1964	4990	2844*	60	1219*	24	411	8	145	3	320	6	51	1
1965	6519	3291*	50	1411*	22	1057	16	367	6	307	5	86	1
1966	8826	4247	48	2198	25	957	11	528	6	810	9	86	1
1967	8500	4237	50	1170	14	959	11	873	10	795	9	466	5
1968	14000	7062	50	1795	13	2018	14	1710	12	1147	8	268	2
1969	18327	9698	53	4779	26	1364	7	802	4	1353	7	331	2
1970	17199	9389	49	4254	25	1793	10	665	4	1557	9	541	3
1971	14351	9442	66	2038	14	1654	11	530	4	127	1	560	5
1972	24975	17255	69	4468	18	982	4	812	3	1161	5	297	1
1973	31637	17593	56	8613	27	1959	6	727	2	1260	4	1485	5
1974	33921	17792	53	9982	29	1294	4	684	2	1803	5	2347	7
1975	30460	12432	41	9495	31	521	2	207	1	1625	5	6180	19
1976	31011	14800	48	11929	38	337	1	170	0.5	1907	6	1492	5
1977	26380	13146	50	9252	35	804	3	281	1	1656	6	943	4

\* tonnages estimés

Tabl.6 - Evolution des captures pour les sardinières dakaroises de 1962 à 1977.

MOIS	JANV.	FEVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	TOTAL
SAINT-LOUIS	2,2	0,1	0,7	0,3	8,3	145,7	10,6	0,8	-	-	0,4	0,2	169,3
KAYAR	118,0	99,3	449,6	397,2	134,3	25,3	49,6	29,3	13,9	4,0	3,8	42,9	1367,2
DAKAR	41,0	84,2	108,7	40,6	48,7	27,0	10,2	0,9	0,6	2,4	-	12,9	377,2
TOTAL	161,2	183,6	559,0	438,1	191,3	198,0	70,4	31,0	14,5	6,4	4,2	56,0	1913,7

Tabl.7 - Débarquements de Caranx rhonchus capturés en 1976 par la pêche artisanale à la ligne (BERGERARD et SAMB, comm. pers.).

ANNEES	FILETS MAILLANTS ENCERCLANTS		SENNES TOURNANTES		TOTAL
	MBOUR	JOAL	MBOUR	JOAL	
15 mars 1972 au 15 mars 1973	21600	4000*	300	1500*	27400
1 <sup>er</sup> janvier au 31 décembre 1977	550	4700	16200	14000*	35450

\*estimations

Tabl.8 - Comparaison des débarquements par engin à Mbour et Joal pour deux périodes représentatives de l'évolution de la pêche artisanale au filet.

ANNEES	1971	1972
NOMBRE DE COUPS DE FILET ENQUETES	64	80
PRISE MOYENNE PAR COUP (tonnes)	1,7	1,8
Sardinella aurita	79 %	18 %
Sardinella maderensis	7 %	58 %
Caranx rhonchus	1 %	4 %
Brachydeuterus auritus	7 %	8 %
Divers	6 %	12 %

Tabl.9 - Rendements moyens et composition en pourcentages des captures.

CAMPAGNES*	CAPTURES ESTIMEES (tonnes)
1958-59	199
1959-60	186
1960-61	342
1961-62	384
1962-63	469
1963-64	751
1964-65	482
1965-66	479
1966-67	618

ANNEES	CAPTURES ESTIMEES (tonnes)
1968	788
1969	1141
1970	768
1971	797
1972	763
1973	626
1974	767
1975	492**
1976	449
1977	511**

\* de novembre à mai environ

\*\*obtenues à partir d'enquêtes à bord des bateaux

Tabl.10 - Estimation des prises d'appât vivant pour la pêche thonière de 1958 à 1977.

ESPECES	TOTAL des CAPTURES (tonnes)	POURCENTAGES											
		JAN.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
SARDINELLA AUHITA	268	-	58	-	43	32	39	95	80	40	14	80	-
SARDINELLA MADRENSIS	160	-	-	-	36	42	28	5	15	55	72	20	-
CARANX RHONCHUS	19	-	42	54	21	3	-	-	-	4	7	-	-
BRACHYDEUTERUS AUHITUS	4	-	-	36	-	-	-	-	-	1	5	-	-
ENGRAULIS GUINEENSIS	54	-	-	10	-	22	33	-	-	-	-	-	-
AUTRES	6	-	-	-	-	1	-	-	5	-	2	-	-
TOTAL DES CAPTURES (en tonnes)	511	-	1	3	43	93	100	84	77	58	38	14	-

Tabl.11 - Composition spécifique des captures d'appât vivant par les thoniers canneurs en 1977.

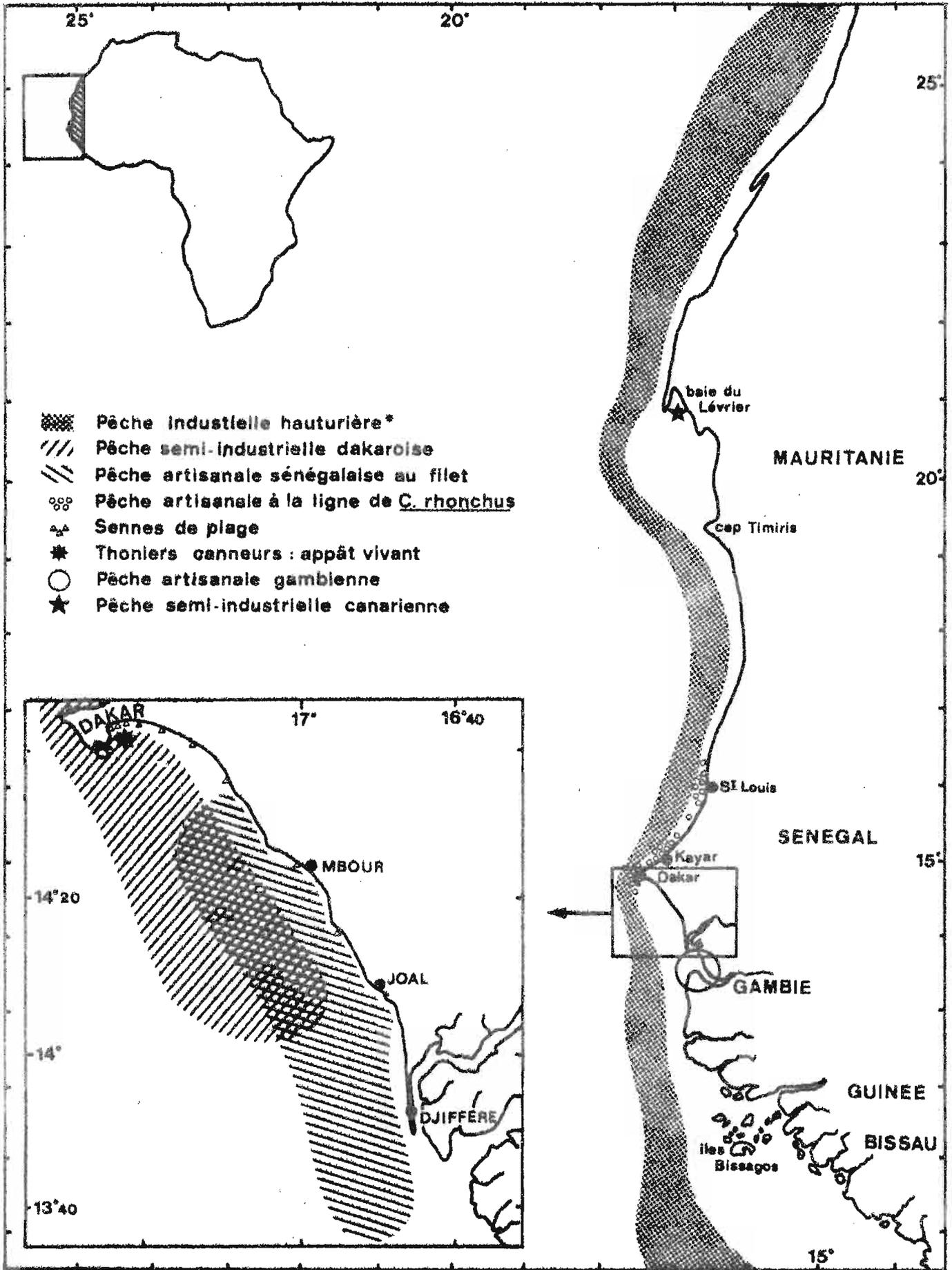


Fig.1 - Localisation des différentes pêcheries.

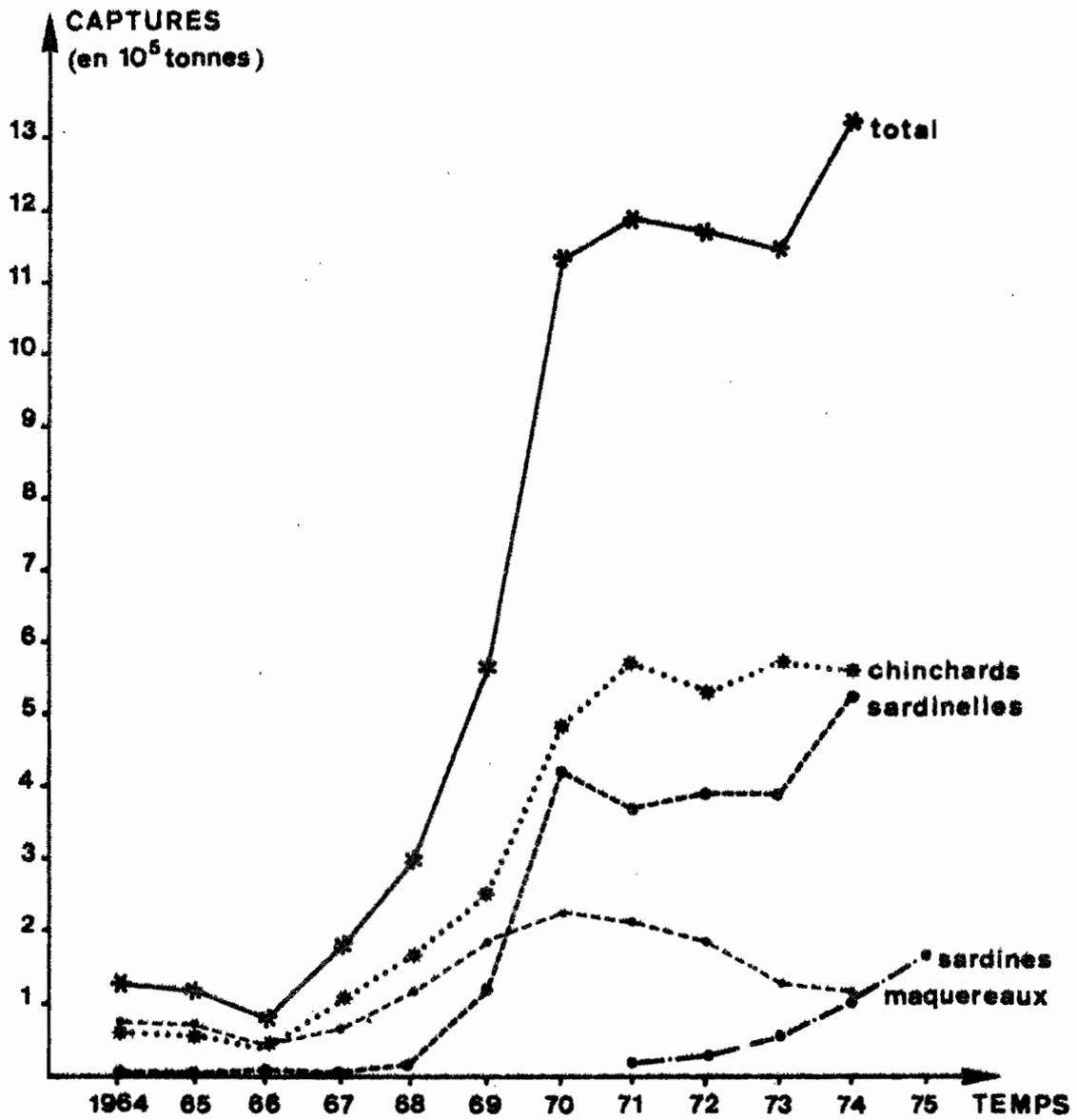


Fig.2 - Evolution annuelle des captures de la pêche industrielle hauturière de 1964 à 1974.

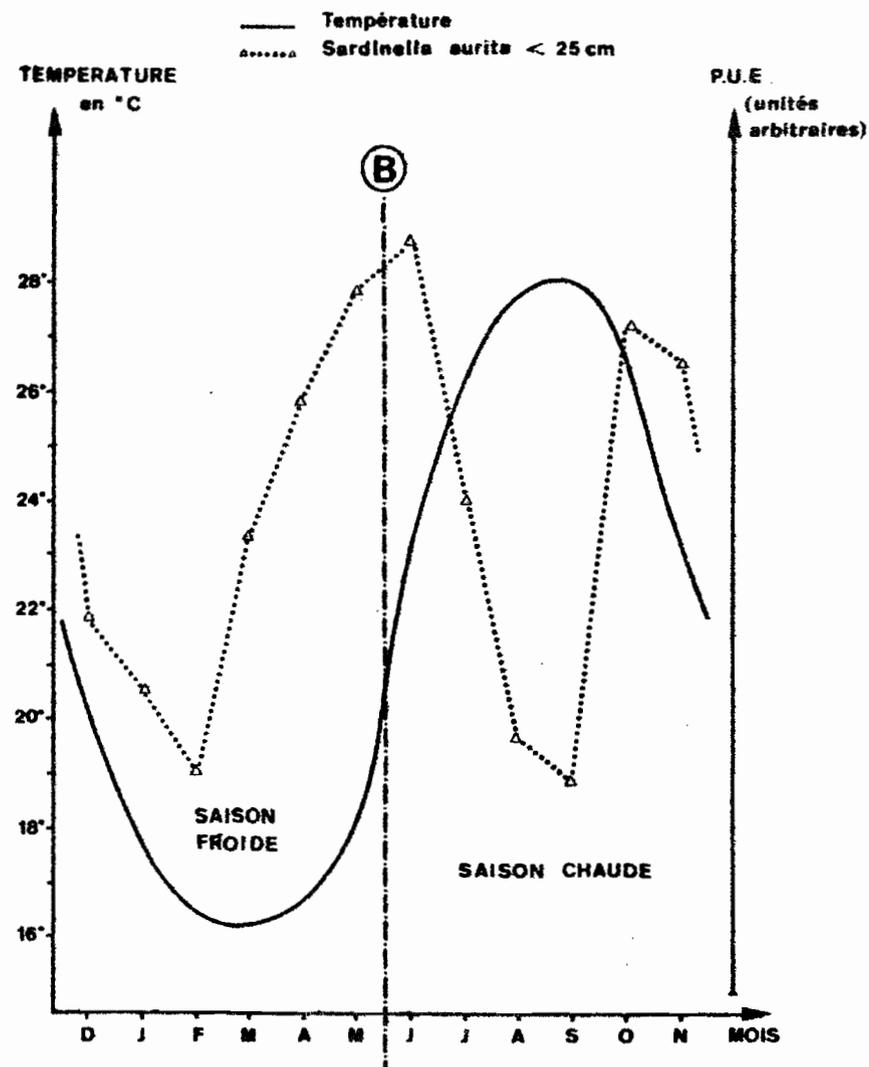
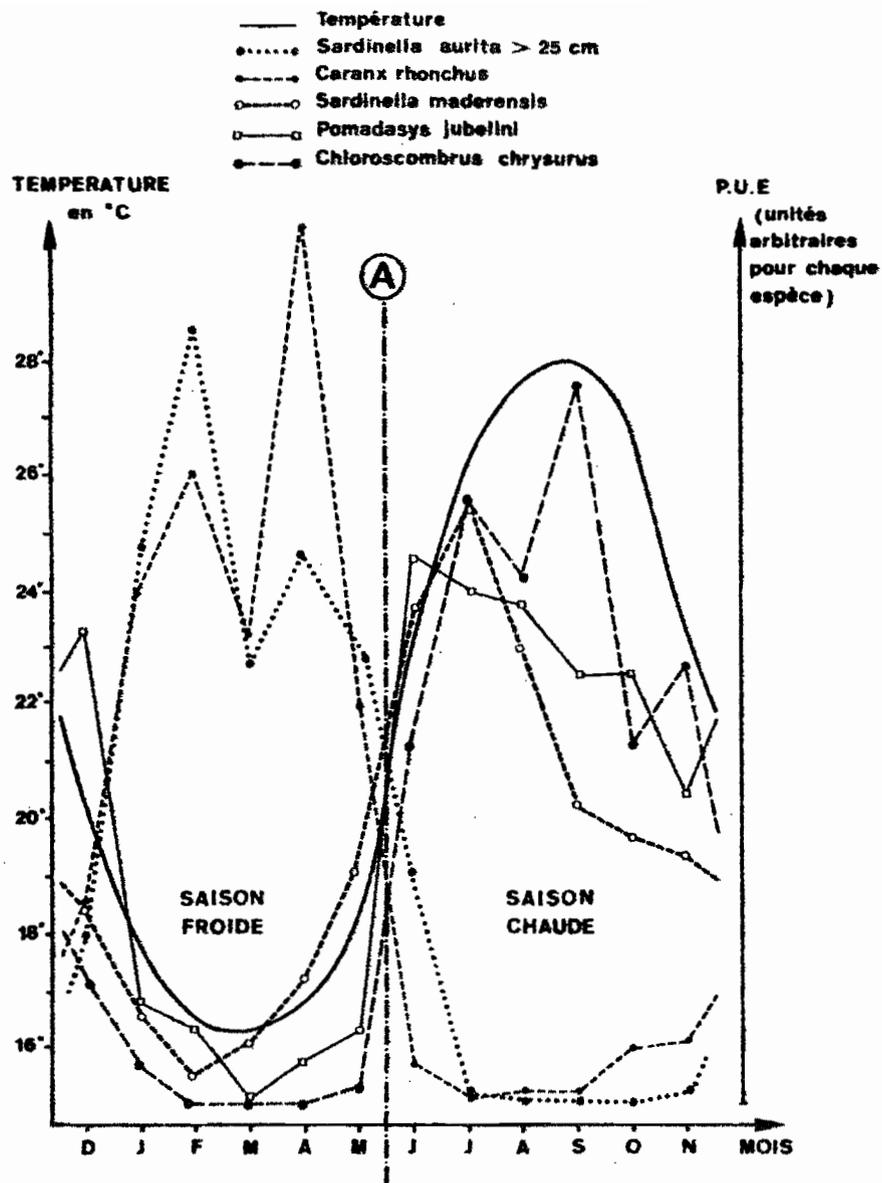


Fig.3 - Comparaison des variations mensuelles des températures avec celles des p.u.e pour les principales espèces capturées par les sardiniers dakarois (moyennes calculées à partir des données des sept dernières années).

