ÉVALUATION ACOUSTIQUE DES RESSOURCES EN POISSONS DU PLATEAU CONTINENTAL OUEST-AFRICAIN DES ILES BISSAGOS (11° N) A LA POINTE STAFFORD (28° N)

Émile MARCHAL et Thierry BOELY

Océanographes O.R.S.T.O.M., Antenne O.R.S.T.O.M., C.O.B., B.P. 337, 29273 Brest-Cedex, France

RÉSUMÉ

Sur le plateau continental ouest-africain, la pêche a été multipliée par dix au cours des quinze dernières années. Il s'avère donc indispensable d'apprécier l'état d'exploitation des stocks. Une contribution importante peut être apportée par l'évaluation acoustique de la biomasse. L'O.R.S.T.O.M., avec le navire océanographique CAPRICORNE a effectué entre 1973 et 1975 plusieurs campagnes de prospection acoustique avec échointégration dont les résultats sont analysés dans cette étude.

L'aire géographique explorée s'étend des îles Bissagos (11° N) à la pointe Stafford (env. 28° N) et a été divisée en six zones principales. Les plus faibles densités de poisson ont été rencontrées dans la zone la plus méridionale, Guinée-Bissao, les plus fortes au nord de la presqu'île du cap Vert, dans les parages du cap Blanc et à l'extrême nord, du cap Bojador à la pointe Stafford. La biomasse totale en poisson de toute la région a été évaluée à 12 millions de tonnes, en extrapolant les résultats obtenus sur les surfaces prospectées à la totalité du plateau continental. La production totale annuelle de cette biomasse, d'après la composition en âge des prises, pourrait être de l'ordre de 4,8 millions de tonnes et le pourcentage d'exploitation en 1974 de 48 %. Ces résultats sont ensuite comparés avec la productivité de la région.

D'après les pêches d'identification et toutes les autres sources d'information disponibles, la répartition de la biomasse entre ses principaux constituants dans la partie la mieux prospectée, c'est à dire du cap Roxo (sud-Sénégal) au cap Barbas (22°20 N), serait la suivante :

Carangidés (chinchards)	*43 %*
Clupeidés (sardinelles, sardines)	*30 %*
Maquereau, « grands pélagiques »	*6 %*
Brachydeuterus, Boops	*7 %*
Divers (surtout démersaux)	*14 %*

Plusieurs recoupements confirment que la méthode est répétitive, même si les intervalles de confiance n'ont pu être déterminés.

ABSTRACT

On the west African continental shelf, fishing has increased ten times during the last fifteen years. It seems then quite essential to appreciate the state of exploitation of the stocks. An important contribution can be given by the acoustical evaluation of the biomass. With the oceanographic ship CAPRICORNE, O.R.S.T.O.M. has undertaken several acoustical surveys with echointegration between 1973 and 1975. The results of these surveys are analysed in this study.

The explorated geographical area stretches from the Bissagos Islands to the Stafford Cape about 28 N°, which has been divided into six main zones. We found the lowest density of fish in the very south zone, Guinea-Bissao, the

highest in the north of the Cap-Vert Peninsula, round about the White Cape and in the very north from the Bojador Cape to the Stafford Cape. The total fish biomass for the whole region was evaluated to 12 million tons, extrapolating the achieved results on the prospected surfaces to the whole continental shelf. The annual total production of this biomass, following the age-composition of the catches, would be evaluated to 4.8 million tons and the exploitation rate in 1974 to 48 %. These results are then compared with the productivity of the region.

According to the fishing for identification and to every other available source of information, the repartition of the biomass between this main composants in the best prospected region, that's to say from Cape Roxo (south of Senegal) to Cape Barbas (22°20 N), would be this:

Carangids (horse-mackerel)	*43 %*
Clupeids (Sardinella, Sardina)	*30 %*
Mackerel, « large pelagic »	*6 %*
Brachydeuterus, Boops	*7 %*
Miscellaneous (especially demersals)	*14 %*

Several cross-checkings confirm that the method can be done over and over again, even if the confidence intervals could never have been determined.

1. INTRODUCTION

Les ressources maritimes vivantes du plateau continental ouest-africain, longtemps négligées, n'étaient l'objet que d'exploitations locales de peu d'envergure. Notamment les zones faisant face à des régions désertiques ou semi-désertiques, et qui par la suite se sont avérées être les plus riches, pouvaient être considérées comme pratiquement vierges à l'exception de l'exploitation de certaines ressources bien particulières telles que les langoustes des côtes mauritaniennes.

Cette situation changea à partir des années soixante où, pour faire face à la demande croissante du marché mondial, des flottiles de pêche industrielle de plus en plus importantes se mirent à fréquenter cette zone. Les premières étaient constituées de chalutiers travaillant avec des filets de fond, puis pélagiques. Enfin arrivèrent les flottes de seineurs avec navires-usines à la fin de cette décennie. Dans l'hémisphère boréal, c'est surtout au nord du 10e parallèle que travaillèrent, et que travaillent encore, ces flottes ; c'est la limite d'extension méridionale du front thermique nord (Berrit, 1961).

Trois valeurs suffiront à montrer la rapidité du développement de l'exploitation dans cette région (sources : documents F.A.O. : Copace 1976).

1958 : 220.000 tonnes
1968 : 1.410.000 tonnes
1974 : 2.321.000 tonnes

Les données de 1958 et 1968 se réfèrent à la zone comprise entre le sud du Maroc et l'embouchure du fleuve Congo, celles de 1974 s'arrêtent à 9° Nord. Par contre les captures déclarées pour 1958 sont certainement sous-estimées. On peut donc dire qu'en quinze ans le volume de la pêche a été multiplié par un facteur de 10. Il est peu de régions au monde où une telle augmentation s'est faite en un si court laps de temps, à l'exception du Pérou.

Beaucoup d'organismes et de pays, tant riverains qu'éloignés, ont pris conscience qu'un tel développement devait nécessairement être contrôlé et ont mis sur pied des programmes de recherche. Mais le grand nombre de nations impliquées à des titres divers dans cette exploitation a eu comme conséquences un éparpillement des données et une approche désordonnée des problèmes posés par une gestion rationnelle. Pour tenter de les résoudre, une collaboration internationale était indispensable. La création du Comité des Pêches pour l'Atlantique Centre Est (Copace), dépendant de la F.A.O., a permis une meilleure centralisation des données. Enfin des programmes de recherches coordonnés ont été élaborés et réalisés dans le cadre de l'entité dénommée CINECA (Cooperative Investigations of the Northern Part of the Eastern Central Atlantic).

On est ainsi arrivé à une bien meilleure connaissance du milieu et de la dynamique des masses d'eau, des phénomènes d'enrichissement, de la production primaire. Parallèlement les statistiques de pêche récoltées devenaient plus sûres et plus complètes, mais étaient cependant loin d'atteindre le niveau nécessité par les études de production des stocks. L'évaluation de la biomasse en poissons peut permettre de calculer la production possible en fonction d'un certain nombre de paramètres connus ou estimés tels que l'âge moyen des poissons dans la pêcherie, la taille à la première capture et la taille maximale.

Depuis quelques années les méthodes de détection

acoustique se sont perfectionnées et permettent une telle évaluation. Les premières mesures de ce genre ont été faites dans cette région par la F.A.O. (JOHANNESSON et LOSSE 1973), puis au cours d'une campagne du navire de recherches norvégien G. O. SARS en 1972 (ØSTVEDT *et al.* 1973). A partir de 1973, une équipe de l'O.R.S.T.O.M. a effectué plusieurs campagnes de prospection acoustique dont l'analyse fait l'objet de cette étude.

2. MOYENS ET MÉTHODES

Toutes les campagnes (Annexe) ont été effectuées avec le navire de recherches océanographiques « CAPRICORNE », de 46 mètres de longueur totale, appartenant au C.N.E.X.O.

L'équipement acoustique comprend :

— un sondeur SIMRAD EK 120 (120 KHZ)

— un sondeur SIMRAD EK 38 (38 KHZ) à partir de juin 1974

— un sonar SIMRAD SB 3

— un échointégrateur SIMRAD QM MK II, avec ses annexes et des appareils de mesure et de contrôle.

Le principe de la méthode est maintenant classique. On en mentionnera les principaux points, ainsi que les particularités propres à cette étude.

2.1. Détermination d'une « constante d'intégration »

Cette grandeur expérimentale dépend à la fois des performances de l'ensemble sondeur-échointégrateur et de la nature des cibles. Elle n'est constante que tant que l'appareillage utilisé est le même, les caractéristiques inchangées, les espèces semblables. Toute modification doit être compensée par une correction de la constante. Deux méthodes de détermination ont été utilisées : par comptage de poissons individuels dans une couche (MIDDTUN et NAKKEN, 1972), par intégration globale de poissons dans une cage en filet (JOHANNESSON et LOSSE, 1973).

2.2. Intégration des réponses acoustiques

Les réponses acoustiques des poissons, après transformation en tensions électriques, sont intégrées dans un intervalle de profondeur et pendant une durée prédéterminés. Au cours de toutes les campagnes, cette durée était ajustée à une distance de deux milles marins et l'intervalle étendu à toute la couche d'eau, de la surface au fond sur le plateau continental. Cependant la position de la base fixée sous la coque du bateau et le blocage de la réception pour les trois premiers mètres contigus font qu'une couche de 7 mètres au minimum à partir de la surface n'est pas prospectée. Par mauvais temps il peut être nécessaire d'étendre considérablement l'épaisseur de cette couche « aveugle » pour supprimer les échos parasites provenant de la réflexion des lobes secondaires sur les bulles d'air. Il n'est pas non plus possible de détecter les poissons très proches du fond. Ainsi une fraction de la biomasse, qui peut parfois être non négligeable, n'est pas prise en compte. On conçoit facilement que cette sous-estimation peut atteindre des proportions rédhibitoires dans les eaux très côtières. En outre le comportement du poisson, différent de jour et de nuit, peut faire qu'il échappe ou non à la détection acoustique. Dans ce cas, la meilleure méthode consiste à parcourir les trajets deux fois, une de nuit et une de jour ; c'est ce que nous avons fait à partir d'octobre 1974.

Un autre problème réside dans la difficulté de distinguer acoustiquement les échos de poissons dispersés de ceux provenant de couches denses de plancton. Quand le cas se présente, seul un examen attentif de l'enregistrement et du signal à l'oscilloscope peut permettre une séparation certes quelque peu subjective mais cependant assez sûre pour un observateur expérimenté (MATHISSEN *et al.*, 1974).

2.3. Tracé du parcours, extension des zones prospectées

Les prospections ont été faites essentiellement sur le plateau continental. Les poissons se trouvant sur le talus n'étaient généralement pas pris en compte, spécialement au-delà de 200 mètres s'il s'agissait de détections proches du fond : il est en effet quasiment impossible de les distinguer du fond lui-même quand celui-ci est très en pente. Les détections de micronecton (« Myctophidès », Euphausiacés, ...) n'ont pas non plus été prises en compte.

Vers la côte la limite de prospection a été très variable d'une région à l'autre, et même d'une campagne à l'autre pour une même région. L'isobathe des 10 mètres peut être considérée comme la limite ultime atteinte, mais la plupart du temps l'isobathe des 20 mètres n'était pas dépassée. Dans toute la zone étudiée au sud du Cap Vert des surfaces importantes ont ainsi dû être négligées. Ceci est un inconvénient certain car ces régions côtières paraissent riches en poisson d'après les résultats des pêcheries. Certaines pourront être prospectées en améliorant la technique utilisée, d'autres non car dangereuses à la navigation : c'est le cas des parages des îles Bissagos en Guinée Bissau et du Banc d'Arguin en Mauritanie pour ne citer que les plus importantes.

Toutes les campagnes se sont déroulées en suivant un schéma à peu près identique : prospection acoustique le long de radiales espacées de dix milles marins et orientées selon les parallèles. Les interra-

diales consistaient en un parcours soit direct, soit en « queue d'aronde » pour recouper le maximum de sondes. Les radiales ont toutes été parcourues de jour et de nuit à partir d'otobre 1974. L'équidistance de 10 milles entre les radiales a été choisie quelque peu arbitrairement, compte tenu de travaux antérieurs et surtout du temps disponible. Une analyse des résultats de la campagne 7408 qui comprenait 42 radiales a montré que si cette équidistance avait été portée à 20 milles ni la valeur de la densité moyenne de la région, ni sa variance n'auraient été significativement modifiées. Ce résultat n'était valable que de nuit, et de toute façon dépend essentiellement de la dispersion des poissons. Il peut cependant être extrapolé sans grand risque d'erreur à toutes les campagnes, puisqu'il s'agissait des mêmes espèces de poisson dans des biotopes semblables.

La région située au nord du cap Barbas jusqu'au cap Bojador a été prospectée différemment. Le temps réduit imparti à cette prospection a conduit à adopter un parcours en zig zag non répétitif correspondant à peu près à une densité d'observations comparable à celle obtenue avec des radiales équidistantes de 20 milles. Au nord du cap Bojador le parcours en zig zag a été plus serré et un passage de retour a été effectué dans la zone côtière.

2.4. **Calcul des biomasses**

Celui-ci peut se faire de différentes manières. Il est cependant basé sur le principe unique du produit de la densité moyenne d'une strate par la surface de cette strate. C'est donc essentiellement le système de stratification qui diffère.

Nous avons considéré chaque radiale comme une strate, subdivisée en sous-strates en fonction de paramètres pouvant influencer la distribution tels que profondeur ou distance de la côte. Les radiales étant espacées de dix milles, on a posé en principe que chacune est représentative de la surface s'étendant cinq milles de part et d'autre. Chaque radiale peut être considérée comme une entité indépendante, ou bien être associée à d'autres radiales au sein d'ensembles régionaux. Une méthode un peu différente a été utilisée au nord du cap Barbas, elle est exposée dans le paragraphe concernant cette région.

