

THESE

DE DOCTORAT D'ETAT ES - SCIENCES NATURELLES

présentée

A L'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE - PARIS VI
ET
AU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

par

François DOMAIN

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES - SCIENCES

VOLUME I

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE L'ECOLOGIE
DES POISSONS DEMERSAUX DU PLATEAU CONTINEN-
TAL SENEGALO - MAURITANIEN - LES RESSOURCES
DEMERSALES DANS LE CONTEXTE GENERAL DU
GOLFE DE GUINEE.

Soutenue le 10 déc. 1980 devant le Jury composé de :

M.M. BOUGIS
DAGET
GARCIA
HUREAU
LE GUEN
NIVAL

NOTE DE L'AUTEUR

=====

La carte sédimentologique dont il est fait mention dans ce travail est éditée par l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer sous le titre :

"CARTE SEDIMENTOLOGIQUE DU PLATEAU CONTINENTAL SENEGAMBIEN - EXTENSION A UNE PARTIE DU PLATEAU CONTINENTAL DE LA MAURITANIE ET DE LA GUINEE BISSAU".

Cette carte est accompagnée de la "Notice explicative n° 68".
On peut se procurer l'ensemble en s'adressant à l'adresse suivante :

ORSTOM

Service des publications

70-74 Route d'Aulnay

93140 BONDY

Au moment de présenter cette étude il m'est impossible de ne pas évoquer la mémoire de Christian CHAMPAGNAT. Il a assuré ma formation d'Océanographe "sur le terrain" et su me communiquer sa passion pour la biologie des pêches. Il est à l'origine de ce travail.

REMERCIEMENTS

=====

Il m'est particulièrement agréable d'adresser mes remerciements à ceux qui, à tous les stades de son élaboration, ont permis la réalisation de ce travail.

Messieurs les Professeurs BOUGIS, HUREAU et NIVAL me font l'honneur de siéger dans ce jury. Je les remercie vivement de cette marque d'intérêt.

Monsieur le Professeur DAGET a guidé mes premiers pas en Océanographie. Je lui exprime ici ma profonde gratitude.

Monsieur LE GUEN qui, à l'ORSTOM, assure ma direction scientifique ne m'a jamais ménagé ni ses critiques, ni ses conseils ni ses encouragements. Je l'assure de toute ma reconnaissance.

Monsieur GARCIA a toujours manifesté un grand intérêt pour mon travail. Ses suggestions m'ont toujours été précieuses. Je le remercie d'avoir bien voulu siéger dans ce jury.

Monsieur DELAIS a régulièrement suivi mon activité scientifique depuis mon entrée à l'ORSTOM. Je tiens à l'en remercier.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur CROSNIER, président du comité technique d'océanographie à l'ORSTOM, pour l'intérêt vigilant qu'il a manifesté à la progression de cette étude.

Les critiques et conseils bienveillants de Monsieur TROADEC m'ont aidé particulièrement pour ce qui concerne l'évaluation et la gestion des ressources. Je l'en remercie chaleureusement.

Il me serait difficile de citer ici tous les collègues de l'ORSTOM et d'ailleurs qui ont apporté directement ou non quelque chose à ce travail. Je tiens cependant à remercier plus particulièrement Messieurs BOELY, CHABANNE et LHOMME pour leur contribution efficace à la réussite des campagnes de chalutage en mer et Monsieur LAUREC pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée dans le maniement des outils mathématiques de traitement de données.

Je n'oublie pas non plus le sympathique équipage du LAURENT AMARO à qui j'exprime ici mes sincères remerciements. Sans leur compétence et leur constante disponibilité ce travail n'aurait pu être réalisé.

Ma reconnaissance va aussi au personnel technique du Centre de Recherche Océanographique de Dakar-Thiaroye pour le précieux concours qu'il a toujours apporté au travail ingrat que constitue le dépouillement de données brutes.

Je tiens à remercier mes collègues de l'antenne ORSTOM de Brest et tout spécialement Monsieur LECHAUVE sans le concours duquel la mise en oeuvre des moyens informatiques eut été compromise.

J'associe à mes remerciements Madame FLOCH pour la compétence et la gentillesse avec lesquelles elle a participé à la dactylographie de ce mémoire.

Je remercie enfin Monsieur GROTTÉ pour la qualité des illustrations qu'il a réalisées et Madame BELLOUIS qui a assuré la dactylographie du mémoire sous la forme présentée ici.

- SOMMAIRE -

=====

	Pages.
<u>INTRODUCTION.</u>	
<u>Ière PARTIE : ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT.</u>	
I.1 - <u>LE MILIEU PHYSICO-CHIMIQUE</u>	6
I.1.1. Les conditions météorologiques.....	7
I.1.2. Les conditions hydrologiques et leurs variations saisonnères.....	10
I.1.3. Conclusion.....	18
I.2 - <u>LA PRODUCTION PRIMAIRE ET SECONDAIRE</u>	19
I.2.1. Mécanismes de la production.....	19
I.2.2. Résultats des mesures.....	21
I.2.3. Conclusion.....	24
I.3 - <u>MORPHOLOGIE ET NATURE DES FONDS DU PLATEAU CONTINENTAL</u>	25
I.3.1. Définitions.....	26
I.3.2. Les facteurs de la sédimentation.....	26
I.3.3. Le plateau continental mauritanien de 24° N au Cap Timiris (19° 22' N).....	29
I.3.4. Le plateau continental mauritanien du Cap Timiris (19° 22' N) à 17° N.....	32
I.3.5. Le plateau continental sénégalais étendu à une par- tie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau (17° N à 12° N).....	34
I.3.6. Le plateau continental de la Guinée Bissau (12° 30' N à 10° N).....	47
I.3.7. Conclusion.....	51
I.4 - <u>TENEUR EN MATIERE ORGANIQUE DES SEDIMENTS</u>	53
I.4.1. Mesure de la matière organique.....	53
I.4.2. Répartition de la matière organique totale.....	54

I.4.3. Répartition de l'azote organique.....	58
I.4.4. Origine de la matière organique.....	60
I.4.5. Variations saisonnières de la teneur en matière organique des sédiments.....	65
I.4.6. Conclusion.....	67
<u>I.5 - QUELQUES OBSERVATIONS SUR LES INDICES D'ABONDANCE DU BENTHOS...</u>	68
I.5.1. Matériel et méthode.....	68
I.5.2. Résultats des mesures.....	71
I.5.3. Conclusion.....	83

IIème PARTIE : LES PEUPEMENTS DEMERSAUX.

<u>II.1 - ORIGINE DES DONNEES ET ECHANTILLONNAGE.....</u>	85
II.1.1. Les radiales de référence.....	85
II.1.2. L'échantillonnage.....	90
<u>II.2 - ANALYSE GLOBALE DES PEUPEMENTS DEMERSAUX A L'AIDE DES ANALYSES D'INERTIES.....</u>	94
II.2.1. Etude de la radiale 15° 40 par la méthode de l'analyse en composantes principales.....	95
II.2.2. Application de l'analyse des correspondances à l'étude des peuplements démersaux : étude des "sept radiales".....	107
<u>II.3 - DESCRIPTION DES PEUPEMENTS DEMERSAUX.....</u>	129
II.3.1. Mise en évidence des espèces caractéristiques des différents peuplements.....	132
II.3.2. Etude du peuplement littoral.....	136
II.3.3. Etude du peuplement intermédiaire.....	162
II.3.4. Etude du peuplement du rebord du plateau continental.....	180
<u>II.4 - ESSAI D'INTERPRETATION DE LA REPARTITION DES ESPECES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL.....</u>	190
II.4.1. Situation en saison froide.....	193
II.4.2. Situation en saison chaude.....	197

II.4.3. Cas d'un plateau continental recouvert de fonds de sable.....	201
II.4.4. Conclusion.....	201

IIIème PARTIE : ETUDE DE LA REPRODUCTION ET DES MIGRATIONS SAISONNIERES.

III.1 - <u>PERIODES ET ZONES DE REPRODUCTION DES ESPECES DEMERSALES DU PLATEAU CONTINENTAL SENEGALO-MAURITANIEN.....</u>	203
III.1.1. Mise en évidence des périodes de reproduction.....	203
III.1.2. La reproduction et l'hydroclimat.....	211
III.1.3. Zones de reproduction.....	216
III.1.4. Conclusion.....	218
III.2 - <u>MIGRATIONS DES POISSONS DEMERSAUX LE LONG DES COTES OUEST- AFRICAINES DE 10°A 20° DE LATITUDE NORD.....</u>	220
III.2.1. Mise en évidence de déplacements saisonniers chez les espèces démersales de la région.....	221
III.2.2. Synthèse des observations : schémas généraux des migrations.....	237
III.2.3. Contribution de la télédétection à partir de satellites à l'étude des migrations et à l'aide à la pêche.....	241
III.2.4. Conclusion.....	251

IVème PARTIE : LES RESSOURCES DEMERSALES DANS LE CONTEXTE GENERAL DU GOLFE DE GUINEE.

IV.1 - <u>L'ENVIRONNEMENT HYDROCLIMATIQUE DU GOLFE DE GUINEE ET SES CONSEQUENCES SUR LA REPARTITION DES ESPECES DEMERSALES.....</u>	264
IV.1.1. Hydrologie sommaire.....	264
IV.1.2. Distribution des espèces.....	267
IV.1.3. Les migrations.....	269
IV.2 - <u>REPARTITION DES CAPTURES DANS LA ZONE ETUDIEE.....</u>	272
IV.2.1. Données disponibles.....	272
IV.2.2. Captures globales par divisions.....	275

IV.3 - <u>ETAT DES RESSOURCES</u>	279
IV.3.1. Méthodes d'évaluation.....	279
IV.3.2. Division Cap Vert (Littoral).....	281
IV.3.3. Le Golfe de Guinée (9° N - 6° S).....	291
IV.4 - <u>BESOINS EN MATIERE D'AMENAGEMENT : LA REGLEMENTATION DU MAILLAGE</u>	307
IV.5 - <u>CONCLUSION : PERSPECTIVES D'EXPANSION ET RESSOURCES NOUVELLES</u>	311
 <u>CONCLUSION GENERALE</u>	 318
 <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	 323

INTRODUCTION

On appelle poissons démersaux l'ensemble constitué par les poissons nectobenthiques qui vivent au voisinage du fond (Sparidés, Serranidés, etc...) et les poissons benthiques (soles, raies, etc...) qui vivent sur le fond (PERES, 1976).

En janvier 1969 débutait au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) un programme d'étude des poissons démersaux du plateau continental sénégalais dans le but d'évaluer les potentialités des principales espèces. Paradoxalement cette région qui fait l'objet d'une exploitation intensive n'avait, jusqu'alors, pratiquement pas été étudiée puisqu'il faut remonter à la publication de POSTEL "Campagne du chalutier GERARD-TRECA (avril-septembre 1949)" pour trouver la première esquisse descriptive. Les peuplements démersaux des régions adjacentes, à cette époque également peu décrits, n'étaient connus que par les travaux de POSTEL (1954) en Guinée, et LOZANO CABO (1950) et MAURIN (1968) en Mauritanie.

Ces études ne donnaient que quelques indications sur les biotopes fréquentés par les principales espèces alors commercialisées. Le long de la côte ouest-africaine intertropicale les descriptions détaillées, et plus particulièrement celle de LONGHURST (1963), ne concernaient que le plateau continental du Golfe de Guinée, au sens strict, baigné par des eaux tropicales. Les seuls raisonnements que l'on pouvait, à cette époque, effectuer sur la répartition des espèces de la région sénégalais-gambienne, alternativement intéressée par des eaux tropicales et les eaux froides du courant des Canaries, ne pouvaient l'être que par analogie

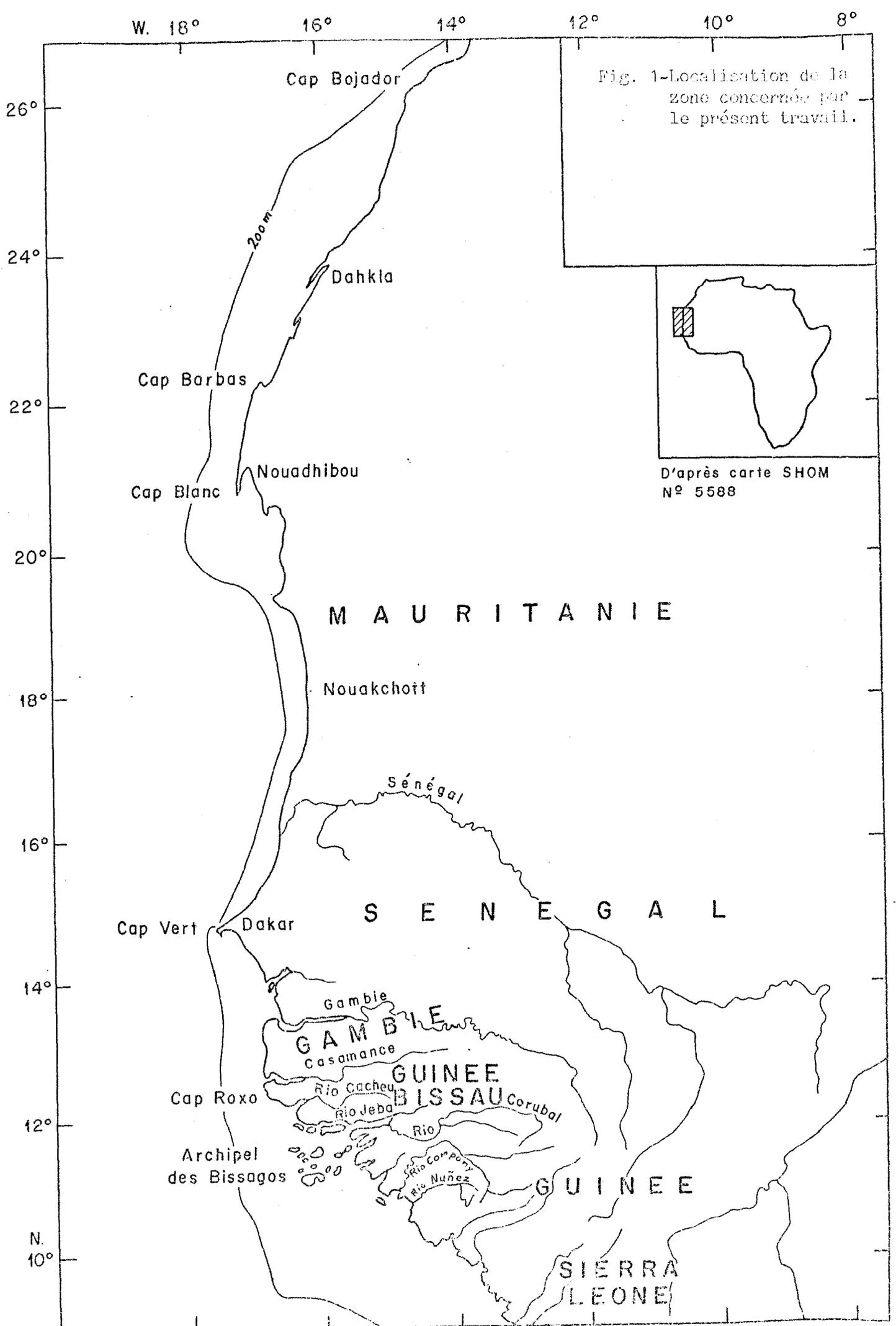
avec les conclusions de ces différents travaux dont on trouvera la liste dans la deuxième partie de ce mémoire.

Lorsque nous commencâmes nos premiers échantillonnages en mer, les travaux de base sur le milieu étaient pratiquement inexistantes pour cette partie du plateau continental ouest-africain. Nous ne disposions en particulier que d'une cartographie très sommaire des fonds et les conditions hydroclimatiques n'étaient connues qu'à l'échelle du golfe de Guinée (BERRIT, 1961 et 1962) ou de façon limitée, qu'au voisinage de la presqu'île du cap Vert (BERRIT, 1952 ; ROSSIGNOL et ABOUSSOUAN, 1965). Nous avons ainsi été amenés à privilégier l'étude de l'environnement et à mettre en oeuvre la réalisation d'une carte sédimentologique du plateau continental de façon à interpréter la répartition des espèces et à définir des peuplements en relation avec les conditions du milieu. Cette démarche répond en outre à la préoccupation des dynamiciens des pêches qui souhaitent pouvoir intégrer un maximum de données écologiques aux modèles de gestion des pêcheries. Ainsi que l'a montré FONTANA (1979) la pêche ne constitue pas en effet le seul facteur agissant sur l'état des stocks et il apparaît de plus en plus évident que les modèles devront davantage tenir compte de facteurs physiques tels que l'hydroclimatologie ou la nature du fond et de facteurs liés à la biologie des espèces comme les déplacements saisonniers, la reproduction, la répartition des jeunes, etc... données encore mal connues sur la côte ouest-africaine.

La région étudiée ici est caractérisée par des variations saisonnières de grande amplitude des conditions hydrologiques. La télédétection à partir de satellites constitue une méthode nouvelle d'approche de la dynamique des masses d'eau. Les observations de l'évolution spatio-temporelle des conditions thermiques de surface, effectuées à partir du satellite "METEOSAT", seront utilisées ici. Nous verrons qu'elles apportent une contribution importante à l'interprétation de la répartition et des déplacements saisonniers des espèces démersales de la région.

Le travail présenté ici est le résultat de dix années d'études et d'observations sur le terrain. Son cadre géographique (fig. 1) correspond à la zone d'alternance nord, telle que la définit BERRIT (1973), où se situe la transition entre les peuplements à affinité d'eaux froides situés au nord du cap Blanc et les peuplements à affinité tropicale que l'on trouve au sud de la Guinée. Quatre grandes subdivisions ont été adoptées :

- une première partie décrit les principales composantes de l'environnement : milieu physico-chimique, production primaire et secondaire, nature du



fond, teneur en matière organique des sédiments, indices d'abondance du benthos.

- dans une seconde partie il est fait appel aux méthodes d'analyse multivariante ainsi qu'à une méthode de partition puis de hiérarchisation pour mettre en évidence et définir les différents peuplements du plateau continental, en liaison avec l'environnement. L'autécologie des principales espèces présentant un intérêt économique est esquissée.

- la troisième partie aborde les problèmes de reproduction et de déplacements saisonniers.

- nous terminons enfin par une évaluation des ressources démersales dans le contexte général du Golfe de Guinée. Elle souligne la contribution que peut apporter la connaissance de l'environnement à l'estimation des ressources d'une région où les statistiques de pêche sont souvent de qualité médiocre.

Ière PARTIE : ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT

I.1 - LE MILIEU PHYSICO-CHIMIQUE

Un certain nombre de travaux décrivent les conditions hydrologiques à l'échelle du Golfe de Guinée pris au sens large (embouchure du Congo-cap Blanc) :

- en 1962 LONGHURST passe en revue les connaissances sur l'océanographie entre 5° S et 15° N et BERRIT (1961 et 1962) définit les différentes catégories d'eau en présence. En outre cet auteur décrit les saisons marines du Golfe de Guinée et souligne l'importance des zones frontales.

- onze ans plus tard, ROSSIGNOL (1973) à partir de travaux effectués antérieurement à 1968 publie une synthèse sur le complexe guinéen ; BERRIT (1973) définit les hydroclimats du Golfe de Guinée et souligne l'importance que revêt leur connaissance dans le cadre d'études écologiques.

Du cap Blanc à la Guinée de nombreuses observations concernant le milieu physico-chimique sur le plateau continental sont disponibles : séries de mesures de températures de surface aux stations côtières de Gorée, Dakar, Mbour, St-Louis au Sénégal, Nouadhibou en Mauritanie, Bissau en Guinée Bissau et Conakry en Guinée ; campagnes de divers navires océanographiques africains ou venus d'autres régions du monde. Les conditions hydrologiques commencent ainsi à être bien connues au niveau du cap Vert (BERRIT, 1952 ; ROSSIGNOL et ABOUSSOUAN, 1965) et sur le banc d'Arguin (MAIGRET, 1972), (TIXERANT, 1974).

Mises à part les nombreuses études récentes consacrées à l'upwelling du cap Blanc dans le cadre du programme CINECA* et compte tenu de l'importante quantité de données disponibles que nous venons de signaler, il n'existe que peu de synthèses sur l'océanographie physique de cette partie du plateau continental ouest africain que BERRIT (1973) appelle zone d'alternance nord. Nous ferons souvent référence à deux études récentes : la première (SCHEMAINDA et al., 1975) qui reprend les résultats des campagnes de l'Alexander Von Humbolt, dans le cadre de CINECA de 1970 à 1975, donne une bonne vue synthétique des conditions hydrologiques et de la productivité, ainsi que de leurs variations saisonnières, entre 8° N et 26° N. La seconde, consacrée à l'étude du milieu physique de la Guinée Bissau, (BERRIT et REBERT, 1977), déborde largement ce cadre et fait le point des connaissances les plus récentes concernant l'hydrologie sur le plateau continental entre le cap Blanc et la Guinée.

*CINECA : Coopérative Investigation of North East Central Atlantique.

I.1.1. Les conditions météorologiques.

Les conditions météorologiques de la région résultent de l'oscillation en latitude de la zone intertropicale de convergence (Z.I.T.C.) zone de basses pressions relatives séparant les hautes pressions de l'Atlantique nord (fig.2) de celles de l'Atlantique sud et où convergent les vents alizés qui soufflent d'une manière permanente du secteur est, sur le bord équatorial de ces centres de hautes pressions. Du point de vue météorologique il en résulte l'alternance dans la région de deux types de saison : une saison sèche en régime d'alizé (novembre à mai) et une saison chaude et humide en régime de mousson (juin à octobre). Les deux paramètres dont l'influence se fait le plus sentir en mer sont les vents et les pluies.

I.1.1.1. Les vents.

Trois types de vents peuvent se rencontrer selon la saison :

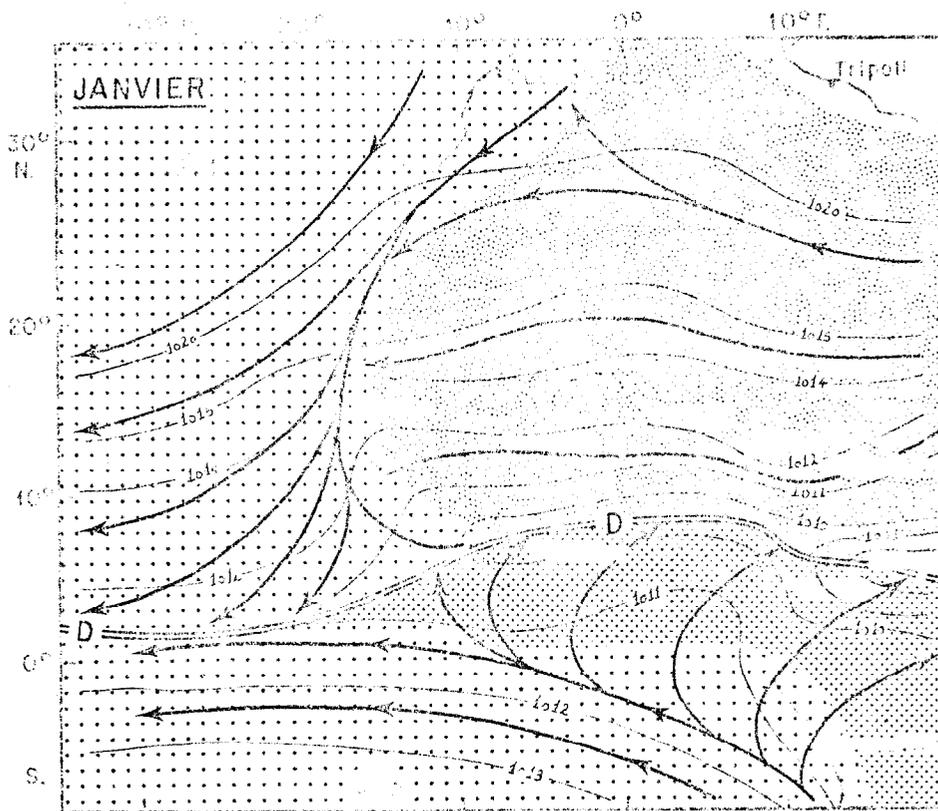
- l'alizé maritime : c'est un vent frais de secteur nord à nord-est dont la force varie de 2 à 4 dans l'échelle de Beaufort. Il apparaît au mois de septembre dans la région du Cap Blanc et progresse ensuite vers le sud. Au mois de février il atteint sa limite la plus méridionale d'extension au voisinage de la Guinée Bissau (10° N). Ce vent souffle généralement par périodes intermittentes de plusieurs jours. Il joue un rôle très important dans les processus de fertilisation des eaux de la région notamment en induisant les phénomènes de remontées d'eaux profondes ("upwellings").

- l'alizé continental ou harmattan : c'est un vent chaud et sec de secteur est à nord-est dont l'influence se fait sentir également en période de saison sèche, lors des périodes d'accalmie dans le régime des alizés. Ce vent peut transporter assez loin en mer d'importantes quantités de poussières fines.

- la mousson : elle correspond aux alizés de l'hémisphère sud qui peuvent atteindre la latitude de St-Louis du Sénégal en période d'hivernage. Ces vents, chargés d'humidité au-dessus de la mer, sont généralement accompagnés de précipitations abondantes. Ils peuvent contribuer à ramener vers la côte les eaux chaudes du large.

I.1.1.2. Les pluies.

A l'échelle de la région, la saison des pluies s'étend de mai à octobre. Comme cette saison correspond à la remontée saisonnière vers le nord de la Z.I.T.C., les zones les plus méridionales se trouveront le plus longtemps en situation de



CENTRES D'ACTION

- 1015- Ligne isobare (pression en mb. au niveau de la mer)
- == Tracé du sol de l'équateur météo. (F.I.T. sur le continent)
- D Axe des basses pressions intertropicales.
- A1 Cellule anticyclonique des Açores.
- A2 " " maghrébine.
- A3 " " de Ste. Hélène.

MASSES D'AIR

- Alizé maritime
- " " continental
- Mousson

Taject. des masses d'air.

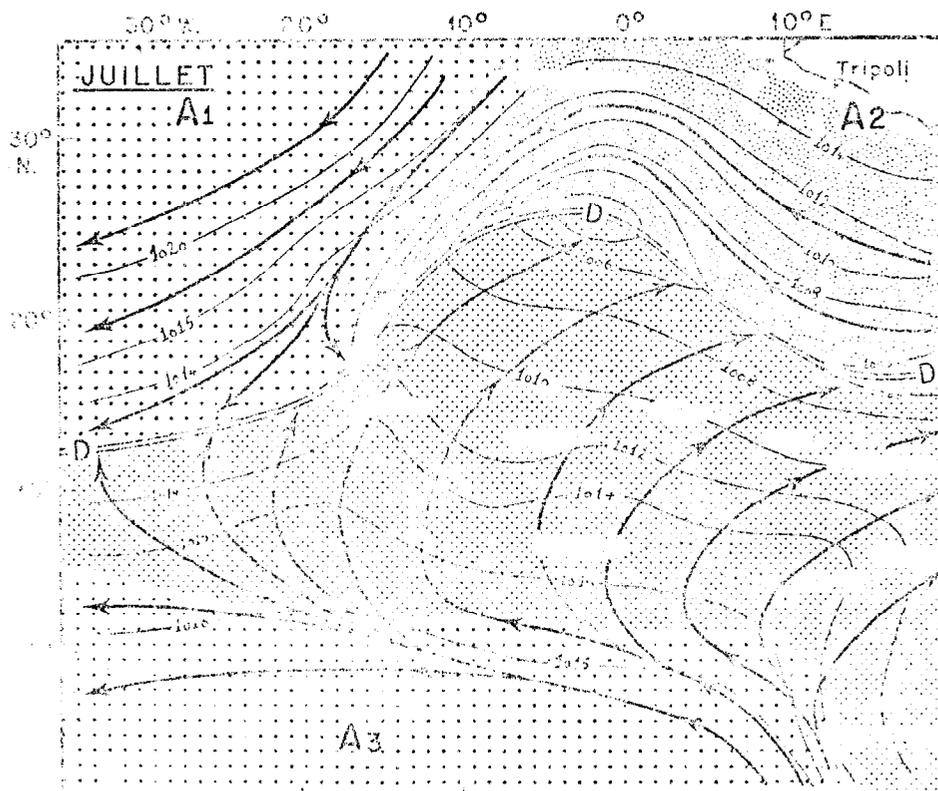


Fig. 2 - La situation météorologique au dessus de l'Afrique en saison froide (janvier) et en saison chaude (juillet) - (d'après GAUQU, 1977)

saison des pluies et recevront le plus de précipitations. Le tableau I, extrait de BERRIT et REBERT (1977) ainsi que la figure 3 (TANAKA et al., 1975) montrent bien le fort gradient de pluviométrie, dans le sens nord-sud, de la Guinée à la Mauritanie. Notons qu'à la latitude de Nouadhibou il n'existe plus à proprement parler de saison des pluies. De juillet à octobre celles-ci sont rares et en saison sèche des précipitations, appelées "Heug", peuvent quelquefois être observées en mer.

Tableau I : Pluviométrie à la côte de la Guinée à la Mauritanie (D'après BERRIT et REBERT (1977)).