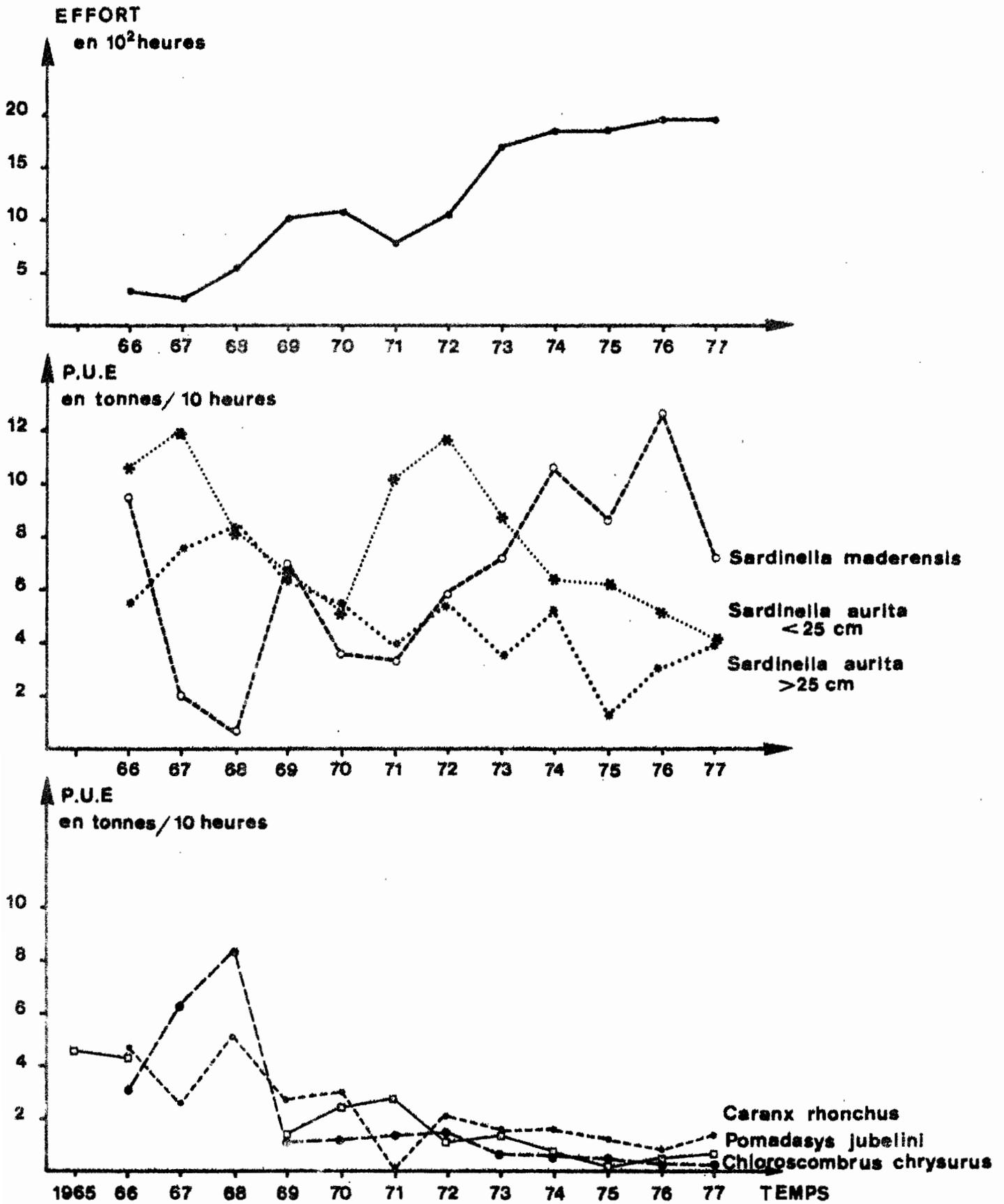


Fig.4 - Evolution annuelle de l'effort et des p.u.e des principales espèces pour les sardiniers dakarois de 1966 à 1977.

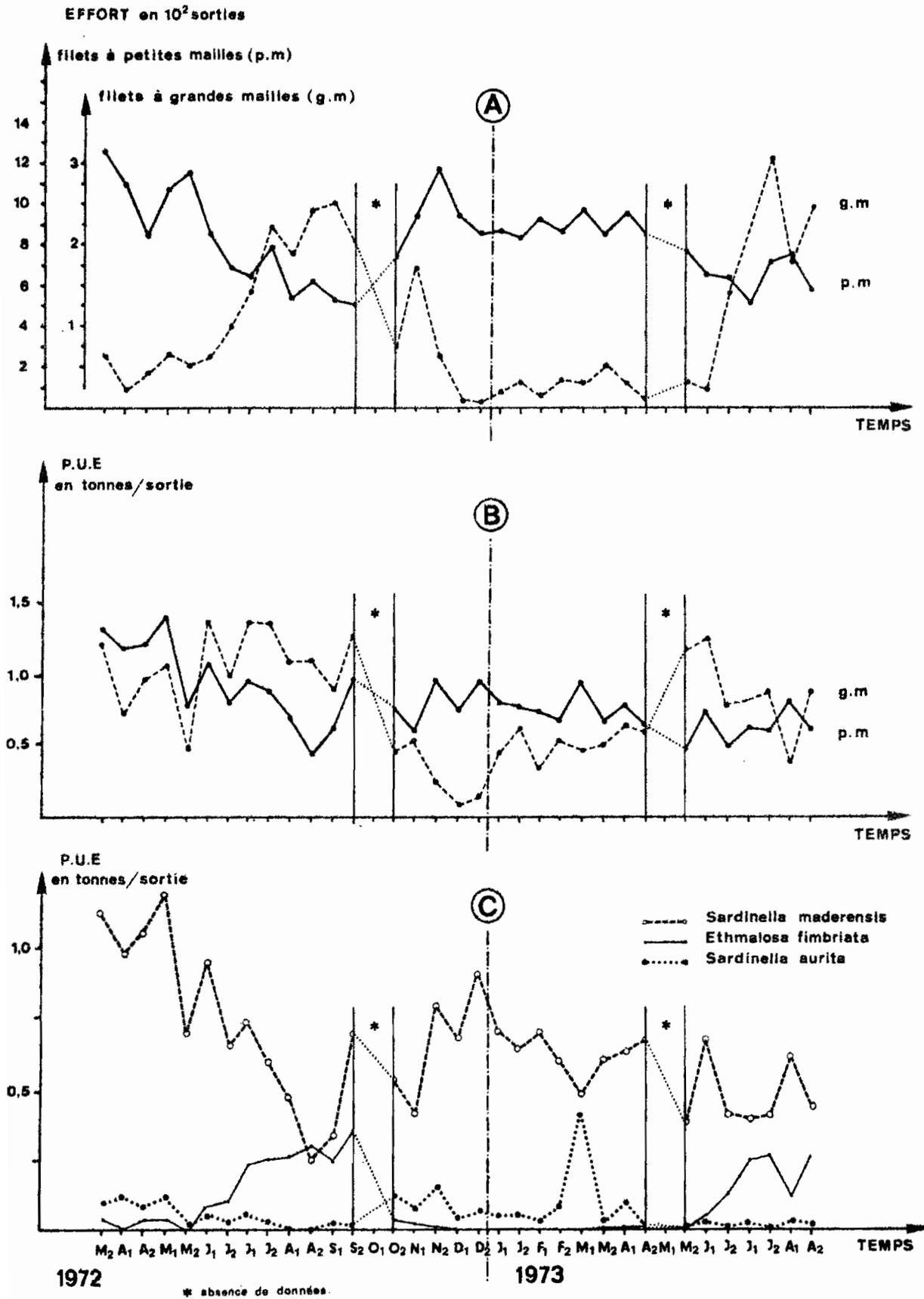


Fig.5 - Evolution par quinzaine des efforts et des différentes p.u.e pour la pêche artisanale au filet maillant encerlant à Mbour en 1972-73.

A - Variations de l'effort pour les deux types de filets.

B - Variations des p.u.e par engin.

C - Variations des p.u.e par espèce (les deux engins réunis).

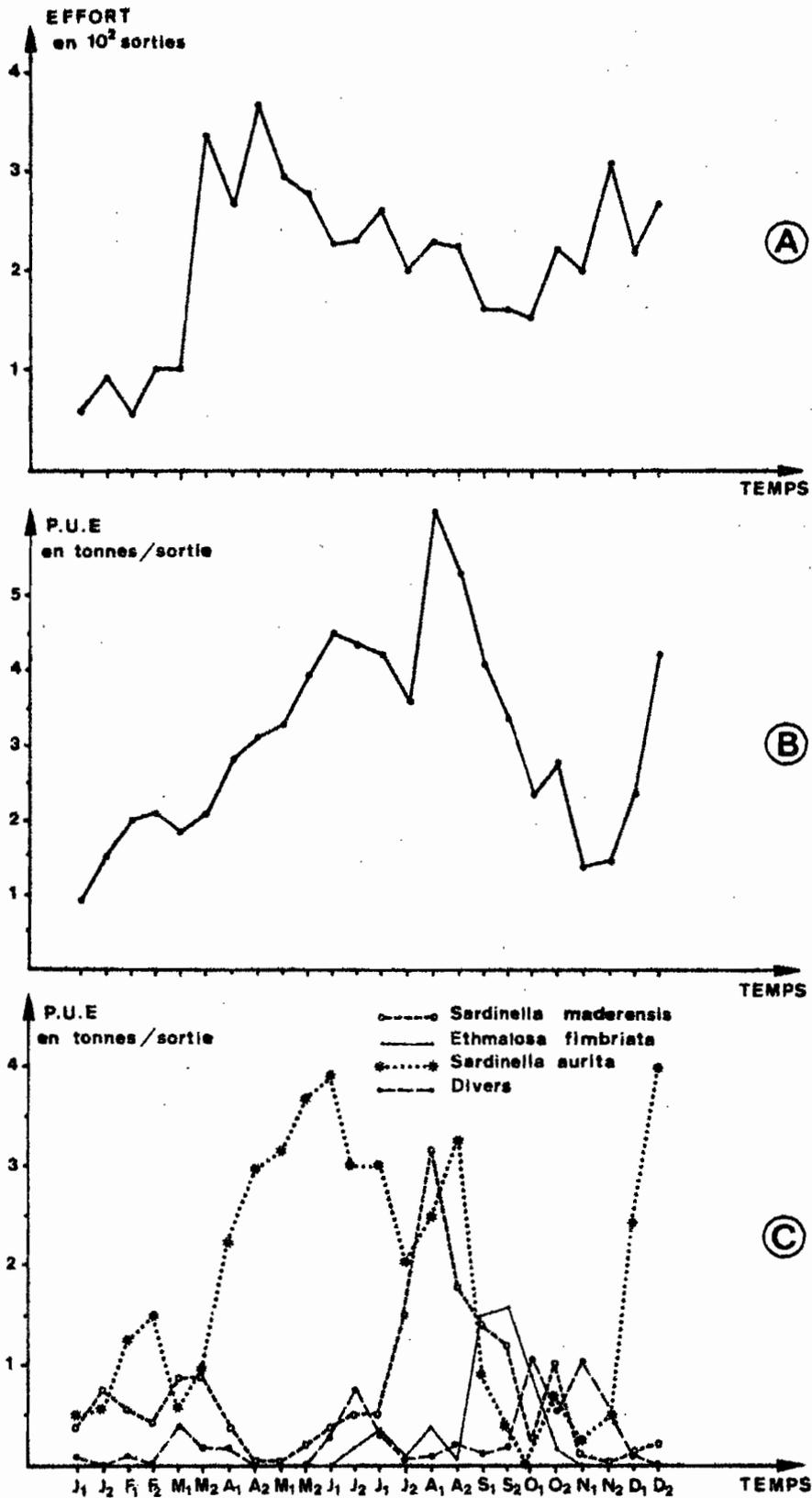


Fig.6 - Evolution par quinzaine des efforts et des différentes p.u.e pour la pêche artisanale à la senne tournante à Mbour en 1977.

A - Variations de l'effort.

B - Variations de la p.u.e globale.

C - Variations de la p.u.e pour les principales espèces.