2.5. **Partition de la biomasse**

La partition de la biomasse entre ses constituants est certainement un des problèmes les plus délicats, spécialement en milieu tropical où les espèces sont nombreuses avec un comportement très variable.

Un premier problème se pose quant à la distinction entre poissons pélagiques et poissons démersaux, basée généralement sur leur position par rapport au fond. Mais celle-ci varie beaucoup entre le jour et la nuit, si bien que ce critère n'est guère utilisable. De plus des espèces considérées comme exclusivement pélagiques, *Sardinella aurita* par exemple, se maintiennent près du fond pendant une période de l'année. Enfin la biomasse des espèces réellement très proches du fond est sous-estimée par confusion d'une partie de leur réponse acoustique avec celle du fond. Pour ces diverses raisons, il ne nous a pas paru opportun de maintenir une distinction entre biomasse pélagique et biomasse benthique (ou démersale).

Le deuxième problème est celui de l'identification des espèces. Les réponses acoustiques ne peuvent guère fournir que des indications sur la taille des poissons. L'enregistrement graphique des bancs peut également apporter des probabilités de détermination d'espèces dans une région donnée. Il faut donc faire appel à toutes les sources possibles d'information directes ou indirectes pour tenter d'établir cette partition. Le tableau I indique l'origine des données que nous avons pu utiliser. A celles-ci s'ajoutent de multiples indications et renseignements tirés de diverses publications, notamment de celles du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar.

TABLEAU I
Origine des données sur la composition spécifique

Type d'engin	Navire, nationalité	Période	Type de renseignements
Chalut	CAPRICORNE	Simultanée	Échantillonnage des détections
	LAURENT AMARO (Sénégal)	Différée	Composition par trait
	BIELOGORSK (URSS)	Simultanée	Composition par trait
	GUIJIGA (URSS)	Différée	Composition par trait
	G.O. SARS (Norvège)	Décalée de 24 mois	Composition par trait
Seines tournantes	Seineurs (Sénégal, Mauritanie)	Simultanée et continue	Statistiques de pêche par espèce, par secteur, etc.
	ASTRA et NORGLOBAL (Norvège) L'INTERPECHE (Bermudes)	Simultanée et différée	Statistiques de pêche par espèces (ou groupes) dominantes pour l'ensemble de la flottille (navires-usines)
Seines, lignes	Pêche artisanale (Sénégal)	Simultanée	Informations semi-quantitatives sur espèces dominantes

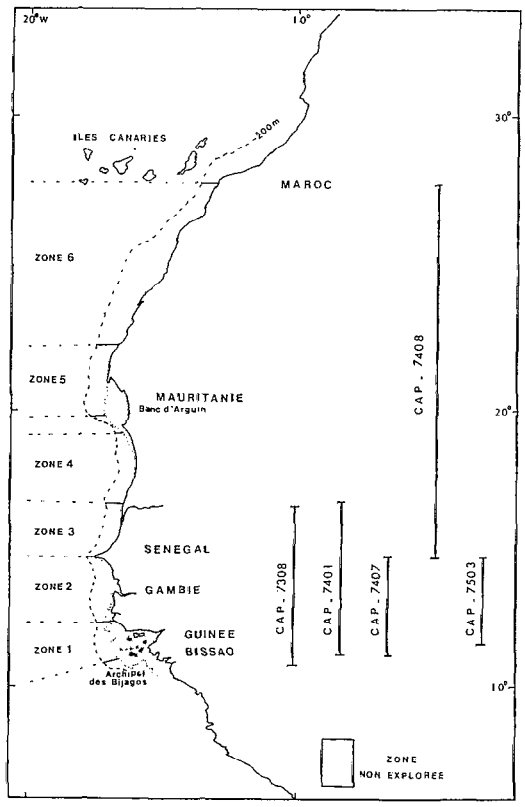

Fig.1. — Extension en latitude des campagnes acoustiques.

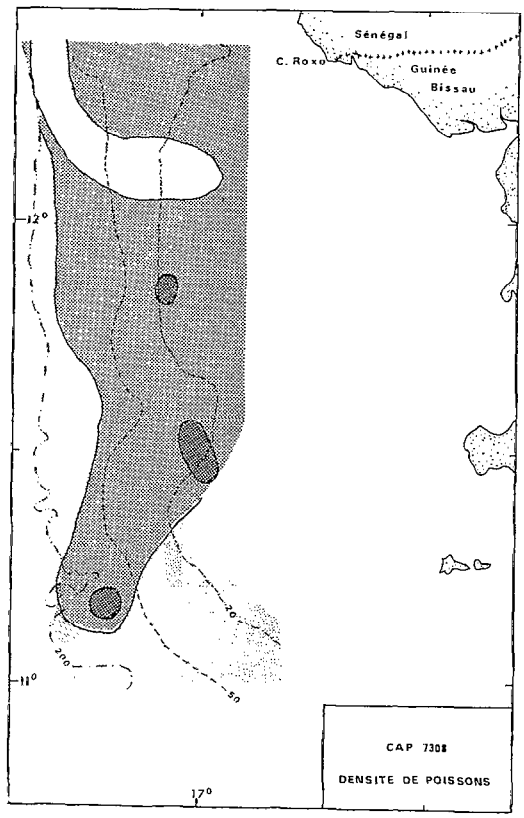

Fig. 2. — Mars 1973.

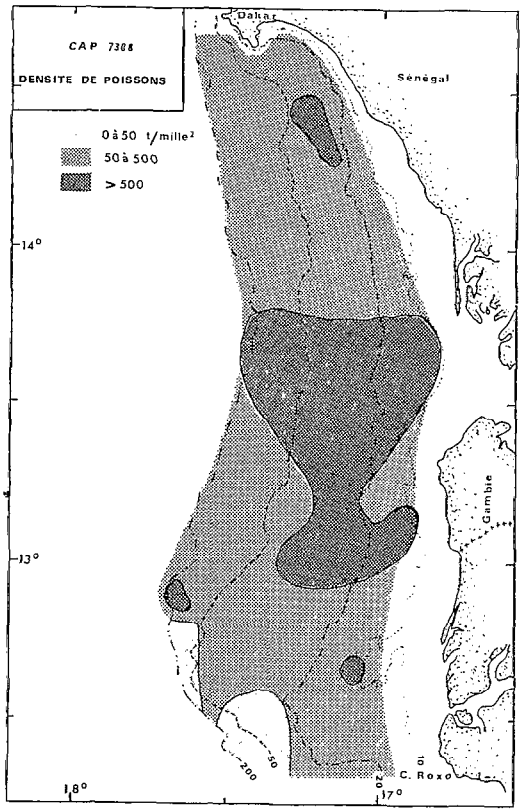

Fig. 3. — Mars 1973.

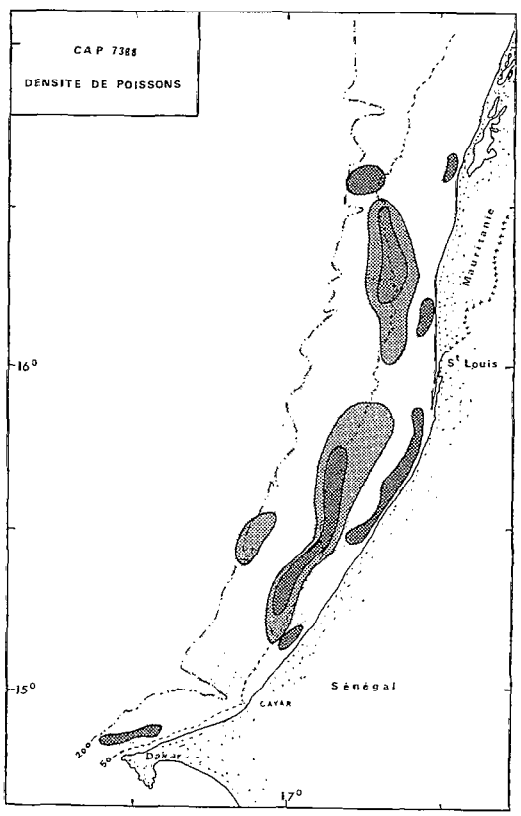

Fig. 4. — Mars 1973.

La répartition de la biomasse entre les principales espèces à l'intérieur de chaque secteur (géographique, bathymétrique) a été faite en fonction de celle observée dans la moyenne de ces données. Cependant certaines pondérations ont été utilisées : quand les trois modes de pêche étaient représentés on a adopté la pondération suivante, pour tenir compte de leur importance relative :

seineurs : 3/6, chalut pélagique : 2/6, de fond : 1/6. En l'absence d'information sur la pêche par les seineurs, la pondération était de 2/3 pour le chalut pélagique, contre 1/3 pour le chalut de fond. Les biomasses côtières n'ont été souvent estimées qu'à partir des pêches des seineurs. Naturellement la répartition n'a pu être faite toujours de façon aussi rigoureuse par manque d'information, et d'autre part la pondération entre engins est évidemment quelque peu arbitraire. Aussi imparfaite qu'elle soit, nous pensons qu'elle présente cependant un intérêt car elle tient compte de toutes les données disponibles.

2.6. **Evaluation au sonar de l'abondance des bancs**

Pendant le parcours de jour, le sonar a été utilisé pour déterminer le nombre de bancs rencontrés. Cette information est intéressante, car elle fournit une appréciation sur la nature des détections et éventuellement sur les possibilités de pêche.

La technique utilisée, très proche de celle de SMITH (1970) en Californie, est la suivante : le sonar était orienté à 90° du cap du navire, avec un site de 0° à —2°. La portée théorique du sonar est de 1 250 mètres. En établissant un histogramme de fréquence des bancs en fonction de la distance de détection, par bandes de 250 mètres de largeur, on a remarqué que les bandes 250 à 500 et 500 à 750 m contenaient le plus grand nombre de bancs, sensiblement égal entre elles. On a donc décidé de ne retenir que les bancs présents entre 250 et 750 mètres, soit dans une bande de 500 mètres de largeur. Tous les bancs sont comptés sur une distance de deux milles, ce qui correspond à environ 0.5 mille carré. Les résultats, regroupés en cinq catégories d'abondance, ont été ensuite reportés sur des cartes le long des parcours.

3. RÉSULTATS

Six grandes zones ont été retenues (fig. 1). Leurs limites ne correspondent pas aux frontières des états riverains et leur appellation ne reflète qu'une localisation géographique :

1. *Zone Bissagos.* 11° N à 12°20 N (cap Roxo)
2. *Sud Sénégal - Gambie.* 12°20 N à 14°45 N (cap Vert)
3. *Nord Sénégal.* 14°45 N à 17°00 N (marais de Toumbos)
4. *Sud Mauritanie.* 17°00 N à 19°10 N (cap Timiris)
5. *Nord Mauritanie.* 19°10 N à 22°25 N (cap Barbas)
6. *Zone saharienne.* 22°25 N à 27°45 N (pointe Stafford).

Dans le texte et les tableaux, sauf indication contraire, on a employé les notations et les unités suivantes :

— DENS : Densités en tonnes par mille carré
— BIOM : Biomasses en milliers de tonnes
— Surfaces en milles carrés.

3.1. **Zone Bissagos**

La zone prospectée s'étend de 11° de latitude nord à 12°20 (cap Roxo) et des accores du plateau continental aux fonds de 20 mètres. Selon la campagne, l'exploration a plus ou moins débordé ce cadre, notamment en direction de la côte. Du point de vue hydroclimatique, cette zone correspond à la limite méridionale du déplacement du front thermique nord, au large des îles Bissagos (BERRIT, 1961). Les situations hydrologiques rencontrées sont représentées sur les figures 8, 13 et 23.

Trois campagnes se sont déroulées en saison froide, une en saison chaude (fig. 2, 5, 9, 24 - tabl. II). Si l'on considère l'ensemble de la zone, on ne note pas de tendances saisonnières bien marquées, la densité moyenne de poisson au mille carré étant de 118 tonnes. La densité de la strate 20 à 50 m est nettement supérieure à celle de la strate plus profonde.

TABLEAU II

Zone Bissagos. Densités et biomasses de poisson

Campagne	7308		7401		7407		7503	
Mois	Mars		Janvier		Octobre		Avril	
	dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.
20-50 m..	92	101	180	204	160	80	312	156
50-200 m.	85	60	32	23	73	52	35	25
Total....	89	161	123	227	110	132	151	181
Surface..	1.800		1.840		1.200		1.200	

Il faut aussi remarquer que l'isobathe de 20 m est très éloignée de la côte et qu'une grande surface, en partie dangereuse à la navigation, reste inexplorée. Il s'ensuit que l'évaluation faite n'est que partielle. En 1973 et 1974 une flotte de seineurs a eu de bons rendements en saison froide dans ce secteur inexploré (BOELY et ØSTVEDT, 1976).

La densité de poisson très élevée trouvée en avril 1975 sur les fonds de 20 à 50 m vers 11°40 N (fig. 24) peut être mise en relation avec les conditions hydrologiques observées pendant cette saison (Anonyme, 1975). En effet, le front thermique particulièrement marqué était situé à ce niveau (fig. 23), entraînant vraisemblablement un enrichissement local. Au cours des autres campagnes, on note à cet endroit des densités importantes aussi bien en saison froide qu'en saison chaude. Il n'y a d'ailleurs que dans cette région d'étendue assez restreinte qu'ont été rencontrés de nombreux bancs.