Station pluviométrique	Saison des pluies	Moyenne annuelle (en mm)	Période de mesure
NOUADHIBOU* (Mauritanie) 20° 55' N	juillet octobre	5 à 25	1951-1960 (10 ans)
DAKAR YOFF (Sénégal) 14° 40' N	juillet octobre	443	1964-1973 (10 ans)
MBOUR (Sénégal) 15° 25' N	juin octobre	739	1950-1973 (24 ans)
DIEMBERRING (Sénégal) 12° 28' N	juin octobre	1218	1963-1974 (6 ans)
KABROUSSE (Sénégal) 12° 21' N	juin octobre	1410	1963-1974 (7 ans)
CACHEU (Guinée Bissau) 12° 17' N	mai novembre	1570	1954-1973 (16 ans)
CACINE (Guinée Bissau) 11° 17' N	mai novembre	2526	1955-1962 (8 ans)
CONAKRY (Guinée) 09° 30' N	avril novembre	4162	1922-1967 (42 ans)

* d'après TANAKA et al., 1975.

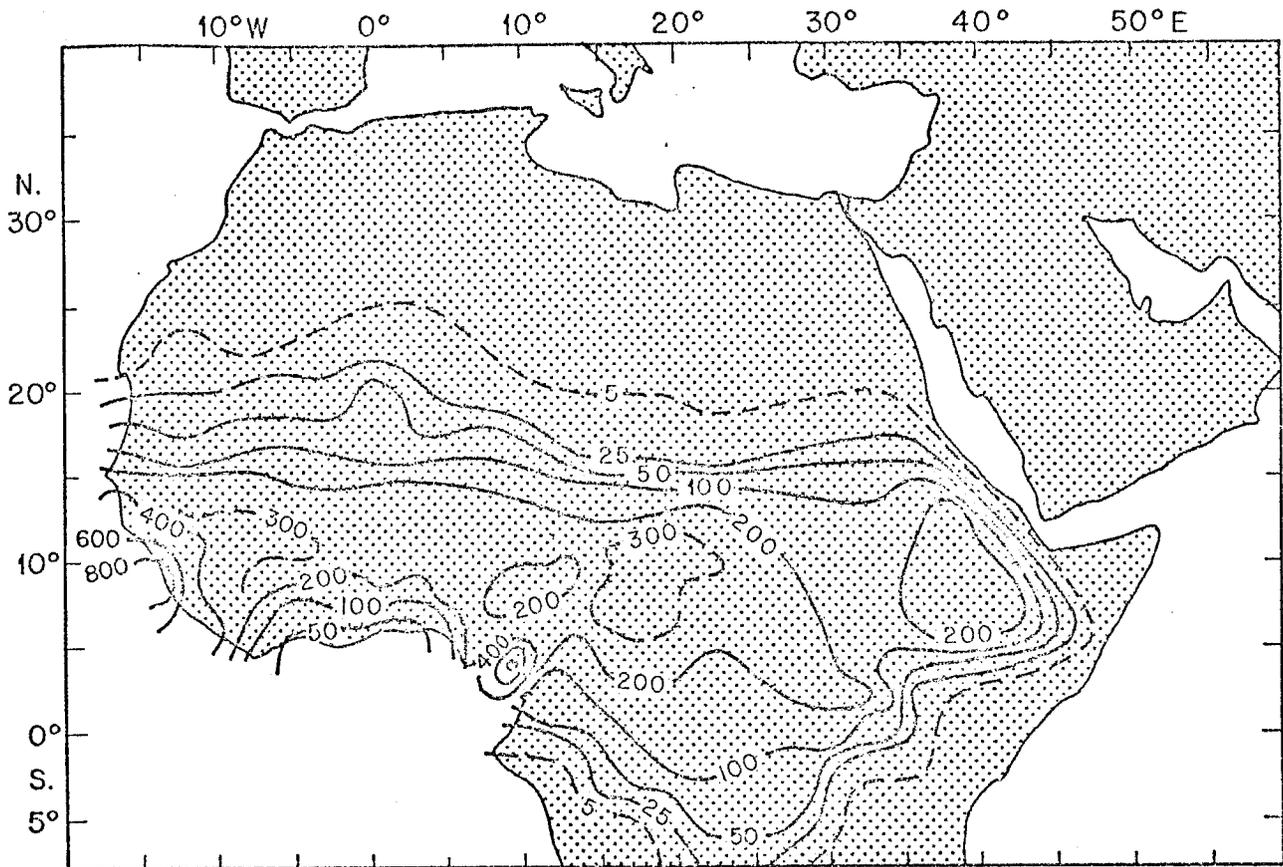


Fig. 3 : Moyenne des précipitations en Afrique au mois d'août de 1951 à 1960 (D'après TANAKA et al., 1975).

Il résulte de cela que lorsque l'on se dirige du nord vers le sud, notamment à partir de la Gambie, on rencontre des régions de plus en plus humides. Au sud de la Casamance le réseau hydrographique devient important. Il est constitué par de nombreux marigots et rivières qui se jettent dans la mer par l'intermédiaire des nombreuses "rias" qui échancrent la côte au niveau de la Guinée-Bissau et de la Guinée. L'interface eau salée-eau douce, de très grande étendue, ainsi réalisé, est l'un des facteurs qui contribuent à favoriser dans cette région une forte productivité biologique.

I.1.2. Les conditions hydrologiques et leurs variations saisonnières.

I.1.2.1. Les courants. (D'après REBERT et DOMAIN, 1977).

Le régime des courants de la région est déterminé par deux systèmes de grands courants océaniques aux caractéristiques très différentes :

- venant du nord, un courant froid, le courant des Canaries, dont une branche bifurque vers l'ouest au niveau du cap Blanc pour former le courant nord

équatorial, se déplacé vers le sud tout le long de la côte de la Mauritanie et du Sénégal. Il s'agit d'un courant de dérive quasi permanent pendant toute la saison des alizés, les eaux de surface subissant un entraînement mécanique sous l'influence du vent du nord. Il peut alors exister, surtout au sud du cap Vert, un contre courant remontant le long de la côte.

- venant de l'ouest, un courant chaud, le contre-courant équatorial qui s'écoule vers l'est jusqu'à la côte d'Afrique où il forme le courant de Guinée. Il n'atteint généralement pas les côtes sénégalaises et s'écoule vers le sud-est en arrivant sur la côte ouest-africaine à la latitude de la Guinée. En saison chaude il peut cependant se diriger vers le nord. Ce courant est beaucoup plus variable que le précédent.

I.1.2.2. Les catégories d'eaux de surface en présence.

Ces deux courants transportent des eaux aux caractéristiques bien distinctes :

- les eaux du courant des Canaries : ce sont des eaux froides (températures inférieures à 20° C) et salées ($35,4 \text{ ‰}$ à 36 ‰). Elles se mélangent avec les eaux profondes de l'upwelling côtier.

- les eaux tropicales du contre courant équatorial : elles ont une température élevée ($T \geq 24^{\circ}$ C) et des salinités fortes (36 ‰ environ). Leur épaisseur varie entre 30 et 50 mètres.

- les eaux libériennes chaudes ($T \geq 24^{\circ}$ C) et dessalées ($S < 35 \text{ ‰}$). Ces eaux résultent du mélange des eaux tropicales avec les eaux de pluie de la mousson et surtout avec les apports fluviaux côtiers. Cette dessalure se remarque notamment dans le sud où les pluies sont plus importantes et au voisinage de l'embouchure des différents cours d'eau (Sénégal, Gambie, Casamance, Rio Cacheu, Rio Geba, etc...).

Séparant les eaux froides des eaux chaudes il existe une structure frontale verticale où les caractéristiques physico-chimiques du milieu varient rapidement. Cette zone frontale qui se manifeste en surface par un resserrement des isothermes, effectue des déplacements saisonniers de grande amplitude : on la trouve en hiver par 10° N où elle forme le front des Bissagos ; en été elle remonte jusque vers 21° N où elle constitue alors le front du cap Blanc (fig. 4).

En profondeur la séparation entre les eaux chaudes superficielles et les eaux froides plus profondes est assurée par une structure frontale horizontale où s'effectue le mélange entre les deux types d'eaux. Cette "couche de discontinuité subsurface" (GARCIA, 1977) est limitée à sa partie supérieure par une zone

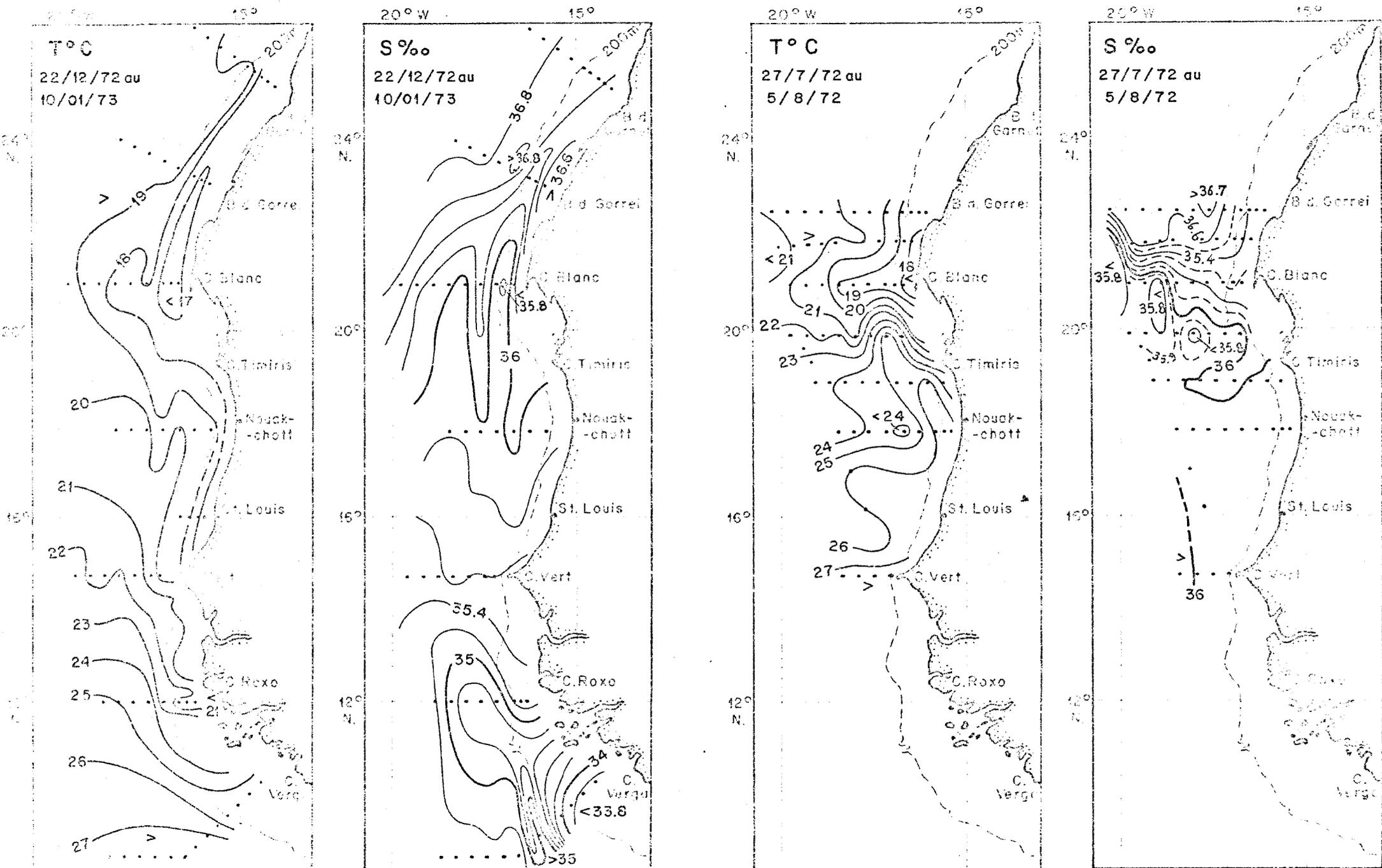


Fig.4 -Position des fronts thermo-halins en saison froide et en saison chaude (d'après SCHEMAINDA et al., 1975)

à fort gradient thermique, la thermocline, dont la profondeur varie avec l'épaisseur de la couche d'eaux chaudes. Contrairement à ce que l'on observe au niveau du golfe de Guinée, dans la région sénégal-mauritanienne cette thermocline est saisonnière et n'apparaît plus en saison froide, les eaux chaudes de surface ayant alors disparu.

I.1.2.3. L'hydroclimatologie de la région.

"L'hydroclimatologie descriptive d'une région représente pour les conditions de milieu la vue synthétique la mieux adaptée à un usage écologique" (BERRIT et REBERT, 1977). L'hydroclimat peut être défini comme "la succession habituelle des caractères d'une couche d'eau en un lieu donné" (BERRIT, 1973).

I.1.2.3.1. Les saisons marines.

Aux variations saisonnières des conditions météorologiques dans la région, il correspond dans le domaine maritime une alternance de deux saisons hydrologiques : une saison d'eaux froides en hiver, une saison d'eaux chaudes en été. Ces deux saisons sont séparées par deux courtes périodes de transition. Cette alternance des saisons hydrologiques, caractérisée par la succession de plusieurs catégories d'eaux, a été bien décrite par ROSSIGNOL (1973), (fig. 5).

. La saison froide. (janvier à mai)

Des eaux froides, transportées vers le sud par le courant des Canaries, occupent en permanence la zone située au nord du cap Blanc. Au mois de décembre le front des eaux chaudes reflue rapidement en direction des Bissagos pour atteindre sa position extrême sud (10° N) en février. Sous l'influence des alizés, il se produit le long du talus continental des phénomènes d'upwelling amenant en surface des eaux subsuperficielles froides. Ces eaux recouvrent progressivement le plateau continental où l'on peut alors observer des températures de l'ordre de 16 à 18° et des salinités de 35,5 à 36,0 ‰. Ces remontées d'eau sont particulièrement importantes lorsque la côte change d'orientation, notamment au sud du cap Blanc et du cap Timiris, au sud du cap Vert et du cap Roxo.

La durée de la saison froide varie avec la latitude ainsi qu'en rendent compte les observations de SCHEMAINDA et NEHRING (1975) sur la durée moyenne des upwellings de la région (tableau II).

. La transition saison froide-saison chaude. (mai-juin)

A cette époque de l'année, les alizés font progressivement place, du sud vers le nord, à un régime de vents d'ouest faibles et variables. Les remontées

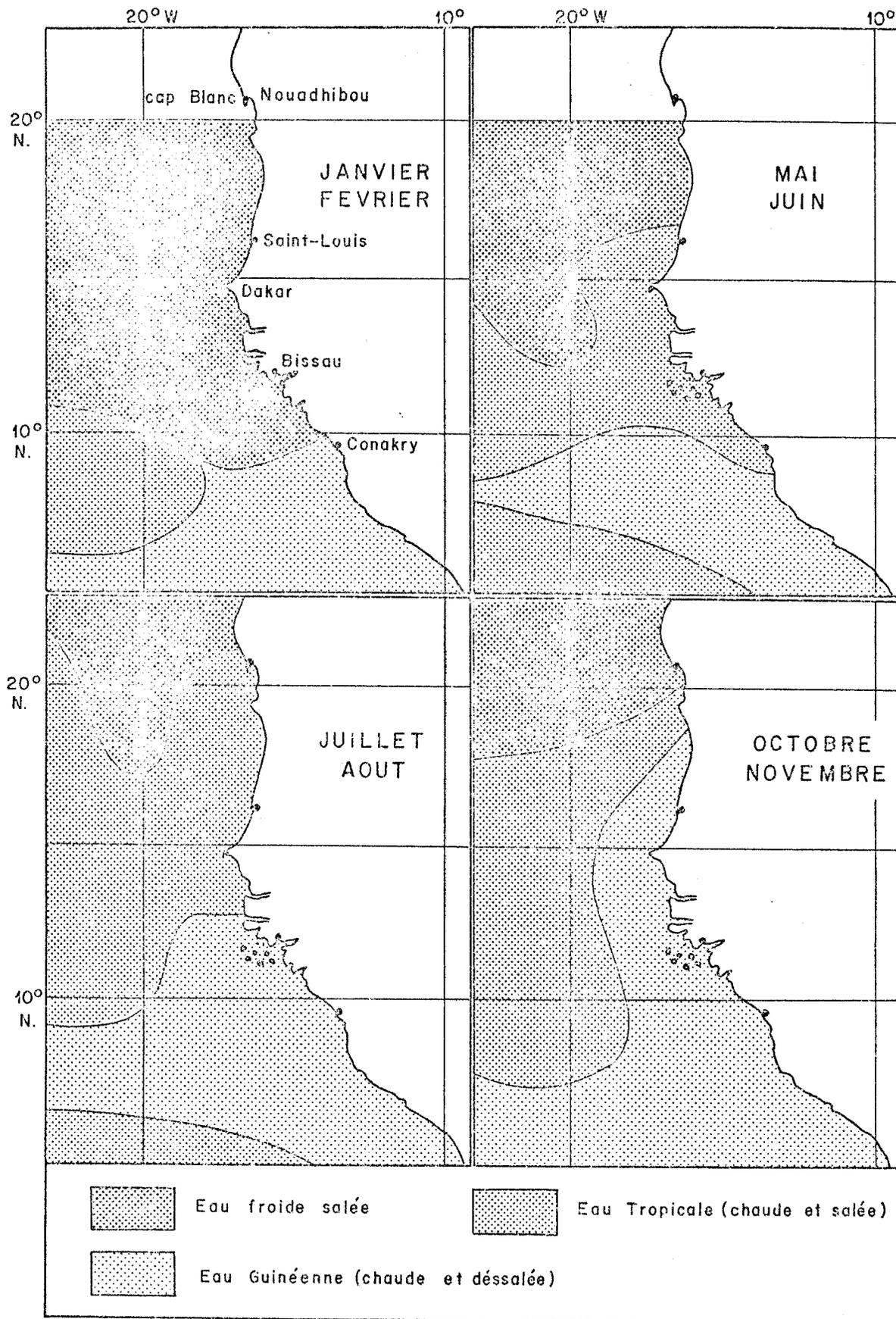


Fig.5 -les catégories d'eau de surface - d'après ROSSIGNOL (1973) in BERRET et REBERT (1977)

d'eaux profondes cessent dans la partie méridionale du plateau continental. Les eaux froides sont alors progressivement recouvertes par des eaux chaudes d'origine tropicale associées au contre courant équatorial dont une branche remonte le long de la côte vers le nord. Ces eaux chaudes ont une épaisseur variant entre 30 et 50 m. Leur progression vers le nord est rapide : POSTEL (1968) observe que le seuil 20-24° passe au large de la presqu'île du cap Vert vers le 20 mai avec une vitesse de translation de l'ordre de 50 km par jour. Les observations directes de courants réalisées au Sénégal pendant plusieurs années indiquent cependant des valeurs plus faibles, de l'ordre de 0,5 noeud.

A cette époque de l'année ne subsistent dans la région que les upwellings mauritaniens et un faible upwelling immédiatement au sud de la presqu'île du cap Vert. Les eaux libériennes chaudes et dessalées, atteignent la latitude du cap Roxo.

Tableau II : Durée moyenne des saisons d'upwelling le long de la côte nord-ouest africaine entre 10° N et 23° N. (D'après SCHEMAINDA et NEHRING 1975).

ZONE	LATITUDE	PERIODE D'UPWELLING	DUREE MOYENNE DE LA SAISON D'UPWELLING
Baie de Gorrei	23° N	Toute l'année	12 mois
Cap Blanc	20° 55' N	Toute l'année	12 mois
Nouakchott	17° 50' N	octobre à juin	9 mois
Cap Vert	14° 45' N	fin novembre à mi mai	5,5 mois
Cap Roxo	12° N	fin décembre à fin mars	3 mois
Cap Verga	10° N	février	1 mois

. La saison chaude. (juillet à octobre)

A partir de juillet-août le régime des alizés ne se fait plus sentir au sud du cap Blanc. Les précipitations sont importantes au sud de la Gambie. "C'est la période du maximum d'extension des eaux chaudes vers le nord ; les eaux libérien-

nes arrivent à la latitude du cap Vert en août" (ROSSIGNOL, 1973). On observe en surface des températures de l'ordre de 27° à Dakar et 25° devant le banc d'Arguin.

Des remontées d'eaux profondes peuvent cependant se produire de juillet à septembre, au niveau du cap Blanc, à la suite de brèves incursions des alizés vers le sud (TIXERANT, 1974). Ce phénomène a également pu être observé au Sénégal au mois d'août, dans la baie de Gorée.

En septembre-octobre, en même temps que le déplacement des centres de hautes-pressions vers le sud on observe un retrait vers le sud du front des eaux tropicales et l'installation de l'upwelling au sud du cap Blanc. Il pleut encore dans le sud et les eaux libériennes peuvent atteindre 17° N.

. La transition saison chaude-saison froide. (novembre-décembre).

ROSSIGNOL décrit ainsi le retrait des eaux chaudes vers le sud (*in* BERRIT et REBERT, 1977) :

"En octobre-novembre, les alizés progressent vers le sud. Les précipitations sont nettement moins abondantes en Sierra Léone et au Libéria. Durant cette période on constate un double mouvement des masses d'eau :

- "en octobre, l'upwelling mauritanien, en s'amplifiant, chasse tout d'abord les eaux superficielles chaudes tropicales et libériennes, vers le sud".

- "dans la deuxième quinzaine de novembre les fortes précipitations de la Sierra Léone et du Libéria entraînent une élévation du niveau de la mer, dans le bassin libérien, et une augmentation du gradient de pression. Aussi voyons nous, dans la deuxième quinzaine de novembre et au début de décembre, une langue d'eau libérienne progresser le long de la côte en direction nord, atteignant Nouakchott (18° N), alors que les eaux tropicales, plus au large, continuent à refluer vers le sud". Il en résulte au Sénégal une période de fortes oscillations thermiques.

Les eaux libériennes se trouvent alors en contact avec les eaux froides et il y a apparition d'un front thermo-halin.

A partir du mois de décembre l'upwelling fait son apparition au sud du cap Vert. Le retrait progressif des eaux chaudes vers le sud se poursuit. Le front se stabilisera en janvier-février entre l'archipel des Bissagos et le cap Verga (front des Bissagos).

I.1.2.3.2. Variations saisonnières des conditions hydrologiques en surface.

L'hydroclimat de la région est caractérisé par des variations intersaisonnières du milieu, rapides et de grande amplitude. C'est un hydroclimat de type

contrasté (BERRIT, 1973). La succession des différentes catégories d'eaux est à l'origine de ces variations. Les paramètres de surface (température et salinité) qui sont le plus souvent mesurés caractérisent une couche d'eau d'une certaine épaisseur. L'étude de leurs variations saisonnières traduit bien l'évolution des conditions du milieu en un point donné au cours de l'année.

. Variations saisonnières de la température.

L'amplitude thermique est variable suivant la latitude. Au cap Blanc, BERRIT (1961 et 1962) lui attribue une valeur de 8°.

A la station côtière de St-Louis, REBERT et PRIVE (1977) donnent une température minimum de 16° 2 en février et un maximum de 27° 8 en août et septembre (moyennes sur 9 années d'observations) soit une amplitude voisine de 12°.

Pour Kayar les moyennes extrêmes sont de 17° 0 et de 28° 2 soit une amplitude de 11° 2. Celle-ci continue ensuite de décroître le long de la côte vers le sud : 10° 4 à Dakar, 10° à Mbour, 8° aux Bissagos, 5° au cap Verga (BERRIT 1961 et 1962).

. Variations saisonnières de la salinité.

A partir des valeurs moyennes publiées par divers auteurs (BERRIT, 1961 et 1962 ; MAIGRET, 1972 ; REBERT et PRIVE, 1977) il est possible de calculer les amplitudes de salinité pour différentes latitudes. Devant le cap Blanc la variation saisonnière est faible, de l'ordre de 0,5 ‰. L'amplitude s'accroît ensuite régulièrement vers le sud : 0,68 ‰ à Dakar, 1,5 ‰ à Mbour, 6 ‰ au sud de la Casamance.

Au voisinage de l'embouchure des cours d'eau la variation saisonnière est élevée : 6,41 ‰ à St-Louis (embouchure du Sénégal), 6,54 ‰ à Bakau (embouchure de la Gambie).

I.1.2.3.3. Variations saisonnières des conditions hydrologiques au niveau du fond.

Les variations saisonnières des conditions hydrologiques enregistrées en surface sont également perceptibles au niveau du fond où l'alternance de deux saisons apparaît nettement (DOMAIN, 1972). La description de ces variations qui permettent d'interpréter un certain nombre de comportements des espèces démersales de la région sera abordée lors de l'étude de la répartition de ces espèces sur le plateau continental.

I. 1.3. Conclusion.

Assurant la transition entre une "région équatoriale" chaude et une "région canarienne" (SCHOTT, 1942) froide, la partie du plateau continental ouest-africain étudiée ici possède les caractères physico-chimiques d'un hydroclimat de type contrasté.

La succession, au cours de l'année, d'un régime d'alizés puis d'un régime de mousson a pour conséquence l'existence de deux saisons marines bien marquées :

- une saison d'eaux froides, caractérisée par des phénomènes de remontées d'eaux profondes (upwellings) fertilisantes pour le milieu.

- une saison d'eaux chaudes où l'on observe l'arrivée d'une couche d'eau chaude isotherme venant du large et très pauvre puis, par le sud, d'une dessalure progressive en relation avec l'apparition des précipitations et renforcée par la décharge des cours d'eau en crue.

- la transition d'une saison à l'autre est marquée par le déplacement d'une zone frontale entraînant des variations rapides et de grande amplitude des conditions hydrologiques. En profondeur, les rythmes saisonniers sont marqués par les oscillations d'une thermocline qui n'apparaît plus en saison froide.

La connaissance des conditions hydroclimatiques régnant sur le plateau continental de la région est indispensable à la compréhension de la répartition des espèces et de leurs déplacements saisonniers. Elle permet aussi d'expliquer la forte productivité biologique, donc la richesse et la diversité des ressources halieutiques dans des eaux où l'on rencontre à la fois des espèces appartenant à la faune tropicale et d'autres à l'ensemble subtropical ; ces deux types de faune étant normalement situés de part et d'autre du front thermique séparant les eaux chaudes des eaux froides.

I.2 - LA PRODUCTION PRIMAIRE ET SECONDAIRE.

De même que pour l'observation du milieu physico-chimique, il existe de nombreux travaux et rapports effectués dans le cadre du programme CINECA, concernant le plancton de la région. Ces études n'intéressent cependant presque exclusivement que la zone des upwellings du cap Blanc et du cap Timiris. Les seuls travaux de synthèse, à l'échelle régionale, auxquels il soit possible de se référer sont le rapport de FURNESTIN (1970) consacré en grande partie au zooplancton et l'étude de SCHEMAINDA et al., (1975) fondée sur les observations effectuées à bord du navire "Alexander Von Humbolt" dans l'ensemble de la zone d'upwelling ouest-africain et qui décrit les variations saisonnières de la production primaire, de sa répartition et, d'une façon générale, de la productivité biologique des eaux, le long des côtes, entre 10° N et 26° N.

I.2.1. Mécanismes de la production.

En milieu tropical où les conditions d'éclairement et de température sont particulièrement favorables à la photosynthèse, la teneur de l'eau de mer en sels minéraux nutritifs joue un rôle déterminant dans le développement de la production primaire. Dans les mers chaudes la remontée des éléments fertiles des couches profondes vers la zone euphotique est cependant généralement limitée par la forte stratification due à l'existence d'une thermocline permanente. Tous les éléments susceptibles de modifier cet état d'équilibre et de favoriser l'approvisionnement en sels nutritifs des eaux proches de la surface permettront l'élaboration de matière vivante végétale (phytoplancton) et ensuite animale (zooplancton et poissons) et l'on observera une bonne corrélation dans l'espace et dans le temps entre l'évolution de ces facteurs et celle de la productivité biologique des eaux. Devant le Sénégal et la Mauritanie l'absence de thermocline, liée à l'existence d'un upwelling côtier, en saison froide, (paragraphe I.1.2.2) fait de cette période de l'année la période privilégiée pour ce qui concerne la productivité des eaux car l'éclairement est bon et la température (16° à 18°) relativement élevée. D'autres facteurs contribuent également à faire de cette région l'une des plus riches en matière vivante au monde : ce sont essentiellement le régime des courants et les apports terrigènes.

I.2.1.1. Rôle de l'upwelling.

L'action fertilisante des remontées d'eaux profondes est bien connue : apport à la surface d'eaux riches en sels nutritifs généralement issus de la reminéralisation de la matière organique que l'on trouve sur le fond. Dans la région cette action se fait sentir surtout de janvier à mai (paragraphe I.1.2.3.1.).

I.2.1.2. Rôle des courants.

Au sud de Dakar, BERRIT et REBERT (1977) attribuent un rôle au régime des courants qui, en saison sèche, enrichit toute la zone côtière située devant la Guinée-Bissau par advection de la biomasse végétale produite par l'upwelling de la "petite côte"^{*} sénégalaise. Il y a en effet accumulation sur le plateau continental au niveau de la convergence, au voisinage des Bissagos, de la dérive sud des eaux sénégalaises et du contre-courant côtier.

I.2.1.3. Rôle des apports terrigènes.

. Apports fluviatiles.