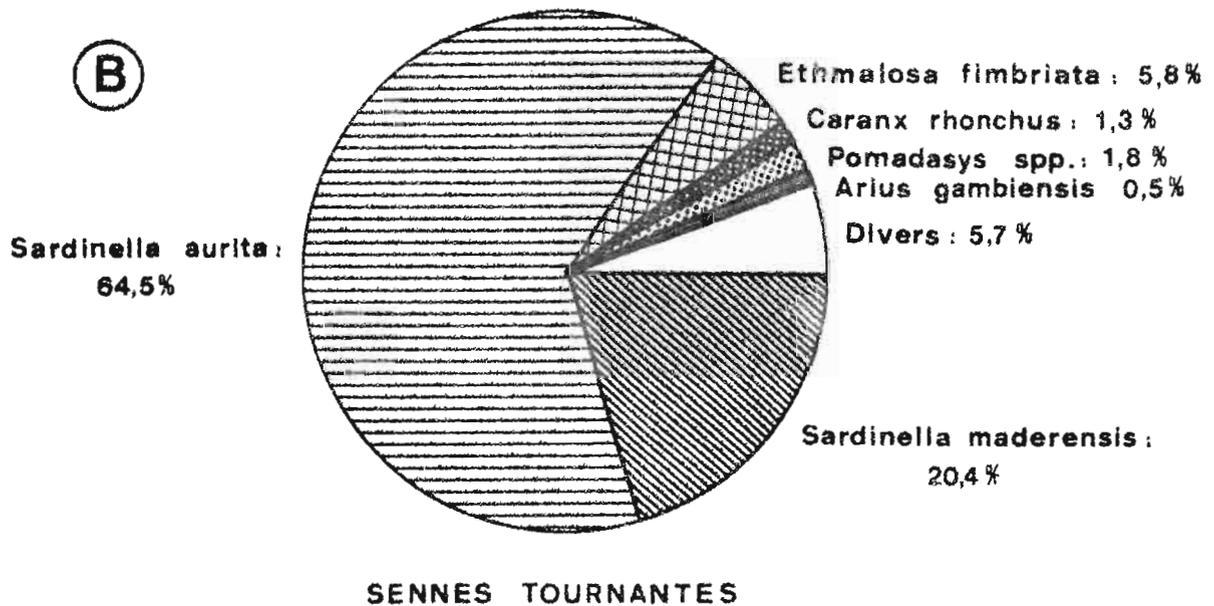
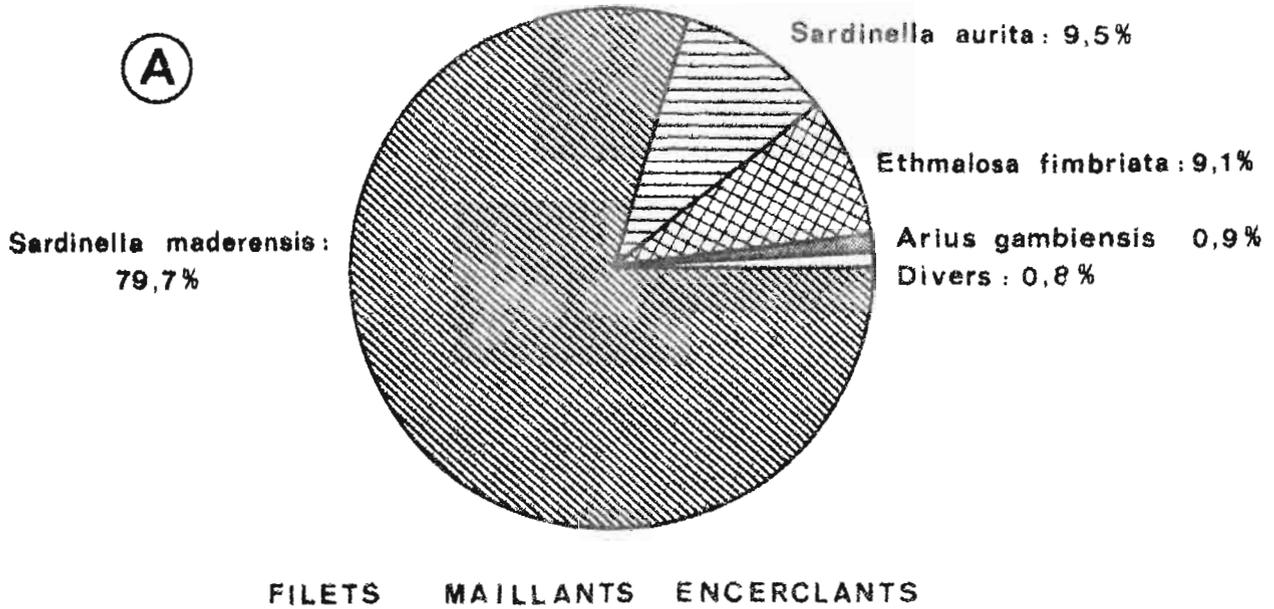
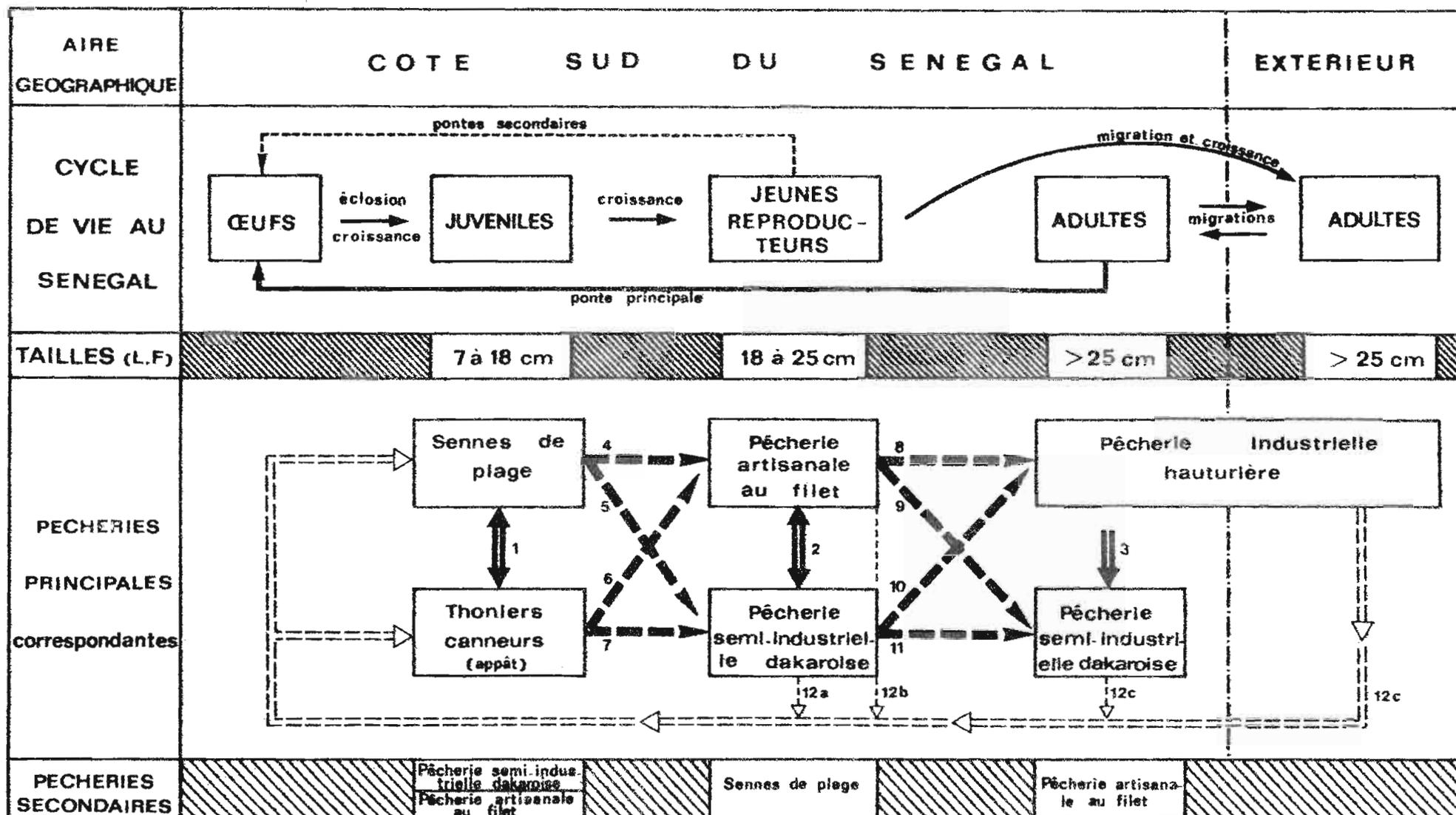


Fig.7 - Proportions des principales espèces pour chacun des grands types de pêche au filet à Mbour .

A - Filets maillants encerclants en 1972-73 au cours d'un cycle annuel.

B - Sennes tournantes en 1977.



Interactions instantanées (concurrence) **==** ; Relations différées : **==** directes ( par captures en amont de la pêche considérée )  
**==** indirectes ( par captures en aval : action sur la relation stock - recrutement )

Fig.8 - Schéma des interactions des différentes pêcheries de Sardinella aurita pour la côte sud du Sénégal (de 13°30' à 15°N).

LES RESSOURCES EN POISSON  
DU PLATEAU CONTINENTAL SENEGAMBIEN  
EVALUEES PAR ECHOINTEGRATION

par

F. GERLOTTO, E. MARCHAL et B. STEQUERT

Communication n° 1

Symposium sur le Courant des Canaries :  
Upwelling et Ressources Vivantes  
N° 1

"Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs"

LES RESSOURCES EN POISSON DU PLATEAU CONTINENTAL  
SENEGAMBIEN EVALUEES PAR ECHOINTEGRATION

par

F. GERLOTTO<sup>1</sup>, E. MARCHAL<sup>2</sup> et B. STEQUERT<sup>3</sup>

Océanographes biologistes de l' ORSTOM

1. CRO BP V18 - ABIDJAN - COTE D'IVOIRE
2. ORSTOM BP 337 - 29273 BREST CEDEX - FRANCE
3. CRODT BP 2241 - DAKAR - SENEGAL

-----  
- RESUME -

Depuis quelques années, plusieurs campagnes d'échointégration ont été effectuées sur le plateau continental du Sénégal et de la Gambie. Le matériel utilisé, de marque SIMRAD, se composait d'un sondeur 38 kHz, d'un intégrateur d'échos et d'un sonar. Chaque campagne a consisté en un parcours de jour répété de nuit couvrant le plateau continental de radiales parallèles espacées de 10 milles nautiques.

Dans la région située au sud de la presqu'île du Cap Vert, les évaluations faites en saison froide au cours des mois d'avril 1975, 1976 et 1977 sont très proches non seulement en densité mais également dans le schéma de répartition. En saison chaude par contre les densités observées en 1977 sont inférieures à celles de 1974.

Dans la région nord, on dispose de moins de valeurs. Si les évaluations de saison froide 1976 et 1977 sont relativement constantes, celles

de saison chaude sont très différentes : particulièrement élevée en novembre 1974, la densité est très faible en septembre-octobre 1977. En fait la campagne de 1974 se situait en inter-saison alors que celle de 1977 était en pleine saison chaude.

La comparaison de ces données avec la pêche sardinière dakaroise n'est pas très aisée. Les excellentes prises de maquereau et dans une moindre mesure de chinohard obtenues en 1975 pourraient cependant correspondre à la concentration très importante de jeunes mise en évidence en octobre 1974. Rien de tel n'a été retrouvé en saison chaude 1977, ce qui pourrait se traduire par de mauvaises pêches en 1978. Par ailleurs l'absence quasi-totale de détection de poisson observée au nord en septembre-octobre 1977 a été confirmée par l'insuccès de la pêche artisanale en cette période.

On se propose de suivre l'évolution des stocks de cette région par des campagnes plus focalisées et plus nombreuses.

-----  
- SUMMARY -

Since a few years, many echo-surveys have been done on the continental shelf of the Sénégal and Gambia. The equipment used, consisted of a 38 kHz SIMRAD echo-sounder, an echo-integrator and a sonar. The trip frame was repeated during day and night and covered the continental shelf by parallel transects separated by a 10 miles distance.

Within the region lying to the south of Cape Verde, the evaluations made during the cold seasons (April) of 1975, 1976 and 1977 gave similar results in densities and geographical distribution. At the opposite the warm season observed densities in 1977 are much lower than the 1974 ones.

Within the region lying north of Cape Verde, less data are available. Although the evaluations of the 1976 and 1977 cold season are relatively close, these corresponding to the warm season are very much different : particularly high in November 1974, the density is very low in September and October 1977. In fact the 1974 survey occurred during the inter-season whereas the 1977 one occurred during the middle of the warm season.

The comparison of these data with the catch of the Dakar purse seine fishery is not very easy. The important catches of spanish mackerel and perhaps also of horse mackerel obtained during 1975 may be related with the important concentration of young fish found in October 1974. This phenomenon has not been observed again during the 1977 warm season and low catches

might be observed in 1978 for these species. Furthermore, the very few fish detections observed in the North in September-October 1977 have been confirmed by the very low catches of the artisanal fishery during the same period.

It is planned to monitor the evolution of the stock in this area by more specific and numerous surveys.

---

## I. INTRODUCTION

Connu traditionnellement pour sa "richesse" en poissons, le plateau continental du Sénégal est exploité d'une façon de plus en plus intense par ses riverains et a attiré et attire encore de nombreux bateaux de pêche étrangers. Cette multiplicité des méthodes de pêche et des nationalités exploitantes n'a pas facilité la tenue de statistiques de pêche précises indispensables à l'établissement de modèles de production. Aussi il peut être intéressant de faire appel à des méthodes capables de fournir des évaluations de ressources qui, si elles sont plus globales, sont incomparablement plus rapides. Elles fournissent une base pour une politique d'exploitation et permettent de suivre directement l'évolution d'un stock quelles que soient les causes de ses fluctuations.

L'évaluation acoustique des ressources, et notamment l'échointégration, commence à répondre à ces exigences. Cette méthode a donc été choisie et plusieurs campagnes de prospection acoustique ont été effectuées depuis 1973 sur le plateau continental du Sénégal et de la Gambie.

## II. MOYENS ET METHODES

Toutes les campagnes de prospection acoustique ont été effectuées avec le N/O CAPRICORNE. Le matériel utilisé, entièrement de marque SIMRAD ou fourni par cette firme, se compose :

- d'un sondeur EK 38 (38 kHz),
- d'un intégrateur d'échos MK QM II et de son enregistreur,
- d'un oscilloscope et de divers appareils de contrôle et d'étalonnage,
- d'un sonar SB 3.

On dispose en outre d'un sondeur EK 120 (120 kHz) mais c'est essentiellement l'EK 38 qui a été utilisé en routine.

Le schéma suivant a été adopté pour toutes les campagnes depuis octobre 1974 : le navire effectue un parcours consistant en radiales est-ouest espacées de 10 milles nautiques. Un enregistrement continu est assuré de

jour et de nuit. Pendant le parcours de jour, le sonar est utilisé en position horizontale fixe à 90° du cap du navire afin d'évaluer la biomasse d'après le nombre de bancs (méthode de SMITH).

Les valeurs relatives de densité sont transformées en valeurs absolues en utilisant une constante déterminée par des intégrations directes de réponses acoustiques fournies par des poissons placés dans une cage en filet (méthode JOHANNESSON) et par comparaison avec des pêches au chalut effectuées simultanément.

Chaque radiale est considérée comme représentative d'une bande ou strate de 10 milles de large dont elle constitue la médiane. Les résultats de biomasse obtenus pour chaque strate sont ensuite sommés pour obtenir l'ensemble de la biomasse d'une région. L'analyse des données montre que leur distribution n'est pas gaussienne, mais les limites de confiance n'en ont pas encore été calculées.

Le tableau suivant regroupe les campagnes analysées ici; elles ont toutes été effectuées avec le même sondeur (EK 38) et suivant le même processus.

CAMPAGNES	DATES	EXTENSION GEOGRAPHIQUE (entre 12°20'N et 16°05'N)
CAP 7407	oct. 74	Sud Sénégal et Gambie
CAP 7408	nov. 74	Nord Sénégal
CAP 7503	avr. 75	Sud Sénégal et Gambie
CAP 7605	avr. 76	Sud et Nord Sénégal - Gambie
ECHOPROC	avr. 77	Sud et Nord Sénégal - Gambie
ECHOLES	sep. 77	Sud et Nord Sénégal - Gambie

### III. ANALYSE DES RESULTATS

#### III.1. Sud Sénégal et Gambie

##### III.1.1. Saison froide

Les densités moyennes trouvées pour l'ensemble du plateau ont été les suivantes.

- Avril 1975 : 142 tonnes au mille carré,
- avril 1976 : 124 tonnes au mille carré,
- avril 1977 : 121 tonnes au mille carré.

Ces valeurs sont proches les unes des autres.

Au point de vue répartition, on remarque au cours des trois années une très importante concentration de poisson entre la Gambie et le cap Roxo, sur des fonds de 10 à 40 mètres environ.

Toutes les pêches d'identification effectuées au chalut pélagique ont montré qu'une grande partie de cette concentration serait constituée du Pomadasyidae Brachydeuterus auritus et dans une moindre mesure du Carangidae Trachurus trecae. Cependant dans presque tous les traits de chalut, des traces de sardinelles rondes (Sardinella aurita) étaient relevées; quand on connaît l'aptitude de cette espèce à éviter le chalut, on peut supposer qu'elle représentait une part non négligeable de cette concentration. Aucune pêche commerciale de poissons pélagiques n'étant réalisée dans cette région sud du Sénégal, il nous est donc quasiment impossible de pouvoir fixer de façon précise la part respective de chaque espèce au niveau de cette concentration.

Une autre concentration a été retrouvée chaque année; elle se situe entre le village de pêcheurs de Mbour et l'embouchure du Saloum sur des fonds inférieurs à 20 mètres. Elle est constituée en grande partie de sardinelles (d'après diverses données de pêche).

Les conditions hydrologiques rencontrées au cours de ces trois campagnes montrent que l'on était en fin de saison froide.

### III.1.2. Saison chaude

Les densités moyennes observées ont été les suivantes.

- Octobre 1974 : 104 tonnes au mille carré,
- septembre 1977 : 47 tonnes au mille carré.

Si la valeur d'octobre 1974 n'est que légèrement inférieure à celles de saison froide par contre la densité de septembre 1977 témoigne d'une réelle diminution de la biomasse.

En fait les conditions hydrologiques étaient très différentes, ce qui n'a rien de surprenant à cette période de transition de l'année et vu l'écart d'un mois existant entre les dates des deux campagnes. En octobre 1974 on notait la présence d'un upwelling bien marqué au sud de Dakar; à 20 mètres de profondeur, la température était de 17°C du sud de la presqu'île du Cap Vert à la Gambie. En septembre 1977 par contre il n'y avait pas trace d'upwelling et la température à 20 mètres était toujours supérieure à 25°C.

Si l'on compare la répartition du poisson au cours de ces deux campagnes, on constate une différence essentielle : alors qu'une biomasse très

importante avait été détectée au dessus de la partie profonde du plateau continental en 1974, elle était complètement absente en 1977, à l'exception d'une lentille au niveau de 14° N. Par contre l'importante biomasse côtière rencontrée en 1977 semble largement supérieure à celle de 1974. Cependant la prospection de 1974 n'avait pas été poussée aussi près de la côte, ce qui a pu entraîner une importante sous-estimation de cette biomasse.

### III.2. Nord Sénégal

#### III.2.1. Saison froide

Les densités moyennes observées ont été les suivantes.

- Avril 1976 : 137 tonnes au mille carré,
- avril 1977 : 178 tonnes au mille carré.

Ces valeurs paraissent indiquer qu'en saison froide, tout au moins en avril, la densité en poissons au nord de la presqu'île du Cap Vert est un peu supérieure à celle observée au sud. Au cours des deux prospections c'est dans la zone située aux alentours de la fosse de Kayar que les plus fortes concentrations ont été détectées. En règle générale les conditions hydrologiques de cette région sont assez perturbées; on y note la présence de fronts et de lentilles d'eau individualisées par leurs températures, qui rendent la répartition du poisson assez morcellaire.