La biomasse moyenne évaluée, avoisine 175.000 tonnes dans la zone explorée. Cependant la surface de prospection a varié selon les campagnes. Si l'on considère la surface de 1 800 milles qui inclut une partie du plateau de Geba, la biomasse moyenne serait de 210.000 tonnes. Par suite du manque d'informations sur la répartition des espèces, il est difficile de partager cette biomasse en ses composantes. Peu de traits de chalut ont été effectués par le N.O. CAPRICORNE au cours des premières campagnes, aucun pendant les deux dernières par manque d'autorisation de pêche. Les sardiniers dakarois n'exploitent pas cette zone et les flottes de pêche industrielle n'y travaillent saisonnièrement que depuis 1973. Des indications sur la pêche en saison froide fournies par le navire-usine norvégien ASTRA, on déduit que les sardinelles constituent la quasi-totalité des prises dans les fonds inférieurs à 50 mètres, avec prédominance de *Sardinella eba* vers les petits fonds. Plus au sud et plus au large, on rencontre des chinchards jaunes *(Caranx rhonchus)*. On ne dispose d'aucun renseignement pour la saison chaude (CAP 7407), mais on peut penser que les sardinelles plates *(S. eba)*, les Carangidés tels que *Chloroscombrus chrysurus*, les ethmaloses *(Ethmalosa fimbriata)* y représentent une part importante de la biomasse des fonds de 50 m à la côte.

3.2. **Zone Sud-Sénégal et Gambie**

Cette zone s'étend du Cap Roxo à la presqu'île du Cap Vert et, bien que la prospection ait rarement atteint les fonds de 10 mètres, l'ensemble du plateau de 10 à 200 m est pris en considération dans cette évaluation, la surface prospectée étant ramenée à 5.221 milles carrés pour chaque campagne. Du point de vue climatique, cette zone est caractérisée par l'alternance d'une saison froide hivernale et d'une saison chaude estivale qui chacune dure en moyenne cinq mois. La transition d'une saison à l'autre est assez brève, parfois brutale, le front thermique se déplaçant rapidement. Les représentations des isothermes de surface montrent clairement ces diverses situations (fig. 8, 13, 23).

Comme pour la zone précédente, trois campagnes de prospection acoustique se sont déroulées en saison froide, une en saison chaude (fig. 3, 5, 10-11-12-25-26-27). Seules les deux dernières campagnes (7407 et 7503) peuvent vraiment être comparées. En effet, les deux premières (7308 et 7401) ont été effectuées avec un sondeur de fréquence différente (EK 120) dans une région où le plancton, particulièrement abondant, forme des couches importantes et denses. L'expérience acquise montre notamment qu'au cours de la première (CAP 7308) une partie des valeurs nocturnes revenant au plancton a été attribuée au poisson, entraînant ainsi une surestimation très importante de la biomasse en poisson. Ceci a été également le cas pour la campagne suivante, mais dans une moindre mesure. C'est au vu des résultats de ces deux campagnes qu'il a été décidé de dédoubler le parcours lors des campagnes suivantes afin de rendre l'évaluation indépendante du comportement nycthéméral des espèces.

Dans l'ensemble de la zone et pour toutes les campagnes, la densité moyenne s'établit à 155 tonnes par mille carré soit une biomasse moyenne de 800.000 tonnes. Malgré les réserves qui précèdent, on remarque que pour les campagnes de saison froide

TABLEAU III

Zone sud-Sénégal. Campagne 7308, mars 1973.
Densités et biomasses de poisson.

Secteur	Sud-Gambie 12°15-13°25		Nord-Gambie 13°25-14°45		Total 12°15-14°45	
	Dens.	Biom.	Dens.	Biom.	Dens.	Biom.
25 m.....	158	373	540	899	265	1272
25-80 m.....	183		439		294	
> 80 m.....	123	74	268	139	191	213
Total.....	160	447	373	1038	284	1485

TABLEAU IV

Zone sud-Sénégal. Campagne 7401, janvier 1974.
Densités et biomasses de poisson.

Secteurs	Casamance 12°15-13°05 N		Gambie 13°05-14°05 N		Sud-Dakar 14°05-14°45 N		Total 12°15-14°45 N	
	dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.
10-20 m..	148	107	87	54	162	28	125	189
20-80 m..	150	166	195	228	294	223	203	617
> 80 m..	46	6	184	44	85	23	113	73
Total....	142	279	161	326	227	274	168	879

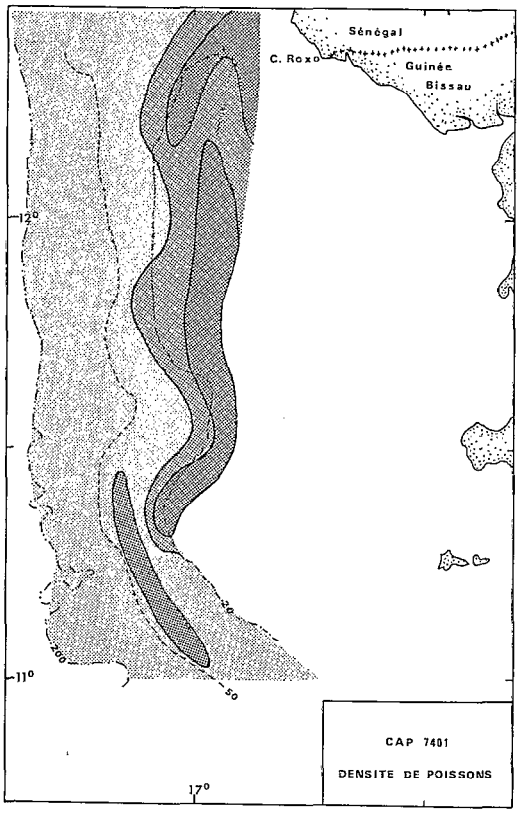

Fig. 5. — Janvier 1974.

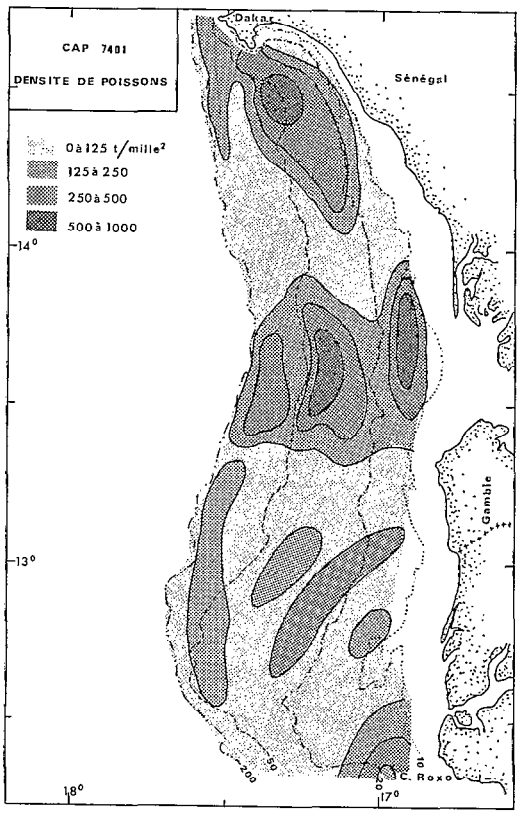

Fig. 6. — Janvier 1974.

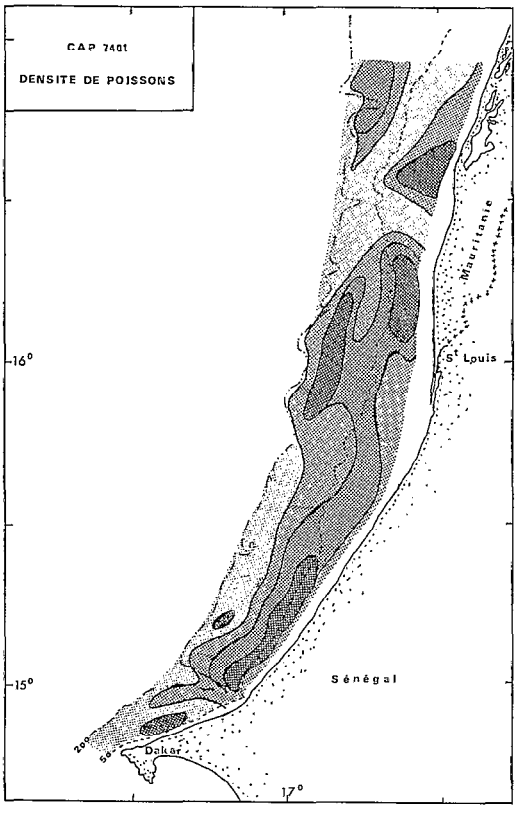

Fig. 7. — Février 1974.

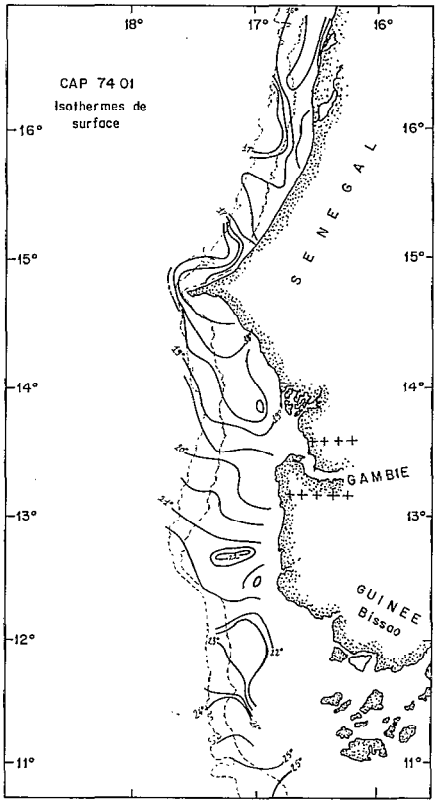

Fig. 8. — Isothermes de surface, janvier-février 1974.

la densité moyenne est nettement plus importante dans les fonds inférieurs à 50 m que vers les accores du plateau continental (tabl. III, IV et VI). Le schéma de répartition du poisson est d'ailleurs très semblable : au sud du cap Vert une concentration axée sur l'isobathe 50 m, au large de la Gambie une autre concentration, bien individualisée lors des campagnes 7308 et 7401 au cours desquelles les conditions hydroclimatiques étaient normales pour la saison ; par contre le fort refroidissement des eaux lors de la campagne 7503 semble avoir repoussé vers le sud une grande partie du poisson jusqu'en face de la Casamance. C'est aussi dans cette région que les bancs détectés au Sonar étaient les plus nombreux (fig. 25).

La répartition du poisson était entièrement différente pendant la campagne 7407 qui s'est déroulée en fin de saison chaude. On ne trouve plus qu'une seule concentration importante qui s'allonge le long de la partie profonde du plateau (fig. 11 et 12) et corrélativement la densité est bien plus élevée dans la strate profonde qu'entre la côte et les fonds de 50 m (tabl. V). On note aussi que les valeurs trouvées de jour atteignent presque le double de celles trouvées

TABLEAU V

Zone Sud-Sénégal. Campagne 7407, octobre 1974.
Densités et biomasses de poisson.

	Secteurs	Sud-Gambie 12°15-13°25		Nord-Gambie 13°25-14°45		Total 12°15-14°45	
		dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.
NUIT	< 20 m.....	68	58	126	68	90	126
	20-50 m.....	57	71	75	73	64	144
	50-200 m....	117	78	210	194	171	272
	Total.....	74	207	137	335	104	542
JOUR	< 20 m.....	5	4	80	43	34	47
	20-50 m.....	49	62	70	68	58	130
	50-200 m....	196	132	375	346	300	478
	Total.....	71	198	188	457	125	655

de nuit dans cette strate, ce qui est un phénomène inverse du cas général où les valeurs nocturnes sont toujours plus élevées. Ceci peut s'expliquer en admettant un déplacement nocturne du poisson vers le large. L'exploration s'arrêtant aux fonds de 200 mètres, une grande partie du poisson qui de jour formait des bancs profonds, donc accessible aux sondeurs, n'aurait pas été détecté de nuit. On constate (fig. 10) que les bancs étaient effectivement nombreux dans cette zone du large, principalement devant la Gambie. Très à la côte, des bancs importants mais localisés ont aussi été détectés.

TABLEAU VI

Zone Sud-Sénégal. Campagne 7503, avril 1975.
Densités et biomasses de poisson.

	Secteurs	Sud-Gambie		Nord-Gambie		Total	
		dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.
NUIT	< 20 m.....	228	194	385	207	289	401
	20-50 m.....	96	121	89	87	93	208
	50-200 m....	91	61	80	73	84	134
	Total.....	135	376	151	367	142	743
JOUR	< 20 m.....	227	193	197	106	216	294
	20-50 m.....	92	117	67	66	82	183
	50-200 m....	51	34	76	70	65	104
	Total.....	123	344	99	242	112	586

La répartition par espèces de la biomasse rencontrée pour chaque campagne (tabl. VII et VIII) a été faite en tenant compte de renseignements en provenance de sources très diverses : pêche artisanale, pêche sardinière dakaroise, pêche étrangère, campagnes scientifiques... Il en ressort que les éléments importants de cette biomasse sont les sardinelles, les chinchards, les pelons et peut-être les pageots. Ces derniers *(Pagellus coupei)* tiennent une place importante qui peut aller jusqu'à 30 % dans la catégorie « divers » du fond. Les pelons *(Brachydeuterus auritus)* forment une biomasse d'environ 100.000 tonnes concentrée au large de la Gambie et de la Casamance et des fonds de 50 m à la côte. En saison froide les sardinelles représentent 40 à 50 % de la biomasse totale, les chinchards 15 %. Pour ces deux groupes d'espèces ces chiffres se trouveront inversés en fin de saison chaude lors de la campagne GAP 7407.