En saison chaude, où au sud du cap Blanc les remontées d'eaux froides ont cessé, les cours d'eau viennent prendre le relais de l'upwelling dans les mécanismes d'enrichissement des eaux. Etant donné leur répartition dans la région c'est la partie sud, de la Gambie à la Guinée, qui est favorisée. Ils transportent à la mer des sels nutritifs, phosphates et nitrates provenant du lessivage des sols par les eaux de ruissellement. BERRIT et REBERT (1977) observent que ces eaux fluviatiles sont surtout riches en phosphates et qu'il en résulte un déséquilibre entre les proportions relatives des sels nutritifs nécessaires à la photosynthèse. Il est vraisemblable que le déficit en nitrates est comblé par les apports des composés humiques et matières organiques diverses qui sont minéralisées en mer. On notera à ce sujet qu'il existe sur le plateau continental, au large de la Guinée-Bissau, d'importantes concentrations de matière organique sur le fond, à la fois d'origine biologique et terrigène et dont la reminéralisation peut contribuer à l'enrichissement de la région (chap. I.4).

. Apports éoliens.

Dans la partie nord de la région, au large de la Mauritanie essentiellement, l'action fertilisante de l'upwelling est vraisemblablement renforcée par

*On appelle "petite côte" sénégalaise, la zone littorale comprise entre la presqu'île du cap Vert et l'embouchure du Saloum.

les apports de substances organiques sous forme de débris végétaux transportés en mer par les vents de sable.

I.2.2. Résultats des mesures.

Aux différents facteurs fertilisants et à leur action dans l'espace et dans le temps correspond la répartition des zones à forte productivité biologique au large des côtes sénégal-mauritaniennes et de la Guinée. SCHEMAINDA et al., (1975) signalent notamment qu'il existe une bonne corrélation entre la production primaire, la durée, l'intensité et la répartition de l'upwelling (tableau III).

Tableau III : Production primaire moyenne (en grammes de carbone par mètre carré) entre le cap Blanc et le cap Verga en relation avec la durée de l'upwelling (D'après SCHEMAINDA et al., 1975).

ZONE	Durée de l'upwelling (mois)	Production primaire moyenne	
		g C/m ² /an	g C/m ² /jour
Cap Blanc	12	211,9	0,590
Nouakchott	9	200,7	0,558
Cap Vert	5,5	139,6	0,388
Cap Roxo	3	153,0	0,425
Cap Verga	1	122,4	0,340

I.2.2.1. Répartition géographique de la productivité.

On observe une bipolarité de la répartition géographique de la productivité (fig. 6) qui correspond à la bipolarité de la répartition des facteurs fertilisants (upwelling + apports terrigènes éoliens au nord et upwelling + apports terrigènes fluviatiles au sud). Ainsi, les parages du cap Blanc et le plateau continental de Guinée Bissau apparaissent comme les zones les plus productives de la région. Deux maximums secondaires peuvent être observés au sud du cap Timiris et du cap Vert.

On notera, ainsi que le signale BOELY (1978) à partir des observations de HERBLAND et VOITURIEZ (1974), que le maximum de production primaire, puis

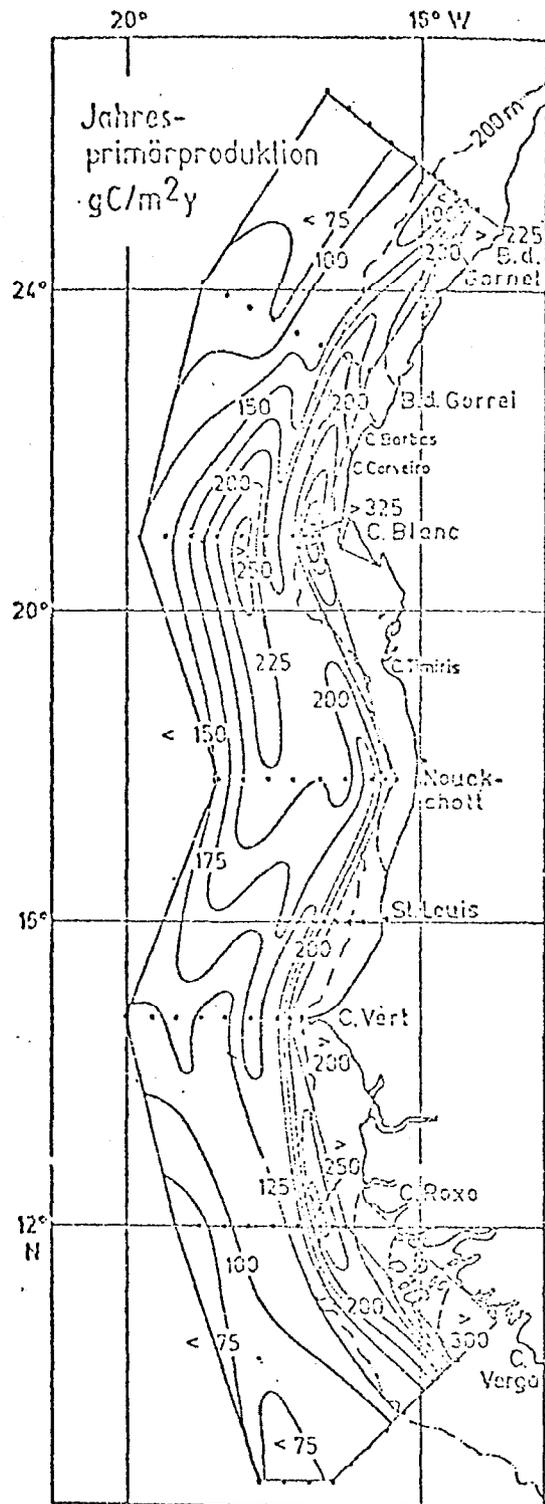


Fig.6 -Production totale annuelle de carbone - Extrait de SCHEMAINDA et al. (1975)

secondaire se situe assez loin de la source de l'upwelling et compte tenu de la dérive générale des eaux de surface, vers le sud. Ceci est confirmé par les observations de BERRIT et REBERT (1977) sur le rôle des courants dans le transport de la biomasse végétale (paragraphe I.2.1.2) et aussi par le fait que les accumulations de matière organique sur le fond, dont une partie est d'origine biologique, se trouvent toujours au sud des zones de formation d'upwelling.

I.2.2.2. Le cas des eaux côtières.

Les eaux côtières, fonds inférieurs à 10 m, représentent des superficies considérables notamment en Mauritanie au niveau du banc d'Arguin (environ 9 000 Km²) et du cap Vert à la Guinée (environ 27 000 Km²). En Guinée Bissau avec 16 300 Km² d'extension ces fonds représentent 44 % de la superficie du plateau continental (DOMAIN, 1979a).

Sur cette partie du plateau continental la divergence des courants amène une forte accumulation de biomasse végétale. (BERRIT et REBERT, 1977). De plus, ces eaux de faible profondeur bénéficient directement des apports nutritifs d'origine terrigène, notamment dans la partie sud de la région où le réseau hydrologique est bien développé. Il en résulte que ce milieu est particulièrement propice au développement d'une importante production primaire puis secondaire. Cette partie du plateau continental où le développement d'abondantes populations planctoniques est ainsi possible, constitue une zone de prédilection pour la croissance des juvéniles de nombreuses espèces de poissons qui y trouvent, pratiquement toute l'année, une nourriture abondante.

I.2.2.3. Le cas des milieux d'estuaires.

Les embouchures des cours d'eau de la région ainsi que les nombreuses rias que l'on trouve au sud constituent un milieu d'estuaire saumâtre de très grande étendue où les processus de fertilisation et de démarrage de la chaîne alimentaire que nous venons de décrire dans les eaux côtières, se manifestent également de façon intense du fait de la présence, en grande quantité, de matière organique et de sels minéraux drainés par les eaux de pluie. Ce milieu est ainsi propice au développement des juvéniles de la crevette *Penaeus duorarum* et de nombreuses espèces de poissons notamment ceux de la famille des Sciaenidae.

Les milieux d'estuaires et les eaux côtières doivent être considérés comme des nurseries dont le rôle est primordial dans le réapprovisionnement des fonds de pêche du plateau continental.

I.2.2.4. Variations saisonnières de la productivité.

A partir des mesures effectuées au disque de Secchi devant le Sénégal par WILLIAMS (1968), CHAMPAGNAT et al., (1969 a et b) et CREMOUX (1970 et 1971), GARCIA (1977) montre l'existence de variations saisonnières de la transparence, avec un maximum de turbidité de janvier à avril au coeur de la saison froide. Partant de l'observation qu'à cette époque de l'année les apports fluviaux sont nuls, il attribue une origine biologique à ce maximum.

Devant la Guinée Bissau BERRIT et REBERT (1977) indiquent que la production primaire est la plus importante en saison froide, en période d'upwelling.

Il existe peu d'études de cycles annuels du plancton dans la région. Au Sénégal SEGUIN (1966) a étudié le zooplancton de la baie de Gorée, au large de Dakar, et TOURE (1972) celui de la "petite côte sénégalaise". Ce dernier montre l'existence au cours de l'année de deux maximums planctoniques (mesurés par bio-volumes) : le plus important se situe en saison froide, en mars-avril, et correspond à l'influence de l'upwelling. Le second, moins important, apparaît en octobre-novembre, en fin de saison chaude. Il est induit d'une part par les apports nutritifs terrigènes des cours d'eaux en crue, d'autre part par les sels minéraux apportés à la surface lors d'une brutale et importante remontée de la thermocline (fig. 72) que l'on observe régulièrement tous les ans à la même période de l'année, à la fin du mois d'octobre ou au début du mois de novembre.

I.2.3. Conclusion.

La conjugaison exceptionnelle de facteurs climatiques, hydrologiques et morphologiques favorables font du plateau continental ouest-africain étudié ici une région à très forte productivité biologique, la plus riche des côtes ouest-africaines et parmi les plus riches au monde (FURNESTIN, 1970 et SCHEMAINDA et al., 1975).

L'action de l'upwelling apparaît primordiale dans les processus d'enrichissement des eaux. Les parages du cap Blanc où elle est permanente apparaissent comme les plus productifs de la région. Dans le reste de la zone, la saison fertile est la saison froide où se fait sentir l'influence de l'upwelling.

Son action est cependant renforcée par des apports terrigènes d'origine diverse et notamment fluviale. Ceci entraîne que, au large de l'archipel des Bissagos où les remontées d'eaux profondes sont plus brèves, la productivité biologique est malgré tout importante.

I.3 - MORPHOLOGIE ET NATURE DES FONDS DU PLATEAU CONTINENTAL.

Le fond de la mer constitue le cadre de vie des poissons démersaux. La nature de la couverture sédimentaire joue un rôle important dans la distribution des organismes du benthos qui sont, pour la plupart, des proies pour les poissons. Par cet intermédiaire la nature du fond influe indirectement sur la répartition des espèces démersales.

L'un des paramètres du fond le plus aisément mesurable est la granulométrie. Son étude permet de tracer des cartes sédimentologiques sur lesquelles il est possible de délimiter, à partir de la composition du sédiment, l'étendue des différents biotopes des populations démersales d'une région donnée. Ceci constitue une précieuse indication lorsque l'on veut évaluer la biomasse de ces populations, notamment à partir de campagnes de chalutages.

Enfin, la nature du fond a une influence sur la vulnérabilité des espèces aux engins de pêche : ainsi, sur les fonds rocheux, inaccessibles aux chalutiers, les poissons ne peuvent être capturés qu'à la ligne ou aux filets maillants. Sur certains fonds de vase, des espèces comme les cynoglosses (par exemple *Cynoglossus canariensis*) ou la crevette *Penaeus duorarum*, qui s'enfouissent dans le sédiment le jour, ne sont capturées par les chalutiers qu'à l'aide de chaluts équipés de dispositifs permettant de fouiller la vase ou bien, la nuit, lorsqu'elles s'élèvent au-dessus du fond.

A partir d'un certain nombre de travaux effectués dans la région il est possible de décrire les fonds du plateau continental de 24° N à 10° N. De la pointe Durnford à 17° N ainsi que devant la Guinée Bissau les connaissances disponibles ne permettent pas d'atteindre une grande précision. En revanche la région sénégal-gambienne qui a fait l'objet d'une étude systématique sera décrite plus en détail.

I.3.1. Définitions.

Les deux principales subdivisions granulométriques généralement adoptées pour l'étude des sédiments sont les suivantes :

- les sables : ce sont les particules dont la taille est comprise entre 2 000 et 63 microns.
- les lutites ou pélites : ce sont les particules dont la taille est inférieure à 63 microns.

La proportion dans laquelle les lutites sont associées à la fraction sableuse du sédiment permet de distinguer quatre types de fonds :

- les sables : contiennent moins de 5 % de lutites.
- les sables vaseux : contiennent de 5 à 25 % de lutites.
- les vases sableuses : contiennent de 25 à 75 % de lutites.
- les vases : contiennent plus de 75 % de lutites.

I.3.2. Les facteurs de la sédimentation.

Les principaux facteurs qui jouent un rôle dans le transport et la sédimentation des particules fines sont les vents, les cours d'eau et les courants marins

I.3.2.1. Les vents.

Les vents peuvent entraîner loin en mer des sables et des poussières arrachés aux dunes. Ces vents de sable sont fréquents en Mauritanie et plus atténués au Sénégal où ils font sentir leur influence essentiellement sur la côte nord. Les quantités de matériaux ainsi entraînées au large sont considérables : LEPPLE (1975) a évalué, en Mauritanie, à 400 000 tonnes la quantité de poussière transportée par le vent lors d'une tempête de sable ayant duré 6 heures, en mars 1974, sur une portion de côte de 100 Km de long. Si l'on considère (TIXERANT, 1974) que ces vents dont la vitesse dépasse 10 m/s, surtout fréquents de mars à septembre, peuvent souffler pendant 140 à 150 jours par an, la quantité de poussière ainsi transportée annuellement en mer est impressionnante, mise en regard des alluvions charriées plus au sud (1 million de tonnes annuelles) par le fleuve Sénégal (paragraphe I.2.3.1.1.). Notons cependant que ces poussières ne retombent que lentement. De ce fait la plus grande partie sédimente au large du plateau continental. Une proportion non négligeable peut même atteindre la Floride (SAVOIE et PROSPERO, 1977).

I.3.2.2. Les cours d'eau.

A l'augmentation de la pluviométrie que l'on observe du nord au sud correspond un développement du réseau hydrographique (fig. 1). Ainsi, aucun cours d'eau ne vient échancre le littoral mauritanien tandis qu'en "Sénégal" trois embouchures s'ouvrent vers l'ouest et que, encore plus au sud, les côtes de Guinée Bissau et de Guinée sont profondément découpées par les nombreux "rios" qui aboutissent à la mer dans cette région.

Une des caractéristiques de ces cours d'eau est qu'ils n'ont qu'une seule période de crue dans l'année. Elle est située en saison chaude de juillet à octobre. La crue du fleuve Sénégal peut cependant se prolonger jusqu'au mois de janvier.

I.3.2.2.1. Les cours d'eau de la Sénégal.

Trois cours d'eau débouchent à la mer sur le plateau continental sénégalien : le Sénégal, la Gambie et la Casamance. Le Saloum est un bras de mer ; les apports d'eau douce qu'il reçoit proviennent uniquement des eaux de ruissellement consécutives aux pluies de saison chaude ; son débit au niveau de l'embouchure est nul.

. Le Sénégal.

Une étude de ROCHETTE (1967) évalue le débit moyen du Sénégal à Dagana (175 Km de l'embouchure) à $690 \text{ m}^3/\text{s}$ soit un débit cumulé annuel d'environ 22 milliards de m^3 . Si, d'après cette étude, on considère une concentration moyenne de 80 mg/l de particules en suspension, on peut évaluer la quantité totale de matériaux en suspension transportée en ce point par le fleuve, vers la mer, à 1,8 million de tonnes par an. Nous n'avons pas eu connaissance de mesures de turbidité effectuées au niveau de St-Louis. Il est vraisemblable qu'une bonne partie des particules fines transportées au niveau de Dagana se dépose avant d'arriver à l'estuaire. Il est difficile d'avancer un chiffre mais nous pouvons effectuer l'approximation suivante : si on estime qu'il se produit entre Dagana et la mer une évaporation annuelle d'environ 2 milliards de m^3 , nous aurons dans l'estuaire un débit cumulé d'environ 20 milliards de m^3 par an. Si, très grossièrement, on évalue la turbidité moyenne de l'eau dans l'estuaire à 50 mg/l on peut estimer le débit solide annuel du Sénégal, à ce niveau, à environ 1 million de tonnes.

. La Gambie.

Le débit de la Gambie commence à être connu : MICHEL (1973) donne pour ce fleuve un débit cumulé de 11 milliards de m³ par an au niveau de l'estuaire. LERIQUE (1975) estime à 660 000 tonnes par an le débit solide du fleuve au pont de Gouloumbo situé à environ 526 Km de Banjul. Il est vraisemblable (voir paragraphe I.3.5.2.1) que seule une petite fraction de ces matériaux en suspension arrive à la mer au niveau de l'estuaire où, à notre connaissance, des mesures de débit solide n'ont pas encore été effectuées.

. La Casamance.

VIELLEFOND (1975) considère que la contribution de l'eau douce au débit de la Casamance, dans l'estuaire, est négligeable.

I.3.2.2.2. Les cours d'eau de la Guinée Bissau.

Les trois principaux cours d'eau de la Guinée Bissau sont les rios Cacheu, Geba et Corrubal. BERRIT et REBERT (1977) situent leur débit total dans une fourchette comprise entre 1 000 et 3 000 m³/s en moyenne annuelle. Les débits faibles des rios Cacheu et Geba les apparentent au régime de la Casamance. Le fleuve Corrubal aurait un régime analogue à celui de la Gambie : ces deux fleuves ont en effet leur source dans le Fouta Djallon où les pluies sont très fortes (3 à 4 m par an).

En saison sèche, la contribution des apports d'eau douce à la mer des rios Cacheu et Geba est vraisemblablement nulle.

I.3.2.3. Les courants.

Le régime général des courants dans la région a déjà été décrit (voir paragraphe I.1.3.1). Localement certaines particularités peuvent influencer sur le transport des particules en suspension. Nous signalerons ainsi l'existence au nord du cap Vert, en saison froide, d'un contre courant sub-superficiel se dirigeant vers le nord. Cette situation existe généralement dans toutes les régions où se produisent d'importantes remontées d'eaux profondes.

Au sud du cap Roxo entre le littoral de la Guinée Bissau et l'archipel des Bissagos le courant porte généralement à l'ouest-nord-ouest avec une vitesse

de l'ordre de 2 à 3 nœuds et entraîne ainsi dans cette direction les particules limoneuses provenant des embouchures des nombreux cours d'eau de la région.

I.3.3. Le plateau continental mauritanien de 24° N au cap Timiris (19° 22' N), (fig. 7).

A partir des travaux de LOUCHINE (1965), MAURIN (1968), LOZANO CABO (1968), Mc MASTER et LACHANCE (1969, MAURIN et BONNET (1969), DOMAIN (1976 a), MAIGRET (1976), DE MIRO ORELL (1973), SUMMERHAYES et al., (1976) et MILLIMAN (1977) il est possible d'esquisser une description de la morphologie du plateau continental et de la sédimentation de 24° N au cap Timiris.

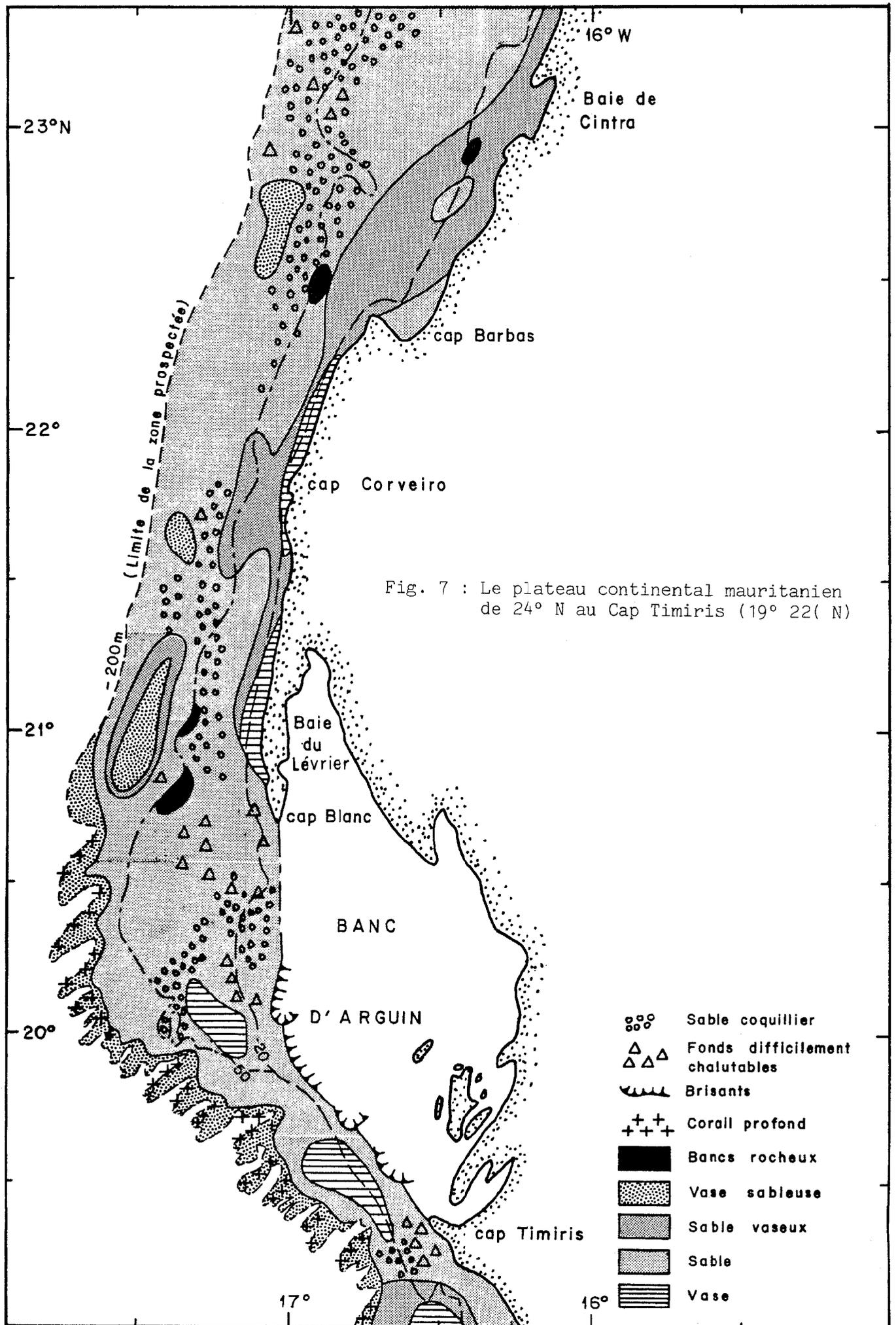
I.3.3.1. Le cadre morphologique.

De 24° N au cap Blanc la côte, constituée d'une alternance de dunes et de falaises rocheuses, apparaît assez découpée. Du nord au sud les principaux points remarquables sont la pointe Dunford (Villa Cisneros), la baie de Cintra limitée au sud par une pointe basaltique appelée pointe Negra, le cap Barbas et la baie de Corveiro.

A partir du cap Blanc la côte change brusquement d'orientation et prend une direction sud-nord. Elle limite alors à l'ouest la baie du Lévrier. Ensuite le littoral contourne la zone du banc d'Arguin sous la forme d'un grand arc de cercle ouvert vers le sud-ouest. La partie sud, vers le cap Timiris est basse et marécageuse et formée de plusieurs îles où l'on trouve une mangrove résiduelle d'*Avicennia africana*.

Large d'environ 60 milles devant la pointe Dunford (23° 40' N) le plateau continental, entre la côte et l'isobathe 200 m, se rétrécit progressivement lorsque l'on descend vers le sud pour atteindre une largeur de 20 à 30 milles au large du cap Corveiro. Immédiatement au sud du cap Blanc il s'élargit à nouveau à 40-60 milles pour se rétrécir encore au niveau du cap Timiris où l'isobathe 200 m ne se trouve plus qu'à environ 10 milles de la côte.

Les fonds sont généralement réguliers et la pente vers le large est douce. Un décrochement est cependant perceptible vers - 50 m où l'on observe çà et là des affleurements rocheux longitudinaux. Cette structure que l'on retrouve tous au long de la côte ouest-africaine correspondrait à une ligne de rivage fossile. En face du banc d'Arguin ainsi que devant le cap Timiris des roches affleurent fréquemment entre -25 et -30 m (MAURIN et BONNET, 1969 ; MAIGRET, 1976).



Au nord du cap Blanc la bordure du plateau continental apparaît régulière. En revanche, devant le banc d'Arguin elle est entaillée par de nombreuses fosses qui pénètrent profondément le plateau continental et arrivent au contact du "banc" où les fonds de 10 m voisinent alors avec ceux de 300 à 400 m. Les parois sud de ces canyons où vit la langouste rose *Palinurus mauritanicus* sont généralement rocheuses et recouvertes de coraux (MAIGRET, 1976).

D'une façon générale les fonds du plateau continental entre 24° N et le cap Timiris sont chalutables mis à part les quelques zones de faible étendue où affleure la roche et que nous avons signalées sur l'isobathe 50 m, devant le banc d'Arguin et au large du cap Timiris.

I.3.3.2. Nature du fond.

Au nord du cap Blanc, de la côte à -30, -40 m les fonds sont recouverts de sable vaseux. Plus au large ces sédiments sont remplacés par du sable. On observe fréquemment entre -40 et -70 m d'importantes zones de sable grossier riche en débris coquilliers. La teneur de ces sédiments en carbonate de calcium, CaCO_3 , est élevée et toujours supérieure à 75 % (Mc MASTER et LACHANCE, 1969 ; SUMMERHAYES et al., 1976 ; MILLIMAN, 1977).

Sur cette partie du plateau continental les zones de vase sont rares et semblent limitées à une frange côtière entre le cap Barbas et le cap Blanc (SUMMERHAYES et al., 1976 ; MILLIMAN, 1977).

Devant le banc d'Arguin les fonds sont généralement formés de sable plus ou moins grossier avec des débris coquilliers. Ce type de fond est remplacé vers -70 m par des vases sableuses à teneur élevée en CaCO_3 et qui occupent tout le sommet de la pente continentale.

Il existe deux zones de vase de faible étendue entre -30 et -40 m par 20° N ainsi que au N-W du cap Timiris. Ces zones vaseuses ainsi que celles que l'on trouve plus au nord sont partiellement d'origine terrigène et formées de poussières et de sables fins transportés par les vents (MILLIMAN, 1977). Elles sont également à mettre en relation avec la forte productivité biologique liée aux upwellings du cap Blanc et du cap Timiris, ainsi que nous le verrons au chapitre I.4.

I.3.3.3. Le banc d'Arguin (D'après MAIGRET, 1976)

Le banc d'Arguin est une zone de hauts fonds large d'environ 50 milles. Il a la forme d'un losange dont le grand axe passerait par le cap Timiris et le

fond de la baie du Lévrier. Sauf dans la région du cap Blanc, il est limité à l'ouest par une bande de brisants. Il est constitué par une série de bancs de sable et de vase, couverts d'herbiers de phanérogames, s'appuyant sur quelques affleurements rocheux. Sa profondeur n'excède pas 4 m sauf à sa partie est où les fonds peuvent atteindre 14 m. La partie sud est occupée par plusieurs îles sur lesquelles se développe une importante population d'oiseaux de mer.

I.3.4. Le plateau continental mauritanien du cap Timiris (19° 22' N) à 17° N, (fig. 8).

Les données permettant de décrire le plateau continental entre le cap Timiris et 17° N sont les observations de Mc MASTER et LACHANCE (1969), de MAURIN et BONNET (1969) et de DE MIRO ORELL (1973) complétées par des relevés personnels effectués de 1969 à 1972 lors de missions de chalutage où des échantillons de sédiments furent prélevés.

I.3.4.1. Le cadre morphologique.

Au sud du cap Timiris la côte prend la forme d'un très grand arc de cercle ouvert vers l'ouest. Le littoral est constitué par une succession de cordons dunaires. Ils isolent de la mer des zones humides et sursalées correspondant à d'anciennes lagunes fonctionnant aujourd'hui comme cuvettes d'évaporation et appelées sebkhas.

La largeur du plateau continental n'excède pas 30 milles dans cette région. L'isobathe 200 m orienté au NW-SE dans sa partie nord s'incurve progressivement vers le sud en suivant le contour de la côte pour prendre une direction NNE-SSW à partir de la latitude de Nouakchott. Le rebord du talus est entaillé de nombreux petits canyons sous-marins qui rendent le chalutage difficile sur la pente continentale. Ces fosses notamment celle, importante, que l'on trouve entre 18° 40' N et 18° 50' N ainsi que celles situées plus au nord devant le banc d'Arguin semblent jouer un rôle important dans les phénomènes d'upwelling particulièrement dans la canalisation des remontées d'eaux profondes le long de la pente continentale.