#### III.2.2. Saison chaude

Les densités moyennes observées ont été les suivantes.

- Novembre 1974 : 338 tonnes au mille carré,
- octobre 1977 : 12 tonnes au mille carré.

On a donc trouvé en octobre 1977 une densité 15 fois inférieure à celle du mois d'avril de la même année et près de 30 fois inférieure à celle de novembre 1974.

La situation hydrologique rencontrée au cours des deux campagnes (novembre 1974 et octobre 1977) était, comme pour le sud Sénégal, très différente. En novembre 1974 (derniers jours du mois) les eaux baignant cette région étaient déjà froides (températures de surface de 19° à 21°C) mais on notait au niveau de Saint-Louis un envahissement du plateau par les eaux chaudes du large (température de 23° à 24°C). Cette situation très particulière paraît avoir joué un rôle important soit en "comprimant" vers le sud la biomasse sur le plateau continental nord sénégalais, soit en l'attirant par un enrichissement lié à la zone frontale. Ceci expliquerait la densité particulièrement élevée que l'on y a rencontrée, densité même supérieure à

celle des parages du cap Blanc. Par contre, au tout début octobre 1977, il n'y avait pas trace d'eau froide sur le plateau nord sénégalais, la température de surface était comprise entre 28° et 30°C. Ces eaux chaudes sont donc manifestement peu propices aux poissons d'affinité nord rencontrés dans cette zone. Il apparaît donc que la biomasse trouvée dans la région nord suit le mouvement des eaux froides.

#### IV. BIOMASSE ET PECHE

La pêche des sardiniers dakarois se pratique uniquement dans un secteur limité allant de Dakar à l'embouchure du Saloum. On peut toutefois considérer que cette pêche s'effectuera dans les trois mois suivants sur une grande partie de la biomasse de poissons pélagiques migrateurs détectée en avril plus au sud.

Les variations inter-annuelles des captures et des prises par unité d'effort (p.u.e.) des senneurs dakarois pour les mois d'avril, mai et juin sont indiquées dans le tableau suivant où l'on a également porté la biomasse moyenne évaluée par échantillonnage en saison froide (sud Sénégal et Gambie : superficie de 6000 milles carré).

ANNÉES	CAPTURES (en tonnes)	P.U.E. NORMALISEES (en tonnes/10 h.)	BIOMASSE SUD (en tonnes)
1974	10580	18,4	890 000
1975	9463	19,3	850 000
1976	9088	17,2	750 000
1977	7954	17,1*	725 000

\* valeur estimée

Prises et prises par unité d'effort ont peu diminué au cours de ces quatre années. Il y a une bonne concordance entre les résultats d'échantillonnage et ceux de la pêche.

Les comparaisons sont moins faciles à établir en ce qui concerne l'évolution intra-annuelle, en particulier du fait des migrations. Si l'on considère le mois d'avril, c'est un des mois qui a fourni de faibles rendements au cours des quatre dernières années (1974 à 1977). La répartition des concentrations suggère une certaine inadéquation entre lieux de pêche et concentrations, celles-ci se situant au sud de la Gambie et de la Casamance. Le faible rayon d'action de ces sardiniers est responsable de cette

inadaptation de la pêche. Le mois de septembre présente un second minimum, pratiquement semblable à celui d'avril. Pour cette période il s'agirait d'une raréfaction réelle des poissons sur tout le plateau continental, avec cependant une possibilité de pêche non négligeable entre Joal et le nord de la Casamance.

L'absence de poisson au nord de la presqu'île du Cap Vert correspond aussi à une prise quasi-nulle de la pêche artisanale. Le "retour" des poissons à la fin novembre et en décembre est un phénomène régulier et bien connu des pêcheurs de Saint-Louis et de Kayar.

Enfin du point de vue des espèces il semble qu'un rapprochement puisse être établi entre les concentrations de jeunes maquereaux et chinchards observées en octobre 1974 et les pêches exceptionnelles de ces espèces en 1975.

#### V. CONCLUSION

Les évaluations de biomasse de poisson faites sur le plateau continental du Sénégal durant les mêmes périodes et depuis plusieurs années ont permis de mettre en évidence la stabilité de cette biomasse, qui correspond bien à celle de la pêche. Par contre cette biomasse paraît fluctuer assez considérablement au cours de l'année, ce qui confirme l'importance des migrations des populations de poissons sur le plateau continental sénégalais.

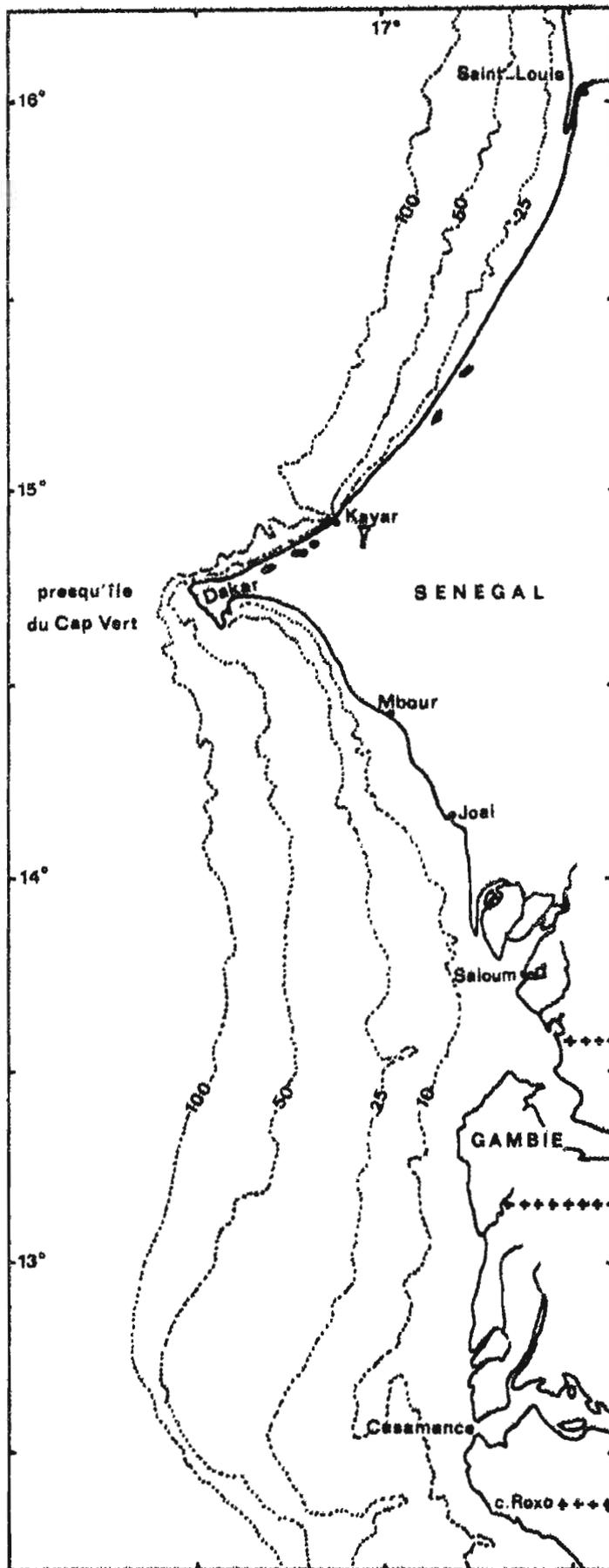
On se propose de suivre de plus près ces fluctuations et ces déplacements par des campagnes répétées et à objectifs plus précis.

---

#### - BIBLIOGRAPHIE -

- ANONYME, 1976. - État de la pêche et des stocks exploités intéressant le Sénégal. La pêche des poissons pélagiques côtiers. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; rapp. multigr. : 18-40
- BOELY (T.) et FREON (P.), 1974. - Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal : recueil de statistiques de la pêche des sardiniers dakarois en 1974. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; arch. n°29 : 40 p. multigr.
- FREON (P.), 1976. - Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal : recueil de statistiques de la pêche des sardiniers dakarois en 1975. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; arch. n°32 : 36 p. multigr.

- FREON (P.), 1977. - Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal : recueil de statistiques de la pêche des sardiniers dakarois en 1976. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; arch. n°44 : 40 p. multigr.
- GERLOTTO (F.), STEQUERT (B.), LE PHILIPPE (V.) et FREON (P.), 1976. - Répartition et abondance des poissons pélagiques côtiers du plateau continental sénégalais évaluées par écho-intégration en avril-mai 1976 (campagne CAP 7605). Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; D.S. n°62 : 39 p. + annexes.
- MARCHEL (E.) et BOELY (T.), 1977. - Evaluation acoustique des ressources en poissons du plateau continental ouest-africain des îles Bisagos (11°N) à la pointe Stafford (28°N). Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.; XV, 2 : 139-161.
- STEQUERT (B.), GERLOTTO (F.) et LE PHILIPPE (V.), 1977. - Campagne d'écho-intégration ECHOPROC : résultats d'observations. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; arch. n°51 : 60 p. multigr. + 30 annexes.
-



PLATEAU CONTINENTAL SENEGAMBIEN

VARIABILITE DES CONDITIONS DE SURFACE  
DANS L'UPWELLING OUEST-AFRICAIN

par

J. P. REBERT

Communication n°100

Symposium sur le courant des Canaries :  
Upwelling et Ressources Vivantes  
N° 100

"Cette communication ne peut être citée sans autorisation  
préalable de l'auteur".

VARIABILITE DES CONDITIONS DE SURFACE DANS  
L'UPWELLING OUEST-AFRICAIN

par

J.P. REBERT

Océanographe physicien de l'O.R.S.T.O.M.

C.R.O.D.T. - B.P. 2241 DAKAR - Sénégal

R E S U M E

Les fluctuations interannuelles des conditions de vent le long de la côte ont été étudiées pour la période 1967-1976. On essaie d'y rattacher les variations des températures de surface. Pour les vents quatre stations côtières terrestres ont été utilisées : Nouadhibou, Nouakchott, Saint-Louis et Dakar. Des moyennes véto-rielles mensuelles, on déduit les composantes Nord-sud des vents responsables de l'upwelling côtier. Les moyennes mensuelles des températures de surface proviennent de stations côtières réalisées près du Cap Blanc et devant le Sénégal de 16°N à 14°N.

Les moyennes et les variances des vents sont présentées. Après filtrage les anomalies mensuelles des vents et températures sont décrites. Elles mettent en évidence l'existence d'anomalies à long terme et d'une forte variabilité. Les périodes moyennes des fluctuations sont plus courtes pour les anomalies de température que pour celles des vents. Les anomalies de vent ne sont pas homogènes le long de la côte. Elles semblent indiquer l'existence de deux régimes de vents distincts dans cette zone, l'un au large et l'autre très côtier. Les anomalies de températures de surface présentent par contre une grande cohérence.

Des corrélations entre les anomalies mensuelles de vents et de températures ont été calculées. Ces corrélations varient fortement au cours de l'année. En moyenne annuelle les fluctuations de l'upwelling côtier dû au vent expliqueraient environ 50% de la variance des températures de surface. Cependant les anomalies mensuelles de température ne dépendent pas du vent local mais des conditions de vent existant plus au nord. Comme aucune autre corrélation n'a été trouvée avec les facteurs météorologiques locaux, une partie des anomalies à long terme apparaîtrait dans la région par transport horizontal par les courants.

A B S T R A C T

Interannual fluctuations of wind conditions along the West-African Coast are studied during the 1967-1976 period. An attempt is done to connect them with the variations of sea surface temperature. Wind data collected at four coastal stations (Nouadhibou, Nouakchott, Saint-Louis and Dakar) have been processed. From the monthly vector-averaged winds, the north south component responsible for coastal upwelling are deduced. The sea surface monthly means are issued from coastal stations located near the Cap Blanc and along the Senegalese Coast from 16°N to 14°N.

The winds mean values and variances are commented. After filtering, the monthly wind and sea temperature anomalies are described. They reveal the existence of long term anomalies and wide variability. The mean periods for the temperature anomalies are shorter than those for winds. The winds anomalies are not uniform all along the coast. This suggests that in this area it could exist two kind of wind circulation, one located close to the coast and another farther offshore. Sea surface temperatures anomalies are on contrary highly coherent.

Correlations between monthly winds and s.s.t. have been computed. They vary widely throughout the year. For the yearly average, wind induced coastal upwelling would explain about 50% of the temperature variance. Monthly s.s.t. anomalies however are not dependent on local winds but are function of wind conditions farther northward. No other correlation have been found with local meteorological factors. This enhances the part of horizontal advection in the observed s.s.t. anomalies in front of the Senegal Coast.

## Variabilité des conditions de surface dans l'upwelling ouest-africain

### I. Introduction

Les premières campagnes réalisées dans la zone d'upwelling mauritanienne ont mis en évidence une forte variabilité spatiale des caractères hydrologiques. Par la suite l'implantation de stations fixes de mesure, en particulier au cours du programme JOINT, a permis de constater que celle-ci était associée à une forte variabilité temporelle. Le rôle de l'upwelling dû au vent local dans la génération de cette variabilité a été clairement démontré et résumé par A. HUYER (1976). Les fluctuations de courants et de températures à des échelles de temps allant de la journée au mois sont liées à des périodes typiques de 3 à 10 jours de vents forts (E. MITTELSTAEDT et al., 1975) induisant des mouvements verticaux pour lesquels le transport d'Ekman représente une bonne approximation (HALPERN, 1977).

D'autre part l'étude du transport moyen d'Ekman le long de la côte (WOOSTER et al., 1976), (REBERT, 1978) a montré que des phénomènes d'upwelling intense peuvent exister, au moins pendant une partie de l'année jusqu'au cap Roxo (vers 12°N). Comme nous disposons pour cette zone d'un certain nombre de stations côtières où sont effectuées régulièrement des mesures de surface nous avons tenté de déterminer si les fluctuations à plus longue période (supérieures au mois) des températures de surface pouvaient être reliées à des variations simultanées du régime des vents.

Plus précisément le but de cette étude est d'estimer dans quelle mesure la composante du vent responsable de l'upwelling permet de déterminer les anomalies à long terme des températures de surface.

## II. Données utilisées et traitement

Les vents ont été obtenus à partir des mesures effectuées à l'aéroport de quatre villes côtières - Nouadhibou, Nouakchott, Saint-Louis, Dakar - (fig. 1). La période étudiée va de 1967 à 1976. Les données de base sont les moyennes vectorielles mensuelles de 8 observations par jour (1967 à 1969 et 1976) ou 24 observations par jour (1970 à 1975). Celles-ci ont été obtenues dans les "Résumés mensuels des observations du sol" publiés par l'ASECNA ou sur bande magnétique fournie par le même organisme.

Pour les températures de la couche de surface nous avons utilisé les relevés effectués à 20 m environ aux stations Bayadère et Gazelle proches du cap Blanc (notées B et G sur la figure 1) par le Laboratoire des Pêches à Nouadhibou et les relevés de surface à la côte journaliers réalisés par le Centre de recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye à Saint-Louis, Kayar, Yoff, Thiaroye et MBour (fig. 1).

Les vents ont été décomposés en composantes nord-sud et est-ouest et leurs valeurs moyennes sur 10 ans, calculées. Pour supprimer la variation saisonnière nous avons ensuite retranché pour chaque mois cette moyenne décennale du mois considéré et obtenu ainsi une quantité que nous appelons anomalie mensuelle. Nous avons procédé de même pour les températures.

## III. Fluctuations des vents

Comme nous cherchons à étudier principalement l'influence de l'upwelling nous nous limiterons ici au traitement des fluctuations de la composante nord-sud du vent, à l'exception de Nouadhibou, station pour laquelle nous avons considéré également la composante est-ouest pour des raisons exposées plus loin. La composante nord-sud est en effet à peu près parallèle à la côte pour l'ensemble des stations. D'autre part pendant la période d'upwelling fort la direction générale des vents est à peu près nord-sud, donc les variations de cette composante représentent assez bien les variations globales de la vitesse du vent. Quant aux variations de la composante est-ouest elles représentent principalement des fluctuations de direction du vent.

L'étude du cycle annuel des vents et la question de la représentativité des stations côtières ont été présentées et discutées par ailleurs (REBERT, 1978). Notons cependant à propos de la représentativité des stations que, même s'il existe un écart entre les vents mesurés en mer et à la côte, comme on ne traite ici que des anomalies par rapport à la valeur moyenne, dans la mesure où cet écart est constant, il s'annulera par définition même des anomalies. Il est donc vraisemblable que des stations côtières soient plus représentatives des anomalies que du cycle moyen du vent en mer. On considérera donc par la suite ces anomalies comme responsables des fluctuations des upwelling côtiers locaux.