La biomasse de sardinelles a été probablement nettement sous-estimée au cours de cette campagne, l'exploration n'ayant pratiquement pas dépassé les fonds de 20 m. Or à cette saison, les deux espèces de sardinelles se tiennent près de la côte et elles n'ont donc pu rentrer que très partiellement dans l'écho-évaluation, en particulier au large de la Gambie et de la Casamance. Quant aux chinchards *(Trachurus trecae)*, ils se trouvent à cette période dans la bande profonde du plateau vers les accores. Il s'agit de jeunes individus qui étaient particulièrement nombreux cette année-là. Il en est de même des maquereaux *(Scomber japonicus)* que l'on ne rencontre que très rarement en ces lieux. Il semble que pour ces deux espèces il y ait eu une reproduction excep-

TABLEAU VII

Zone Sud-Sénégal — 12°15 à 13°25 N Répartition par espèce des biomasses estimées.

	10-20 m				20-50 m				50-200 m				Total			
	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7407	CAP 7503	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7407	CAP 7503	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7407	CAP 7503	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7407	CAP 7503
Trachurus trecae						19		28	40	53	44	13	40	72	44	41
Caranx rhonchus												1				1
Scomber japonicus										9	28	31		9	28	31
Grands pélagiques					46			6		5		2	46	5		8
Sardinella aurita	16	20		19	9	81	4	6		81		14	25	182	4	39
Sardinella eba	64	78	6	78	34	28	4	10					98	106	10	88
Anchoa guineensis	12					37		1			3		12	37	3	1
Boops boops																
Autres pélagiques		22	6		36	13	18		31				67	35	24	
Brachydeuterus sp	51	27	23	58	46	63	28	68					97	90	51	126
Pageots, sparidés						28								28		
Divers de fonds	16	15	23	39	43	22	18	2	3	8	3		62	45	44	41
Total	159	162	58	194	214	291	72	121	74	156	78	61	447	609	208	376

TABLEAU VIII

Zone Sud-Sénégal 13°25 à 14°45 N. Répartition par espèces des biomasses estimées.

	10-20 m				20-50 m				50-200 m				Total			
	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7407	CAP 7503	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7407	CAP 7503	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7407	CAP 7503	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7407	CAP 7503
Trachurus trecae				4	248	66		42	13	6	89	10	261	72	89	56
Caranx rhonchus		2	3			20	4	18	66	2			66	24	7	18
Scomber japonicus				2		10		23		1	35	1		11	35	26
Grands pélagiques																
Sardinella aurita	157	26	37	85	222	106	33	12	25	14	7	18	404	146	77	115
Sardinella eba	19		10	50	129		3						148		13	50
Anchoa guineensis				48					21		4		21		4	48
Boops boops				2	89	21		25			22		89	21	22	27
Autres pélagiques			3				2		4		13		4		18	
Brachydeuterus sp																
Pageots, sparidés											4				4	
Divers de fonds	19		15	16	16		31	11	10		20	1	45		66	28
Total	195	28	68	207	704	223	73	131	139	23	194	30	1038	274	335	368

tionnelle au cours de la saison froide précédente et ces jeunes, alliés aux *Boops boops*, représentent une biomasse importante évaluée à 380.000 tonnes, soit 80 % du poisson trouvé dans la partie distale du plateau.

La comparaison entre les résultats des campagnes 7407 et 7503 montre qu'on assiste à un déplacement des jeunes pélagiques vers la côte en saison froide et à un remplacement de ceux-ci par des adultes. Ainsi les *Boops*, jeunes maquereaux et jeunes chinchards formeront en avril 1975 la concentration trouvée au sud de Dakar sur les fonds de 50 m. Une autre partie des jeunes chinchards, alliés à de jeunes sardinelles rondes et à des pelons donneront la concentration située au large de la Casamance entre les fonds de 20 et de 50 m. A leur place, le long des accores, on trouve des adultes de grande taille appartenant à plusieurs espèces pélagiques : *Sardinella aurita*, *Trachurus trecae*, *Trachurus trachurus*, *Caranx rhonchus*, *Scomber japonicus*, qui arrivent

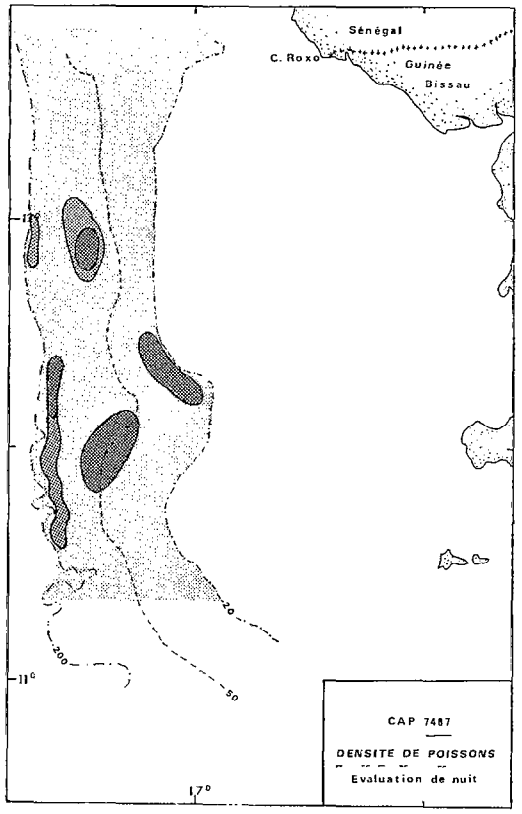

Fig. 9. — Octobre 1974.

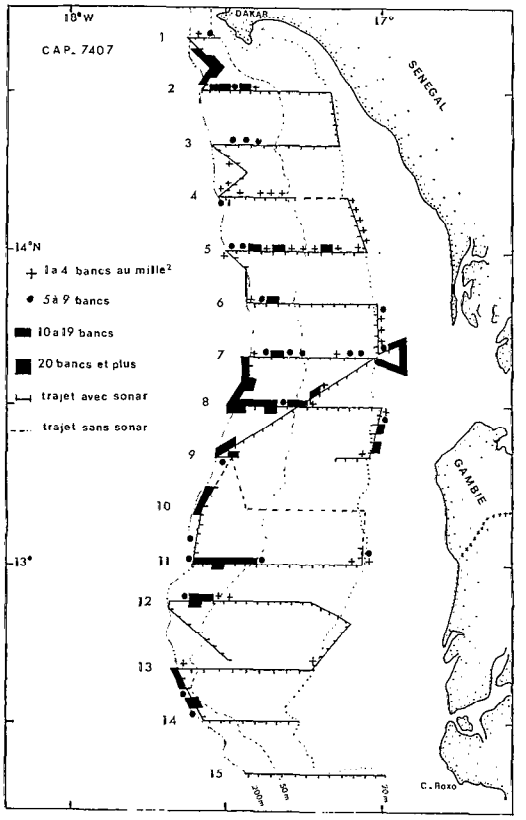

Fig. 10. — Bancs détectés au sonar. Octobre 1974

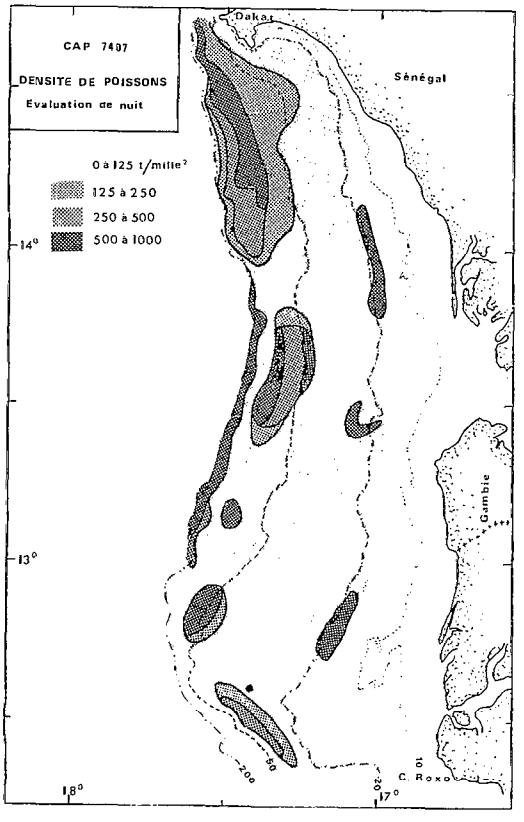

Fig. 11. — Octobre 1974

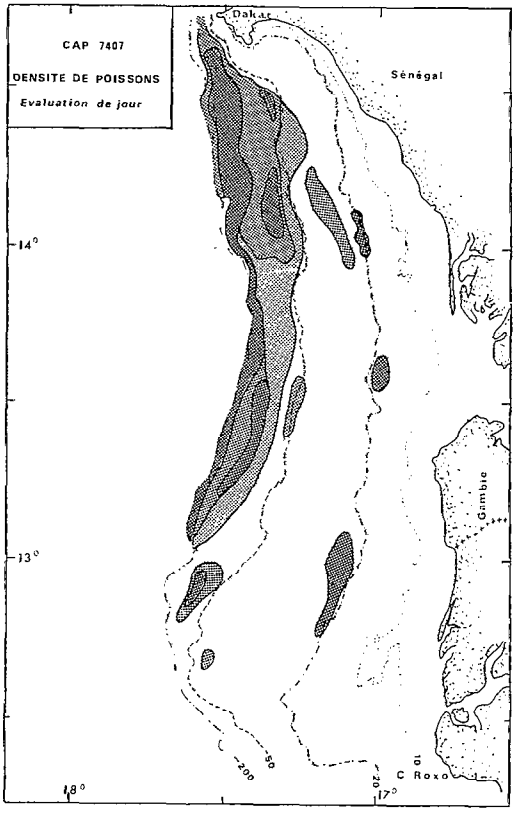

Fig. 12. — Octobre 1974

sur les côtes sénégalaises en saison froide. Cependant, malgré l'apport important des adultes estimés au moins à 50.000 tonnes, la biomasse de chinchards noirs et de maquereaux paraît avoir diminué des deux tiers entre ces deux campagnes.

3.3. Zone Nord-Sénégal

Cette zone s'étend de la presqu'île du cap Vert (14°45' N) aux marais de Toumbos vers le nord (17° N). Le plateau continental y est étroit, se rétrécit progressivement vers le sud et est entaillé par quelques cañons sous-marins dont le plus important est le fossé de Cayar. Jusqu'à 15°30', la côte est accore, si bien que le facteur limitant pour la prospection est surtout constitué par une distance de sécurité de trois à six milles plutôt que par une sonde. Du point de vue hydro-climatique, cette zone est soumise à l'alternance d'une saison chaude et d'une saison froide de durées à peu près égales.

Trois campagnes ont été faites dans cette région, les deux premières en saison froide, la troisième en fin de période de transition. Les cartes des isothermes de surface (fig. 8 et 14) montrent clairement les diverses situations. On remarque notamment en novembre 1974 une masse d'eaux plus chaudes (Rebert et Prive, 1975), qui, enfoncée comme un coin, vers 16°30, séparait en deux les eaux froides recouvrant le plateau continental.

Les réserves émises précédemment au sujet des deux premières campagnes (CAP 7308 et CAP 7401) restent valables. Néanmoins le plancton et les juvéniles de poisson étaient beaucoup moins abondants. La surface totale prospectée a été évaluée à 2.121 mille

Tableau IX

Zone Nord-Sénégal. Densités et biomasses de poisson.

Campagne	7308		7401		7408	
Mois	Mars		Février		Novembre	
	dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.
< 50.....	457	274	577	346	343	206
50-80.....	234	117	300	150	584	292
80-200.....	142	145	219	223	213	219
Total.....	253	536	339	719	338	717

carrés pour les trois campagnes. Dans l'ensemble de la zone, la densité moyenne s'établit à 310 tonnes au mille carré, soit le double de celle trouvée dans la zone Sud-Sénégal (tabl. IX). La biomasse est légèrement supérieure à 700.000 tonnes. Ici aussi densités et biomasses sont plus importantes à la côte en saison froide que dans la partie profonde du plateau continental (fig. 4 et 7). Par contre en novembre 1974 (fig. 16 et 17), c'est la strate 50-80 m qui est la plus riche. Sur les cartes de répartition de densité, on voit que le poisson est distribué en grande partie autour de l'isobathe 50 m depuis le fossé de Cayar jusqu'à 16°30. Dans les trois cas, la zone de plus forte densité se situe entre 15°00 et 15°40, et d'après l'aspect des détections comprendraitt un nombre important de poissons d'assez grande taille ce qui explique le succès de la pêcherie artisanale de Cayar. C'est d'ailleurs dans ce secteur qu'ont été relevées les densités les plus importantes de toute la campagne 7408 (fig. 15). Par contre le nombre de bancs rencontrés dans cette zone au cours de cette campagne (fig 17) n'était pas particulièrement élevé.

La répartition par espèces a été faite comme pour la zone Sud-Sénégal en tenant compte de renseignements de provenance très diverse (tabl. X). Seule la fraction attribuée aux sardinelles repose sur des captures antérieures, sur des observations visuelles et donc surtout sur des hypothèses, car il n'existe pas encore dans ce secteur de pêcherie sardinière sénégalaise industrielle ou artisanale. Les sardinelles, les chinchards *(Trachurus spp)* et les pelons sont toujours les espèces les plus importantes, mais apparaissent en plus des anchois et surtout des poissons classés dans la rubrique « Grands pélagiques ». La biomasse des chinchards et des sardinelles serait sensiblement équivalente, environ 150.000 tonnes. Celle des pelons avoisinerait 100.000 tonnes, et cette espèce manifestement abondante serait surtout concentrée de la côte à 75 m entre 15°30 et 16°30. Les « Grands pélagiques » représenteraient environ 10 % de la biomasse, soit 70.000 tonnes. Sous cette rubrique sont regroupées des espèces de grande taille telles que *Lichia vadigo*, *Euthynnus alleteratus*, *Pomatomus saltatrix*, *Sarda sarda*, *Epinephelus spp.* qu'exploitent les pêcheries artisanales de Saint-Louis et de Cayar. Dans ce groupe sont aussi inclus *Stromateus fiatola* et *Rhizoprionodon acutus*, fréquemment capturés dans cette région au chalut pélagique.