Les formations rocheuses apparaissent ici plus nombreuses qu'au nord du cap Timiris. Il s'agit la plupart du temps de grès de plage traduisant l'existence de lignes de rivage fossiles. Ces affleurements rendant le chalutage difficile se trouvent entre les sondes de -15 et -30 m. Au sud de 18° N ces roches peuvent for-

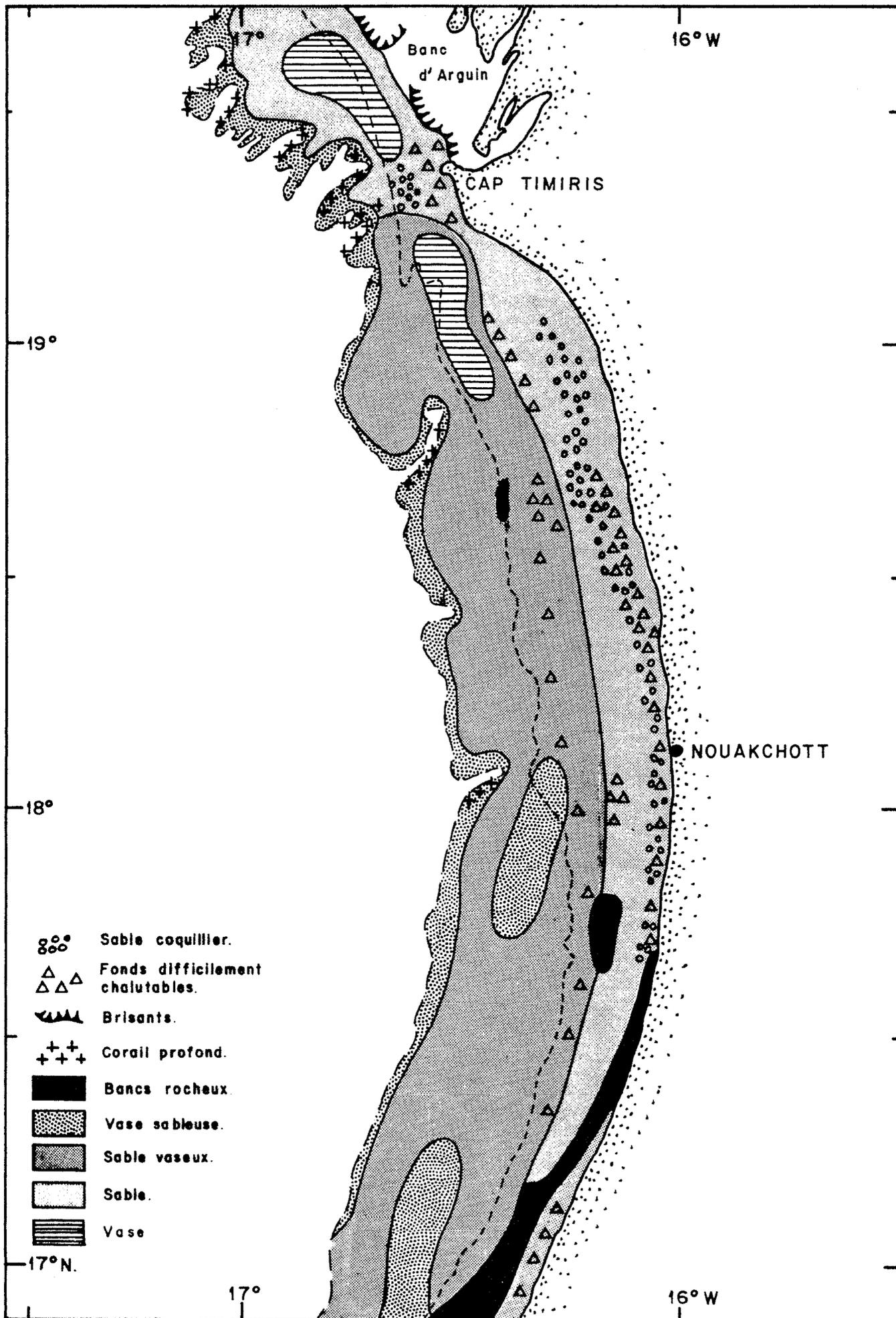


Fig. 8 : Le plateau continental mauritanien du Cap Timiris (19° 22' N) à 17° N.

mer des reliefs longitudinaux bien marqués. Ces zones abritent la langouste verte *Panulirus regius*.

I.3.4.2. Nature du fond.

L'analyse de la couverture sédimentaire montre, lorsque l'on s'éloigne de la côte vers le large, la succession schématique suivante :

- 0 à 35 - 40 m : sable
- 40 à 100 - 150 m : sable vaseux
- 150 à 200 m et au-delà : vase sableuse.

Au voisinage des affleurements rocheux les sables sont généralement grossiers et riches en débris coquilliers.

Les zones vaseuses sont rares sur cette partie du plateau continental : au sud du cap Timiris existe un banc de vase situé entre -30 et -50 m, au débouché de la fosse de 18° 40' N. Plus au sud vers 18° N on trouve entre -30 et -50 m un banc de vase sableuse sensiblement orienté parallèlement à la côte.

I.3.5. Le plateau continental sénégalais étendu à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau (17° N à 12° N), (fig. 12 à 15).

Cette partie du plateau continental ouest-africain sur laquelle est centré le présent travail a fait l'objet d'une étude systématique, à partir de prélèvements de sédiments à la benne SMITH - Mc INTYRE, pour la réalisation de la carte sédimentologique détaillée (DOMAIN, 1977) que l'on trouvera en annexe.

Les campagnes menées en 1974 à bord du LAURENT AMAR^{*} comportaient 58 radiales espacées de 6 milles nautiques et sur lesquelles des stations ont été effectuées tous les 3 milles (fig. 9 et 10). La granulométrie a été analysée au C.R.O.D.T. Les dosages de CaCO₃ et de matière organique ont été faits aux laboratoires centraux de l'O.R.S.T.O.M. à Dakar.

On trouvera en annexe une note technique concernant la réalisation de la carte sédimentologique.

I.3.5.1. Le cadre morphologique.

I.3.5.1.1. Le littoral.

Plusieurs types de côtes peuvent être observés :

*Chalutier senneur de 24 m mis à la disposition du Sénégal par la FAO à partir de 1969 pour équiper le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT).

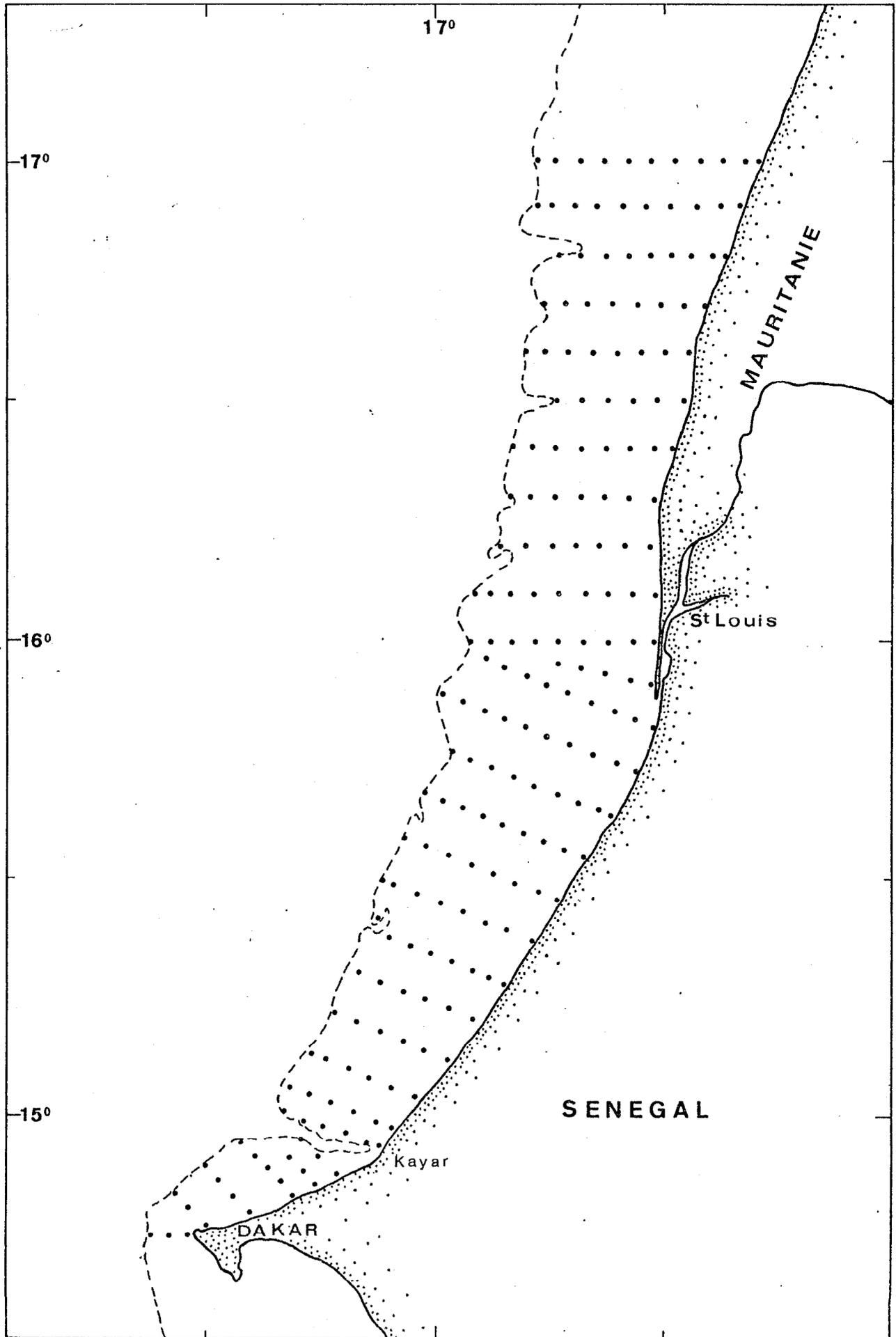


Fig.9: Positions des stations de prélèvements de 17° N à Dakar.

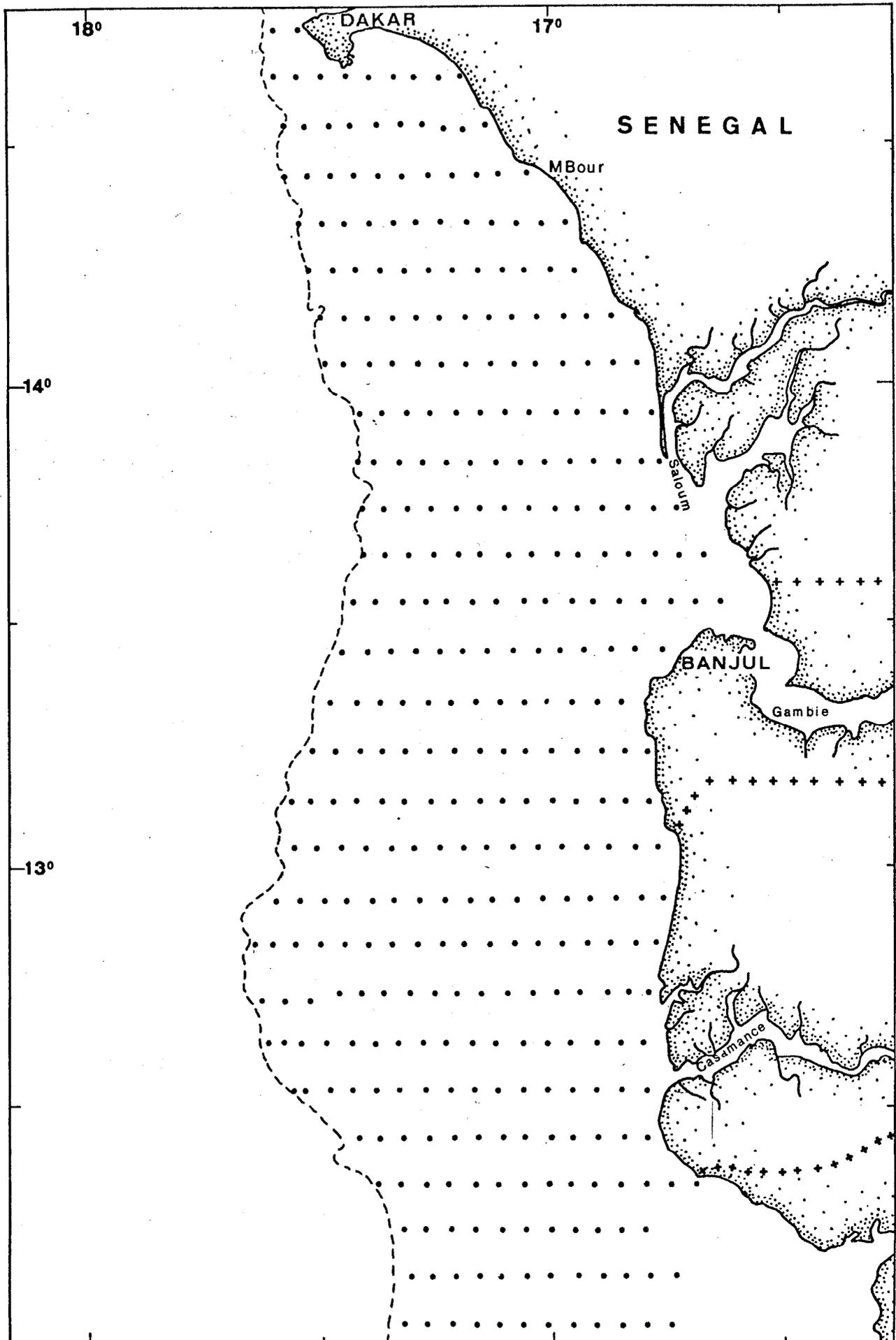


Fig.10: Positions des stations de prélèvements de Dakar à 12°N.

. De 17° 00' N à la presqu'île du cap Vert la côte est formée d'une suite de dunes et de cordons littoraux dont le plus important est la langue de Barbarie qui dévie vers le S-SW le cours du fleuve Sénégal sur une longueur d'environ 20 Km au niveau de son embouchure.

En arrière de ces cordons littoraux, de couleur jaune clair, s'étale une région de sables dunaires fixés, rouges, d'origine continentale. Des zones humides, appelées "Niayes", occupent les espaces interdunaires.

. La presqu'île du cap Vert possède un littoral de type rocheux. Le pied des falaises, constituées de matériel volcanique basaltique, est protégé de l'action des vagues par un entassement de blocs latéritiques provenant de la cuirasse recouvrant la partie supérieure de ces falaises. Celles-ci sont généralement bordées soit par un éboulis chaotique sous-marin soit par une plateforme d'abrasion marine telle la chaussée des Almadies. Les rentrants de la côte sont souvent occupés par de petites plages formées de sables grossiers biogènes (MASSE J.P., 1968).

Les îles des Madeleines et de Gorée, situées devant Dakar ont le même type de côtes.

. De Dakar à Joal le littoral présente une alternance de zones basses et sableuses et de falaises, celles-ci étant généralement constituées de grès ou de calcaires. A leurs pieds les plateformes d'abrasion sont peu développées.

Les plages comportent généralement un cordon sableux qui, soit isole de la mer une lagune, soit repose sur un "bed-rock" qui affleure parfois largement sur les petits fonds bordant la plage, constituant alors des écueils. Ce "bed-rock" est formé de calcaires paléocènes (MASSE 1968).

. De Joal au cap Roxo, mises à part les quelques petites falaises que l'on trouve au S-W de Banjul, la côte est la plupart du temps formée de dunes littorales qui isolent de la mer une zone marécageuse à mangrove. C'est sur cette partie du littoral que l'on trouve successivement du nord au sud : l'embouchure du bras de mer Saloum, l'estuaire du fleuve Gambie et l'embouchure de la "rivière" Casamance.

I.3.5.1.2. Le plateau continental.

Située à 27 milles au large de St-Louis, l'isobathe 200 m se rapproche doucement de la côte, tout en suivant sensiblement son contour, lorsque l'on des-

cent vers le sud. A la hauteur de la pointe des Almadies la largeur du plateau continental n'est plus que de 5 milles. Il s'élargit ensuite assez rapidement pour atteindre 54 milles à la latitude de $12^{\circ} 45' N$ et 68 milles au large de la Guinée Bissau.

D'une manière générale les fonds sont peu accidentés. Il existe cependant au nord de Dakar, un canyon sous-marin appelé fosse de Kayar, situé en face du village du même nom, qui traverse le plateau sur toute sa largeur. A partir de cet endroit et jusqu'au large du cap Vert le plateau continental devient très étroit. L'isobathe 100 m ne se trouve plus alors qu'à 2,5 milles de la côte. La sonde des -50 m qui s'approchait à quelques centaines de mètres de la plage au droit de Kayar ne s'éloigne guère ensuite au-delà de 1 mille de la côte jusqu'à la pointe des Almadies. On verra que l'accident géographique ainsi constitué par l'ensemble fosse de Kayar-presqu'île du cap Vert joue un rôle très important dans la limitation des déplacements saisonniers vers le sud de beaucoup d'espèces démersales.

De nombreux autres canyons de moindre importance entaillent le rebord du plateau. Les plus importants sont situés à $16^{\circ} 30' N$ et $16^{\circ} 50' N$. Leurs parois sud sont souvent occupées par des coraux profonds.

Sur la côte sud du Sénégal on peut observer deux falaises sous-marines dont nous avons représenté schématiquement les positions sur la figure 11. Le sommet de la première se situe à une profondeur de -35, -45 m. Elle se manifeste par une rupture de pente qui peut, par endroits atteindre une quinzaine de mètres et s'étend en s'estompant progressivement, de la pointe des Almadies jusqu'à la hauteur de Mbour. Elle réapparaît, peu marquée, à la latitude de Joal et l'on peut suivre ses affleurements sous le sédiment, le long de l'isobathe 50 m, jusqu'au niveau de l'embouchure de la Casamance. D'après MASSE (1968), cette falaise correspondrait à une cuesta rocheuse formée lors d'un des stades régressifs du Quaternaire. Un bloc ramené des fonds de -47 m devant la Gambie, a montré, à la cassure, un grès quartzeux ferrugineux très calcifié.

La seconde falaise, moins longue, a son bord supérieur vers -70 m et peut également présenter une dénivellation d'une dizaine de mètres. Elle semble limitée au secteur de la presqu'île du cap Vert. Aucune hypothèse ne peut être formulée sur son origine. Il est possible qu'elle corresponde également à un stade régressif du Quaternaire.

Enfin, il existe sur le plateau continental quelques bancs et hauts fonds rocheux de faible importance généralement situés près du littoral.

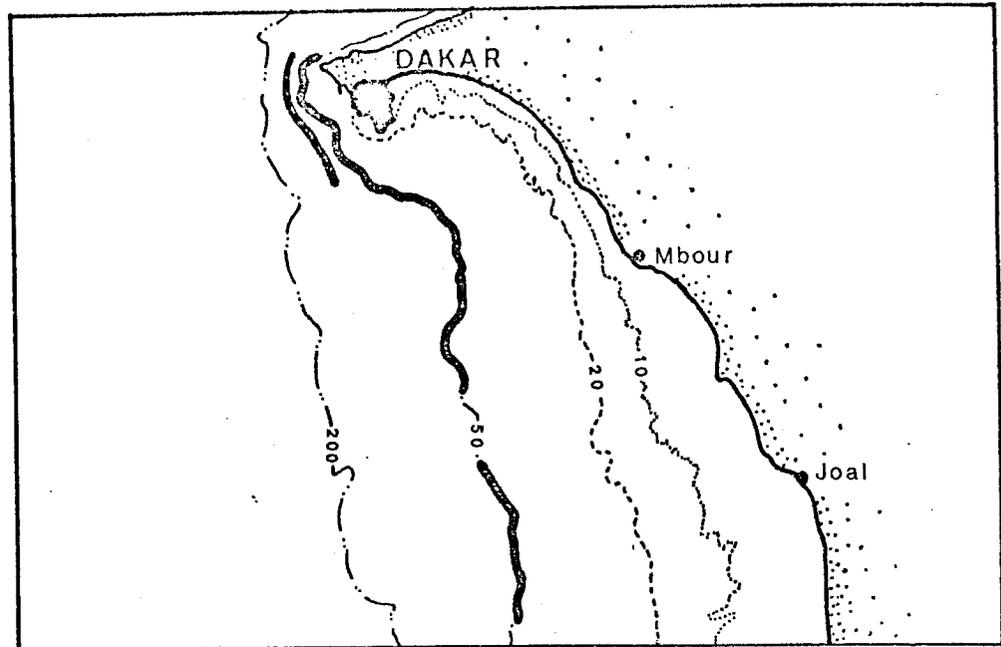


Fig. 11 : Positions des deux falaises sous-marines au large de la "petite côte" du Sénégal.

I.3.5.2. Description des fonds meubles.

Ces fonds sont cartographiés sur les figures 12 et 13. Une analyse granulométrique plus fine a permis d'établir deux subdivisions parmi les vases sableuses et d'y différencier les sédiments contenant de 25 à 50 % de lutites, de ceux en contenant de 50 à 75 %. Il en résulte une représentation plus détaillée que pour les zones situées plus au nord en Mauritanie ou plus au sud en Guinée Bissau.

Signalons enfin, que les sables, dont la teneur en lutites est inférieure à 5 % n'ont pas été figurés ; ils apparaissent donc en plages blanches sur le plateau continental.

I.3.5.2.1. Les fonds de vase.

L'examen des cartes montre l'existence de deux principales zones vaseuses, l'une devant la côte nord du Sénégal, la seconde au niveau de la frontière avec la Guinée Bissau.

. La vase de la côte nord (fig. 12).

Elle s'étend de part et d'autre de l'embouchure du fleuve Sénégal, de 16° 30' N à 15° 15' N, entre les isobathes 20 et 70 m. La proportion de lutites y est généralement supérieure à 95 %. Cette vase contient de 10 à 30 % de carbonates et on y observe de très fins débris coquilliers dont nous ignorons l'origine. Cette zone, directement sous l'influence d'un upwelling côtier, est riche en matière organique (2,5 à 5 % en moyenne).

Cette vase serait actuellement alimentée par les particules en suspension transportées par le fleuve jusqu'à la mer.

En octobre-novembre, lors du maximum de la crue, une partie du débit du Sénégal se dirige en mer vers le nord sous l'influence de la force de Coriolis et aussi sous l'action du courant qui peut encore, à cette saison, se diriger fréquemment vers le nord. Plus tard, lors de la décrue du fleuve qui peut se prolonger durant plusieurs mois après la fin de la saison des pluies, les particules arrivant à la mer sont entraînées par le courant dont l'action devient alors prépondérante et qui porte vers le sud-ouest. Une partie de ces matériaux peut être reprise et entraînée vers le nord par le sous-courant dont nous avons parlé plus haut et qui est alors bien établi.

Cependant, les transports solides actuels du Sénégal ne peuvent suffire à expliquer une telle accumulation de lutites. L'extension de cette vase jusqu'à la latitude de 16° 30' N ne peut s'expliquer uniquement par le transport des particules par les courants. Elle semble plutôt liée aux divagations de l'embouchure du Sénégal, depuis le Quaternaire récent, époque à laquelle le fleuve débouchait à la mer à cette latitude.

. La vase de Casamance (fig. 13 et 17).

Elle s'étend vers le sud à partir de l'embouchure de la rivière Casamance et se prolonge jusqu'à 11° 35' N au large des îles Bissagos, entre les isobathes 15 et 80 m. Peu riches en éléments carbonatés les sédiments de cette partie du plateau continental, elle aussi sous l'influence d'un upwelling, montrent une teneur appréciable en matière organique (de 3 à 6 % en moyenne). Ici aussi nous avons généralement des proportions de lutites supérieures à 95 %.

Actuellement la Casamance, dont nous avons vu que le débit en eau douce est nul à l'embouchure, ne joue sans doute qu'un rôle négligeable dans les apports de particules fines de cette zone. Il est vraisemblable que cette vase, d'ori-

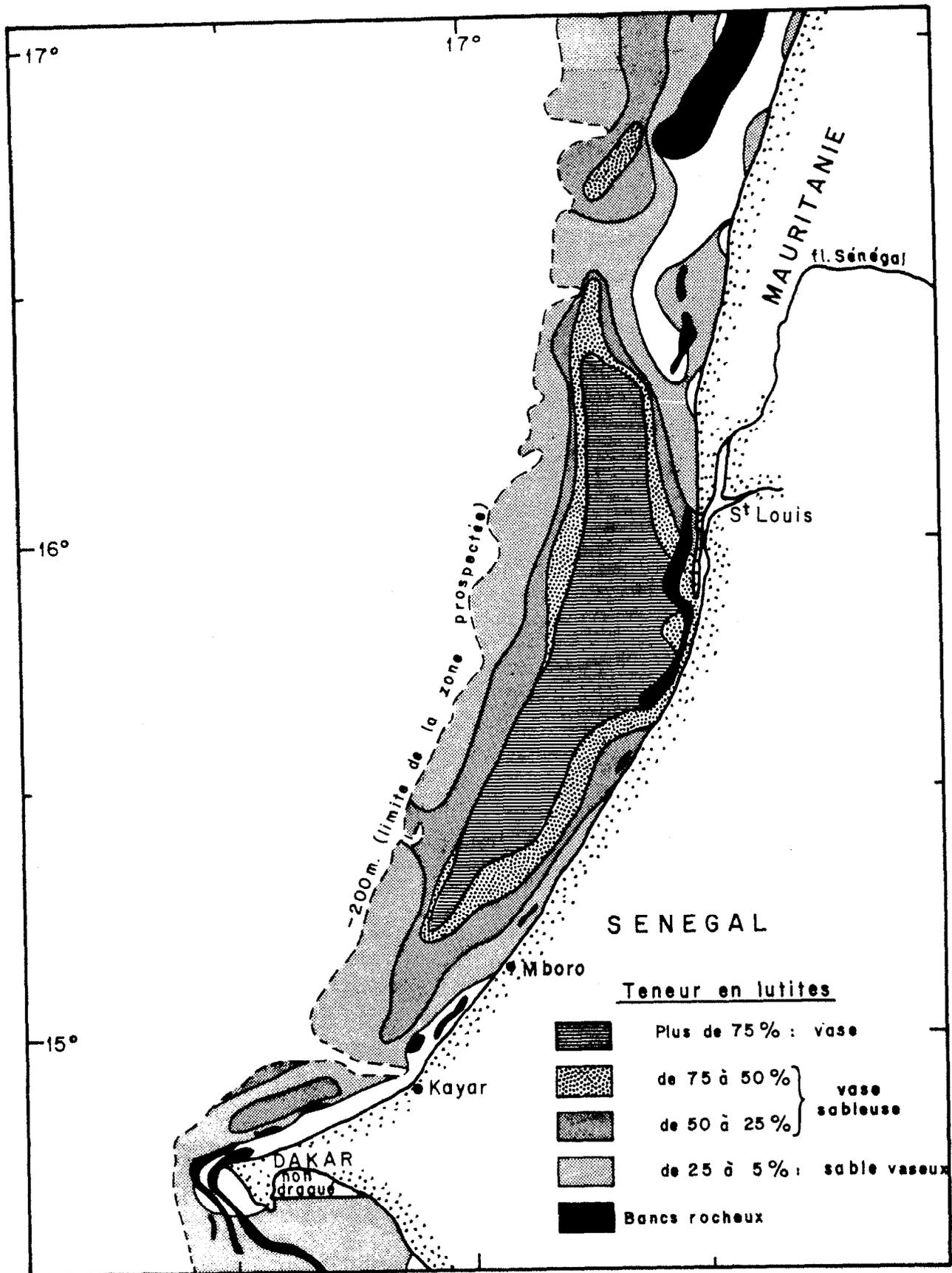


Fig. 12 : Répartition des lutites sur le plateau continental sénégalais de 17° N à Dakar.

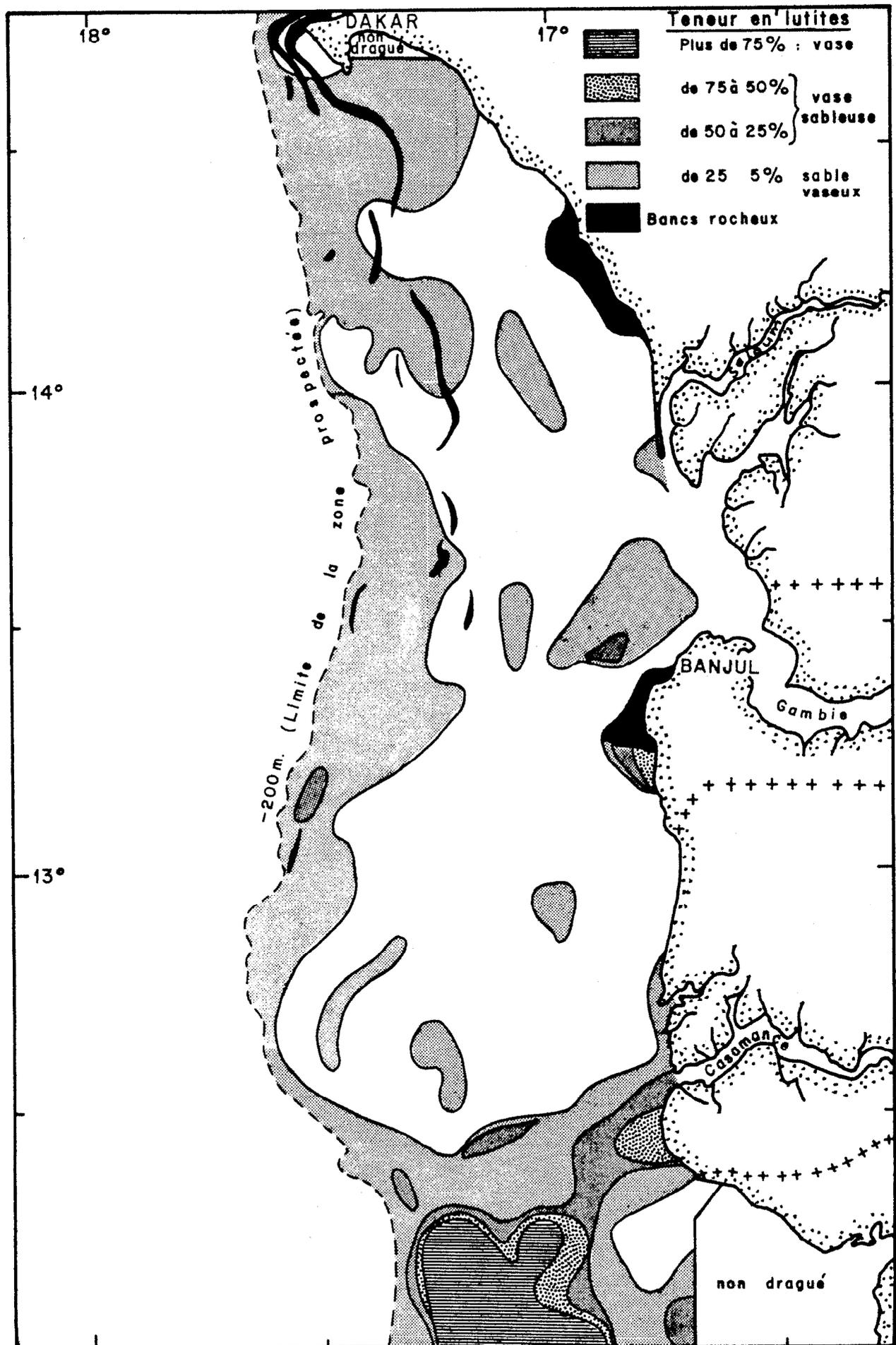


Fig. 13 : Répartition des lutites sur le plateau continental sénégalais de Dakar à 12° N.

gine ancienne sans doute, soit alimentée en partie par les nombreux cours d'eau, dont le rio Cacheu et le rio Geba qui débouchent à la mer sur les côtes de Guinée Bissau un peu plus au sud.