Les valeurs moyennes mensuelles et l'écart-type inter-annuel des composantes nord-sud du vent aux différentes stations sont présentées dans le tableau 1. Les fluctuations des anomalies sont illustrées en figure 2. Afin d'éliminer un bruit de fond assez important dû au fait que les vents ne sont définis qu'à  $\pm 0,5$  m/s et  $\pm 5^\circ$  près dans les R.M.O., un filtrage passe-bas HANNING (sur trois points avec les coefficients (0,25-0,5-0,25) a été effectué pour la représentation graphique. Ce filtre ayant une réponse en fréquence

$$H(f) = \cos^2 \pi f dt, \text{ avec } dt = 1 \text{ mois, la fréquence de coupure est } H(f) = \frac{1}{2} \text{ pour } T = 4 \text{ mois.}$$

Du tableau 1 il ressort que les fluctuations inter-annuelles du vent sont nettement plus fortes à Nouadhibou qu'aux autres stations. Dans cette région où l'upwelling est permanent, l'écart-type est toujours supérieur à 1 m/s avec un maximum de 2,5 m/s en juillet, c'est-à-dire à la fin de la période d'upwelling intense. Pour les autres stations l'écart-type moyen est de l'ordre de 0,7 à 1 m/s en période d'upwelling fort (février à mai) et de 0,4 à 0,8 m/s de juillet à septembre, période de vent d'ouest en majorité et où l'upwelling est quasi-nul. La figure 1 met en évidence plusieurs faits intéressants.

### 1. Composantes nord-sud

Il existe d'importantes fluctuations à long terme. Celles-ci sont les plus importantes au cap Blanc où elles s'inscrivent dans une fourchette de  $\pm 2$  m/s. Aux autres stations leur amplitude est moins grande et de l'ordre de  $\pm 1$  m/s. Les périodes moyennes de ces anomalies semblent être de l'ordre de trois ans pour Nouadhibou. A Nouakchott et Saint-Louis elles sont plus courtes, de l'ordre de un à deux ans. Quant à la station de Dakar la décennie 1967-1976 peut se diviser en deux périodes, l'une de vents faibles jusqu'en 1971 suivie d'une période de vents forts. D'après des statistiques plus anciennes, la période de vent faible avait débuté en 1964 à Dakar. On aurait donc des périodes moyennes supérieures à 7 ans.

Les anomalies ne semblent présenter aucune cohérence pour l'ensemble des stations. Deux stations aussi proches que Saint-Louis et Dakar paraissent totalement indépendantes. En fait deux groupes de stations présentent des variations tout au moins qualitatives analogues, Dakar et Nouadhibou d'une part, Nouakchott et Saint-Louis de l'autre. Pour les deux premières stations en particulier, on voit que la dernière période de vent fort a débuté vers mars 1971. Par contre le pic important observé en 1968 à Nouadhibou et qu'on retrouve bien à Nouakchott et Saint-Louis est absent à Dakar. L'étude des corrélations entre stations sera reprise plus en détail au chapitre III.

### 2. Composante est-ouest

Les fluctuations des composantes est-ouest (non représentées ici) sont du même ordre de grandeur (écart-type de 0,5 à 1 m/s). Elles présentent la même absence de corrélation.

Seules sont illustrées ici en figure 1 les anomalies est-ouest à Nouadhibou, pour les raisons suivantes :

- l'amplitude des fluctuations  $y$  est très importante (l'écart-type varie entre 1 et 2,2 m/s). On note en particulier une anomalie vers l'est au printemps 1976 supérieure à 3 m/s, sans doute en relation avec la sécheresse observée à l'époque aux latitudes plus élevées.

- alors que le plateau continental est assez étroit le long de l'Afrique de l'ouest, au sud du cap-Blanc s'étend le banc d'Arguin, vaste zone à faible profondeur où la composante du vent perpendiculaire à la côte joue sans doute un grand rôle dans la génération de l'upwelling. En effet il existe sur ce banc une circulation cyclonique thermohaline (MITTELSTAE DT, 1974) en sens inverse de la circulation verticale et horizontale due à l'upwelling, l'eau plus dense formée par évaporation tendant à couler le long du talus continental. Schématiquement donc une anomalie positive (vent d'Est) de vents tendrait à favoriser les phénomènes d'upwelling sur petits fonds. Une anomalie négative (vent d'Ouest) créant une accumulation et une plongée des eaux à la côte (piling up) tendrait à renforcer la circulation thermohaline. Cependant les vent d'Est beaucoup plus secs favoriseront une évaporation intense donc des mouvements convectifs. Les effets mécaniques et thermodynamiques du vent auront donc là des effets contraires et il est difficile d'estimer la résultante de ces actions. Ce problème nécessiterait une étude approfondie étant donnée l'importance écologique considérable du banc d'Arguin pour toute la côte mauritano-sénégalaise, en tant que nurserie de nombreuses espèces migratrices côtières.

Ces anomalies est-ouest ont des périodes caractéristiques de deux à trois ans.

On notera enfin que les anomalies nord-sud et est-ouest à Nouadhibou ne sont pas corrélées, ce qui permet de les traiter comme des paramètres indépendants.

#### IV. Fluctuation des températures

Les anomalies de température ont été définies de façon identique, et leur représentation graphique est faite en figure 3 après application du même filtre. La description des cycles annuels de température dans la région sénégal-mauritanienne a été faite par de nombreux auteurs. Pour les côtes sénégalaises rappelons que la variance des températures de surface est maximum en saison d'upwelling et minimum en saison chaude avec des écart-types respectifs de l'ordre de  $1^{\circ}\text{C}$  et  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

De la figure 3 il ressort que pour les deux stations voisines du Cap Blanc la cohérence des anomalies est très forte. Les fluctuations à long terme de ces anomalies sont de l'ordre de  $1^{\circ}\text{C}$ . Ces fluctuations sont cependant beaucoup plus brèves que celles qu'on observe dans le cycle des vents. Leurs périodes typiques sont en effet de l'ordre de 3 mois à un an, avec une tendance à des périodes plus courtes ces dernières années. Cependant ce dernier point pose le problème de la validité des données de températures. En effet, outre les nombreux mois sans mesures, l'échantillonnage moyen de ces dernières années est de 1 à 4 mesures par mois. Cela est insuffisant pour une bonne représentation de la moyenne mensuelle si, comme les autres travaux l'ont montré, une forte variance est associée à des périodes d'upwelling durant de 7 à 10 jours.

Pour les autres stations, réalisées le long des côtes du Sénégal on trouve également un bon accord qualitatif entre les anomalies de température ainsi filtrées. Ceci est plus intéressant car les stations sont nettement plus éloignées. Par exemple entre Saint-Louis et Thiaroye, pour la totalité des anomalies mensuelles le coefficient de corrélation est de 0,56, c'est-à-dire hautement significatif.

Les anomalies semblent avoir des périodes moyennes de 6 mois à un an. Il est remarquable que les amplitudes de ces fluctuations sont dans l'ensemble plus fortes qu'à Nouadhibou alors que les fluctuations de vents sont plus faibles dans cette zone. Bien qu'il n'apparaisse pas d'ailleurs de relations évidentes avec les fluctuations de vents on peut cependant remarquer qu'il y a une majorité d'anomalies froides depuis 1971, coïncidant avec la période de vents forts observés à Nouadhibou et Dakar. Ceci est particulièrement net au niveau de la presqu'île du Cap-Vert.

La cohérence entre les stations sénégalaises et celles du cap Blanc est plus faible. Elle n'est nette que pour les anomalies importantes. Ainsi 1968 est une année froide tout le long de la côte, accompagnée d'une période de vents forts, suivie de 1969, année chaude et caractérisée par des vents faibles. L'examen des figures ne permet cependant pas de préciser l'origine de la formation de ces anomalies et leur évolution le long de la côte. Ainsi en 1970 on note une très forte anomalie froide au niveau du cap Blanc, largement atténuée vers le sud. 1974 par contre est une année beaucoup plus froide au niveau du cap-Vert qu'au cap Blanc. En 1973 apparaît une forte anomalie chaude dans toute la partie sud qu'on peut suivre jusqu'au cap Blanc. Cependant cette anomalie ne peut s'expliquer, si l'on se réfère à l'upwelling côtier, que par une période de vents faibles de Nouakchott à Saint-Louis.

L'ensemble des phénomènes paraît donc assez complexe. En particulier il n'est pas possible de déterminer a priori si ces anomalies sont dues à des phénomènes d'upwelling ou à d'autres processus de refroidissements.

## V. Corrélations

Il faut donc essayer de préciser le rôle des vents dans ces refroidissements, compte tenu du fait que le régime des vents et le régime hydrologique sont variables au cours de l'année, plus particulièrement dans la partie sud où l'upwelling n'est qu'intermittent.

Nous avons donc calculé les corrélations mensuelles entre les anomalies de vent aux diverses stations et celles des températures de surface et des vents, pour examiner si certains mois étaient mieux corrélés que d'autres, en particulier au cours de la période d'upwelling de la saison d'alizés.

### 1. Corrélations des vents entre eux.

Les coefficients de corrélation entre les anomalies mensuelles (non filtrées) de la composante nord-sud du vent aux différentes stations figurent dans le tableau 2. Ils sont calculés entre stations contiguës et entre Dakar et Nouadhibou. Ce coefficient est théoriquement significatif au niveau 95% pour des valeurs supérieures à 0,6. Mais comme on ne dispose que de 10 années de mesures, l'incertitude sur ce coefficient est très grande. On aura donc intérêt à considérer des groupes de coefficient plutôt que des mois pris isolément. Ce tableau met en relief plusieurs faits intéressants.

- Les coefficients de corrélations mensuels sont pratiquement tous positifs et varient entre 0 et 0,8. On a donc au mieux 60% de la variance des vents qui leur soit commune.

- Les stations de Nouadhibou et Nouakchott ont des régimes de vent à peu près totalement indépendants. Dakar et Saint-Louis ne sont guère mieux corrélées sauf au mois d'octobre.

- Une bonne corrélation existe en général entre les stations de Dakar et Nouadhibou et à un degré moindre entre Saint-Louis et Nouakchott, en particulier en début de saison d'upwelling. Ceci rejoint les conclusions que l'on pouvait tirer de l'examen de la figure 2.

- Les corrélations varient fortement au cours de l'année. Ainsi les mois de novembre et décembre ne sont pas corrélés. Ils correspondent d'ailleurs à une période de vents assez faibles et irréguliers le long de la côte. La corrélation d'ensemble est assez bonne en début de période d'upwelling (janvier à mars) et décroît à partir du mois d'avril. Pour les stations de Dakar et Nouadhibou, assez curieusement les corrélations sont très fortes en été (juillet-octobre) alors que Dakar est situé à cette saison au sud du F.I.T., dans la zone de convergence intertropicale (ITCZ) avec un régime de vents d'Ouest. L'influence des alizés du nord-est donc perceptible jusque dans cette zone, processus que l'on peut tenter de mettre en rapport avec les phénomènes de sécheresse au sahel.

- Le mois le mieux corrélé pour l'ensemble de la partie sud est le mois d'octobre. Il correspond à la transition entre le régime de vents d'ouest et d'alizés du nord. La corrélation indique que l'installation des alizés liée à la descente plus ou moins précoce du FIT est quasi en phase pour ces stations. Notons que la période inverse correspondant à la montée du FIT vers le nord (mai-juin) est nettement moins bien corrélée.

## 2. Corrélations vents-températures

Aux stations réalisées au niveau du cap Blanc les fluctuations de température semblent très peu corrélées avec celles de l'une ou l'autre des composantes du vent local. Il n'est pas possible entre autres d'estimer a priori quelle composante joue le rôle principal. Un calcul de corrélations partielles entre ces paramètres aurait été intéressant, mais il n'a pas été tenté, compte tenu des réserves exprimées sur la représentativité des températures. Etant donnée la forte similitude entre les deux stations, il est d'ailleurs probable qu'elles sont toutes deux plus représentatives de l'hydrologie de la baie du Lévrier que de celle des eaux du large.

Pour la partie sud une seule station de mesures couvre toute la période étudiée, celle de Thiaroye située au sud du cap Vert (outre celle de Mbour qui est cependant située trop au sud). On a donc étudié les corrélations entre les anomalies mensuelles de température (non filtrées) à cette station et celles des vents mesurées à Dakar, Saint-Louis et Nouadhibou. Les résultats figurent dans le tableau 3.

Ces résultats sont a priori très confus. Les anomalies de température semblent plus ou moins bien corrélées avec l'ensemble des anomalies de vent observées aux trois stations. Les coefficients de corrélation sont très variables au cours de l'année, le mois de septembre est même caractérisé par des coefficients positifs.

Les vents étant eux-mêmes plus ou moins corrélés, nous avons, pour tenter d'éclaircir la situation, calculé des corrélations partielles entre les anomalies de température et celles des vents à deux stations quelconques prises deux à deux. Elles ne sont pas présentées ici mais confirment en gros les résultats du tableau 3, c'est-à-dire :

- l'ensemble des coefficients est en général négatif. Une diminution des températures est donc bien associée à une augmentation générale des vents. Mais la variance expliquée par cette relation est assez faible (inférieure à 60%).
- En septembre, décembre et janvier les variations de température sont indépendantes du régime des vents.
- En période d'upwelling fort (mars-avril) les températures sont liées principalement aux vents soufflant à Nouadhibou; les pentes des droites de régression sont de l'ordre de  $0,6^{\circ}\text{C m/s}$ .

- En début de saison chaude (juillet-août) la liaison est forte avec les vents à Saint-Louis. Ce résultat est assez surprenant puisque à cette époque les eaux appartiennent à une branche côtière du contre-courant équatorial qui se dirige généralement vers le nord. Il est donc possible que cette corrélation indique des changements du régime des courants.

- Mai et octobre sont les seuls mois où les températures sont bien reliées au vent local. Il s'agit d'un cas particulier. En effet pour ces mois la distribution des anomalies n'est pas gaussienne mais nettement bimodale. Elle représente un changement de masses d'eau plus ou moins précoce ou tardif. La corrélation confirme le synchronisme entre l'apparition des eaux chaudes du contre-courant équatorial et le retrait des alizés en mai et le phénomène inverse en octobre.

Pour les mois de décembre et janvier où aucune corrélation n'a été observée entre vents et températures, on a recherché s'il pourrait en exister avec d'autres paramètres météorologiques éventuellement responsables du refroidissement des eaux tels que le vent total, la composante est-ouest, l'insolation ou l'évaporation locale. Les résultats sont totalement négatifs. Les vents étant eux-mêmes très irréguliers à cette époque, il est vraisemblable que ces anomalies ne se forment pas dans cette région mais y apparaissent par l'advection horizontale du courant des Canaries.

Il faut d'ailleurs noter qu'un phénomène particulier peut perturber les relations existant entre upwelling côtier et températures de surface. En effet au niveau du cap Vert se superposent à l'upwelling dû au vent un ensemble de processus de mélange et de mouvements verticaux dûs à un effet de cap. Ceux-ci se traduisent par un refroidissement supplémentaire des eaux de surface lié sans doute à la stratification des eaux et à la vitesse du courant en ce lieu (elles-mêmes reliées de façon globale aux vents soufflant dans l'est-atlantique). Ainsi en période d'upwelling la différence moyenne de températures de surface au nord et au sud de la presqu'île est de l'ordre de 2°C.

### 3. Anomalies annuelles

L'ensemble des corrélations a aussi été calculé pour les valeurs des anomalies annuelles de vent et de température de surface (Tableau 4). On retrouve des résultats analogues à l'échelle de l'année : il existe une très forte corrélation (0,93) entre les anomalies de vent à Nouadhibou et Dakar, moyenne (0,53) entre Nouakchott et Saint-Louis. Les anomalies de température au niveau du cap Vert sont pratiquement indépendantes du vent local et sont reliées aux anomalies nord-sud des vents observés aux stations situées plus au nord, principalement à Nouadhibou. Ces derniers vents expliqueraient 50% de la variance des moyennes annuelles des températures de surface au cap Vert. Ces fluctuations ont cependant un écart-type de 0,6°C seulement, c'est-à-dire faible par rapport aux fluctuations à court terme (plusieurs degrés) et à la variation saisonnière (12°C).

### V. Conclusion

Le régime général des vents, donc les phénomènes d'upwelling côtiers, devant la Mauritanie et le Sénégal ne peut pas être considéré comme homogène. En fait le régime d'alizés dans la région côtière est caractérisé par un fort gradient zonal, puisqu'il pénètre assez peu sur le continent. Le fait que les deux groupes de stations bien corrélées aient des situations méridiennes voisines indique que de tels gradients existent sans doute également pour les anomalies. Les vents aux stations de Nouakchott et Saint-Louis subissent vraisemblablement des effets continentaux qui ne se retrouvent que très atténués aux stations de Nouadhibou et Dakar qui seraient représentatives du régime d'alizés existant plus au large. Se pose alors évidemment le problème de la limite exacte en mer de ces deux catégories d'anomalies. Toutefois le plateau continental étant très étroit au sud du cap Timiris on peut supposer que les anomalies de vent observées à la côte se retrouveront bien sur l'ensemble du plateau donc induiront l'upwelling côtier.

Les températures de surface et leurs fluctuations présentent par contre une grande homogénéité pour toute la zone sud. Comme celles-ci paraissent d'autre part assez mal corrélées et de façon très variable au cours de l'année avec l'ensemble des vents dominants dans la région, plusieurs interprétations restent possibles.