3.4. Zone Sud-Mauritanie

Cette zone s'étend des marais de Toumbos (17° N) jusqu'au cap Timiris (19°10 N) qui est le premier accident géographique après la presqu'île du cap Vert. La prospection s'est déroulée des fonds de 200 m à ceux de 10 m proches de la côte. Le plateau continental, large d'une trentaine de milles, est entaillé de quelques cañons profonds, sièges probables de phénomènes locaux d'enrichissement. Cette zone voit aussi l'alternance de deux saisons, chaude et froide ; cette dernière nettement plus longue dure de novembre à juin. Dès le début de la saison froide, il existe au sud du cap Timiris un « upwelling » dont

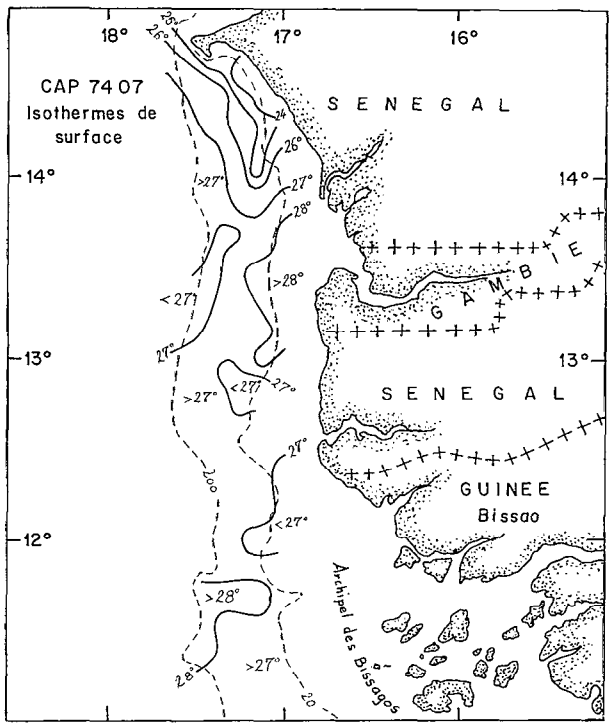

Fig. 13. — Isothermes de surface, octobre 1974

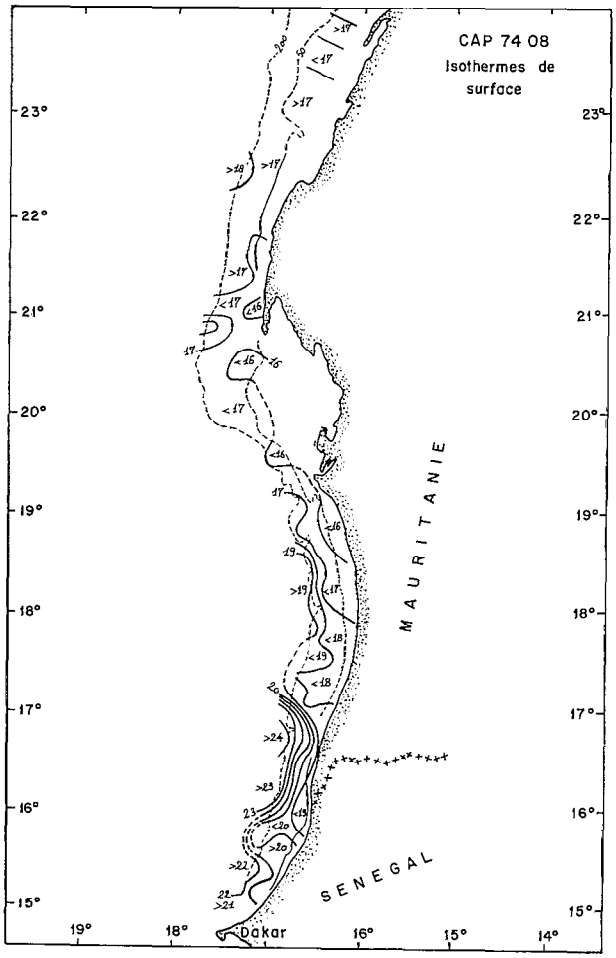

Fig. 14. — Isothermes de surface, novembre 1974

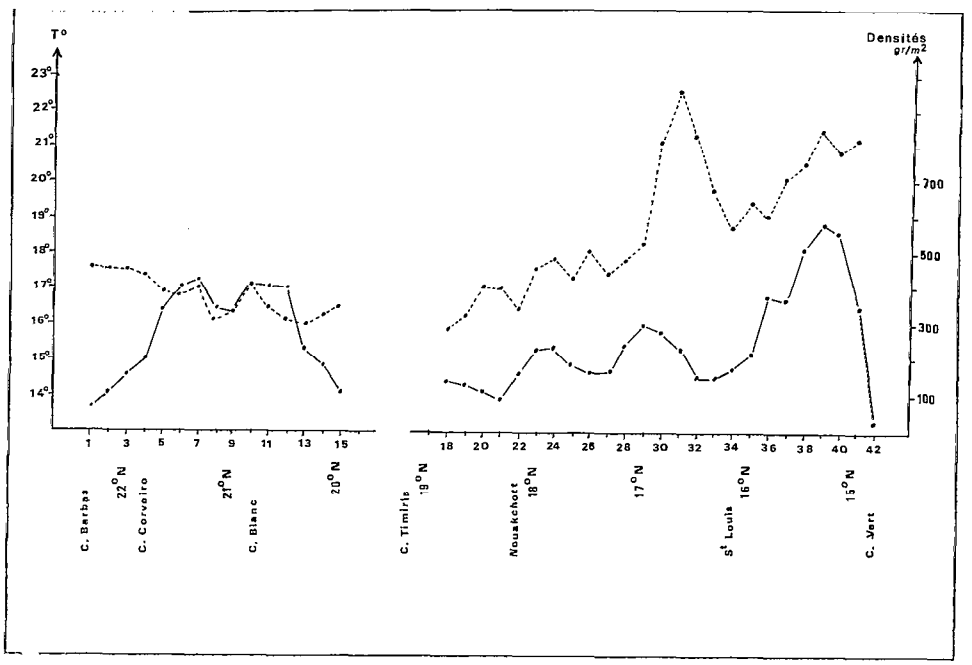

Fig. 15. — Températures moyennes de surface par radiale (- - - -) et densités moyennes de poisson (——).

TABLEAU X

Zone Nord-Sénégal. Répartition par espèce (ou groupe) des biomasses estimées.

	0-50 m			50-80 m			80-200 m			Total		
	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7408	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7408	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7408	CAP 7308	CAP 7401	CAP 7408
Trachurus trecae	5			6	15	26	80	89	112	91	104	138
Trachurus trachurus							38	45		38	45	
Caranx rhonchus	3	12		9	18	14	4	16		16	46	14
Scomber japonicus									11			11
Grands pélagiques	5	43	5	32	30	79	12	18	4	49	91	88
Sardinella aurita	55	69	43	23	30	55	1	45	11	79	144	104
Sardinella eba	82	104	58		8	5				82	112	63
Anchoa guineensis				25	15				65	25	15	65
Brachydeuterus sp	110	100	75	10	15	42				120	115	117
Pageots, sparidés				2		46				2		46
Divers de fonds	14	18	25	10	19	25	10	10	16	24	47	66
Total	274	346	206	117	150	292	145	223	219	536	719	717

les effets d'enrichissement se font sentir jusqu'à Nouakchott au moins.

Trois campagnes ont couvert en partie ou en totalité cette zone. La première (CAP 7311) eut lieu en saison chaude (juillet), et débuta à 17°30 N. Le fonctionnement du sondeur fut très défectueux et les défauts trouvés par la suite à l'ensemble acoustique firent qu'il ne fut pas possible de calculer une abondance absolue. Il apparaît cependant qu'à cette période l'abondance était faible, sauf au sud du cap Timiris où le poisson était un peu plus abondant. Ceci est confirmé par l'étude des prises du navire-usine ASTRA. Une seconde campagne (CAP 7402) en février 1974 n'a effectué qu'une prospection rapide du nord de la zone jusqu'à 18° N, en liaison avec une étude de productivité.

La zone fut entièrement parcourue au cours de la campagne CAP 7408 à la fin de novembre 1974. L'upwelling du cap Timiris était en place avec des températures en surface de 16 °C, celles-ci augmentant régulièrement vers le sud (fig. 14 et 15). La densité moyenne de 168 tonnes au mille carré est la moitié de celle trouvée dans la zone Nord-Sénégal. Biomasses et densités sont réparties très inégalement (fig. 18), la zone au sud de Nouakchott étant deux à trois fois plus riche que la zone au nord (tabl. XI), excepté pour la strate la plus profonde où les densités sont comparables. Par contre les bancs détectés étaient plus nombreux de Nouakchott au cap Timiris (fig. 19).

TABLEAU XI

Zone Sud-Mauritanie. Campagne CAP 7408. Novembre 1974. Densités et biomasses de poisson.

Secteurs	Sud-Nouakchott		Nord-Nouakchott		Total	
	dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.
20-50 m	267	118	121	84	186	202
50-80 m	312	127	108	33	225	160
80-200 m	144	117	136	63	140	180
Total	217	362	124	180	168	542
Surface	1770		1450		3220	

Les chinchards (*Trachurus spp.* et *Caranx rhonchus*) forment le groupe le plus important avec 68 % de la biomasse totale. *Trachurus trecae* est l'espèce dominante, encore que la répartition entre les deux espèces soit peu sûre. L'échantillonnage effectué et les renseignements obtenus à partir d'un navire-usine montrent que l'espèce *Trachurus trachurus* était abondante dans la partie profonde du plateau vers le cap Timiris, où se tenaient les adultes qui pouvaient représenter une biomasse d'environ 30.000 tonnes. De plus petits individus se trouvaient plus près de la côte sur les fonds de 50 m, mélangés à *Trachurus trecae*, dont la partie la plus importante de la biomasse était située au sud de Nouakchott, avec également une zonation par taille très nette. Loin derrière les chinchards, les sardinelles constituent le second groupe important de la zone. D'après les captures des seineurs (L'Interpêche), *S. eba* prédomine largement près de la côte. Cette répartition confirme les renseignements obtenus auprès des flottes polonaises (ELWERTOWSKI et BOELY 1971) et norvégiennes : abondance en novembre et décembre des chinchards, en particulier *Trachurus trachurus* faiblesse des captures de *Sardinella aurita*.

TABLEAU XII

Zone Sud-Mauritanie. Campagne 7408. Novembre 1974. Répartition de la biomasse par espèce.

Secteur	17°N—Nouakchott			Nouakchott-Timiris			Total			Total
Sondes	50	50-80	80	50	50-80	80	50	50-80	80	
Trachurus spp.....	54	106	89	29	27	42	83	133	131	347
C.rhonchus.	—	—	13	—	—	9	—	—	22	22
Sc. colias...	—	—	—	—	—	5	—	—	5	5
S. aurita...	22	—	3	—	—	1	22	—	4	26
S. eba.....	30	—	—	47	—	—	77	—	—	77
Anchois....	—	2	—	—	—	—	—	2	—	2
Divers.....	12	19	12	8	6	6	20	25	18	63
Total.....	118	127	117	84	33	63	202	160	180	542

3.5. Zone Nord-Mauritanie

La zone prospectée au cours de la campagne CAP 7408 en novembre 1974 s'étend de 19°55 N jusqu'au cap Barbas (22°25 N) et des fonds de 200 m à l'isobathe 20 m qui au sud du cap Blanc délimite le flanc ouest du banc d'Arguin où la navigation est impossible (fig. 20). La totalité du banc d'Arguin et la baie du Lévrier, le tout d'une surface approximative de 3200 milles carrés, qui sont une zone à forte productivité (REYSSAC 1974), n'entrent donc pas dans cette évaluation. Il en est de même pour la portion de plateau continental au sud-ouest du banc d'Arguin entre 19°10 et 19°55, très étroite, entaillée de profonds cañons, avec des hauts fonds très accores, qui se prête très mal à une prospection acoustique.

Toute cette zone est sous l'influence du courant des Canaries et, principalement au niveau du cap Blanc, est le siège d'un upwelling quasi-permanent. Cet upwelling était net en cette période (fig. 14 et 15)

TABLEAU XIII

Zone Nord-Mauritanie. CAP 7408. Densités et biomasses de poisson.

Secteurs	Sud-Cap Blanc		Nord-Cap Blanc		Total	
	dens.	biom.	dens.	biom.	dens.	biom.
20-50 m.....	364	416	312	207	345	623
50-80 m.....	351	142	261	367	281	509
> 80 m.....	81	20	93	37	89	57
Total.....	322	578	248	611	279	1.189
Surface.....	1.795		2.465		4.260	

avec des températures inférieures ou voisines de 16 °C à la côte (REBERT et PRIVE 1975). Il s'atténuait vers le large et le nord, avec une limite nette au niveau du cap Corveiro. La répartition des densités par radiale correspond bien à ce schéma (fig. 15). La densité moyenne en poisson de toute la zone est élevée (279 t/mille²). Dans l'ensemble (fig. 20), les densités sont nettement plus fortes à la côte que dans la partie profonde du plateau, ainsi qu'au sud du cap Blanc, principalement dans la bande des 50 à 80 mètres (tabl. XIII). La plus forte densité en bancs a été rencontrée au sud du cap Blanc (Ouest du banc d'Arguin) et dans une moindre mesure dans les parages du cap Barbas (fig. 21).