Le cas de la Gambie.

Il n'existe pas de vasière devant la Gambie dont le débit, nous l'avons vu, peut être évalué à 11 milliards de m³ par an. Seule une zone de vase sableuse de faible étendue existe près de la côte un peu au sud de Banjul. A ce niveau la vase est souvent recouverte d'une mince couche de sable fin et compact. Devant l'estuaire il existe une zone, peu étendue, où les sédiments superficiels contiennent de 5 à 25 % de lutites. Partout ailleurs devant la Gambie, de la côte aux fonds de -80 m et jusqu'à l'embouchure de la Casamance, nous avons du sable. Nous en ignorons l'épaisseur et il n'est pas impossible qu'il recouvre des vases déposées antérieurement.

Il semble donc, qu'à notre époque, la Gambie n'alimente pas de vasière en mer et que les particules en suspension qu'elle peut transporter sédimentent au niveau de l'estuaire où des carottages ont montré l'existence d'une couche de vase d'une épaisseur supérieure à 14 m (MARIUS, com. pers.). Les études menées dans le cadre du projet U N D P/U/OTC, Reg. 60 (An., 1974) montrent l'existence de phénomènes complexes dans le mécanisme de l'écoulement des eaux dans l'estuaire, en raison de sa configuration et de ses dimensions exceptionnelles qui font que trois ondes de marées peuvent y pénétrer successivement. Il semblerait que les eaux arrivant à ce niveau ne s'écoulent pas tout de suite en mer et effectuent dans l'estuaire une série d'allers et retours avant de parvenir à l'océan. Ceci augmenterait donc considérablement le parcours continental des particules en suspension et pourrait contribuer à leur sédimentation dans l'estuaire.

I.3.5.2.2. Les vases sableuses, les sables vaseux et les sables.

. Les vases sableuses représentent peu en superficie et n'existent la plupart du temps, qu'en bordure des vases et, localement au sommet de la pente continentale.

. Les sables vaseux : couvrent des étendues plus importantes principalement sur la côte nord où ils entourent la vasière de St-Louis. Ils ont souvent des teneurs en CaCO₃ supérieures à 30 % ce qui traduit la présence de débris orga-

nogènes. Ce type de sédiment occupe toute la partie inférieure du plateau continental au-delà de -50 m.

Au sud de Dakar on trouve des sables vaseux sur tout le plateau, de la presqu'île du cap Vert à Mbour. Ils contiennent, dans cette région, de nombreux débris de coquilles. Plus bas ils ne sont présents qu'à des profondeurs supérieures à 50 m. Au niveau de la Casamance ils limitent vers le nord et sur toute la largeur du plateau, le banc de vase déjà décrit.

Tout le sommet de la pente continentale, au-delà de -100 m, est occupé par des sables vaseux, localement grossiers, riches en coquilles brisées, en piquants d'oursins et en débris de madréporaires. Les teneurs en CaCO_3 peuvent y dépasser 70 %.

. Les sables à l'état pur (moins de 5 % de lutites) se rencontrent au nord de $16^\circ 30' \text{ N}$ entre -15 et -30 m et surtout de Mbour à l'embouchure de la Casamance entre la côte et les fonds de 50 m ; on les trouve également de Mbour à la presqu'île du cap Vert jusqu'aux fonds de 50 m. Ils sont généralement formés de grains de quartz souvent recouverts d'une pellicule d'oxydes de fer qui leur donne une couleur rousse.

Ces sables, essentiellement de l'embouchure du Saloum à la Casamance, constituent un milieu pauvre en matière organique où ne vivent que très peu d'organismes du benthos. On n'observe pas de concentrations de poissons démersaux sur ce type de fond.

I.3.5.3. Description des fonds rocheux.

Les enregistrements du sondeur ont permis de différencier les bancs rocheux non recouverts de sédiments et impropres à la pêche au chalut, des zones rocheuses discontinues qui affleurent à la surface de la couverture sédimentaire meuble et où le chalutage est possible, mais nécessite une bonne connaissance de la région : les risques de "croches" y sont nombreux. Les formations rocheuses sont représentées sur les figures 14 et 15

I.3.5.3.1. Les bancs rocheux.

Certains de ces bancs sont en relation avec le relief continental : ainsi, au sud de la fosse de Kayar, jusqu'à la latitude de Popenguine et principalement au niveau de la presqu'île du cap Vert, existent des formations rocheuses qui seraient le prolongement du relief volcanique de la presqu'île.

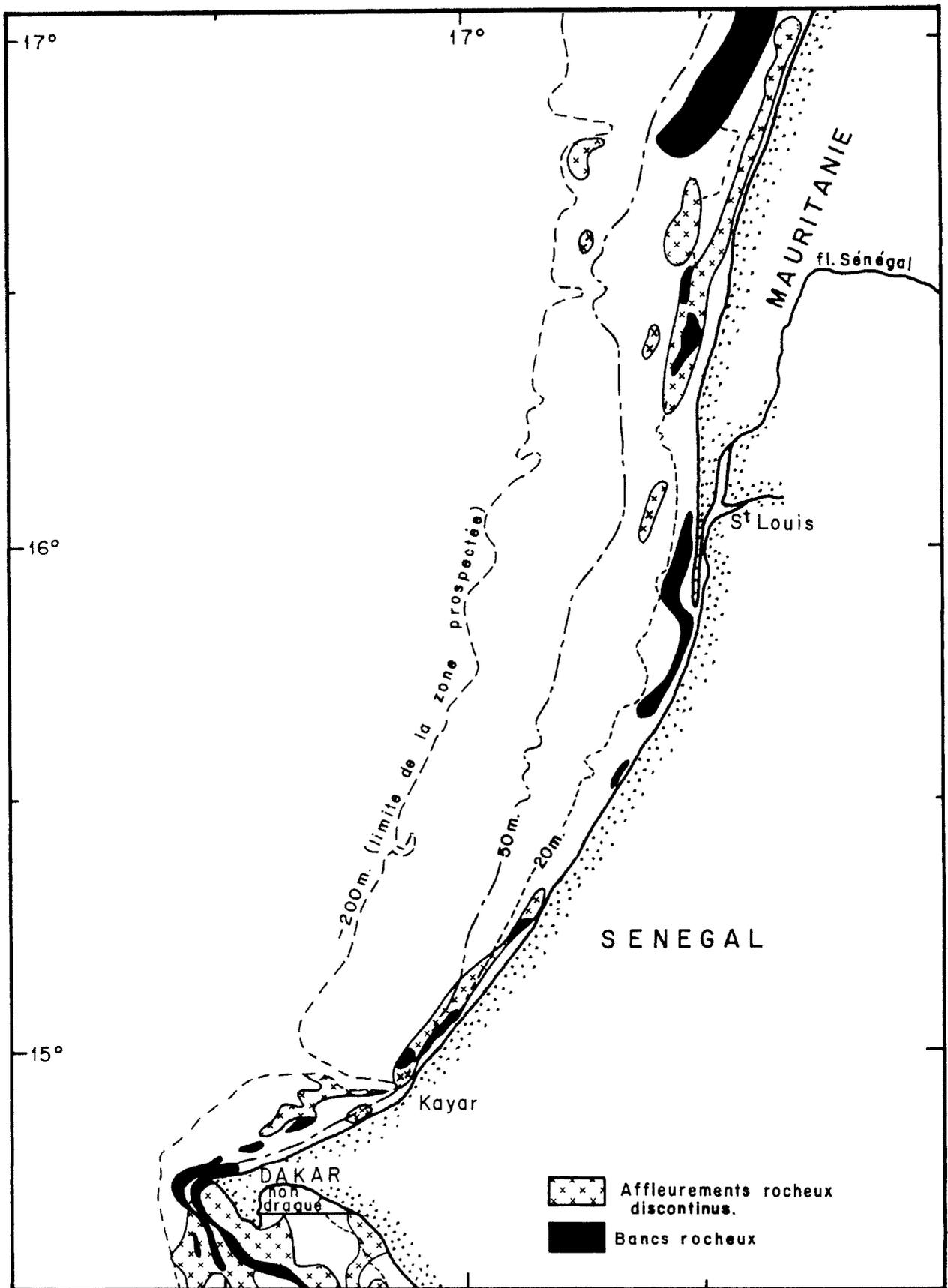


Fig. 14 : Bancs et affleurements rocheux sur le plateau continental sénégalais de 17° N à Dakar.

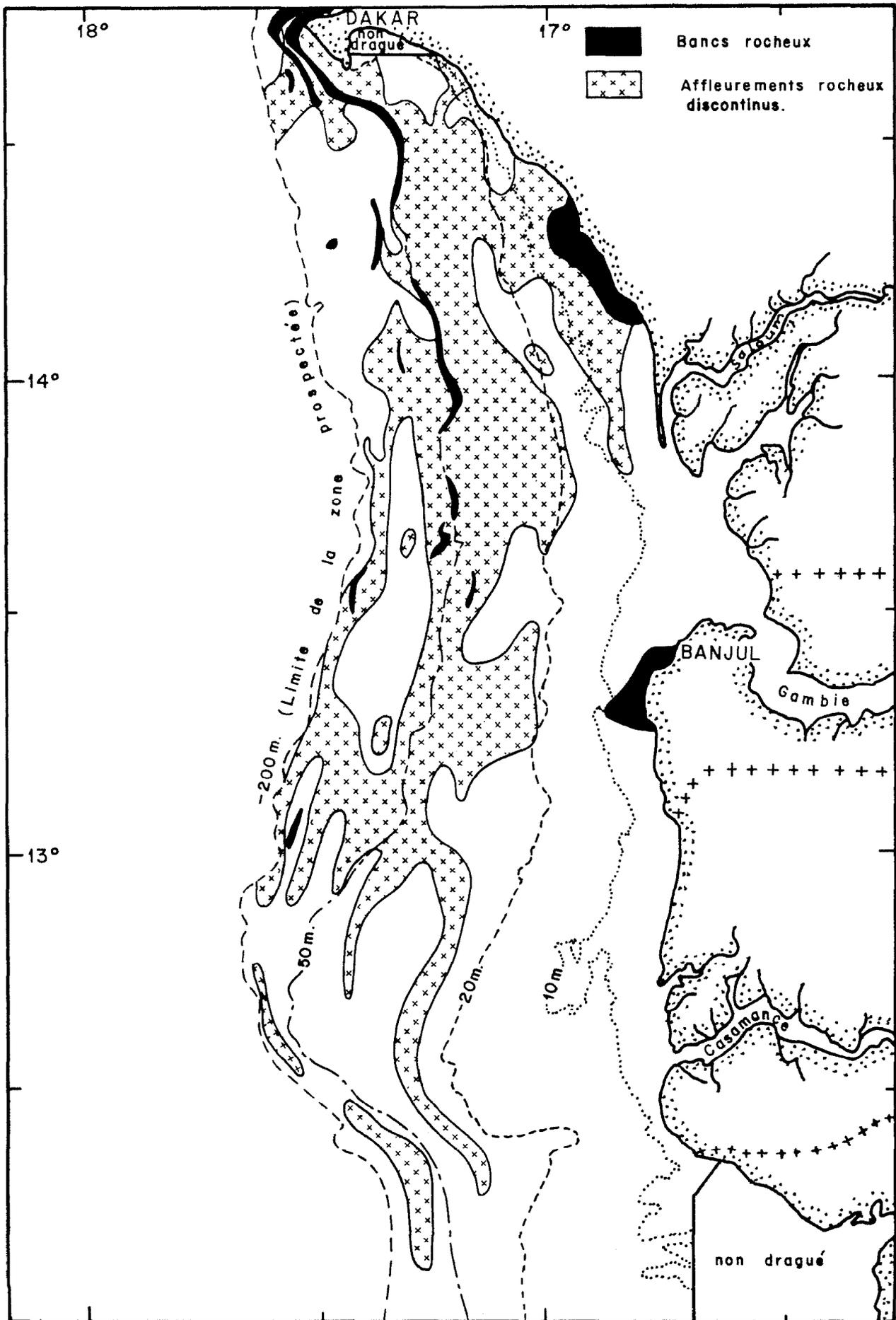


Fig. 15 : Bancs et affleurements rocheux sur le plateau continental sénégalais de Dakar à 12° N.

Au sud de Banjul, également en liaison avec le relief continental, existe une petite plateforme d'abrasion marine qui s'étend jusqu'aux fonds de -10 m.

Toutes les autres formations rocheuses observées sont de nature sédimentaire :

- sur la côte nord, à partir de la fosse de Kayar, lorsque l'on se dirige vers St-Louis, on observe une série de petits bancs rocheux qui suivent la sonde de 15-20 m. Ils sont parallèles à la côte et recouverts par endroits de sédiments. Cette formation se trouve bien marquée en face de St-Louis sur les fonds de 10 à 15 m et au niveau des marais de Toumbos (17° N) entre -20 et -30 m.

- sur la côte sud, entre Mbour et Joal, il existe de la côte aux fonds de 7 à 8 m, un banc rocheux assez important également de nature sédimentaire.

Parmi les zones non chalutables, il convient également de mentionner les deux falaises sous-marines déjà décrites.

I.3.5.3.2. Les zones rocheuses discontinues.

Sur la partie du plateau continental située au large de la côte sud du Sénégal, il existe de vastes zones où la roche affleure, en de nombreux endroits, la surface des sédiments meubles. Il semblerait que la roche, de nature sédimentaire (grès de plage), soit ici constituée par de vastes dalles faiblement inclinées et se chevauchant à la manière de tuiles sur un toit. Ceci explique que cette zone, malgré de nombreux affleurements rocheux, soit chalutable, avec tout de même de gros risques pour les engins de pêche. En effet, on conçoit que selon le sens dans lequel sera effectué le trait, le chalut accrochera ou n'accrochera pas la roche.

Cette zone d'affleurements rocheux discontinus que l'on trouve de Dakar à l'embouchure de la Gambie, entre la côte et les fonds de 50 m, constitue un milieu bien individualisé caractérisé par la présence de sables détritiques plus ou moins envasés à teneur élevée en CaCO_3 , localement grossiers et riches en débris coquilliers. A ce type de fond correspond une faune bien particulière.

I.3.6. Le plateau continental de la Guinée Bissau (12° 30' N à 10° N), (fig. 17).

I.3.6.1. Le littoral et l'archipel des Bissagos.

Orientée sensiblement NW-SE, la côte de la Guinée Bissau, basse et boisée, très découpée, est entaillée par un certain nombre de cours d'eau dont les plus importants sont le rio Cacheu, le rio Geba et le rio Corrubal. Le littoral est

souvent débordé assez loin au large par de nombreux bancs émergeant à marée basse et rendant difficile la navigation dans ces parages.

L'archipel des Bissagos, situé au large des embouchures du rio Geba et du rio Corrubal, est formé d'îles d'origine volcanique, basses et boisées, souvent habitées. Il est séparé du large par une vaste zone, peu connue, constituée d'écueils et de brisants qui interdisent la navigation.

I.3.6.2. Le plateau continental.

I.3.6.2.1. Morphologie.

Situé à 40 milles de la côte au niveau du cap Roxo, l'isobathe 200 m s'éloigne sensiblement vers le large lorsque l'on descend vers le sud. Le plateau atteint alors une largeur d'environ 100 milles entre l'embouchure du rio Geba et la frontière guinéenne : c'est la partie la plus large du plateau continental de la côte ouest-africaine.

De la frontière sénégalaise à celle de la Guinée il s'étend sur environ 50 000 Km² si l'on y inclut la superficie des îles de l'archipel. Du fait de l'existence de hauts fonds et de brisants, il n'est exploitable industriellement (sauf sur la partie nord, au niveau du grand plateau de Geba) qu'au delà de l'isobathe 20 m, soit sur une superficie d'environ 21 000 km². Dans la partie sud-est de l'archipel des Bissagos le chalutage est possible, dans des zones restreintes, notamment à l'ouest de la grande île Agô et entre les îles Orangosinho et Roxa.

Au-delà de -20 m, les fonds sont généralement peu accidentés. Il existe cependant quelques vallées sous-marines qui sont le prolongement en mer du tracé des cours d'eau de la région ; les deux plus importantes sont, au sud, la fosse du rio Grande et la fosse du rio Cacine.

Sur la partie sud du plateau continental, vers 10° 30' N, existent deux petites falaises sous-marines : l'une est située vers -50 m, la seconde vers -70 m. On peut penser qu'elles ont la même origine que des structures identiques rencontrées aux mêmes profondeurs devant le Sénégal (paragraphe I.3.5.1.1.).

I.3.6.2.2. Nature du fond.

Les dragages effectués lors des campagnes "Guinean Trawling Survey" (G.T.S.) puis par le "LAURENT AMARO"(fig. 16) ainsi que les écho-sondages du N.O. "CAPRICORNE" de 1973 à 1975 et quelques observations de LONGHURST (1958) permettent de donner une description relativement précise de la couverture sédimentaire.

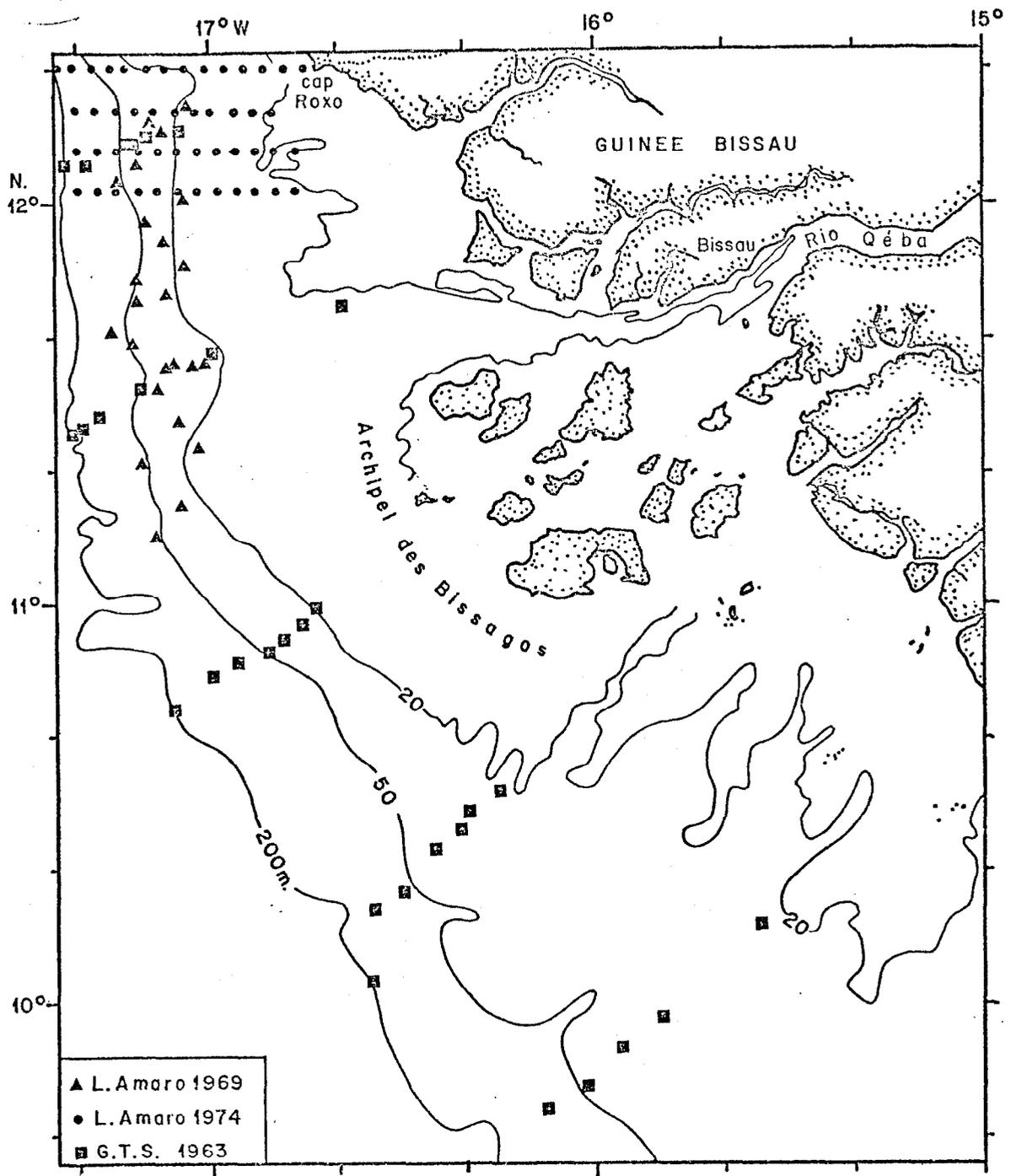


Fig. 16 : Position des dragages effectués au cours de différentes campagnes au large de la Guinée Bissau.

Deux types de fonds très différents existent sur le plateau continental de la Guinée Bissau (fig. 17).

. De 12° 20' N à 11° 35' N.

Cette partie qui a été prospectée systématiquement en 1969 puis en 1974 est bien connue. Le plateau continental est occupé entre -15 et -80 m par un im-

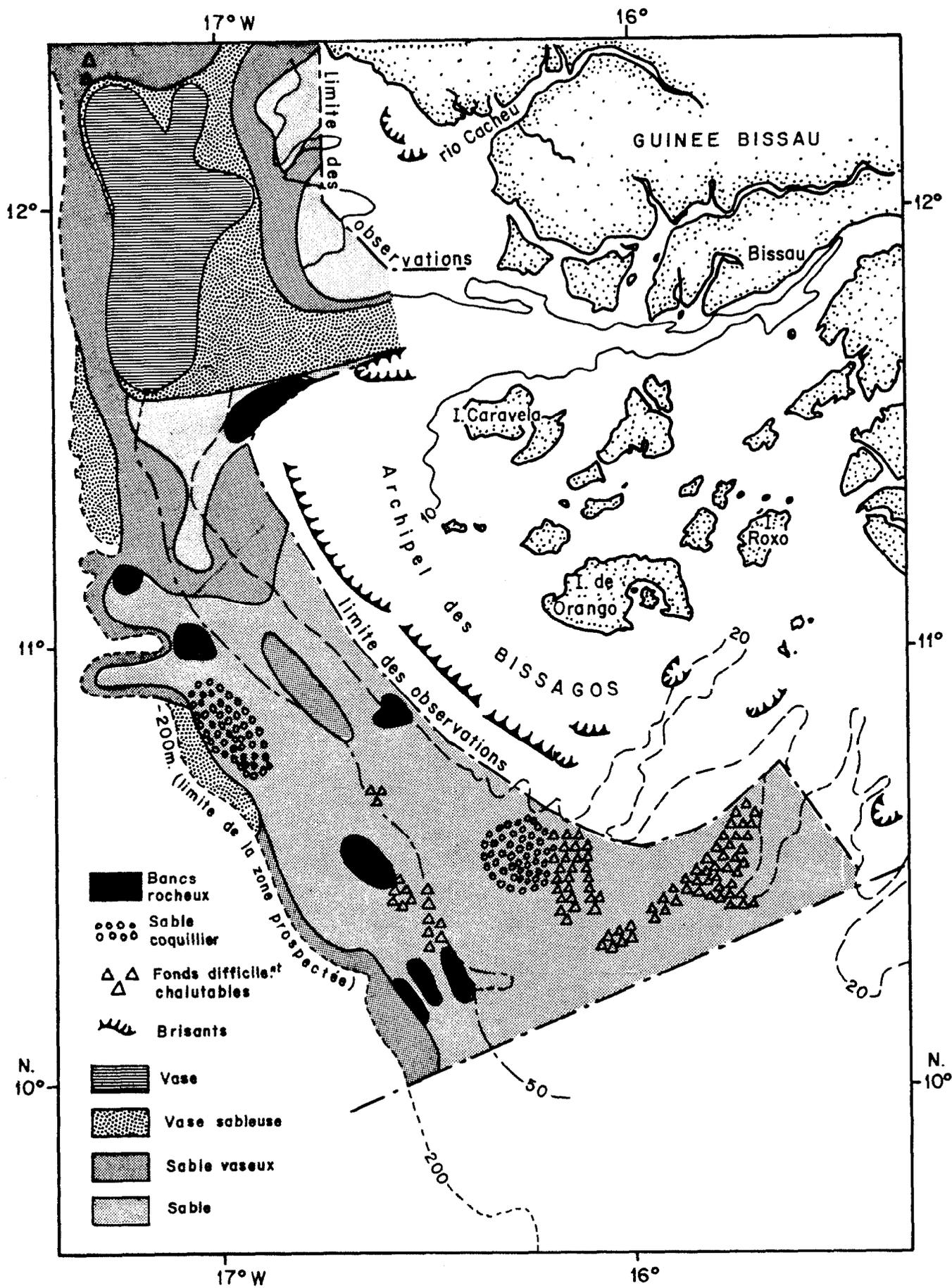


Fig. 17 : Le plateau continental de la Guinée Bissau

portant banc de vase orienté N-S et que nous avons déjà décrit (paragraphe I.3.5.2.1) sous le nom de "vasière de Casamance". Cette zone est communément appelée par les pêcheurs : le "champ de moules" du fait de la présence en abondance du lamellibranche *Pinna rudis*. Sur ces fonds vit et est pêchée la crevette blanche *Penaeus duorarum*.

Le rebord du plateau continental est recouvert par des sédiments du même type que ceux trouvés plus au nord.

. De 11° 35' N à la frontière de Guinée.

Mise à part la bande de sable vaseux que l'on trouve au sommet du talus continental à partir de -100 m les sédiments de cette partie du plateau sont formés de sable pratiquement pur, plus ou moins grossier, présentant des caractéristiques analogues à celles des sables que l'on trouve plus au nord entre l'embouchure du Saloum et la Casamance.

Dans la partie sud de la zone quelques affleurements rocheux peuvent apparaître entre -20 et -50 m. On y note aussi la présence de sables coquilliers.

I.3.7. Conclusion.

Le plateau continental ouest-africain étudié ici apparaît peu accidenté, ce qui autorise une exploitation chalutière sur la plus grande partie de son étendue. Il convient cependant de noter l'existence de l'important accident géographique constitué par l'ensemble fosse de Kayar-presqu'île du cap Vert qui coupe la région en deux. Nous verrons que cette zone joue un grand rôle dans la limitation des déplacements saisonniers des espèces démersales.

La répartition des sédiments en fonction de la latitude permet de distinguer schématiquement deux zones, caractérisées par un gradient croissant des teneurs en lutites des sédiments du nord au sud. Ceci est à mettre en regard avec l'apparition puis l'augmentation de l'importance des apports fluviatiles du Sénégal à la Guinée. Ces deux zones sont les suivantes :

- de 24° N à 17° N : le plateau continental a une couverture sédimentaire relativement homogène où les fonds de sables prédominent. Il n'existe aucun débouché de cours d'eau dans cette région et les fonds de vase sont exceptionnels.

- de 17° N à la frontière de Guinée : on observe une alternance de fonds sableux et de fonds vaseux. Ceux-ci occupent de grandes surfaces au débouché des cours d'eau dont la fréquence d'apparition augmente vers le sud.

De la Mauritanie à la Guinée la précision des données disponibles permet en outre de classer les fonds en relation avec la profondeur et la nature de la couverture sédimentaire et de distinguer les fonds côtiers qui s'étendent de la côte aux fonds de 70-80 m et les fonds de la partie inférieure du plateau continental que l'on trouve au-delà.

Les fonds côtiers peuvent être subdivisés en plusieurs groupes.

- fonds rocheux impropres au chalutage : ce sont principalement des reliefs longitudinaux de faible étendue.

- fonds meubles vaseux : ce sont les deux vasières de St-Louis et de Casamance.