La base de temps choisie - ~~moyenne mensuelle~~ - peut être inadéquate. Etant donnée la forte variabilité du phénomène moteur et ~~compte~~ - tenu du fait que les interactions ne sont pas linéaires (l'upwelling étant théoriquement proportionnel au carré de la vitesse du vent) on peut se trouver dans un domaine de fréquence où la cohérence est très faible. D'autres paramètres océaniques peuvent être plus importants (stratification, courant géostrophique) pour les fluctuations à long terme. L'upwelling côtier ne représenterait qu'une petite contribution au refroidissement de surface venant se superposer aux phénomènes précédents. Les analyses futures devront donc porter sur l'ensemble des domaines de fréquence.

Les fluctuations de vent ~~obéissant~~ à des lois différentes le long de la côte, il faudrait pour calculer le transport vertical connaître l'ensemble du champ de vent afin d'en déduire la totalité des convergences et divergences qui en résultent. La couche de surface en intégrant l'ensemble de ces effets pourrait alors présenter des anomalies relativement homogènes sur des échelles de temps et de distance plus forte. Cela expliquerait notamment que les anomalies de température observées sont corrélées à l'ensemble des vents côtiers plus au nord.

Enfin une partie des anomalies de température de surface ne résulte vraisemblablement pas de l'upwelling côtier, en particulier quand les vents sont faibles et irréguliers. Le fait que les anomalies peuvent persister, bien qu'atténuées, même dans les eaux chaudes du contre-courant équatorial en l'absence d'upwelling tend à prouver qu'elles feraient partie d'ensembles plus vastes intéressant toute la circulation de l'est-atlantique. Il n'est d'ailleurs pas impossible que les fluctuations à long terme des températures de surface déterminent une partie du champ de vent dans la zone côtière.

B I B L I O G R A P H I E

- HALPERN B., 1977.- Description of wind and of upper ocean current and temperature variations on the continental shelf off North-West Africa during March and April 1974. J. Phys. OC. Vol. 7 N° 3.
- HUYER A., 1976.- A comparison of upwelling events in two locations : Oregon and North-West Africa.  
J. Mar. Res. Vol 34 N° 4.
- E. MITTELSTAEDT E., PILLSBURY D., SMITH R.L., 1975.- Flow patterns in the North-West African upwelling area.  
D.T. Hydrogr. Zeit. Band 28, reft 4.
- MITTELSTAEDT E., 1974.- Some aspects of the circulation in the Nord-West African upwelling area off Cap Blanc.  
Tethys 6 (1-2).
- REBERT J.P. (1978).- Vents et températures de surface dans l'Upwelling côtier Ouest-Africain.  
Soumis aux cahiers O.R.S.T.O.M.
- W.S. WOOSTER, A. BAKUN, D.R. Mc LAIN ; 1976.- The seasonal Upwelling cycle along the eastern boundary of the North Atlantic.  
J. Mar. Res. Vol. 34 N° 2.

Tableau 1 : Composantes nord-sud moyennes du vent (1967-1976) aux stations côtières, et écart-type interannuel en m/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nouadhibou nord-sud $\bar{m}$	4,1	5,7	7,1	7,9	9,5	9,3	7,7	7,2	6,7	6,3	4,9	4,3
s	1,6	1,4	1,5	1,5	1,4	1,8	2,5	1,2	1,0	1,6	1,2	1,1
Nouadhibou est-ouest $\bar{m}$	2,4	1,5	0,5	0,2	0,3	0	-0,3	-0,5	-0,1	0,6	0,9	1,8
s	1,3	1,8	2,2	1,7	2,2	1,6	1,6	1,1	1,0	1,0	1,5	1,0
Nouakchott $\bar{m}$	3,2	3,4	3,9	3,9	4,0	2,5	0,5	0,3	1,1	2,4	2,9	3,1
s	0,5	0,7	0,6	0,6	0,9	0,5	1,3	0,8	0,6	0,7	0,4	0,5
Saint-Louis $\bar{m}$	2,7	3,6	4,6	5,0	4,3	2,1	1,1	0,9	1,0	2,1	3,0	2,1
s	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
Dakar $\bar{m}$	4,3	4,5	5,2	5,3	4,5	2,3	1,3	0,4	0,9	2,2	3,9	4,5
s	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	0,5	0,6	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6

Tableau 2 : Coefficients de corrélations entre les anomalies mensuelles de vent (nord-sud) observées aux différentes stations.

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nouadhibou Nouakchott	0,36	-0,29	0,43	0,08	0,06	0,42	0,08	-0,07	0,51	0,36	0,20	0,61
Nouakchott Saint-Louis	0,68	0,84	0,39	0,15	0,53	0,26	0,45	0,52	0,46	0,80	0,14	0,17
Saint-Louis Dakar	0,49	0,33	0,25	0,27	0,52	0,56	0,20	0,21	0,48	0,62	-0,08	-0,03
Dakar Nouadhibou	0,71	0,46	0,80	0,57	0,47	0,38	0,81	0,69	0,55	0,73	0,30	-0,01

Tableau 3 : Coefficients de corrélation r et pente de la droite de régression (°C/m/s) entre les températures de surface mensuelles à Thiaroye et les vents (nord-sud) aux stations côtières.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nouadhibou r	-0,50	-0,31	-0,84	-0,81	-0,56	-0,52	-0,40	-0,23	0,35	-0,32	-0,18	-0,59
p	-0,33	-0,14	-0,61	-0,66	-0,66	-0,50	-0,12	-0,12	0,18	-0,13	-0,18	-0,62
St-Louis r	-0,66	-0,39	-0,25	-0,71	-0,32	-0,12	-0,73	-0,78	0,51	-0,39	-0,78	-0,54
p	-1,07	-0,78	-0,37	-1,08	-1,32	-0,27	-1,48	-0,85	0,44	-0,49	-1,45	-1,31
Dakar r	-0,43	-0,70	-0,63	-0,59	-0,86	0,18	-0,27	-0,48	0,08	-0,79	0,02	0,22
p	-0,59	-0,59	-0,80	-0,82	-1,35	0,61	-0,37	-0,75	0,14	-0,91	0,20	0,48

Tableau 4 : Corrélations entre anomalies annuelles (1967-1976)

VENTS N-S	NOUAK- CHOTT	St. LOUIS	DAKAR	Température Thiaroye	
				r	p(°C/m/s)
NOUADHIBOU	0,22	0,30	0,93	- 0,72	- 0,4
NOUAKCHOTT		0,53	0,05	- 0,53	- 0,9
St-LOUIS			0,08	- 0,58	- 1,1
DAKAR				- 0,25	- 0,3

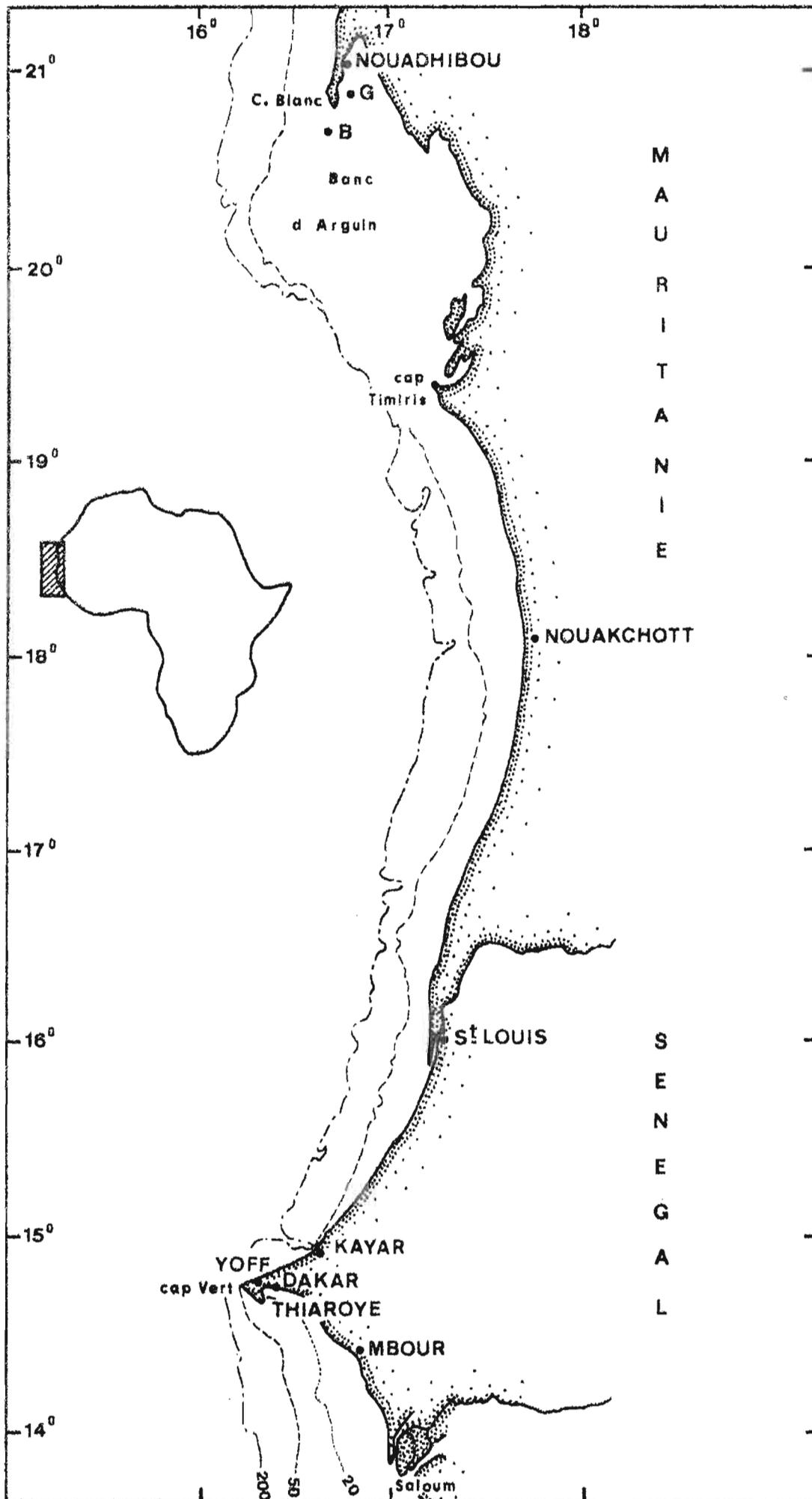


Fig. 1- Position des stations de mesures des vents et des températures de surface.

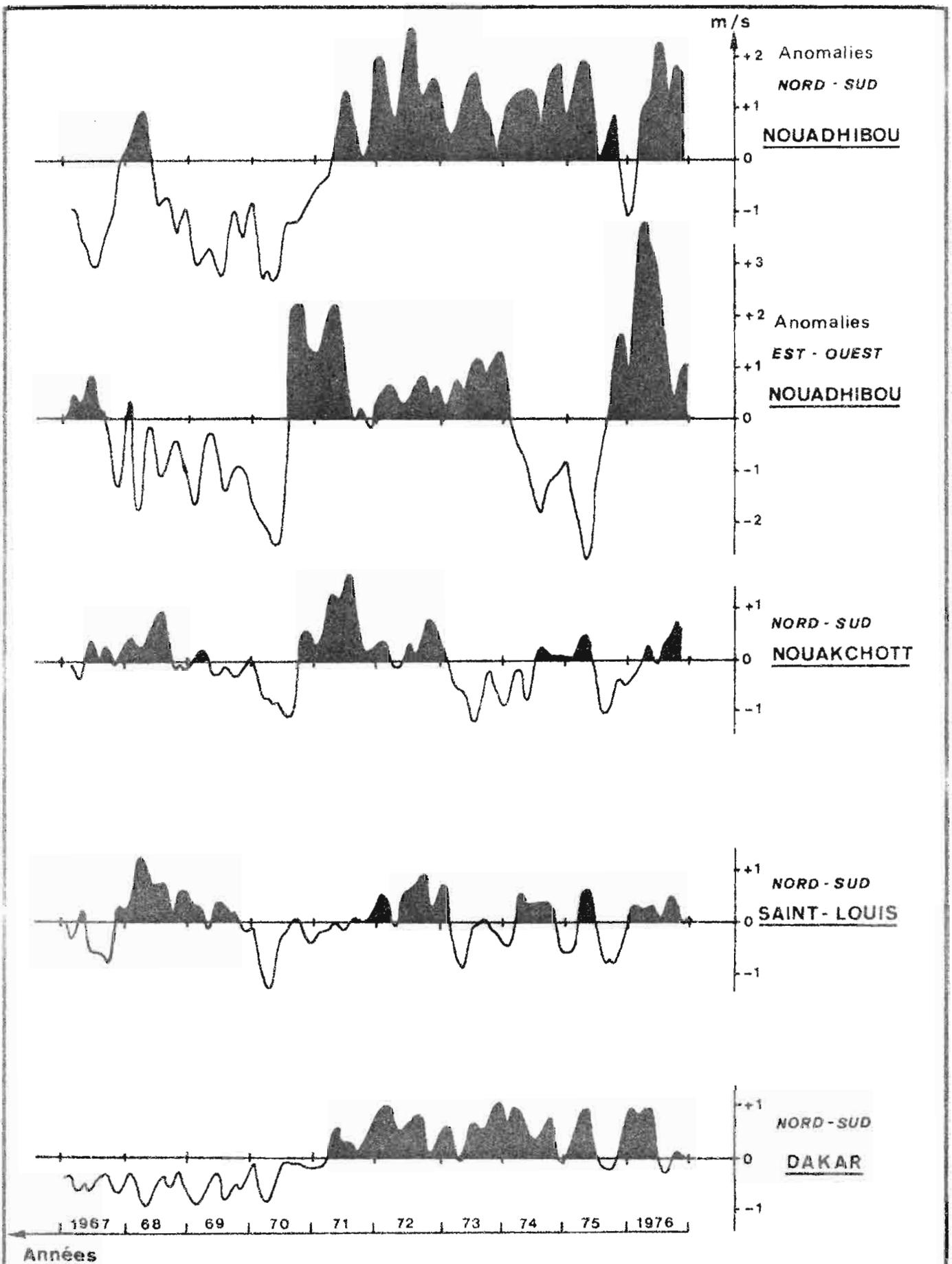


Fig. 2- Anomalies filtrées des composantes Nord- sud et Est- ouest des vents observés aux stations côtières (positives vers le Nord et l' Est ).

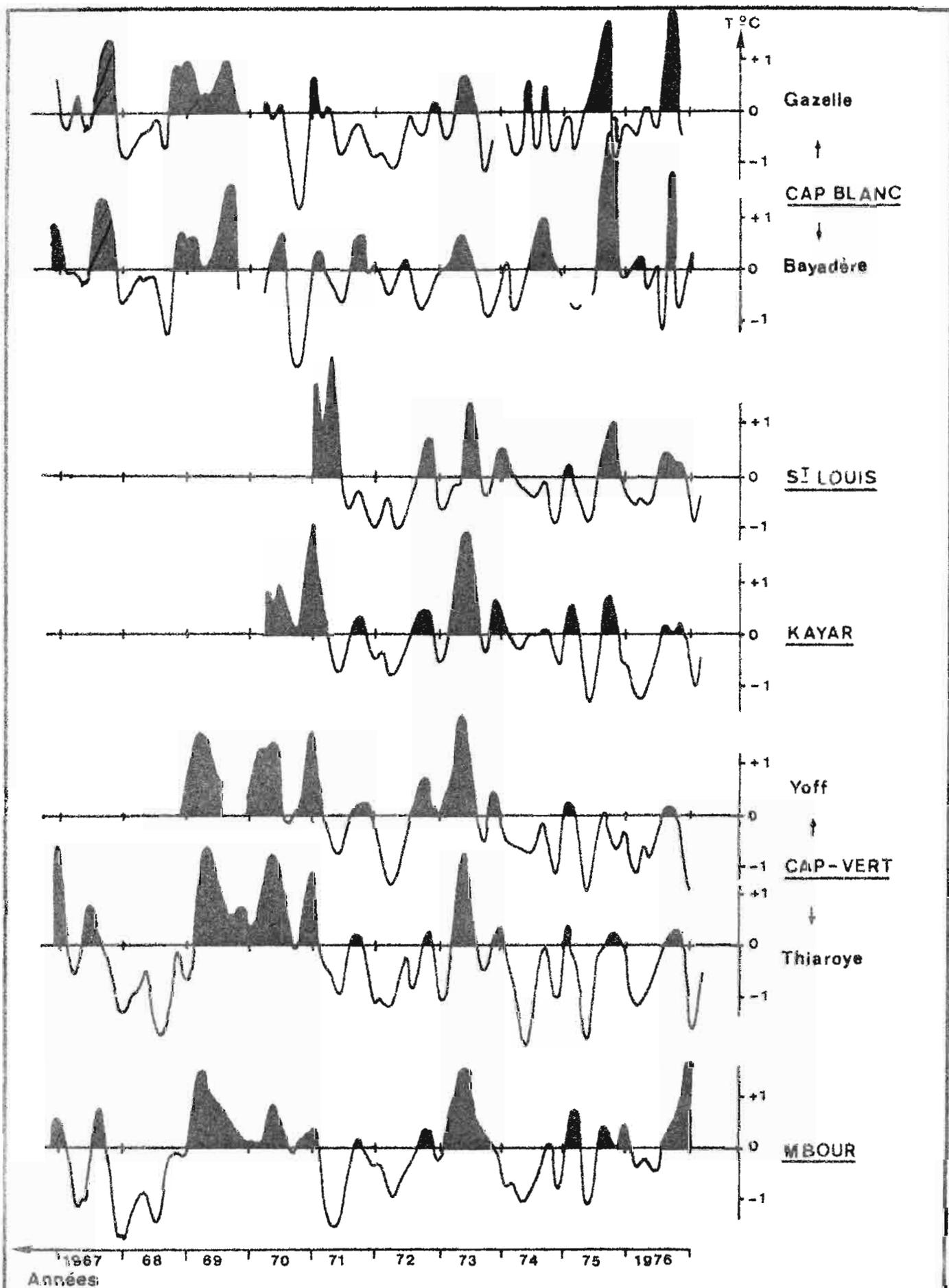


Fig. 3- Anomalies filtrées des températures de surface le long des côtes du Sénégal, et au cap- Blanc.