Ce sont encore les chinchards et les clupéidés qui apparaissent comme les groupes les plus importants dans cette zone (tabl. XIV). Les chinchards dépassent 50 % de la biomasse totale, les clupéidés atteignent 39 %. Dans ce dernier groupe toute la biomasse sardinelle a été attribuée à l'espèce *S. aurila*, bien qu'une certaine fraction revienne probablement à l'autre espèce. Ceci n'apparaît pas dans les résultats de pêche industrielle à notre disposition, mais MAIGRET (1972) donne une proportion de 20 % de *S. eba* parmi les sardinelles dans les fonds inférieurs à 30 mètres à l'extérieur du Banc d'Arguin et de la Baie du Levrier. Les sardines *(Sardina pilchardus)* représenteraient 10 % des clupéidés dans cette région. La pêche de cette espèce a débuté en 1971 et va en s'intensifiant (COPACE 1976).

TABLEAU XIV

Zone Nord-Mauritanie. CAP 7408. Répartition de la biomasse par espèces.

Espèces	20-50 m	50-80 m	80-200 m	Total
Trachurus trecae.....	66	94	36	196
Trachurus trachurus.....	69	233	2	304
Caranx rhonchus.....	53	65	—	118
Grands pélagiques.....	—	5	—	5
Sardinella aurita.....	343	50	9	402
Sardina pilchardus.....	30	5	2	37
Anchois.....	13	—	—	13
Divers.....	49	57	8	114
Total.....	623	509	57	1.189

3.6. Zone « Saharienne »

3.6.1. DU CAP BARBAS AU CAP BOJADOR

Ce secteur a été parcouru en 48 heures selon un trajet en zig-zag. Chaque période de jour et de nuit correspond à environ un degré de latitude. Des différences très importantes ayant été relevées entre les valeurs détectées de nuit et de jour, ces

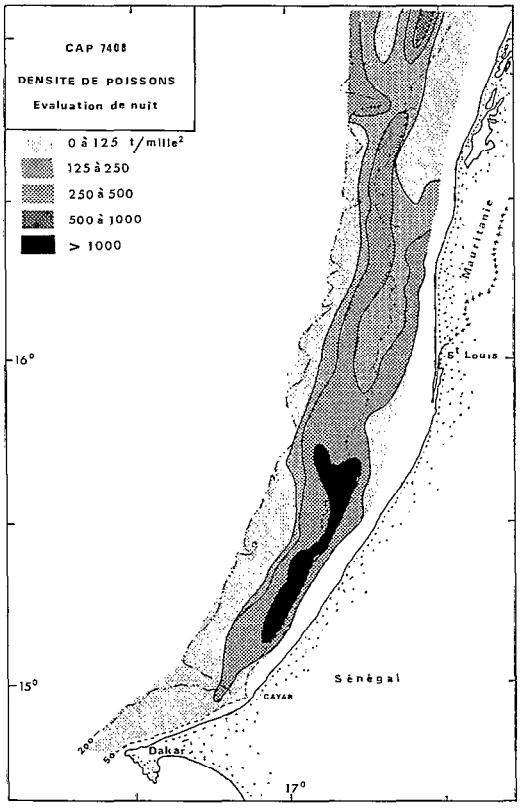

Fig. 16. — Novembre 1974.

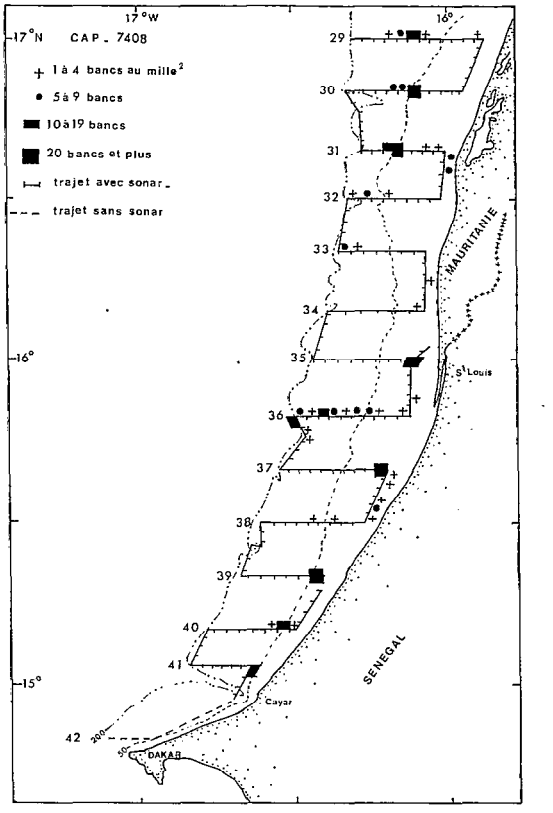

Fig. 17. — Bancs détectés au sonar. Novembre 1974.

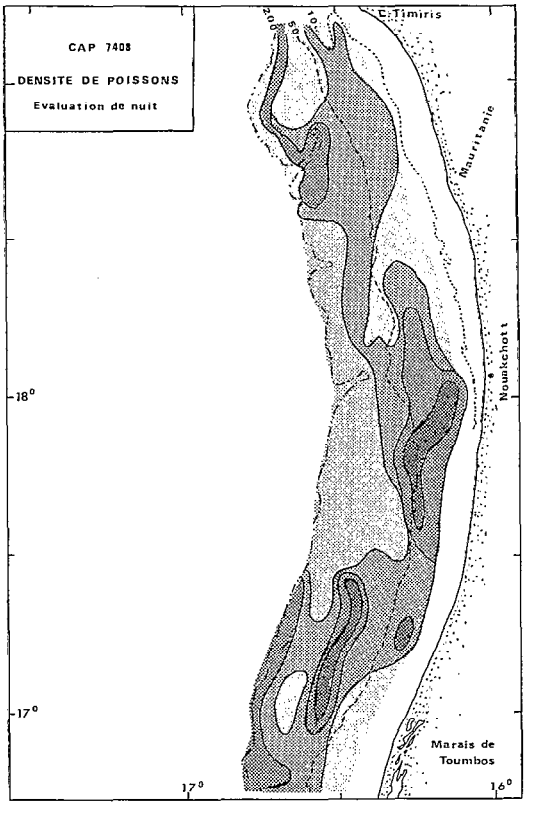

Fig. 18. — Novembre 1974.

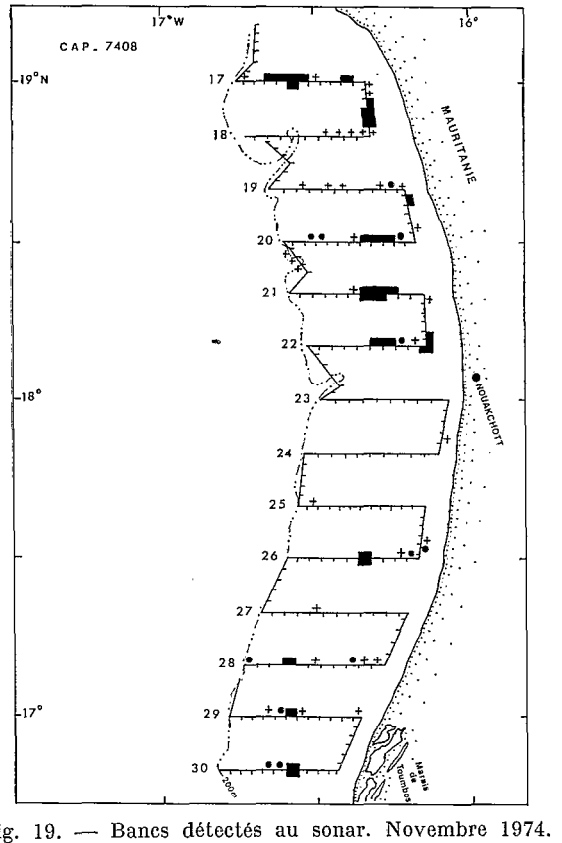

Fig. 19. — Bancs détectés au sonar. Novembre 1974.

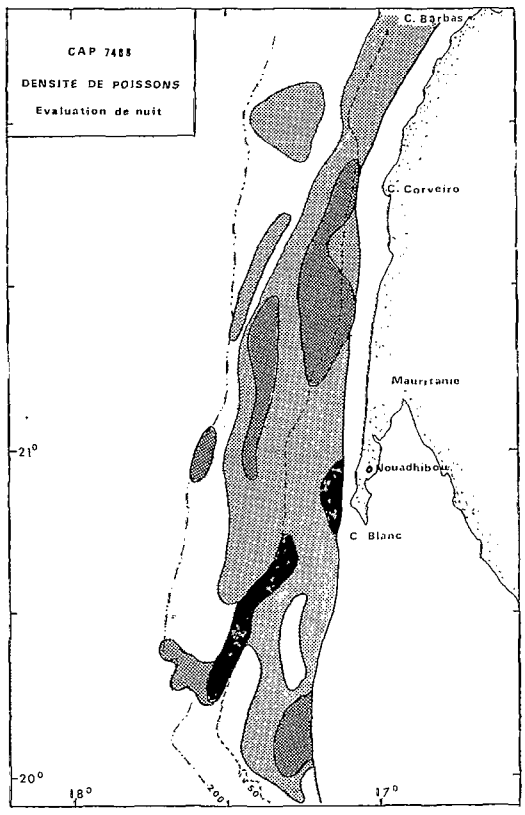

Fig. 20. — Novembre 1974.

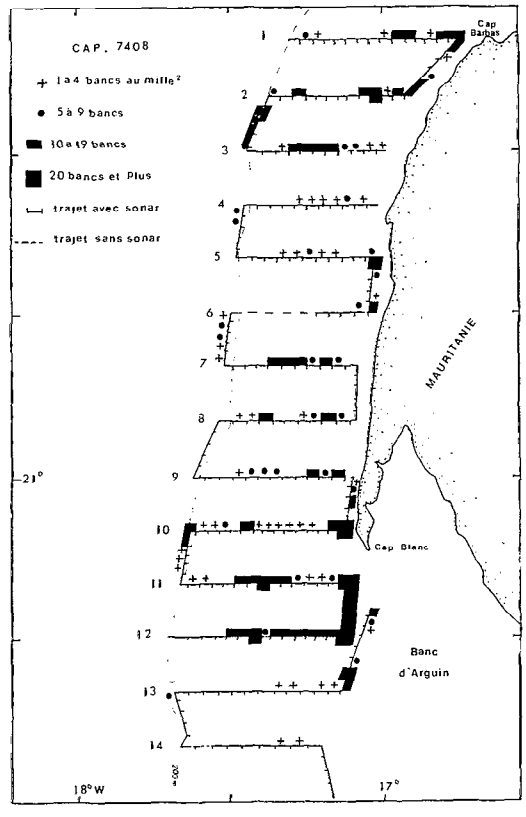

Fig. 21. — Bancs détectés au sonar. Novembre 1974.

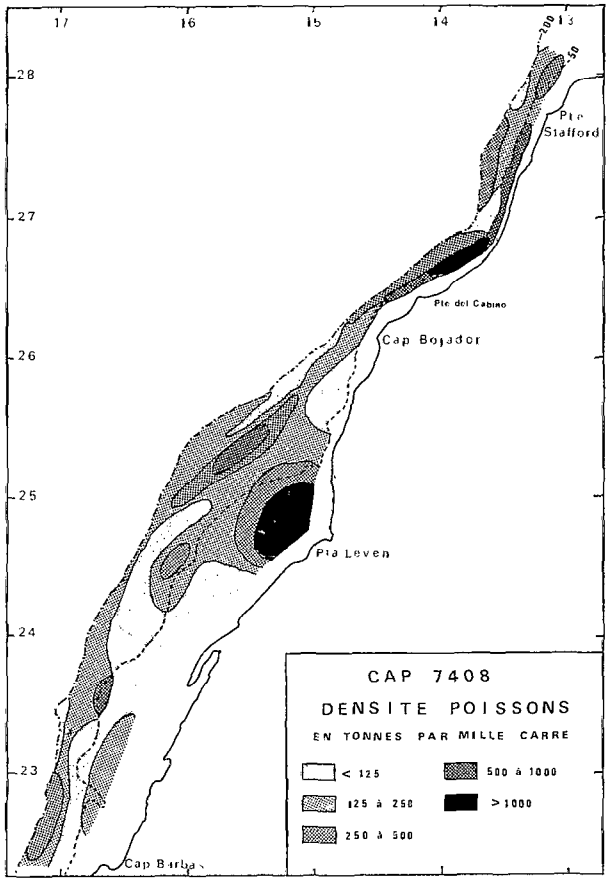

Fig. 22. — Novembre 1974.