- fonds meubles sableux : on les trouve essentiellement de l'embouchure du Saloum à la Casamance et, en frange côtière, de Mboro à Dakar. Ils apparaissent également devant le sud de la Guinée Bissau, ainsi qu'au nord de $16^{\circ} 20' N$ entre la côte et l'isobathe 40 m.

- fonds durs et sableux : ce sont les fonds de sable où la roche affleure à la surface du sédiment. Riches en débris organogènes ils présentent généralement des teneurs en $CaCO_3$ élevées. Ils sont souvent légèrement vaseux. Ce milieu bien particulier, d'une grande richesse biologique, se trouve essentiellement de Dakar à l'embouchure du Saloum.

I.4 - TENEUR EN MATIERE ORGANIQUE DES SEDIMENTS.

La matière organique contenue dans les sédiments contribue largement au cycle de productivité biologique des eaux. D'une part, elle sert directement de nourriture aux organismes benthiques, d'autre part les mécanismes de minéralisation libèrent une quantité importante de sels minéraux nutritifs nécessaire au démarrage de la chaîne alimentaire. La teneur en matière organique des sédiments constitue donc un indice de la productivité du milieu et peut ainsi participer à l'interprétation de la répartition des espèces à la surface du plateau continental.

Les mesures ont été effectuées sur les échantillons prélevés par dragages de 1969 à 1974 entre 17° N et la Guinée. Des informations complémentaires ont été fournies par les travaux de DE MIRO ORELL (1973), SUMMERHAYES et *al.*, (1976) et MILLIMAN (1977) sur le plateau continental mauritanien, notamment au voisinage du cap Blanc.

I.4.1. Mesure de la matière organique.

La teneur en matière organique a été obtenue en multipliant le taux de carbone organique du sédiment par 1,8 (TRASK, 1939).

La mesure de l'azote organique donne aussi une bonne idée de la répartition de la matière organique. La teneur de celle-ci ne peut cependant en être déduite du fait de la forte variabilité du rapport C/N (FAGE, 1951). La connaissance de ce rapport donne une indication sur l'origine de la matière organique.

I.4.1.1. Dosage du carbone organique.

Sa valeur a été obtenue par différence entre la valeur du carbone total et celle des carbonates. Le carbone total est dosé par combustion à 1200° C dans un courant d'oxygène ; le carbone des carbonates est dosé par attaque à l'acide chlorhydrique à 60° C. Le CO₂ dégagé dans les deux cas est recueilli dans une cellule qui le dose par conductimétrie.

I.4.1.2. Dosage de l'azote organique.

La mesure de l'azote organique par la méthode de Kjeldhal n'a été faite que sur les échantillons recueillis en 1970 sur la côte nord du Sénégal à l'aide

d'une drague "RALLIER DU BATY". Les positions des stations d'échantillonnage sont représentées sur la figure 22.

I.4.2. Répartition de la matière organique totale.

Il est bien connu que la distribution de la matière organique est généralement liée à la répartition et à l'abondance des particules fines et notamment des lutites. Elle est en effet fixée à la fois par adsorption à la surface des nombreuses particules fines du sédiment et par rétention entre les grains. En outre, le milieu relativement compact constitué par la vase, limite les phénomènes d'oxydation et donc sa dégradation rapide, lui permettant ainsi de s'accumuler.

La répartition de la matière organique de la couverture sédimentaire entre 17° N et la Guinée a été représentée sur les figures 18, 19 et 20. On note que les teneurs les plus élevées, pouvant dépasser 4 %, s'observent au niveau des deux vasières qui existent de St-Louis à Kayar et au large de la Guinée Bissau. Des teneurs appréciables sont également relevées dans les sables vaseux de la bordure du plateau continental ainsi qu'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.

Des teneurs du même ordre de grandeur que ce qui a été trouvé au Sénégal ont été mesurées par DE MIRO ORELL (1973) au sud ouest du cap Timiris ainsi qu'au large du cap Blanc.

A partir des sédiments prélevés au nord de Dakar en 1970 nous avons établi la relation entre le pourcentage de particules fines (50 microns) et la teneur en matière organique (fig. 21). Le coefficient de corrélation calculé bien que significatif au seuil de 1 % ne présente pas une valeur élevée : $r = 0,37$. Ceci traduit le fait que les accumulations de matière organique ne se forment pas toujours là où les particules fines sont les plus abondantes. On peut l'observer devant le Sénégal et la Guinée Bissau où les teneurs maximums se rencontrent à la limite inférieure des deux vasières à la fois dans des vases et des vases sableuses, suivant une étroite bande, sensiblement parallèle aux isobathes, comprise entre -50 et -80 m. En Mauritanie les données de DE MIRO ORELL (1973) montrent une répartition analogue de la matière organique à la surface du plateau continental avec une rapide augmentation de la teneur entre -70 et -90 m où l'on peut également observer des valeurs supérieures à 4 %. Ce type de répartition suggère l'existence à ce niveau du plateau continental d'une zone calme ou de convergence de courants permettant à la matière organique de sédimenter. Ce processus est également signalé

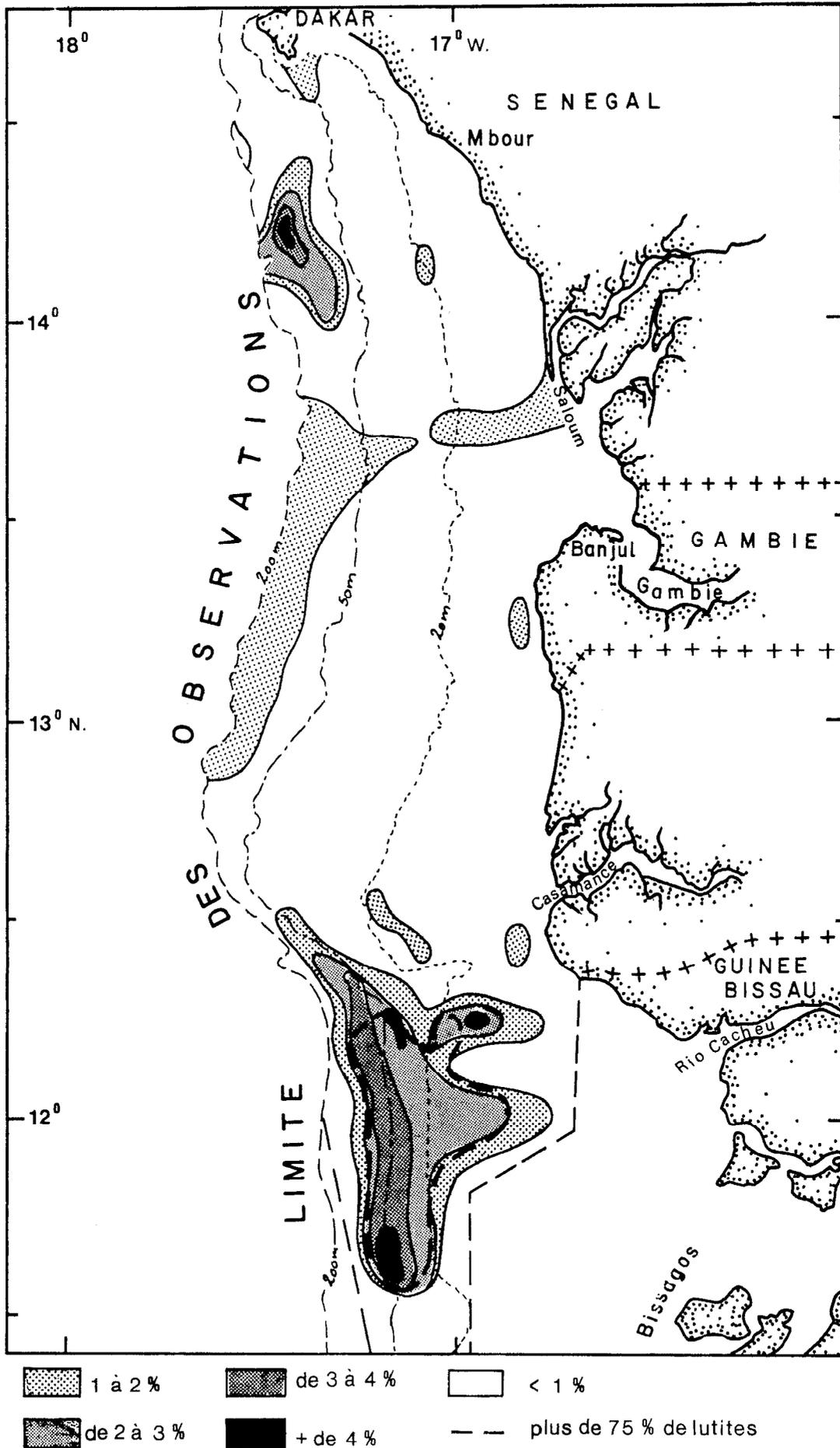


Fig.18 - Teneur en matière organique dans la couverture sédimentaire de 11° N à DAKAR (mars à août 1974).

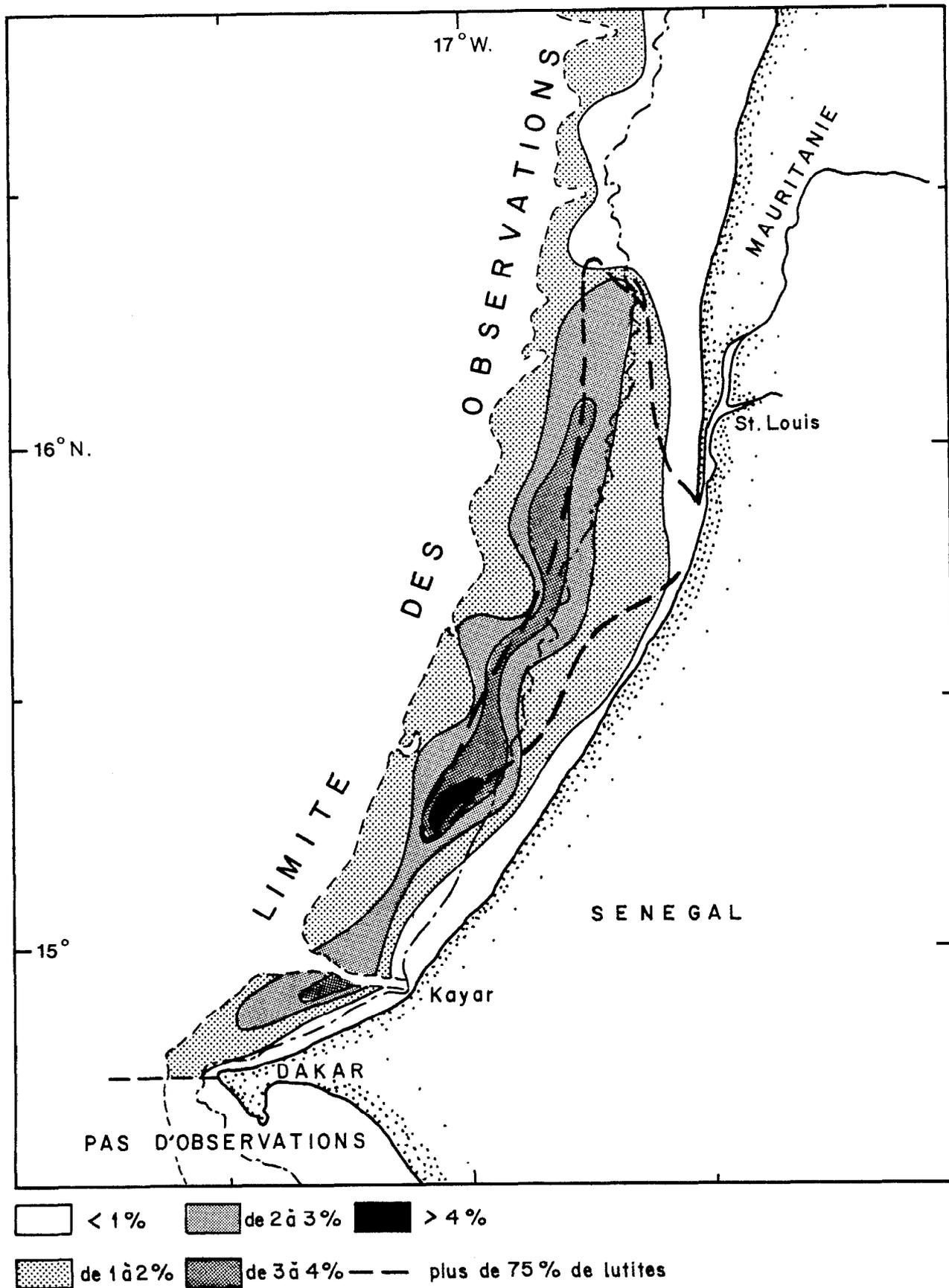


Fig.19 - Teneur en matière organique dans la couverture sédimentaire de Dakar à 17° N (mai 1970).

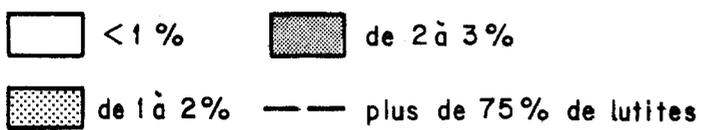
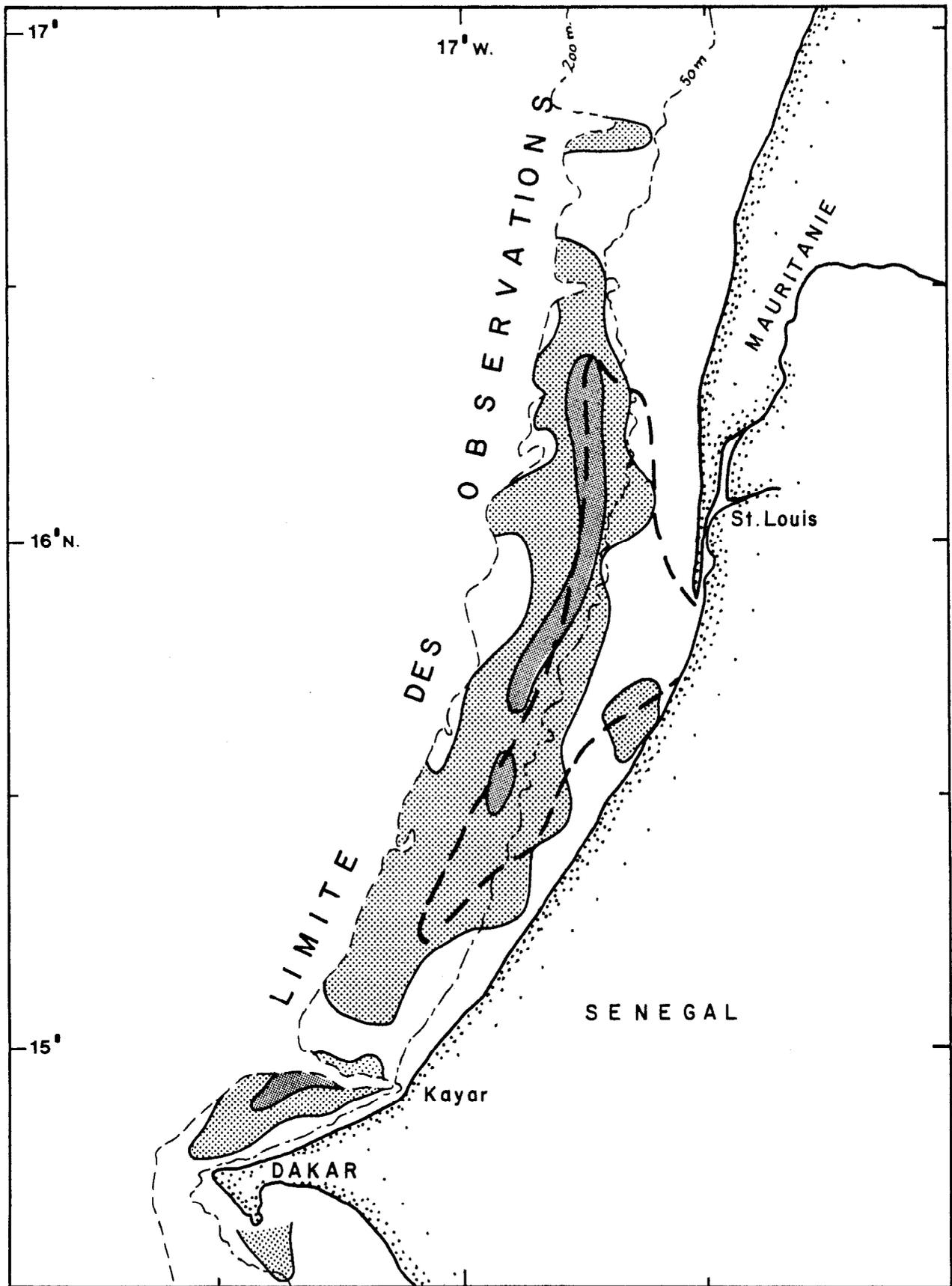


Fig.20 - Teneur en matière organique dans la couverture sédimentaire de Dakar à 17° N (septembre 1974).

par PASTERNAK (1970). Nous verrons que cette zonation joue un rôle dans la répartition bathymétrique des espèces notamment pour ce qui concerne leur abondance.

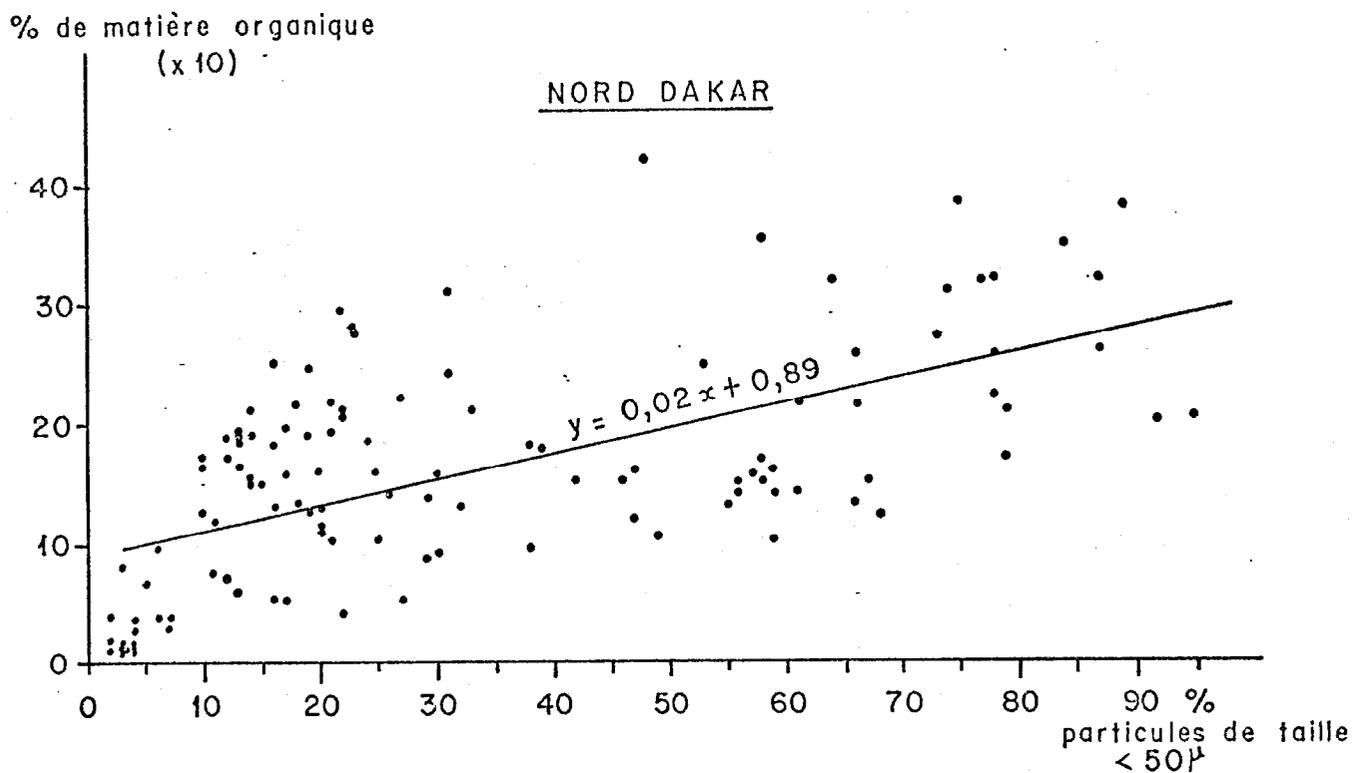


Fig. 21 : Relation entre le pourcentage de particules fines (<50 microns) et la teneur en matière organique.

I.4.3. Répartition de l'azote organique.

Sur la fig. 22 a été représentée la teneur en azote organique mesurée de Dakar à 17° N. On observe que sa répartition présente la même allure que celle de la matière organique, ce qui laisse prévoir un rapport C/N relativement constant et donc une origine identique de la matière organique sur tout le plateau continental. Devant la Guinée Bissau des teneurs analogues ont également pu être mesurées.

Du cap Blanc au cap Barbas, SUMMERHAYES et al., (1976) et MILLIMAN (1977) signalent des teneurs élevées en azote (fig. 23) ce qui indique l'existence, également sur cette partie du plateau continental, de sédiments riches en matière organique. Ceci avait aussi été décrit par DE MIRO ORELL (1973) dans cette région, ainsi qu'au sud-ouest du cap Timiris où il signalait des teneurs en azote organique pouvant dépasser 2,5 ‰.

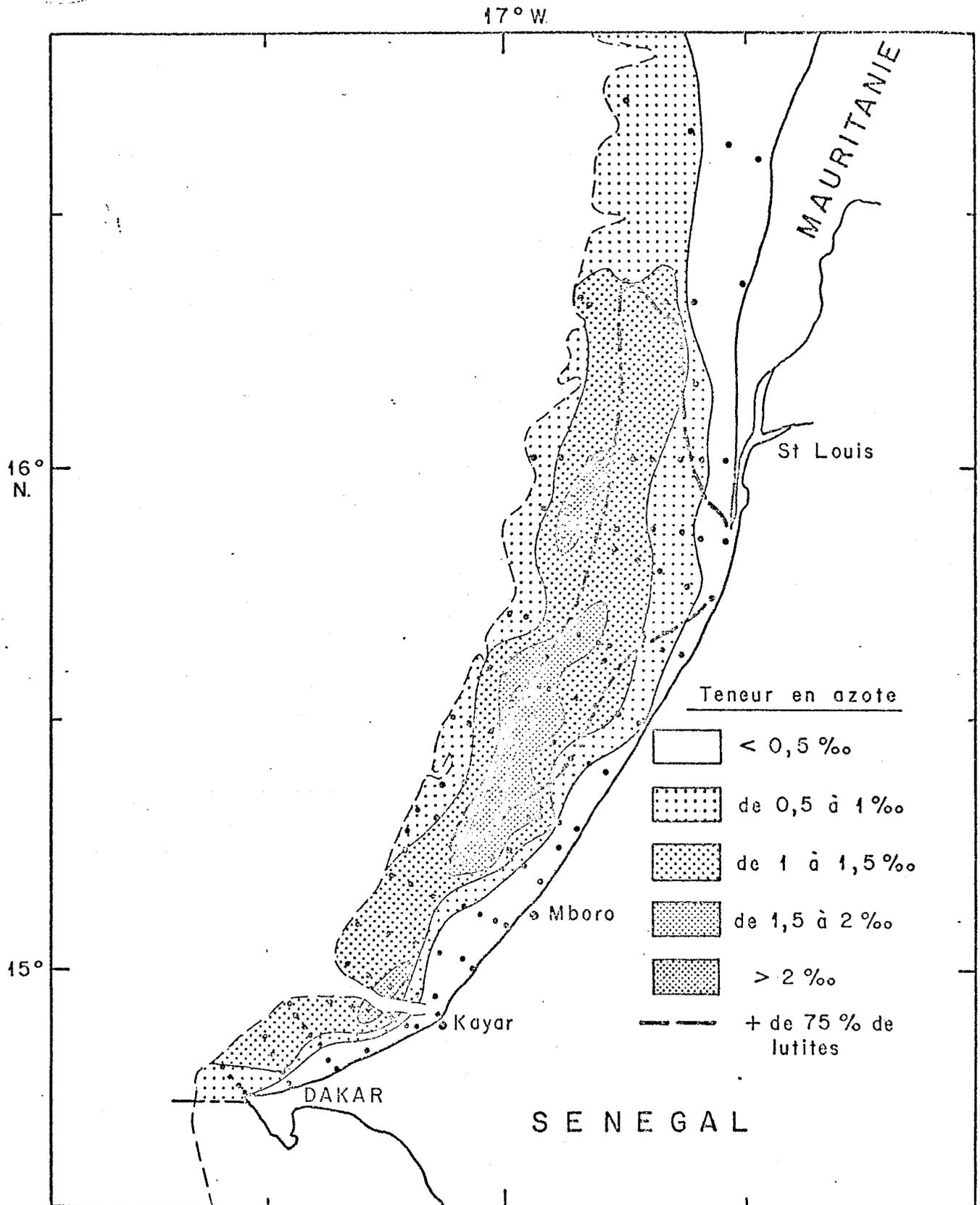


Fig.22 -Teneur en azote de la couverture sédimentaire de Dakar à 17°N pendant la saison froide 1970. Les points indiquent la position des stations de prélèvements.

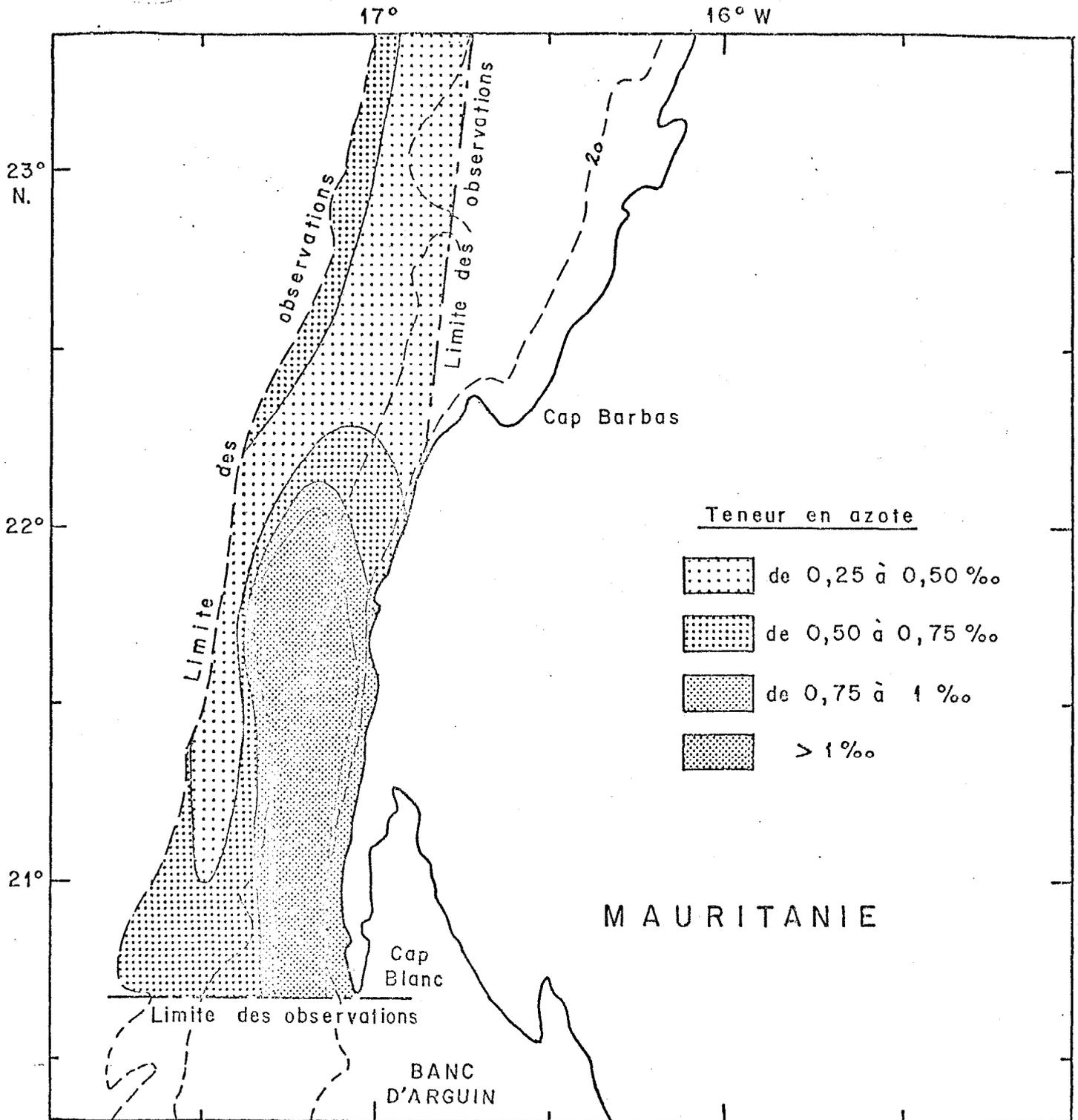


Fig. 23 : Teneur en azote de la couverture sédimentaire au large du cap Blanc (d'après MILLIMAN, 1977).

I.4.4. Origine de la matière organique.