Vent à DAKAR : composante N.-S. en m/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1967	3,5	4,7	3,9	4,9	3,9	1,5	1,0	0,0	0,6	1,9	3,0	3,9
1968	4,0	3,9	4,9	3,8	3,5	1,9	0,4	0,5	0,2	1,3	4,0	4,0
1969	3,0	3,8	3,8	5,0	3,5	2,6	0,4	-0,4	0,2	1,9	3,0	4,0
1970	4,6	3,3	4,8	3,9	3,8	2,1	1,2	0,4	0,6	2,2	3,6	4,5
1971	3,9	4,1	5,1	5,2	5,6	1,9	2,0	0,4	1,2	1,8	4,7	4,7
1972	5,2	5,3	6,1	5,9	4,9	2,8	2,0	1,0	2,2	2,3	3,9	4,6
1973	4,5	5,1	5,5	5,7	3,6	2,9	2,0	0,7	1,7	2,6	4,9	5,7
1974	5,0	4,8	6,2	6,3	4,9	2,9	1,4	0,9	1,2	3,3	4,3	4,0
1975	4,1	4,5	5,5	6,1	5,7	2,2	1,1	0,4	0,8	1,8	4,2	4,5
1976	5,2	5,6	5,9	6,0	6,0	2,3	1,5	0,0	0,3	2,9	3,5	4,7
Moy.	4,3	4,5	5,2	5,3	4,5	2,3	1,3	0,4	0,9	2,2	3,9	4,5

Vent à SAINT-LOUIS composante N.-S. en m/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1967	1,5	3,9	4,0	5,9	3,8	1,4	0,7	0,0	0,0	1,5	3,9	3,1
1968	2,6	4,9	5,9	5,9	5,6	2,6	1,7	2,0	1,0	1,9	4,0	3,8
1970	2,8	4,0	5,0	4,7	3,9	3,1	1,0	1,0	1,3	1,9	3,0	2,8
1971	3,1	2,1	3,8	3,2	3,5	1,7	1,0	0,7	1,0	2,3	2,5	2,6
1972	3,6	3,9	4,9	4,7	4,3	3,1	1,6	1,3	2,1	2,8	2,9	3,8
1973	3,3	4,7	3,9	4,6	2,8	1,9	1,2	0,5	1,3	2,0	2,7	2,9
1974	2,2	2,8	5,6	5,5	4,5	2,6	1,3	1,3	1,3	2,4	3,1	2,4
1975	2,1	3,1	4,1	5,8	5,6	1,0	0,4	0,1	0,1	1,2	2,7	3,1
1976	3,1	3,8	5,0	4,9	4,9	2,0	0,9	1,4	1,3	3,0	1,9	
Moy.	2,7	3,6	4,6	5,0	4,3	2,1	1,1	0,9	1,0	2,1	3,0	3,1

FIRATA - Au lieu de 1970 et 1971, lire respectivement 1969 et 1970  
Ajouter la ligne suivante pour l'année 1971 :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2,7	3,2	4,6	4,8	4,6	4,5	1,4	0,7	1,0	2,0	3,2	3,0

Vent à NOUADHIBOU : composante N.-S. en m/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1967	1,9	5,6	5,9	6,0	7,9	6,9	4,9	6,0	5,0	5,0	4,7	4,7
1968	3,8	6,9	7,5	9,0	10,0	9,0	5,6	6,9	5,9	4,0	4,0	4,0
1969	1,9	4,0	5,0	6,0	8,0	6,9	4,7	5,6	5,9	4,9	3,0	3,0
1970	4,5	3,2	4,7	5,9	6,9	6,9	6,7	5,6	5,6	4,7	4,4	3,4
1971	3,9	5,3	6,7	7,5	9,9	10,6	8,8	8,0	7,5	5,6	4,5	5,3
1972	7,0	7,2	8,6	8,7	9,7	10,7	10,5	9,3	7,6	7,2	6,3	6,2
1973	4,8	6,4	7,7	7,8	11,2	9,6	10,0	7,7	7,5	7,3	4,7	3,8
1974	5,4	6,8	8,1	9,3	10,5	10,8	8,4	7,4	7,5	7,7	7,2	5,1
1975	5,0	6,9	9,1	9,8	10,8	10,8	5,8	8,5	6,7	7,7	4,8	3,0
1976	3,2	4,5	7,8	9,4	10,3	10,8	11,8	7,0	8,0	8,9	5,6	
Moy.	4,1	5,7	7,1	7,9	9,5	9,3	7,7	7,2	6,7	6,3	4,9	4,3

Vent à NOUAKCHOTT : composante N.-S. en m/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1967	2,6	3,9	3,0	3,8	4,9	2,0	0,7	0,7	1,3	2,0	3,0	3,5
1968	3,5	4,0	4,0	3,8	4,9	3,1	1,4	1,5	1,0	2,0	2,8	3,0
1969	2,8	3,9	3,8	4,0	3,8	2,0	0,7	0,0	1,0	1,7	2,8	3,1
1970	3,5	2,1	3,4	3,3	2,7	2,2	-1,0	-0,5	-0,2	3,4	3,2	3,4
1971	3,6	3,4	4,9	5,2	5,3	3,3	3,0	1,2	1,4	2,1	3,3	3,0
1972	3,7	3,8	4,0	3,7	3,6	3,2	0,8	-0,1	2,2	2,8	3,5	3,8
1973	3,5	3,6	3,2	3,6	3,0	2,3	-1,2	-0,7	1,2	2,1	1,9	2,5
1974	2,2	2,4	4,5	2,9	2,9	2,5	0,4	0,9	1,2	2,3	2,9	3,2
1975	3,2	3,3	4,4	4,5	4,1	2,2	-0,7	-0,8	0,6	1,8	2,7	2,2
1976	3,2	3,1	3,9	4,3	4,3	1,9	1,0	0,5	1,3	3,8	2,8	
Moy.	3,2	3,4	3,9	3,9	4,0	2,5	0,5	0,3	1,1	2,4	2,9	3,1

LES TENEURS EN CHLOROPHYLLE  
DES EAUX DE SURFACE  
A LA STATION COTIERE DE DAKAR  
(RESULTATS DES MESURES DE 1973 A 1977)

par

J. P. REBERT

Communication n° 102

Symposium sur le Courant des Canaries  
Upwelling et Ressources Vivantes  
N° 102

LES TENEURS EN CHLOROPHYLLE DES EAUX DE SURFACE  
A LA STATION COTIERE DE DAKAR  
(RESULTATS DES MESURES DE 1973-1977)

par

J.P. REBERT

Océanographe physicien de l'ORSTOM

C.R.O.D.T. BP 2241 DAKAR

"Cette communication ne peut être citée sans autorisation  
préalable de l'auteur".

## R E S U M E

Des mesures de surface à la côte sont effectuées deux fois par semaine depuis 1973 dans la baie de Gorée. Les teneurs en chlorophylle "a" totale, active et en phéophytine sont étudiées. Le cycle annuel de ces quantités est décrit. Des teneurs très fortes sont observées toute l'année (5 à 20 mg/m<sup>3</sup>) même en l'absence d'upwelling. Divers mécanismes de production sont proposés pour expliquer ces fortes valeurs en saison chaude. Il existe en particulier un vortex de courant au sud du cap Vert qui peut créer une accumulation de phytoplancton à la côte.

Les variations interannuelles des teneurs ont été comparées aux fluctuations de deux facteurs d'enrichissement possibles : les variations d'intensité de l'upwelling et celles des apports côtiers dues aux pluies. Les résultats sont dans l'ensemble négatifs.

Une augmentation continue des teneurs a été observée au cours de la période de mesures. Elle est attribuée à une pollution des eaux de surface due à la proximité de Dakar.

## A B S T R A C T

Surface samples have been collected nearshore twice a week since 1973 in the Bight of Gorée. The total and active chlorophyll a content and phaeopigments are studied. The annual cycle for these quantities is described. Very high levels are observed throughout the year (5 to 20 mg/m<sup>3</sup> even when upwelling is missing. Various mechanisms of production are proposed to explain these high levels during the summer season. In particular a current vortex located southward of the Cap Vert could cause an accumulation of phytoplankton at the coast.

Interannual variations of the chlorophyll content have been compared to the fluctuations of two possible factor of enrichment : the upwelling intensities variations and alluvial deposits due to rainfalls. The results are in general negative.

A continual increase of chlorophyll content has been observed during the period under study. It is attributed to an increasing pollution of surface waters near Dakar.

LES TENEURS EN CHLOROPHYLLE DES EAUX DE SURFACE  
A LA STATION COTIERE DE DAKAR  
(Résultats des mesures de 1973 à 1977)

I. INTRODUCTION

La forte productivité des eaux côtières au sud de la Presqu'île du Cap-Vert a été mise en évidence dans les travaux de SCHEMAINDA et al (1975). Plus localement une première étude du cycle annuel de la productivité de la baie de Gorée avait été réalisée par ROSSIGNOL et ABOUSSOUAN (1965) et SEGUIN (1966). Depuis décembre 1972 sont effectuées au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye des évaluations de la biomasse phytoplanctonique des eaux de surface par la mesure des teneurs en chlorophylle. Les résultats de ces mesures sont présentés et discutés dans cette étude.

II. TECHNIQUES ET METHODES

Des prélèvements de surface sont réalisés deux fois par semaine à 8 h du matin dans la baie de Gorée en face du CRODT (position en figure 1) sur un wharf à environ 50 mètres du rivage. Les mesures de chlorophylle sont faites au spectrophotomètre après filtration et extraction par l'acétone. Pour le calcul des concentrations en chlorophylle à partir des densités optiques deux relations différentes ont été employées.

Les mesures étant faites à 665 nm et 750nm, la première relation donnant la chlorophylle "a" (qualifiée ici de totale) est une adaptation de la formule proposée par le groupe de travail SCOR-UNESCO (1966) à la mesure à 665 nm par PITON et MAGNIER (1971) soit : 
$$\text{Chl a} = 11,53 (D_{665} - D_{750}) \frac{v}{V \times l} \text{ mg/m}^3 \quad (1)$$

le deuxième groupe de relations fournit la chlorophylle a active et les phéopigments d'après LORENZEN (1967)

Si  $E_1$  et  $E_2$  sont les extinctions à 665 nm avant et après acidification de l'extrait, corrigées de l'extinction à 750 nm

$$\text{Chla} = 26,7 (E_1 - E_2) \frac{v}{Vx_1} \text{ mg/m}^3 \quad (2)$$

$$\text{Phéo} = 26,7 (1,7 E_2 - E_1) \frac{v}{Vx_1} \text{ mg/m}^3 \quad (3)$$

Les chlorophylles "a" calculées par la première méthode sont obtenues depuis décembre 1972, avec une interruption de juillet à septembre 1973. La détermination des phéopigments n'est effectuée que depuis décembre 1975.

### III. RESULTATS DES MESURES

Les résultats des mesures regroupés par moyennes mensuelles sont présentés dans le tableau 1.

Le cycle annuel moyen de la chlorophylle totale (relation (1)) est représenté en figure 2. On voit qu'il est caractérisé par de très fortes teneurs - supérieures à 10 mg/m<sup>3</sup> - de février à septembre et un minimum moyen de novembre à janvier de 6 mg/m<sup>3</sup> environ. Les températures moyennes de surface à la même station sont également représentées en figure 2. La comparaison des deux courbes indique que le cycle de la chlorophylle ne coïncide pas avec le cycle thermique des eaux de surface.

Le cycle annuel de la chlorophylle "a" active et des phéopigments (relations (2) et (3)) pour 1975 et 1976 est représenté en figure 3. La comparaison avec les teneurs globales en chlorophylle montre que cette dernière quantité cache en fait une réalité plus complexe. En effet la chlorophylle active présente ici une variation bi-annuelle avec deux maximums situés en février et en octobre et des minimums en janvier et en mai. La phéophytine présente par contre une variation unimodale. Elle est maximum de février à mai et décroît ensuite jusqu'en novembre avec un palier voisin de 6 mg/m<sup>3</sup> de juin à septembre. Il existe donc au cours de l'année deux périodes distinctes: de janvier à mai les taux de phéophytine sont plus élevés que ceux de chlorophylle active et vice-versa de juin à décembre.

Remarquons qu'aucune de ces quantités ne coïncide avec les saisons hydrologiques de la région définies par les températures de surface.

En résumé toute l'année les teneurs en chlorophylle sont extrêmement élevées par rapport à celles qui existent au large à la même latitude. On a reporté, à titre de comparaison sur la figure 3 l'ensemble des mesures réalisées par le CRODT et le "A. VON HUMBOLT" sur la radiale 14°45'N au niveau du talus continental. Les teneurs n'y dépassent pas 2 mg/m<sup>3</sup>. Dans la baie de Gorée on n'observe au contraire pratiquement jamais de teneurs inférieures à 2mg/m<sup>3</sup>. Ces teneurs sont d'ailleurs marquées par une très forte variabilité à court terme pouvant conduire à des valeurs beaucoup plus élevées. Ainsi des quantités supérieures à 60 mg/m<sup>3</sup> ont été observées en février et octobre 1977.

Ces très fortes teneurs ont d'abord été attribuées au fait que le prélèvement était réalisé trop près du rivage. Cependant une série de campagnes qui a été réalisée dans la baie de Gorée en 1976 a montré que les teneurs des eaux de surface, quoique inférieures à celles observées au wharf, pouvaient néanmoins être très élevées (de 2 à 25 mg/m<sup>3</sup>) et sont caractérisées par d'importants gradients spatiaux (fig. 1). Pour expliquer l'ensemble de ces phénomènes il faut donc tenter de les relier aux caractères de la circulation marine propres à la baie.

#### IV HYDROLOGIE DE LA BAIE DE GOREE ET MECANISMES DE PRODUCTION

On décompose classiquement au niveau du cap Vert l'année en deux grandes périodes aux caractéristiques bien distinctes.

De novembre à mai on se trouve en période d'alizés. Le courant côtier porte au sud et un upwelling côtier refroidit les eaux de surface, upwelling particulièrement intense de février à mai quand les alizés sont réguliers et bien établis.

De juin à septembre le cap Vert est situé dans la zone intertropicale de convergence. Le courant côtier est une branche du contre-courant équatorial et porte alors au nord. Les eaux de surface sont caractérisées par une couche d'eau chaude isotherme d'épaisseur variable (20 à 50 m). Les vents sont d'ouest, faibles et irréguliers.

## 1. Saison froide

L'apparition des eaux froides en octobre se traduit par un pic de chlorophylle active (fig. 2) suivi d'une décroissance rapide pendant la période d'upwelling faible. C'est à cette époque qu'on observe les plus faibles biomasses végétales. Ce fait confirme d'ailleurs que le refroidissement observé à cette saison résulte principalement de l'advection horizontale.

De février à mars, période d'upwelling fort, la baie de Gorée est le siège de phénomènes assez particuliers. Il se forme dans la baie un vortex cyclonique, sans doute par transfert de moment latéral avec le courant côtier portant au sud. Un tel vortex s'accompagne normalement d'une structure en dôme au niveau de la thermocline. La circulation verticale s'effectue vers le haut au centre du vortex, favorisant la production primaire et causant une accumulation du phytoplancton sur le bord externe du vortex, c'est-à-dire à la côte (on observe d'ailleurs fréquemment à cette saison une accumulation d'algues au rivage).

D'autre part le vent est dans la baie perpendiculaire à la côte. On a donc un phénomène d'upwelling par petits fonds. La circulation des eaux de surface, en application de la théorie d'EKMAN se fait vers le sud, dans la direction du vent sur les petits fonds, avec une déflexion progressive vers la droite due à la force de CORIOLIS quand le fond et la vitesse du courant augmentent. Ceci conduit à un accroissement de la biomasse végétale vers le large et son accumulation dans la partie nord-sud de la presqu'île.

La combinaison de ces deux phénomènes peut expliquer la répartition des chlorophylles de surface dans la baie par fort vent d'alizés, comme celle qui est représentée en figure 1 (d'après AMADE, 1976) et qui a été observée en mai 1976 par un vent de 7 m/s. Les fortes teneurs en phéopigments observées à la côte à cette saison correspondraient à une accumulation par le vortex de cellules végétales relativement vieilles.