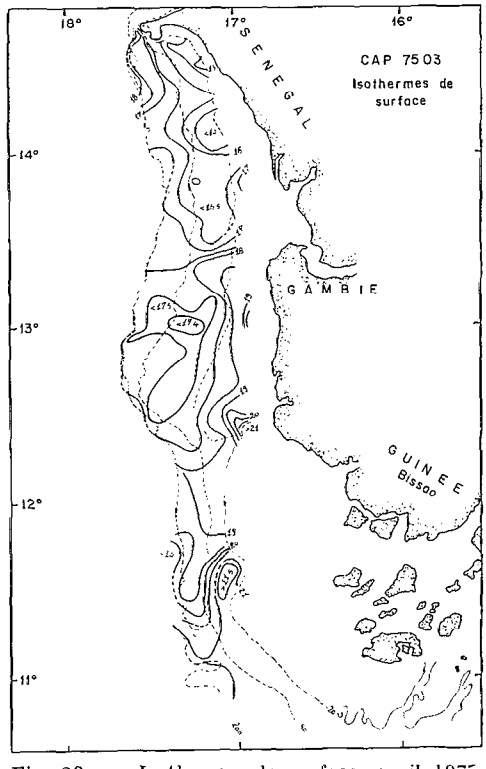

Fig. 23. — Isothermes de surface, avril 1975.

dernières ont été corrigées par le rapport global nuit/jour, sensiblement égal à 2. La densité moyenne de chaque secteur a ensuite été calculée par la moyenne arithmétique de toutes les valeurs du secteur. La biomasse a été évaluée pour la surface considérée comme prospectée (entre les isobathes atteintes), puis pour la surface totale du plateau continental entre la côte et les fonds de 200 mètres (tabl. XV). A la suite d'une panne de treuil, aucun échantillonnage n'a pu être effectué dans cette région. En l'absence d'autres informations, aucune partition de la biomasse en ses constituants n'a été tentée.

Du point de vue hydrologique, cette zone était caractérisée par une grande uniformité thermique, les températures de surface variant légèrement autour de 17 °C.

La densité moyenne de toute cette zone, égale à 151 tonnes au mille carré, est très proche de celle du secteur cap Barbas - cap Corveiro (153 tonnes au mille carré). Une remarque importante doit être faite à propos du secteur 3. En effet, des réponses acoustiques très fortes y ont été enregistrées des fonds de 30 mètres à 45 mètres (fig. 22). Elles correspondaient à une couche très dense et épaisse. Si cette couche était constituée de poissons, il y aurait là une concentration de deux millions de tonnes environ avec une densité moyenne de 3 000 tonnes au mille carré sur une surface de 700 milles carrés. La carte des ressources du plateau saharien publiée par GARCIA CABRERA (1975) indique en cette région précise une forte densité de céphalopodes et de Sparidés. Cet auteur écrit *(ibid.)* en parlant de Punta Leven qu'en ce lieu réputé et appelé « Playa de pagre » on rencontre toute sorte de poissons et l'origine des populations de poulpes. Il s'agit donc bien là de « ressources » importantes, mais qui ne peuvent être chiffrées car nous ne connaissons pas la réponse acoustique des céphalopodes, celle des seiches étant vraisemblablement très forte. Aussi nous n'avons pas tenu compte de cette densité dans le calcul de la densité moyenne du secteur. Ce faisant nous avons vraisemblablement sous-estimé sa biomasse.

3.6.2. Du cap Bojador a la pointe Stafford

Cette région au plateau continental plus étroit a pu être prospectée d'une façon plus approfondie. A l'aller, un parcours en dents de scie assez serrées a permis d'estimer la biomasse des fonds de 50 mètres à 200 mètres (tabl. XVI). Bien qu'il y ait une différence de densité assez importante entre la nuit et le jour, aucune correction n'a été apportée aux valeurs observées car il n'est pas possible de savoir si celle-ci n'est pas due à de réelles variations de l'abondance. Cette zone en effet est à rapprocher par son peuplement de la région marocaine où le rapport nuit-jour est proche de 1 (JOHANNESSON, comm. person.). Au retour un parcours direct a été effectué sur les fonds de 30 à 50 mètres au maximum, presque totalement de jour. Toutes les détections enregistrées correspondaient à des bancs de poissons pélagiques, en majorité sinon en totalité de sardine.

Du point de vue hydrologique, on a rencontré de la pointe El Cabino au cap Bojador une masse d'eaux nettement plus chaudes (supérieure à 19°). Ce n'est qu'au nord de cette zone qu'une grande densité de bancs a été rencontrée : tout se passe comme si cette eau chaude formait une barrière à l'extension des bancs de sardine.

Une densité moyenne de 1 208 tonnes au mille carré a été rencontrée de la pointe Stafford à El Cabino. L'extension des concentrations n'a pas été déterminée, si bien que l'on ne peut calculer rigoureusement leur importance. Cependant deux méthodes différentes permettent d'estimer leur biomasse :

a — Le trajet correspondant à cette densité a une longueur de 82 milles. Les sardines sont réputées se trouver près de la côte dans une bande relativement étroite (JOHANNESSON *et al.*, 1975) et, d'après les dimensions du plateau continental, il est raisonnable de supposer que cette densité peut être appliquée à une bande de cinq milles environ de largeur. La biomasse rencontrée serait alors de :

$$1\,208 \times 82 \times 5 = 495\,000 \text{ tonnes.}$$

b — Sur un parcours fait la veille, de jour et sur les mêmes sondes, du cap Drâ à Puerto Cansado (Maroc), on avait obtenu une densité moyenne de 1 605 tonnes au mille carré. De son côté, le navire marocain « El Idrissi » a effectué en même temps une campagne d'évaluation acoustique obtenant une biomasse de 543 000 tonnes de sardines du cap Drâ à la pointe Stafford (JOHANNESSON *et al.*, 1975). Les surfaces propices aux concentrations de sardine dans ce secteur et de la pointe Stafford au cap Bojador sont équivalentes. On peut donc estimer que les biomasses sont dans le même rapport que les densités :

$$\frac{\text{Biomasse Sud}}{\text{Biomasse Nord}} = \frac{\text{Densité Sud}}{\text{Densité Nord}} = \frac{1\,208}{1\,605} = 0{,}75$$

$$\text{Biomasse Sud} = 543\,000 \times 0{,}75 = 407\,000 \text{ tonnes.}$$

Naturellement ces deux méthodes sont assez approximatives, elles concordent cependant assez bien. L'évaluation la plus probable de la biomasse de sardine (région côtière) est de l'ordre de 4 à 500 000 tonnes. L'évaluation faite au cours du trajet aller recouvre en partie ce stock, aussi on ne peut additionner directement les valeurs trouvées. Il est raisonnable d'estimer à 150.000 tonnes environ le « recouvrement » des prospections. Finalement la biomasse pourrait se répartir en :

TABLEAU XV

Cap Barbas. Cap Bojador, novembre 1974. Densités et biomasses de poisson.

Secteur	Extension latitude	J/N	Densité	Surface prospectée	Surface totale	Biomasse prospectée	Biomasse totale
1	22°25-23°20 N	N	133	2.224	3.483	296	463
2	23°20-24°20 N	J	76	2.151	3.238	164	246
3	24°20-25°10 N	N	177	2.972	3.349	526	593
4	25°10-26°10 N	J	218	1.868	2.232	408	486
Total	22°25-26°10 N		151	9.215	12.302	1.394	1.788

TABLEAU XVI

Cap Bojador. Pointe Stafford, novembre 1974. Densité et biomasses de poisson.

Secteur	Extension latitude	J/N	Densité	Surface prospectée	Surface totale	Biomasse prospectée	Biomasse totale
Sud	26°10-27°00 N	N	380	726	1.333	276	507
Nord	27°00-27°40 N	J	232	309	594	72	138
Total	26°10-27°40 N		336	1.035	1.927	348	645

Région côtière (0-50 m) : 450.000 tonnes
Région large (50 à 200) : 200.000 tonnes
Total 650.000 tonnes

4. DISCUSSION

Dans « The fish resources of the Ocean », GULLAND (1970) divise le plateau continental de la région qui nous intéresse en deux parties dont il donne les superficies jusqu'aux fonds de 200 m. On a estimé par extrapolation les biomasses totales de ces deux zones à partir des densités moyennes observées. On a ajouté la zone 26° N à 28° N pour compléter l'évaluation jusqu'à la Pointe Stafford (tabl. XVII).

La biomasse en poissons du cap Verga à la pointe Stafford serait donc de l'ordre de 12 millions de tonnes. D'après les statistiques de pêche publiées par la F.A.O., la pêche totale dans toute cette région était environ de 2.1 millions de tonnes en 1973 et 2.3 millions de tonnes en 1974, ces valeurs indiquant apparemment une certaine stabilisation des prises après une période de fort accroissement.

Cependant, pour apprécier l'impact de la pêche sur cette biomasse, il faut connaître sa production. En régime d'exploitation stable, celle-ci est égale au poids des poissons morts de toute cause au cours d'une année. Si le poids moyen des poissons morts est égal au poids moyen des poissons constituant le stock, on peut écrire (ALLEN, 1971) :

$$\frac{P}{B} = Z$$

où P est la production annuelle, B la biomasse moyenne et Z le coefficient de mortalité totale. En fait cette égalité n'est vraie que si le taux de mortalité ne varie pas au cours de la vie, ce qui n'est évidemment pas le cas d'une population exploitée. Il faut aussi admettre que ce taux est le même pour toutes les espèces et que la biomasse moyenne ne diffère pas sensiblement de la biomasse estimée. Cette dernière condition peut être considérée comme relativement satisfaite. En effet, comme l'on s'intéresse à une très vaste région, les déplacements éventuels de stocks restent pour la plupart à l'intérieur des zones prospectées. Les évaluations faites à différentes périodes dans certaines zones montrent d'ailleurs dans l'ensemble une assez remarquable constance.

TABLEAU XVII

Densités et biomasses estimées pour l'ensemble du plateau continental de 10° N à 28° N (0-200 m).

Zone	Extension	Densité	Surface	Biomasse
1.....	10° N-20° N	184	33.000	6.072
2.....	20° N-26° N	269	19.000	5.111
3.....	26° N-28° N	336	2.000	672
Total...	10° N-28° N	220	54.000	11.855

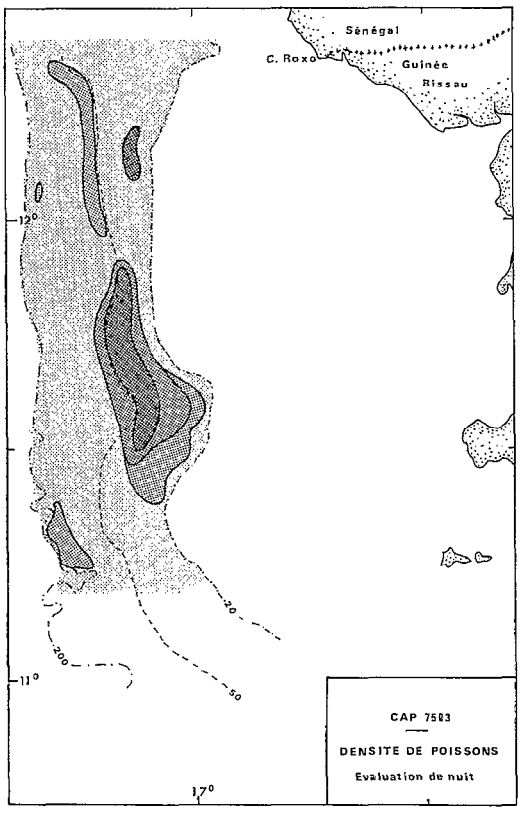

Fig. 24. — Avril 1975.

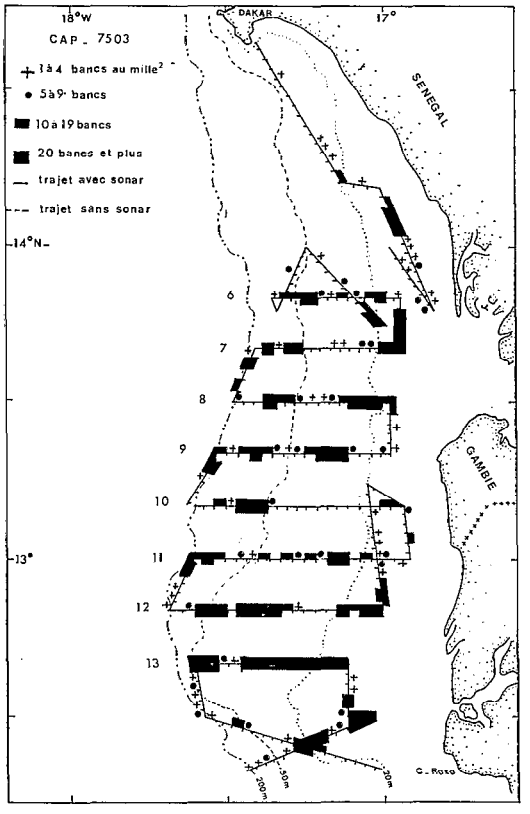

Fig. 25. — Bancs détectés au sonar. Avril 1975.

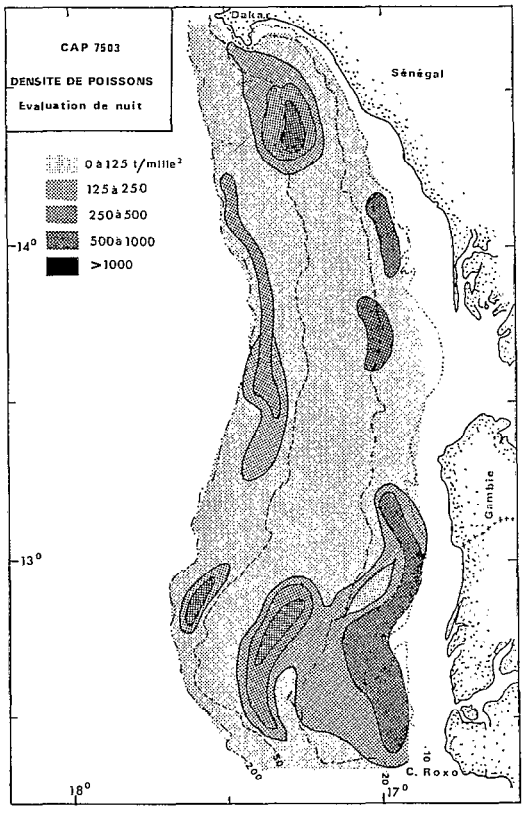

Fig. 26. — Avril 1975.