La région étudiée ici est une zone d'upwelling caractérisée par une productivité biologique élevée. Déjà en 1939, dans les parages du cap Vert, CORRENS

(cité par FAGE, 1951) établissait une relation entre la richesse du plancton et la teneur en matière organique des sédiments sous-jacents. D'une façon générale cette relation entre la richesse biologique des eaux et la teneur en matière organique des sédiments correspondants est signalée par de nombreux auteurs parmi lesquels nous citerons FAGE (1951) qui étudie ce problème à l'échelle de l'océan mondial; STEPHENS et al., (1967) qui établissent en Colombie britannique une relation entre les variations saisonnières de la matière organique des sédiments et celles de la production primaire, PASTERNAK (1970) sur la bordure Est de l'Atlantique, DE MIRO ORELL (1973) dans les parages du cap Blanc, GIRESSE et KOUYOU-MONTZAKIS (1973) au Gabon, GIRESSE et MOGUEDET (1974) au large du Congo, MARTIN (1973) en côte d'Ivoire, SUMMERHAYES et al., (1976) devant le Maroc et la Mauritanie, DIESTER-HAAS (1978) dans l'upwelling mauritanien, etc...

De la Mauritanie à la Guinée la matière organique peut avoir deux origines différentes :

- dégradation des organismes vivant sur le plateau continental: poissons, plancton, benthos.

- apports terrigènes soit sous forme de poussières transportées par les vents, soit dûs aux cours d'eaux qui peuvent transporter à la mer de nombreux débris organiques le plus souvent végétaux.

I.4.4.1. La matière organique provient de la dégradation des organismes vivant sur le plateau continental.

L'analyse des rapports C/N des sédiments (carbone organique/azote organique, exprimé en rapport de masses) montre des valeurs relativement homogènes mais élevées :

	Nombre d'observations	C/N moyen	Valeurs extrêmes	Ecart-type
Côte nord du Sénégal (ensemble du plateau continental)	117	9,79	4,8-15,6	1,74
Guinée Bissau (vasière)	24	9,95	8,9-11,6	0,68

Ces chiffres ne permettent pas de préciser l'origine exacte de la matière organique. On ne connaît en effet que peu de choses des C/N correspondant aux fèces des poissons et à celui du benthos. Les écarts-type sont faibles ce qui indique une origine identique sur la plus grande partie du plateau continental. Les valeurs élevées suggèrent cependant une origine phytoplanctonique.

LE BORGNE (1975) observe en effet que les valeurs du C/N de constitution du zooplancton qu'il mesure sont inférieures à celles des C/N des particules inférieures à 200 μ (constituées à 90 % de phytoplancton) mesurées par HERBLAND et VOITURIEZ (1974). D'une façon plus générale, LE BORGNE (1978) constate que le C/N du zooplancton est toujours inférieur à celui des particules.

Au large du cap Blanc et du cap Timiris DE MIRO ORELL (1973) observe des C/N du sédiment variant de 6 à 13 avec une moyenne de 10,5. D'après les conclusions de HARVEY (1960) qui attribue au phytoplancton des rapports C/N compris entre 5,5 et 7, il déduit que dans les zones où il observe des valeurs analogues, essentiellement au sud du cap Timiris, vers 18° 40' N, la matière organique provient du phytoplancton.

Lorsqu'on compare la répartition de la matière organique (fig. 18, 19 et 20) avec une situation thermique typique de saison froide (fig. 24) on constate que les teneurs maximums s'observent juste au sud des zones d'upwelling au niveau de la convergence où les eaux froides, entraînées vers le sud par la dynamique générale des eaux de la région, s'enfoncent sous les eaux chaudes. Ces eaux froides sont riches en particules planctoniques dont une partie, constituée surtout par des éléments du phytoplancton, se trouvant bientôt en dehors de la couche euphotique, meurt puis sédimente. Il y a ainsi apport sur le fond, de matière organique d'origine végétale.

La relation entre la teneur en matière organique des sédiments et la productivité biologique des eaux sus-jacente apparaît si l'on compare sa répartition avec celle de la biomasse des poissons pélagiques (fig. 25). Ceux-ci se nourrissent en effet de plancton et ont donc tendance à se concentrer là où cette nourriture est la plus abondante, dans la zone de convergence limitant l'upwelling. On observe ainsi, dans la région, que les parties du plateau continental où l'on rencontre les plus fortes concentrations de poissons pélagiques coïncident parfaitement avec les zones où, sur le fond, se rencontrent les plus hautes teneurs en matière organique. Celle-ci constitue ainsi un indice de la haute productivité biologique de la région.

Cependant, la dégradation des organismes du plancton ou du necton ne rend sans doute pas compte de la totalité de la matière organique existant sur le fond. Il est vraisemblable qu'il existe un apport complémentaire d'origine terrigène.

I.4.4.2. La matière organique résulte d'apports terrigènes.

CHARDY (1975) indique qu'un rapport C/N élevé dans les sédiments traduit un apport de matériel terrigène. De fait les cours d'eau et les vents transportent

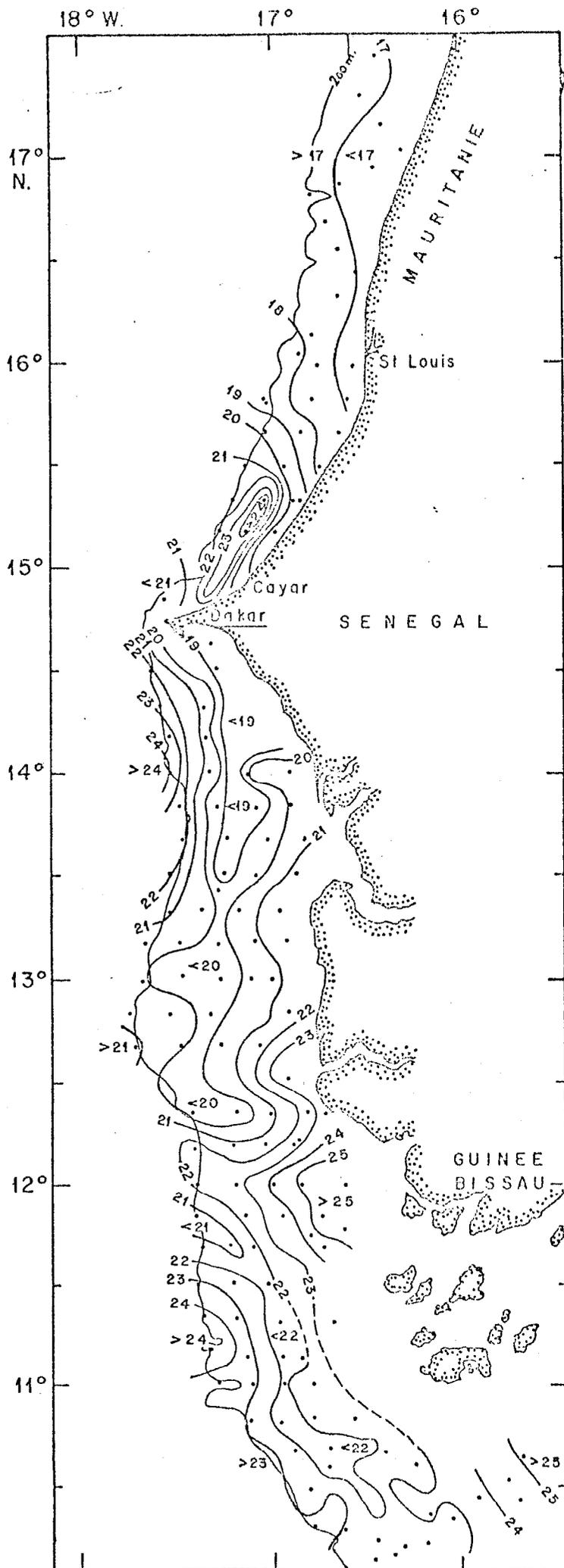


Fig. 24 : Situation thermique en surface typique de saison froide, au large du Sénégal (d'après PRIVE et WAGNER, 1977)

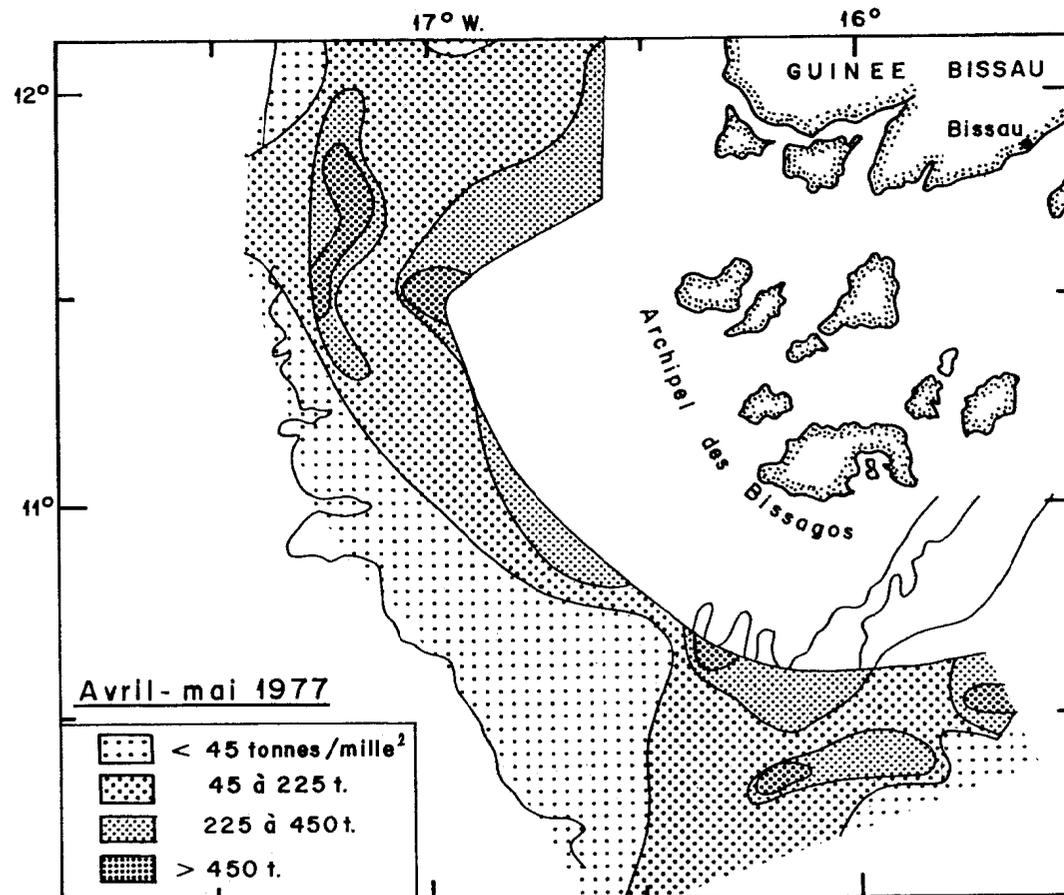
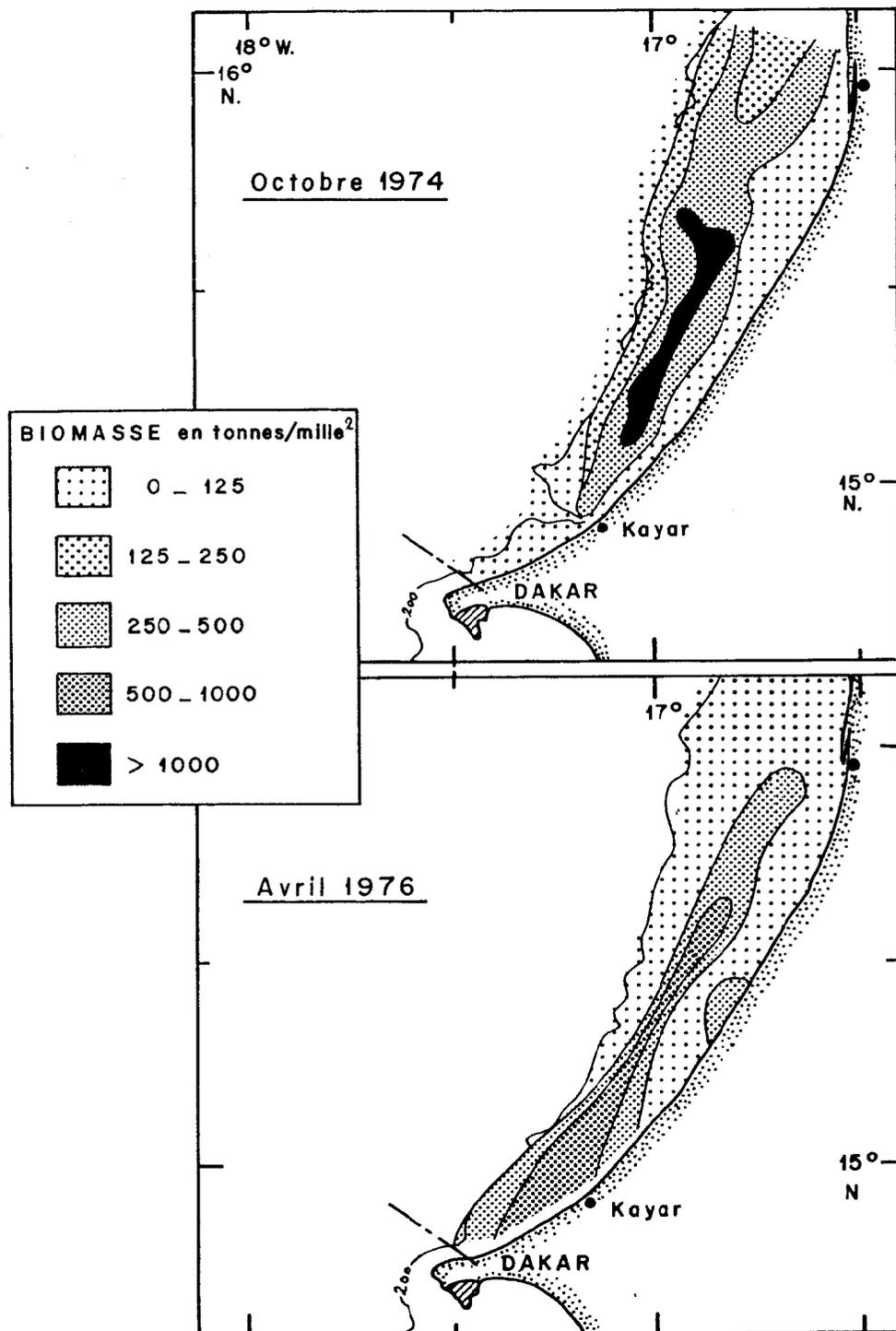


Fig. 25 : Répartition de la biomasse en poissons pélagiques obtenue par écho-intégration (d'après GERLOTTO et al, 1976 - STEQUERT et al, 1977 et MARCHAL et BOELY, 1977)

de nombreux débris végétaux qui n'apportent qu'une faible contribution en azote aux sédiments. De plus la matière organique transportée par les fleuves est vraisemblablement partiellement dégradée, ce qui contribue, si l'on admet que l'azote se transforme plus vite que le carbone, à augmenter encore le rapport C/N.

. Rôle des cours d'eau.

Les rapports C/N élevés que l'on observe dans la région pourraient donc traduire une origine terrigène de la matière organique. De fait, au nord de Dakar, les plus fortes valeurs de C/N, supérieures à 10, se rencontrent en deux endroits :

- autour de la fosse de Kayar, région ou DIETZ et al., (1968) signalent d'importants transports de sédiments qui proviendraient de la partie nord du plateau continental.

- dans une vaste zone rayonnant autour de l'embouchure du Sénégal dont nous avons déjà signalé le rôle dans les apports de matériaux terrigènes sur le plateau continental.

Devant la Guinée Bissau où l'on relève également des C/N élevés, les matériaux terrigènes provenant des cours d'eaux peuvent aussi contribuer à augmenter les taux de matière organique dans les sédiments.

. Rôle des vents.

En I.3.3. nous avons évoqué le rôle des vents parmi les facteurs de la sédimentation. Il est vraisemblable qu'ils jouent un rôle important dans l'apport de matière organique terrigène à la mer (LEPPLE et BRINE, 1976) et contribuent ainsi à la fertilisation des eaux de la région. Ces vents, notamment les vents de sable qui soufflent sur la partie nord du Sénégal et surtout en Mauritanie, entraînent en mer d'importantes quantités de poussières composées de particules très légères et très fines (souvent des débris végétaux arrachés à la surface du sol), qui emportent, adsorbées à leur surface, des matières organiques.

Une partie de la matière organique accumulée au large du cap Blanc où ne débouche aucun cours d'eau serait donc transportée en mer par les vents de sable. Cette origine terrigène expliquerait les valeurs élevées de C/N mesurées par DE MIRO ORELL (1973) dans cette région où MILLIMAN (1977) trouve une bonne coïncidence entre la répartition des particules terrigènes en suspension dans l'eau et les zones d'accumulation de matière organique sur le fond.

I.4.5. Variations saisonnières de la teneur en matière organique des sédiments.

Sur la figure 18 sont représentées les teneurs en matière organique ob-

tenues 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 19 donne les teneurs en fin de saison froide (mai 1970) et la figure 20 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 que l'on trouve par 14° 30' N, 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. On notera que 1970 fait suite à une très bonne crue (1969) du Sénégal alors que 1974 fait suite à plusieurs années de sécheresse. Si l'on attribue une contribution importante des cours d'eau de la région aux apports de matière organique dans les sédiments ceci peut constituer l'indice d'une évolution à long terme. Dans ce cas, l'importance des conséquences biologiques d'un tel phénomène dans cette zone justifierait la mise en place d'une étude plus détaillée.

Pourtant si l'on admet une liaison entre le taux de matière organique et la productivité biologique des eaux dont l'importance varie avec la saison, il est logique d'admettre une variation saisonnière de la teneur en matière organique des sédiments. Les hautes concentrations que l'on observe en saison froide dans la couverture sédimentaire du plateau continental seraient donc dues simultanément à la forte productivité planctonique résultant de l'établissement de l'upwelling et à l'action des vents de sable, fréquents à cette saison, notamment dans la partie nord de la zone, qui apportent en mer de nombreux débris organiques terrigènes. En saison chaude où ces influences ne se font plus sentir, la reminéralisation de la matière organique se poursuit et s'accroît en raison de l'augmentation de la température. Elle fournit au milieu, conjointement avec les apports des cours d'eau alors en crue et qui apportent également des matières organiques, les sels nutritifs nécessaires à la photosynthèse. Ceci peut contribuer à expliquer le "bloom" planctonique que l'on observe chaque année en fin de saison chaude : on peut en effet penser que les sels nutritifs ainsi disponibles sont conduits près de la surface par la brutale oscillation de la thermocline que l'on observe en octobre-novembre, permettant ainsi le démarrage des mécanismes de la production primaire, à cette

période de l'année où n'existent pas d'upwellings (voir chapitre II.4).

On notera enfin que dans les régions d'upwelling les déficits en oxygène dûs à la reminéralisation de la matière organique dans la colonne d'eau, sont renforcés au niveau du fond dans les zones où cette matière organique s'accumule, et où par conséquent les phénomènes de reminéralisation sont accentués. Il en résulte ainsi d'importantes variations saisonnières des teneurs en oxygène au niveau du fond, en liaison avec l'intensité de l'upwelling. Ce processus a été bien observé, par VERSTRAETE (1970 a) sur le plateau continental de côte d'Ivoire qui présente un certain nombre d'analogies avec le plateau continental sénégalais.

I.4.6. Conclusion.

Les hautes teneurs en matière organique relevées dans les sédiments du plateau continental sénégal-mauritanien, témoignent de l'importance de la productivité biologique des eaux de la région qui résulte de la conjugaison de l'action de plusieurs facteurs : upwellings et apports éoliens en saison froide, apports fluviatiles en saison chaude.

La matière organique des sédiments constitue en outre une réserve de sels nutritifs qui, par le jeu des mécanismes de reminéralisation, sont libérés dans le milieu. A ce titre elle est un élément du cycle de production des eaux.

Des variations dans le temps ont pu être mesurées. Bien que la logique fasse admettre une forte probabilité que ces variations soient saisonnières, il est probable que des fluctuations à plus long terme puissent être enregistrées.

Nous avons signalé la liaison pouvant exister avec des facteurs résultant du climat, tels que vents, régime des cours d'eau et même intensité des upwellings. PROSPERO et NEES (1977) ont montré une augmentation, dans un rapport de 1 à 3, des quantités de poussières transportées en mer par les vents au cours des dix dernières années en liaison avec la sécheresse sahélienne. Il est probable que l'évolution enregistrée dans le climat de la région au cours de la dernière décennie puisse avoir une influence sur la productivité biologique des eaux.

Nous disposons malheureusement encore de trop peu de données pour le savoir. Cela pourrait se traduire par une sensible évolution des teneurs en matière organique dans les sédiments. Les valeurs de ce paramètre pourraient être aisément mesurés et suivies dans le temps. Elles pourraient constituer ainsi un bon témoin de l'évolution biologique du milieu.

I.5 - QUELQUES OBSERVATIONS SUR LES INDICES D'ABONDANCE DU BENTHOS

Une description de l'environnement marin concernant les poissons démersaux paraîtrait incomplète sans une étude du benthos. Celui-ci sert en effet de nourriture à la plupart d'entre eux, contribuant ainsi à leur lien avec le fond. La connaissance du benthos peut ainsi aider à l'interprétation de la répartition des espèces démersales. Une étude détaillée sortirait du cadre de ce travail aussi nous limiterons-nous à une description de l'abondance et de ses variations saisonnières à partir d'observations effectuées sur le plateau continental sénégalais en juillet-août 1976 (saison chaude) et en janvier-février 1977 (saison froide).

I.5.1. Matériel et méthode :

I.5.1.1. Récolte des échantillons :

Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une benne Smith-Mc Intyre de 0,1 m² d'ouverture. La profondeur maximum prospectée a été l'isobathe 100 m. Les stations ont été positionnées de façon à permettre de disposer d'observations, d'une part, selon la nature du sédiment et, d'autre part, en relation avec la bathymétrie (fig. 26 et 27). Chaque station a été échantillonnée une fois en saison froide et une fois en saison chaude.

I.5.1.2. Représentativité des échantillons :

En écologie quantitative du benthos la représentativité de l'échantillon caractérisant une station est liée à la surface échantillonnée et donc au nombre de coups de benne : LONGHURST (1959 a) considère que 5 prélèvements successifs permettent d'obtenir un échantillon représentatif de la population benthique. En lagune Ebrié (côte d'Ivoire), GOMEZ (1978) montre que ce nombre varie à la fois avec la profondeur et la nature du fond et il n'obtient jamais d'échantillon représentatif à moins de 10 coups de benne.

A partir de ces observations et aussi pour tenir compte des impératifs de temps d'utilisation du bateau, nous avons fixé à 10 le nombre de prélèvements à effectuer par station. Un certain nombre d'incidents que nous appellerons "mauvaises fortunes de mer" (mauvais fonctionnement du treuil, de la benne, état de la mer,

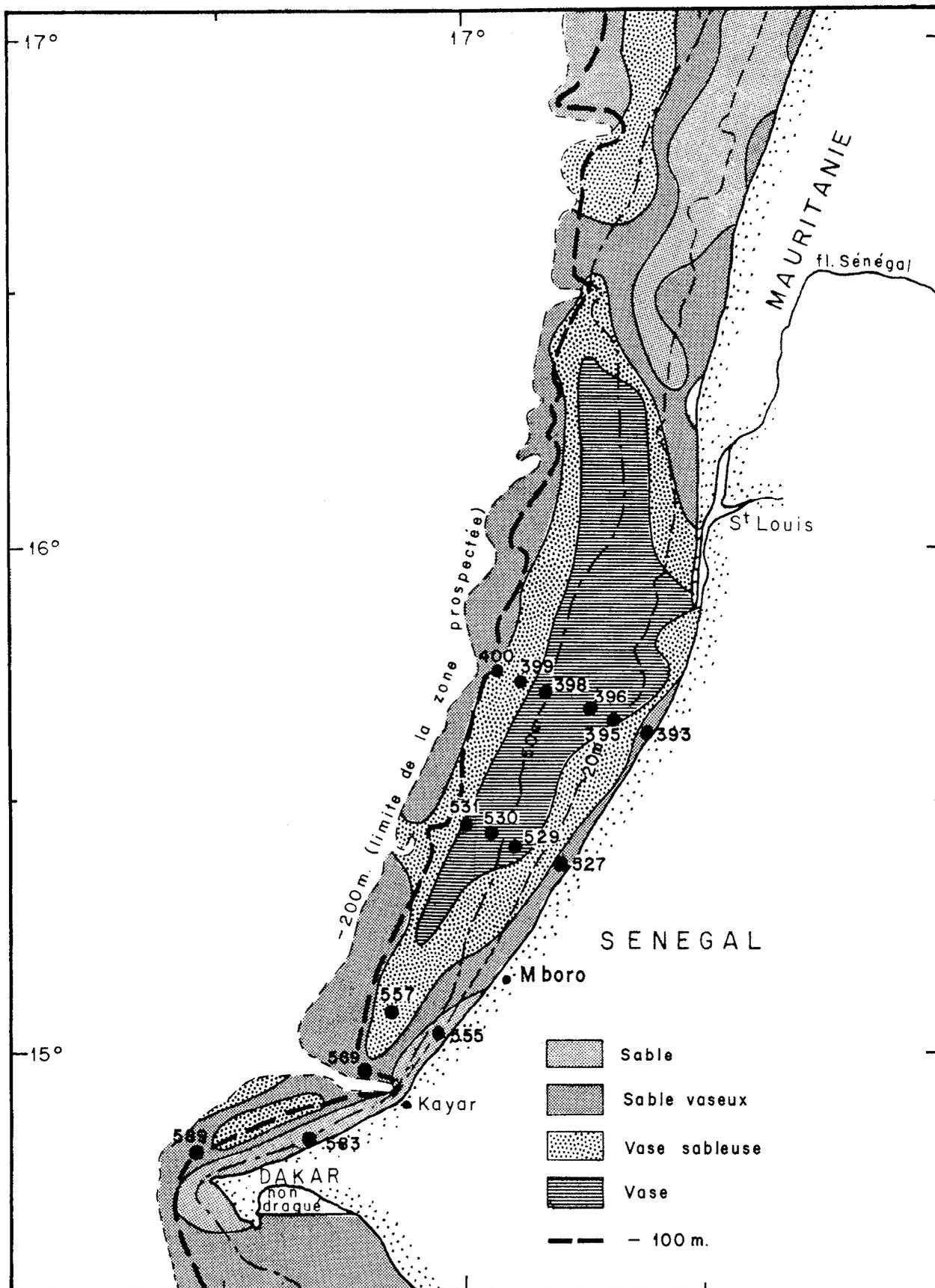


Fig. 26 : Positions des stations de prélèvements au nord de Dakar

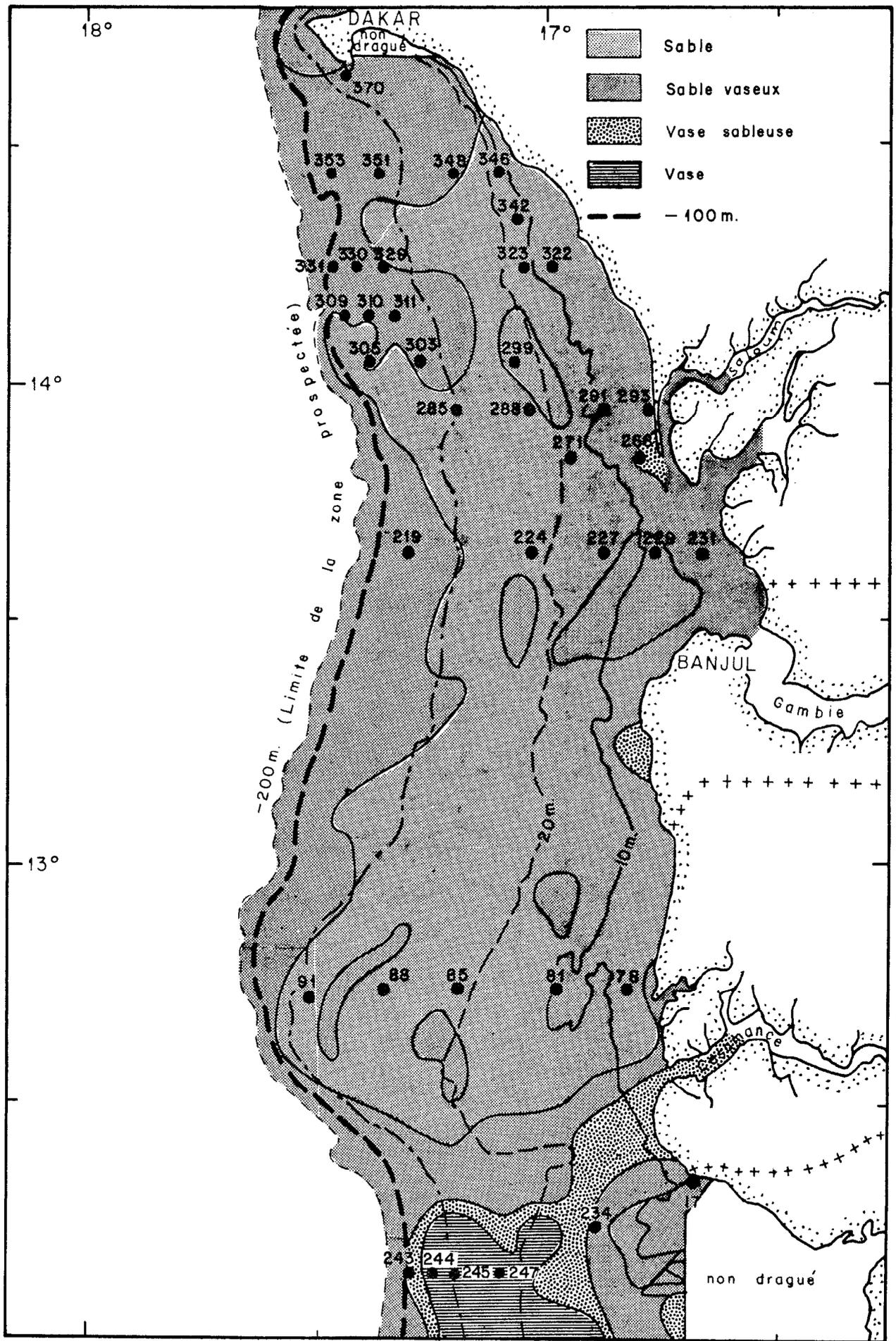


Fig. 27 : Positions des stations de prélèvements au sud de Dakar.

vent etc...), ne nous ont pas permis de respecter ce protocole et le nombre de coups de benne donné à chaque station, s'est échelonné entre 5 et 10. Il convient ainsi de considérer avec prudence les chiffres que nous avançons. Malgré leur relative imprécision ils constituent pourtant une première approche quantitative du benthos du plateau continental sénégalais.