Si la structure en dôme du vortex n'a pas pu être clairement établie, des mesures de courant effectuées en 1977 ont confirmé le caractère cyclonique de la circulation, les vitesses étant de 10 à 20 cm/s.

## 2. Saison chaude

A partir du mois de juin le courant s'inverse et la presque île du Cap Vert est baignée par les eaux très pauvres du contre-courant équatorial. Cependant la biomasse végétale reste très élevée dans la zone côtière. ROSSIGNOL (1965) avait déjà relevé cette anomalie et l'attribuait à une production due à des cellules de convection. Cette explication semble cependant peu satisfaisante car ces fortes teneurs ont une extension limitée à la zone côtière de la baie de Gorée et ne sont pas observées au large (fig. 3). Plusieurs autres mécanismes peuvent être mis en jeu que nous allons tenter d'examiner.

Il est à remarquer tout d'abord que cette biomasse est de production récente ainsi que l'atteste le rapport de la chlorophylle aux phéopigments, ce qui permet d'écarter l'hypothèse d'un processus d'accumulation par convergence des eaux de surface au niveau de la presque île du Cap Vert. Une telle accumulation se produirait d'ailleurs plutôt au niveau de la thermocline et non en surface.

Par contre il peut exister un ensemble de phénomènes générateurs de divergences, liés à la déformation des lignes de courant au niveau du cap Vert. Parmi ceux qui sont propres à la baie de Gorée, notons qu'avec un courant côtier se dirigeant vers le nord, un vortex anticyclonique peut s'y développer d'autant plus facilement que la configuration de la côte favorisera la formation d'un courant d'inertie stationnaire. En effet, la géométrie de la baie de Gorée impose un diamètre de 7 à 8 milles pour ce vortex. Un cercle d'inertie de rayon 7 km aurait une vitesse de 26 cm/s à cette latitude, ce qui est de l'ordre de grandeur des courants côtiers nord observés à cette époque (0,5 noeuds).

Un tel vortex a cependant peu de chances d'être très productif car la couche de surface est très peu stratifiée et la thermocline se trouve à une profondeur supérieure à celle de la baie. D'autre part ce vortex peut exister sans nécessiter de gradient de pression, puisque la force centrifuge équilibre la force de CORIOLIS, contrairement au vortex cyclonique ; il n'y a donc pas nécessairement d'élévation de la thermocline. Remarquons qu'un tel vortex peut être divergent ou convergent (structure en dôme ou en cuvette) suivant la vitesse du courant. En outre ce vortex semble plus faible et plus irrégulier que celui de saison froide d'après les quelques mesures de courant qui ont été réalisées.

Par contre ce vortex peut être à l'origine d'un enrichissement au niveau du point de mesure par entrainement vers l'est à la côte des eaux de surface. Ces eaux ont donc au préalable longé la grande agglomération de Dakar et y ont subi une forte pollution. La pollution locale, qui est principalement d'origine organique, est favorable à un développement excessif du phytoplancton. Nous reviendrons sur cet aspect de la productivité plus loin.

Enfin il faut noter que les vents quoique faibles (2 à 3 m/s) viennent en majorité du secteur ouest et peuvent de ce fait induire un upwelling faible sur les petits fonds situés dans toute la zone sous le vent de la presqu'île du Cap Vert c'est-à-dire la baie de Gorée. Ceci expliquerait également un taux de chlorophylle active fort par rapport à celui des phéopigments.

De juillet à septembre on se trouve en saison des pluies. Les eaux de surface subissent à partir du mois d'août une dessalure variable, fonction de la pluviométrie. SCHEMAINDA et al (1975) ont estimé que cela pouvait mener à un processus de fertilisation des eaux côtières plus au sud (12°N). Cela ne semble pas être le cas dans la région du Cap Vert. En effet les masses d'eaux dessalées en provenance du sud sont à ce niveau épuisées en sels nutritifs. Quant à la pluviométrie locale qui pourrait fertiliser la surface par les eaux de ruissellement, elle est faible (550 mm en moyenne). Aucun bloom intense de phytoplancton n'a d'ailleurs été observé consécutif à de fortes pluies.

Aucun des mécanismes précédents ne paraît donc satisfaisant pour expliquer, à lui seul, les fortes biomasses observées en saison chaude. Il est possible que d'autres phénomènes entrent en jeu, ou qu'il faille considérer les combinaisons des divers phénomènes précédents.

#### V. VARIATIONS INTERANNUELLES ET CORRELATIONS

Les moyennes mensuelles des cinq années de mesures font apparaître de très fortes fluctuations interannuelles ; les écarts-type varient de 1 à 10 mg/m<sup>3</sup> (tabl. 1), l'écart moyen se situant autour de 5 mg/m<sup>3</sup>. La variance est minimum en saison chaude et maximum en période d'alizés (février à mai).

On a tenté de relier ces variations de richesse des eaux aux fluctuations des paramètres météorologiques ou hydrologiques de surface mesurés simultanément. De façon générale les fluctuations des teneurs en chlorophylle totale semblent très erratiques et aucune relation bien nette n'a pu être établie.

Les paramètres de milieu les plus variables et a priori les plus importants sont les variations d'intensité de l'upwelling en saison sèche et de pluviométrie en été. Ce sont donc avec les anomalies de ces facteurs qu'on a calculé des corrélations. Il apparaît qu'il n'y a aucune corrélation entre les anomalies mensuelles des vents à Dakar en période d'alizés forts (février à mai) et les anomalies de teneurs en chlorophylles. Il existe par contre une corrélation faible mais significative ( $r = - 0,44$ ) avec les températures de surface au cours de ces mêmes mois ; la pente de droite de régression est de  $- 0,7$  mg/m<sup>3</sup>/°C. Ces deux faits ne sont pas contradictoires car on a vu par ailleurs (REBERT, 1978) que les vents locaux et les températures de surface ne sont pas corrélés.

En saison chaude il n'apparaît pas non plus de corrélation avec les vents. Aucune corrélation significative n'existe entre les salinités des eaux de surface ou les hauteurs des précipitations mensuelles et les teneurs en chlorophylle.

## VI. TENDANCE

La variation dans le temps des teneurs en chlorophylle totale moyennées par mois de 1973 à 1977 est représentée en figure 4 (échelle gauche). Les fluctuations lissées par une moyenne mobile sur 12 mois y figurent à une échelle agrandie (échelle droite) afin de dégager la tendance de l'évolution de la production primaire.

Il apparaît de façon frappante une forte augmentation au cours de ces dernières années. Même en écartant les premières mesures effectuées en 1973-1974 qui sont peut-être anormalement basses à cause d'un mode de conservation peu satisfaisant, on note que depuis 1974 la chlorophylle augmente à une vitesse moyenne supérieure à 1 mg/an. Bien que des fluctuations à long terme de divers paramètres tels que les vents aient été observées dans cette région (REBERT, 1978), il est fort peu probable que cette augmentation soit due à des causes naturelles. Il est plus vraisemblable de l'attribuer à des phénomènes de pollution croissants, dûs à l'expansion de la communauté urbaine de Dakar. Cette pollution fertiliserait l'ensemble de la baie de Gorée de façon à peu près continue au cours de l'année par un brassage des eaux grâce au vortex. En effet il n'apparaît pas d'augmentations caractéristiques à certains mois de l'année.

Un tel accroissement tend évidemment à occulter les corrélations qui pourraient exister entre les teneurs en chlorophylle et les variations de conditions de milieu. Ceci pourrait expliquer les mauvais résultats que nous avons obtenus dans ces calculs. Il n'existe malheureusement pas d'autres séries de mesures réalisées plus au large pendant la même période.

Les mesures se poursuivent donc à la station côtière de Thiaroye afin de suivre l'évolution de la biomasse végétale. Cette station peut en effet donner de bonnes indications sur la richesse de la baie de Gorée. Par contre elle ne peut sans doute pas être considérée comme représentative des variations de production à l'échelle des côtes du Sénégal.

B I B L I O G R A P H I E

- AMADE P. , 1977.- Etude biochimique de la baie de Gorée. Résultats de mesures.  
Non publié. Archive n° 42 du CRODT.
- LORENZEN C.J., 1967.- Determination of chlorophyll and phaeopigments : Spectrophotometric equations. Limnology and Oceanography ; 12, 343.
- PITON B., MAGNIER Y., 1971.- Sur la détermination de la chlorophylle a dans l'eau de mer côtière tropicale.  
Doc. Scient. Centre ORSTOM, Nosy-Bé n° 20.
- REBERT J.P., 1978.- Variabilité des conditions de surface dans l'upwelling ouest-africain. Symposium sur le courant des Canaries. Upwelling et Ressources Vivantes.  
Communication n° 100.
- ROSSIGNOL M., ABOUSSOUAN M.T., 1965.- Hydrologie marine de la presqu'île du Cap Vert. Contribution à l'étude de la productivité des eaux.  
Centre Océanographique de Dakar-Thiaroye.
- SCHEMAINDA R., NEHRING D., SCHULTZ S., 1975.- Ozeanologische untersuchungen zum production potenzial der nord west africanischen wasserauftriebs region 1970-73.  
Geodätische U. Geophys. Veröff. 4 (16) : 4-88
- SEGUIN G., 1966.- Contribution à l'étude de la biologie du plancton de surface de la baie de Dakar (Sénégal). Etude quantitative, qualitative et observations écologiques au cours d'un cycle annuel.  
Bull. IFAN, série A, 28 (1) : 1 - 90

	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
1972												7,32
1973	5,91	7,43	4,09	6,69	7,72	7,50	-	-	-	2,53	3,36	1,72
1974	3,26	4,68	11,60	8,93	20,41	7,26	12,28	7,75	9,01	4,06	3,38	4,20
1975	6,15	7,99	12,02	10,29	11,57	18,01	13,05	10,63	8,00	7,57	5,11	4,48
1976	5,00	7,19	17,46	18,81	9,14	8,13	12,36	14,29	11,08	14,96	8,71	7,06
1977	9,93	29,58	9,41	10,45	10,23	15,27	10,13	9,43	12,27	11,70	7,39	17,51
Moy.	6,05	11,37	10,92	11,03	11,81	11,23	11,96	10,52	10,09	8,16	5,59	7,05
Ecart type	2,4	10,3	4,8	4,6	5,0	5,0	2,3	2,8	1,9	5,2	2,4	5,5

Tableau I : Chlorophylle "a" totale au wharf de Thiaroye  
Moyennes mensuelles en mg/m3

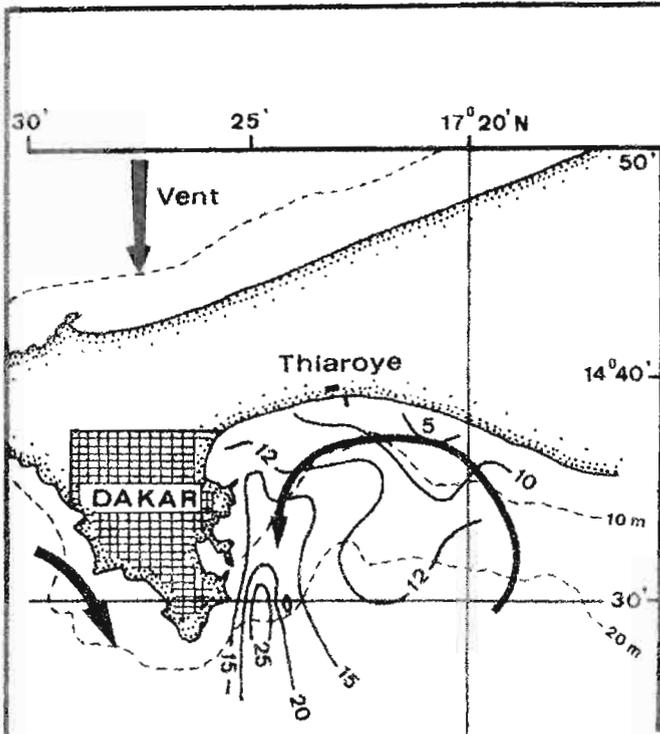


Fig. 1

Chlorophylle "a" totale de surface  
le 12-5-1976 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).  
→ Courants

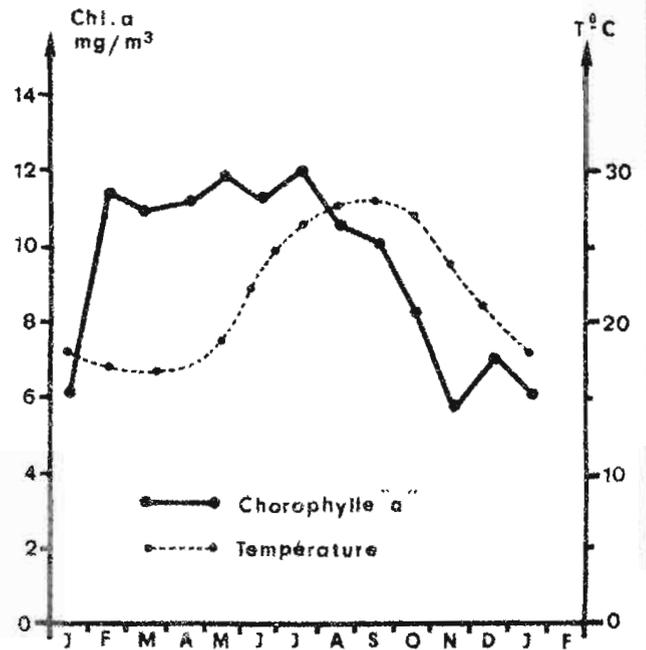


Fig. 2-

Variations saisonnières de la  
Chlorophylle totale et des  
températures de surface à Thiaroye.

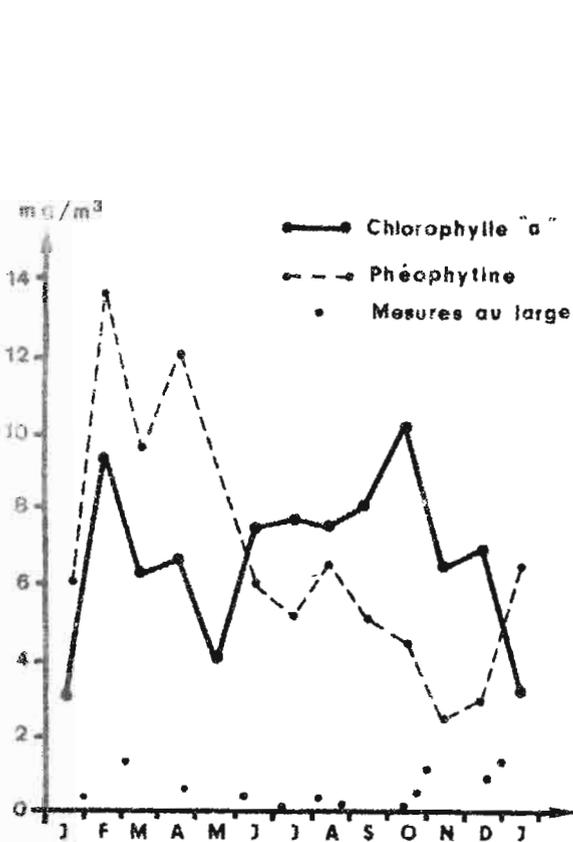


Fig. 3-

Variations saisonnières de la  
Chlorophylle "a" active et de la  
phéophytine (moyenne 1976-1977).

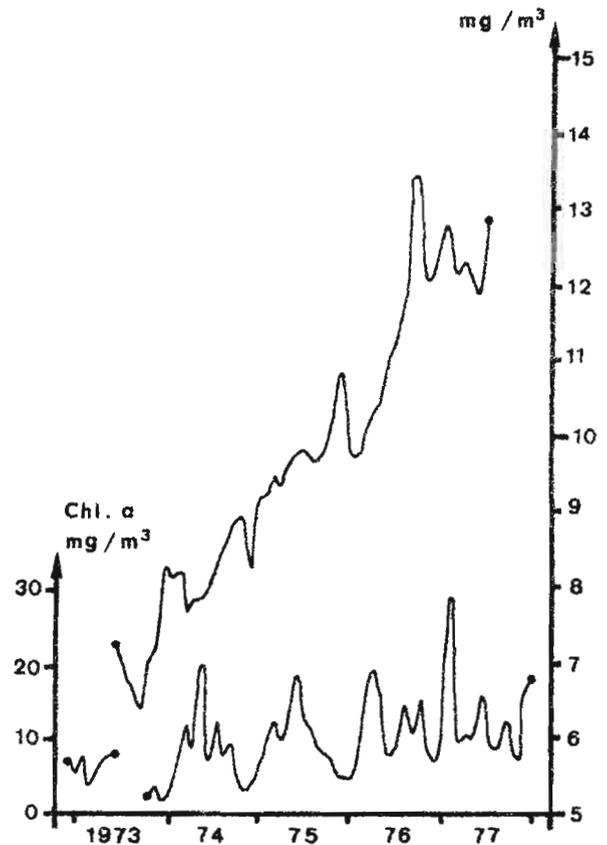


Fig. 4-

Chlorophylle de surface à  
Thiaroye; valeurs observées  
(en bas), et lissées (en haut).