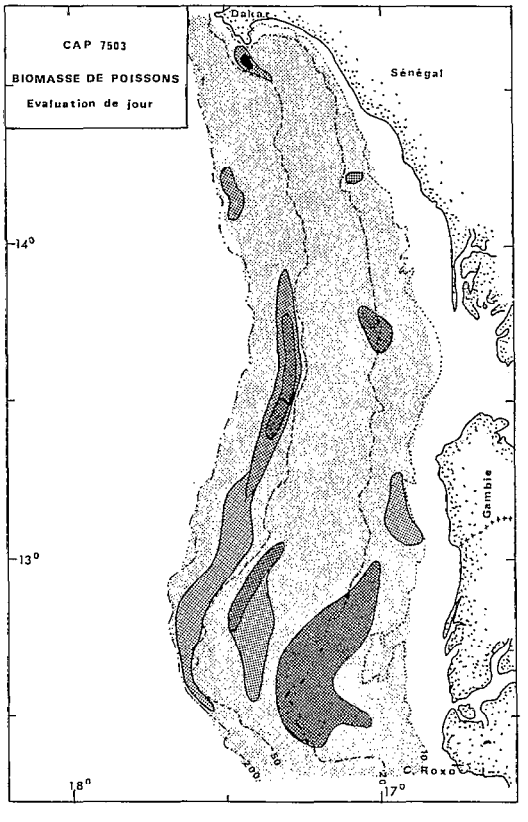

Fig. 27. — Avril 1975.

Aucune évaluation du coefficient Z n'a été proposée à notre connaissance pour les poissons pélagiques de cette région. On dispose cependant d'un certain nombre de travaux portant sur la répartition en âge des captures de quelques espèces. Des données de WEISS (1975) sur le maquereau *(Scomber japonicus)*, de WENGRZYN (1975) et d'OVERKO (1974) sur les *Trachurus trachurus*, on peut déduire que l'âge moyen serait de deux ans et demi environ. Bien que l'on manque de données sur la détermination de l'âge des sardinelles, on peut considérer cette hypothèse comme pouvant être étendue aux espèces du genre *Sardinella*. Le taux de mortalité totale « Z » peut être considéré, en première approximation, comme l'inverse de l'âge moyen (ALLEN, 1971). Une évaluation globale de Z sera donc :

$$Z = \frac{1}{A} = \frac{1}{2,5} = 0,4$$

et la production totale P aurait été en 1974 de :

$$P = B \times Z = 12.10^6 \times 0,4 = 4,8.\ 10^6 \text{ tonnes.}$$

Comme la prise totale a été de $2,3.10^6$ tonnes, le pourcentage d'exploitation aurait été de :

$$E = \frac{F}{Z} = \frac{C}{P} = \frac{2,3.10^6}{4,8.10^6} = 0,48 \text{ ou } 48\ \%.$$

L'évaluation de cette production en poissons ne paraît pas en désaccord avec celle de la production primaire annuelle de cette région qui, d'après SCHEMAINDA (1975), atteindrait $40,8.10^6$ tonnes de carbone. Par ailleurs le taux d'exploitation, proche de 50 %, indiquerait un niveau voisin de son maximum. On ne doit cependant pas oublier que l'évaluation du taux de mortalité d'après l'âge moyen est très imprécise et que ce taux paraît assez bas. On peut le considérer comme une évaluation minimale, la conséquence étant que le taux d'exploitation n'atteint pas 50 % et est probablement inférieur : un taux de mortalité de 0,6 indiquerait un taux d'exploitation de 30 % seulement. Mais on ne doit pas perdre de vue non plus que ces évaluations sont faites pour l'ensemble d'une biomasse qui est en fait fractionnée en populations dont l'exploitation est loin d'être uniforme.

En conclusion on peut se demander quelle part de certitude ou d'incertitude on peut affecter à ces résultats, ou en termes mathématiques quelles sont leurs limites de confiance. Elles ne sont pas indiquées ici car la distribution très irrégulière des valeurs de densité autour de leur moyenne rend nécessaire une étude spéciale de variance qui n'a pas encore été faite. Cependant certains résultats sont encourageants : THORNE *et al.* (1975) ont estimé acoustiquement les biomasses de la région 21°00 N à 22°20 N au cours des campagnes JOINT I en 1974. La valeur moyenne de densité observée sur le plateau continental a été trouvée égale à 86 g/m^2. Dans la même région, nous avons trouvé une densité moyenne de 81 g/m^2. Cette concordance, vérifiée également lors des campagnes sur les côtes sénégalaises, tend à prouver que les limites de confiance doivent finalement être assez étroites.

Manuscrit reçu au Service des Publications le 30 mars 1977.

BIBLIOGRAPHIE

Campagne CAPRICORNE 7401 *bis*. Résultats d'observations. Bathythermogrammes, 1974, *Arch. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*. O.R.S.T.O.M. (1) 42 p.

Compte rendu de la mission CAP 7308, O.R.S.T.O.M., *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*. 6 p. *multigr.*

Compte rendu de la mission du N/O CAPRICORNE CAP 7503 : 17 avril 1975-04 mai 1975, 1975, O.R.S.T.O.M., *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*. 4 p. *multigr.*

Report on a cruise by the R/V « G.O. SARS » to West Africa. 23 October-15 December 1972, 1973, *I.C.E.S., Pelagic Fish* (Southern) *Committee*, 1973/J : 23, 10 p.

ALLEN (K. R.), 1971. — Relation between production and biomass. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 28 : 1573-1581.

BERRIT (G. R.), 1952. — Esquisse des conditions hydrologiques du plateau continental du cap Vert à la Gambie. *Bull. I.F.A.N.*, XIV A. (3) : 735-761.

BERRITT (G. R.), 1962. — Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. 2e partie. *Cah. Océanogr.* Paris, 14 (9) : pp. 633-643.

BOELY (T.), CHABANNE (J.), 1975. — Les poissons pélagiques côtiers du Sénégal. La pêche sardinière à Dakar. État actuel et perspectives. *Bull. I.F.A.N. A.* 37 (4) : 859-886.

BOELY (T.), DOMANIEWSKI (L.), 1974. — Campagne conjointe du Guijiga et du LAURENT AMARO. 23 au 30 août 1974. 2e partie : pêche et biologie. O.R.S.T.O.M., *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*. Arch. 11, 48 p.

BOELY (T.), FREON (P.), 1976. — Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal. Recueil des statistiques de la pêche des sardiniers dakarois en 1974. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*. Arch. 29, 40 p.

BOELY (T.), ØSTVEDT (O.), 1976. — Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal. Observations faites à bord du

navire-usine ASTRA de la Mauritanie aux Iles Bissagos. (Sous presse. *Bull. I.F.A.N.*).

BOELY (T.), OVERKO (S.), BOUKATINE (B.), 1975. — Campagne de prospection pélagique du « BIELOGORSK ». *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye.* Arch. 19, 56 p.

CHABANNE (J.), ELWERTOWSKI (J.), 1973. — Cartes des rendements de la pêche des poissons pélagiques sur le plateau continental nord-ouest africain de 11°N à 26°N. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye.* D.S.P. 49, 96 p.

CUSHING (D. H.), 1975. — Marine ecology and fisheries. *Cambridge University Press,* 278 p.

ELWERTOWSKI (J.), GONZALEZ ALBERDI (P.), CHABANNE (J.), BOELY (T.), 1972. — Première estimation des ressources pélagiques du plateau continental nord-ouest africain (zone de transition nord de l'Atlantique centre-est). O.R.S.T.O.M., *Centre Rech. Océanogr. Dark-Tahiaroye.* D.S.P. 42, 34 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.

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. 32, 36 p.

GARCIA CABRERA (C.), 1975. — Informe sobre la situación de las pesquería en el banco sahariano. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.,* 186, 39 p.

GULLAND (J. A.), 1970. — The fish resources of the ocean. *F.A.O., Fish. Tech. Paper.* (97), 425 p.

JOHANNESSON (K. A.), LOSSE (G. F.), 1973. — Some results of observed abundance estimations obtained in several U.N.D.P./F.A.O. Resource Survey Projects. F.A.O. *Symposium on acoustic methods in fisheries research.* Contribution, 3, 77 p.

JOHANNESSON (K.), VILLEGAS (L.), LAMBŒUF (M.), 1975. Estimation acoustique quantitative de l'importance et de la distribution des ressources sardinières de la côte atlantique du Maroc. *Office National Pêches.* Royaume Maroc. *Trav. Doc.* n° 11, 15 p.

MAIGRET (J.), 1972. — Campagne expérimentale de pêche des sardinelles et autres espèces pélagiques. Juillet 1970-octobre 1971. T. 1. Observations concernant l'océanographie et la biologie des espèces. *Soc. Centr. Équip. Territ. Internat.,* mars 1972, 148 p.

MAIGRET (J.), 1974. — La sardine sur les côtes de Mauritanie, (*Sardina pilchardus* Walb). *Bull. I.F.A.N.,* XXXVI A (3), 715-721.

MARCHAL (E.), LAURENT (P.), 1977. — Première estimation de la population piscicole du lac Leman par echointégration. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.,* vol. XI n° 1, 111-111.

MATHISEN (O.), ØSTVEDT (O. J.), VESTNES (G.), 1974. — Some variance components in acoustic estimation of nekton. *Tethys,* 6 (1-2), 303-312.

MIDTTUN (L.), NAKKEN (O.), 1972. — Application of acoustic stock abundance estimation on capelin and blue whiting. *I.C.E.S., Gear and Behaviour Comm.* C.M. 1972/B : 16, 8 p. (Mimeo).

NIELAND (H.), 1976. — Nahrungsuntersuchungen an einigen pelagischen Fischen vor Nord-West-Afrika. Kiel, 1976, *Institüt für Meereskunde,* 99 p. *multigr.*

ØSTVEDT (O. J.), BLINDHEIM (J.), 1973. — Studies of the abundance and distribution of fish off West Africa. November-december 1972. *I.C.E.S., Pelagic Fish* (S), *Committee* C. M. 1973/J : 24, 9 p. *multigr.*

OVERKO (S. M.), BARKOVA (N. A.), 1973. — The peculiarities in distribution and biology of horse mackerel, *Trachurus trecae* Cad., from the Northwest African Coast. I.C.E.S., *Pelagic Fish* (Southern) *Committee,* C.M. 1973/J : 7, 7 p. *multigr.*

REYSSAC (J.), 1974. — Observations sur le phytoplancton et la production primaire de la région du banc d'Arguin (Mauritanie) en avril et mai 1972. *Bull. I.F.A.N.* XXXVI, A (1), 51-61.

REBERT (J. P.), PRIVE (M.), 1975. — Croisières CAPRICORME 7407 et 7408. Résultats d'observations. Bathythermogrammes. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye.* Arch. 16, 47 p.

SCHEMAINDA (R.), NEHRING (D.), SCHULZ (S.), 1975. — Ozeanologische Untersuchungen zum Produktionspotential der nordwestafrikanischen Wasserauftriebsregion, 1970-1973. *Geod. Geoph. Veröff.,* R. IV, H 16, 3-88.

SMITH (P. E.), 1970. — The horizontal dimensions and abundance of fish schools in the upper mixed layer as measured by sonar. *Proc. Int. Symposium on Biological Sound Scattering in the Ocean, Dep. Navy.* : 563-591.

VINOGRADOV (A. P.), 1952. — The elementary chemical composition of marine organism. *Mem. Sears Found. for Mar. Res.* 2, 647 p.

THORNE (R. E.), MATHISEN (O. A.), TRUMBLE (R. J.), 1975. — Acoustic observations of the abundance and distribution of pelagic fish in an upwelling area off North-West Africa. *5° International Symposium on Upwelling Ecosystem.* Kiel, 25-28/08/75, Comm. n° 47.

TIXERANT (G.), 1968. — Chalutage expérimental 1963-1965 dans les parages du Cap-Blanc. C.I.E.M., *Symposium « Ressources vivantes du plateau continental Atlantique africain du détroit de Gibraltar au Cap Vert ».* Comm. n° 43.

WEISS (R.), 1975. — Chub mackerel fishery in the fishing grounds of NW-Africa and longterm temperature conditions. *I.C.E.S., Pelagic Fish* (Southern) *Committee,* C.M. 1975/J : 14, 6 p., 13 fig.

WENGRZYN (J.), 1975. — Age and growth of *Trachurus trachurus* L. from northwest african waters. *I.C.E.S., Pelagic Fish* (South.) *Committee,* C.M., 1975/J : 19, 7 p.

ANNEXE 1

LISTE DES CAMPAGNES DU N.O. CAPRICORNE

Campagnes	Dates	Zones d'application	Objet	Appareil utilisé
CAP 7308	23 mars au 5 avril 1973	10°45 N à 16°50 N	Poissons pélagiques côtiers	EK 120
CAP 7311	9 au 23 juillet 1973	17°30 N à 21°00 N	Poissons pélagiques côtiers — Tassergal	EK 120
CAP 7401	22 janvier au 4 février 1974	11°00 N à 17°00 N	Poissons pélagiques côtiers	EK 120
CAP 7402	27 février au 2 mars 1974	22°00 N à 18°00 N	En corrélation avec l'étude de l'upwelling. Poissons pélagiques côtiers	EK 120
CAP 7407	19 au 30 octobre 1974	11°00 N à Dakar	Poissons pélagiques côtiers	EK 38
CAP 7408	1 au 30 novembre 1974	28°00 N à Dakar	Poissons pélagiques côtiers	EK 38
CAP 7503	Avril 1975	11°10 N à Dakar	Poissons pélagiques côtiers	EK 38