I.5.1.3. Traitement des échantillons :

Les sédiments prélevés ont été tamisés sur une maille de 1 mm et le refus congelé à bord pour être trié au laboratoire. Le choix d'une telle maille, présente l'inconvénient d'éliminer la microfaune et le phytobenthos qui ne peuvent être échantillonnés qu'à l'aide de techniques plus sophistiquées. De ce fait, les valeurs de biomasse que nous avançons sont sous-estimées.

Lors du tri les animaux ont été classés suivant sept grandes rubriques : mollusques lamelibranches, mollusques gastéropodes, annélides polychètes, amphipodes, petits crustacés divers (petits macroures, stomatopodes, mysidacés, larves de crustacés, etc...), crustacés brachyours, animaux divers. Les individus composant chacun de ces groupes ont ensuite été dénombrés et leur nombre rapporté à une surface de 1 m². Le poids sec a été mesuré après destruction des parties calcaires par action d'acide chlorhydrique dilué au 1/10^e et séchage à l'étuve pendant 24 heures. Toutes les valeurs de biomasse ont été exprimées en terme de poids sec par m².

I.5.2. Résultats des mesures :

I.5.2.1. Distribution en fonction de la nature du fond :

Le tableau IV présente la répartition des indices d'abondance du benthos, en saison froide et en saison chaude selon la nature du sédiment. Il y apparaît que les sables grossiers sont très riches en benthos par rapport au reste des sédiments. Cette observation est également faite par LONGHURST (1959, b) en Sierra Leone. Ce type de sable est la plupart du temps d'origine détritique et correspond à ce que nous avons déjà décrit comme des "fonds durs et sableux". Il existe entre les grains de nombreux vides propices à l'installation d'une faune intersticielle abondante qui sert de nourriture à des poissons fouisseurs comme *Pseudupeneus prayensis*. Ce type de biotope est bien développé jusqu'à -30 m de Dakar à l'embouchure du Saloum.

Les sables fins que l'on rencontre jusqu'à -50 m, de l'embouchure du Saloum

Tableau IV : Répartition des indices d'abondance du benthos, en saison froide et en saison chaude, selon la nature du sédiment.

TYPE DE SEDIMENT	NOMBRE DE STATIONS ECHANTILLONNEES		BIOMASSE MOYENNE (g/m ²)		EFFECTIF MOYEN (N/m ²)	
	Saison froide	Saison chaude	Saison froide	Saison chaude	Saison froide	Saison chaude
SABLE GROSSIER (2000 à 500 microns)	5	5	10,5	17,3	773	1121
SABLE GROSSIER + 5 à 25 % de lutites*	3	3	2,5	3,9	445	436
SABLE FIN + (315 à 160 microns)	15	16	1,0	2,7	166	368
SABLE FIN + 5 à 25 % de lutites*	3	3	2,0	1,6	145	160
SABLE TRES FIN (160 à 63 microns)	4	4	0,5	2,0	148	649
SABLE TRES FIN 5 à 25 % de lutites *	11	12	3,6	3,8	132	312
SABLE TRES FIN + 25 à 50 % de lutites*	2	3	1,0	3,7	74	171
VASE plus de 75 % de lutites*	9	9	3,4	4,2	327	202

*Particules de taille inférieure à 63 microns.

Tableau V : Répartition bathymétrique des indices d'abondance du benthos, en saison froide et en saison chaude, sur les fonds de SABLE et de SABLE VASEUX.

Intervalles de profondeur	SAISON FROIDE			SAISON CHAUDE		
	Nb de stations échantillonnées	Effectifs N/m ²	Biomasse g/m ²	Nb de stations échantillonnées	Effectifs N/m ²	Biomasse g/m ²
0 - 10 m	8	234	2,5	8	347	4,8
10 - 20 m	10	442	5,9	10	716	12,0
20 - 30 m	5	206	1,1	5	876	3,0
30 - 40 m	3	152	6,2	3	444	2,5
40 - 50 m	2	123	0,8	2	393	0,3
50 - 60 m	0			0		
60 - 70 m	2	91	2,6	2	261	0,4
70 - 80 m	3	134	1,0	3	277	1,0
80 - 90 m	1	79	0,2	2	142	0,4
90 - 100 m	7	209	1,3	8	195	1,7

jusqu'à celle de la Casamance, contiennent peu de benthos. Ce sable est trop compact pour permettre l'installation d'une faune interstitielle. On verra que l'on ne rencontre jamais de quantités importantes de poissons sur ce type de sédiment.

Les indices d'abondance sont plus élevés sur les sables vaseux. Ceci est observé également par LONGHURST (1959, b) au large de la Gambie et de la Sierra Leone, ainsi que par LE LOEUFF (communication personnelle) devant la côte d'Ivoire. L'apparition de la vase permet en effet l'installation d'une faune fouisseuse capable d'assimiler la matière organique et la microfaune liées à la présence de particules fines.

Les sédiments vaseux hébergent également un benthos abondant, souvent composé d'animaux filtreurs capables de se nourrir de la matière organique dont nous avons vu qu'elle s'accumule préférentiellement au niveau des grandes zones vaseuses du plateau continental.

I.5.2.2. Distribution bathymétrique.

Sur les fonds de sable et de sable vaseux on observe (tableau V) une diminution de l'abondance du benthos avec l'augmentation de la profondeur. Cette diminution s'accroît vers 30-40 m. Les valeurs restent ensuite faibles. Une légère augmentation peut être décelée vers 100 m. Ce schéma de la distribution quantitative du benthos, en relation avec la bathymétrie, est observé également par LONGHURST (1958 et 1959, b). Les valeurs de biomasse que nous avançons pour les sables et les sables vaseux sont sensiblement du même ordre de grandeur que celles que cet auteur calcule pour un biotope identique au large de la Gambie (tableau VI).

Tableau VI : Répartition bathymétrique des biomasses de benthos en g/m² sur les fonds de sable et de sable vaseux au large de la côte sud du Sénégal. Les données de biomasse de LONGHURST (1959, b), ont été rapportées en termes de poids sec en les divisant par 10. On estime en effet que environ 90 % d'eau entrent dans la composition du benthos frais.

Intervalles de profondeur	LONGHURST (1959,b)	Présent travail
0 - 20 m	7,4	6,6
20 - 40 m	2,7	2,9
40 - 60 m	1,1	0,5
50 - 100 m	1,6	1,4

Pour les vases et les vases sableuses (tableau VII) il semble au contraire exister une augmentation de l'abondance du benthos avec la profondeur. Sa décroissance n'intervient que vers 80-90 m.

TABLEAU VII : Répartition bathymétrique des indices d'abondances du benthos en saison froide et en saison chaude sur les fonds de VASE et de VASE SABLEUSE.

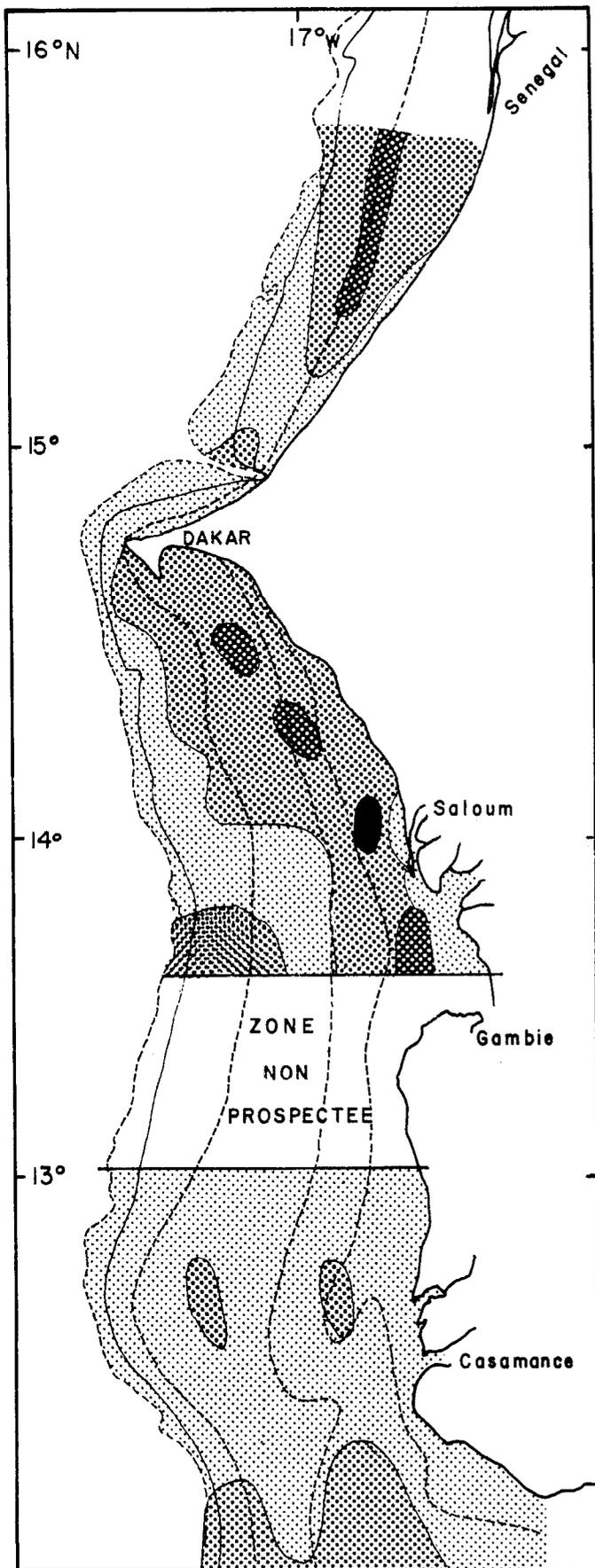
SAISON FROIDE				SAISON CHAUDE		
Intervalles de profondeur	Nb de stations échantillonnées	Effectifs N/m ²	Biomasse g/m ²	Nb de stations échantillonnées	Effectifs N/m ²	Biomasse g/m ²
20 - 30 m	2	142	2,2	2	344	6,1
30 - 40 m	1	92	3,0	1	245	5,6
40 - 50 m	1	82	5,6	1	76	1,5
50 - 60 m	2	664	4,9	2	196	6,4
60 - 70 m	1	864	4,8	1	213	3,2
70 - 80 m	0			1	179	7,4
80 - 90 m	3	129	1,6	3	145	1,2
90 - 100 m	1	56	0,5	1	105	2,1

I.5.2.3. Description de la répartition de la biomasse du benthos sur le plateau continental :

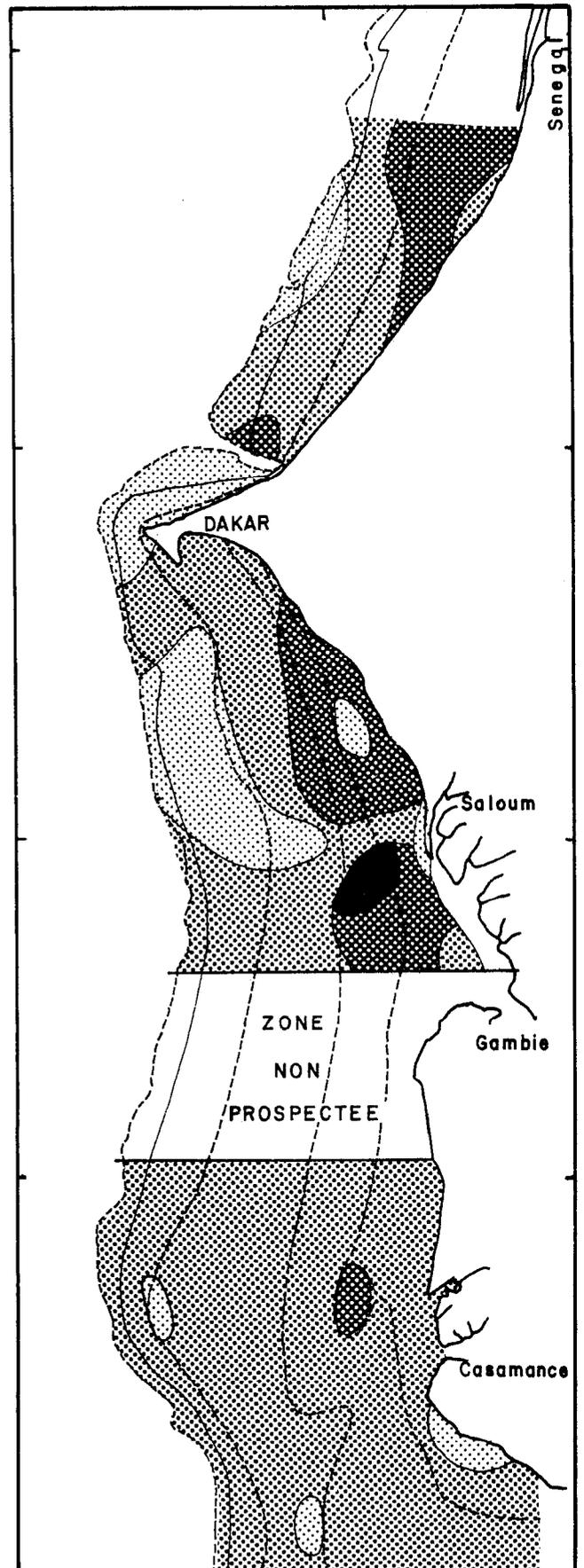
A partir des observations recueillies nous avons schématisé la répartition de la biomasse du benthos de la côte à l'isobathe 100 m (fig. 28). Il semble exister trois zones privilégiées :

- les fonds côtiers jusqu'à 30 m entre Dakar et la Gambie.
- la zone vaseuse que l'on trouve au nord de Dakar.
- la vasière de Casamance.

On observe également que les zones voisines d'estuaires sont pauvres en benthos.



SAISON FROIDE



SAISON CHAUDE

Fig. 28 - Répartition schématique des biomasses de benthos (poids secs) sur le plateau continental de 12° N à 16°N.

0-1 g/m²

1-5 g/m²

5-25 g/m²

> 25g/m²

I.5.2.4. Etude des variations saisonnières :

Les tableaux chiffrés que nous venons de présenter ainsi que les figures 29, 30 et 31 montrent l'existence de variations saisonnières de l'abondance du benthos. En valeur moyenne (tableau VIII) celui-ci est 1,5 fois plus abondant en saison chaude qu'en saison froide à la fois pour les biomasses et pour les effectifs. Ceci peut sembler surprenant, au premier abord, si l'on considère que dans la région la période la plus productive du point de vue biologique est la saison froide.

Tableau VIII : Indices d'abondance du benthos en saison froide et en saison chaude.

SAISON FROIDE		SAISON CHAUDE	
Nb de stations échantillonnées 52		Nb de stations échantillonnées 55	
Biomasse (g/m ²)	Effectifs (N/m ²)	Biomasse (g/m ²)	Effectifs (N/m ²)
2,99	255,3	4,59	399,4

Nous avons testé la dissemblance entre les indices d'abondance de saison froide et de saison chaude par l'application du test de KRUSKAL et WALLIS (DAGNELIE, 1975) pour l'ensemble du plateau continental (0-100 m) et pour la partie située entre la côte et les fonds de 40 m (tableau IX). Un doute existe cependant sur la validité du test étant donné que les valeurs des indices d'abondance sont approximatives et que nous n'avons pas évalué l'erreur. En côte d'Ivoire (LE LOEUFF comm. pers.) elle est d'environ 20 % pour des échantillons de sable prélevés avec 10 coups de bennes et, pour des sédiments vaseux prélevés dans les mêmes conditions, elle est faible.

Tableau IX : Probabilité de rejet de l'hypothèse nulle (Test de KRUSKAL et WALLIS).

Zone	Biomasses	Effectifs
0 - 100 m	0,606	0,984
0 - 40 m	0,934	0,990

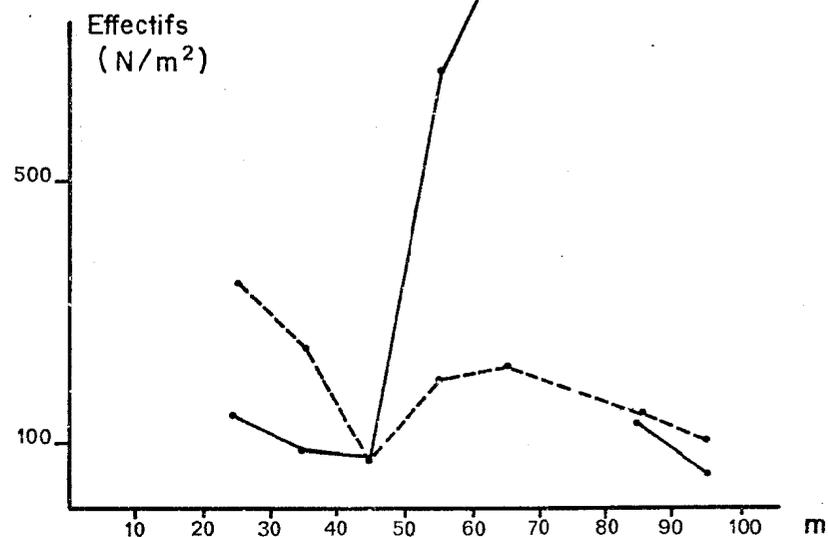
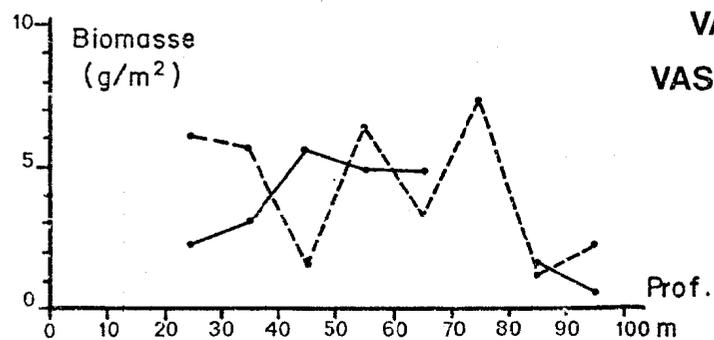
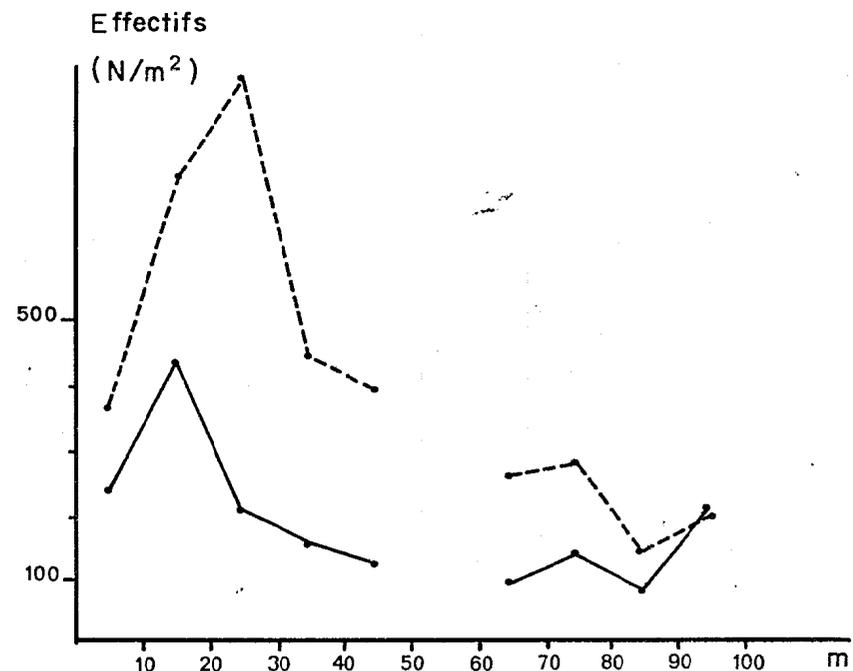
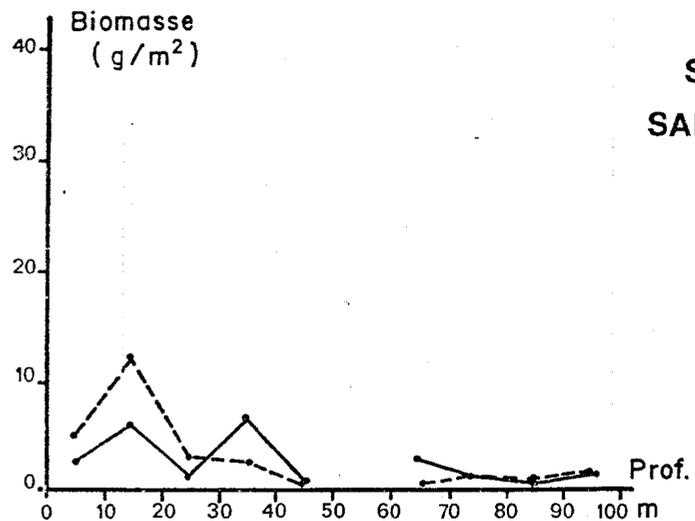


Fig.29 -Distribution des indices d'abondance du benthos en fonction de la profondeur et de la nature du sédiment, en saison froide et en saison chaude.

SABLES ET
SABLES VASEUX

VASES ET
VASES SABLEUSES

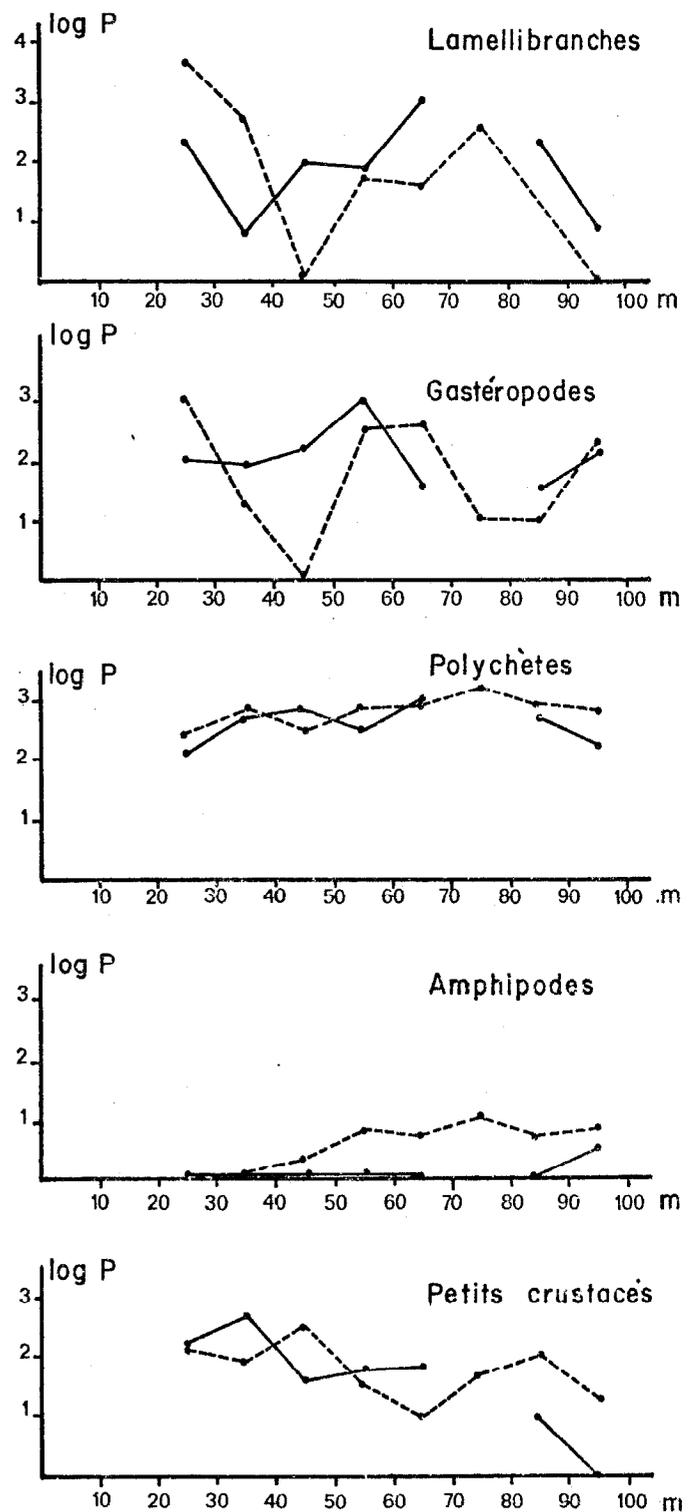
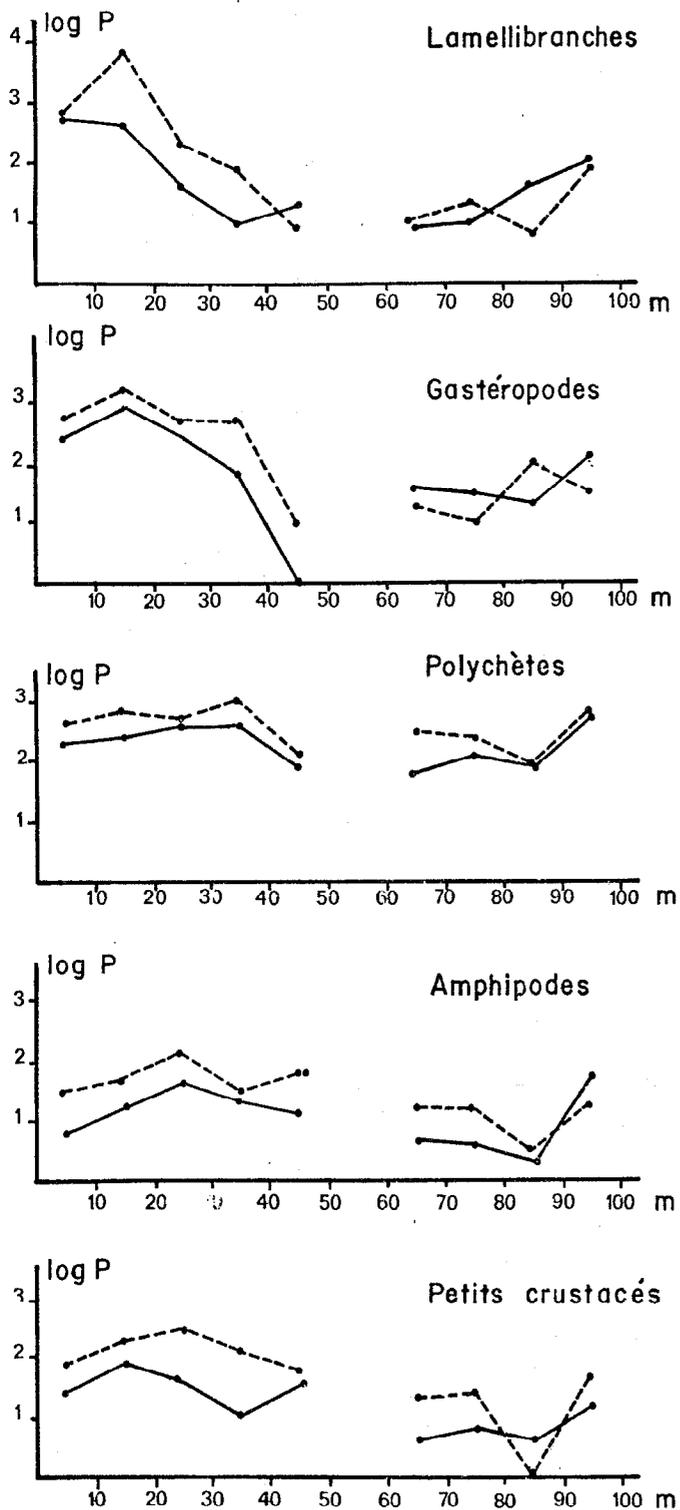


Fig.30 -Distribution des log des biomasses, en poids secs (p en mg/m^2), de cinq principaux groupes zoologiques du benthos en fonction de la profondeur et du type de sédiment, en saison froide (—) et en saison chaude(-----).

Aucune station n'a été échantillonnée entre 50 et 60 m sur les sables et les sables vaseux ni entre 70 et 80 m, en saison froide, sur les vases et les vases sableuses.

SABLES ET
SABLES VASEUX

VASES ET
VASES SABLEUSES

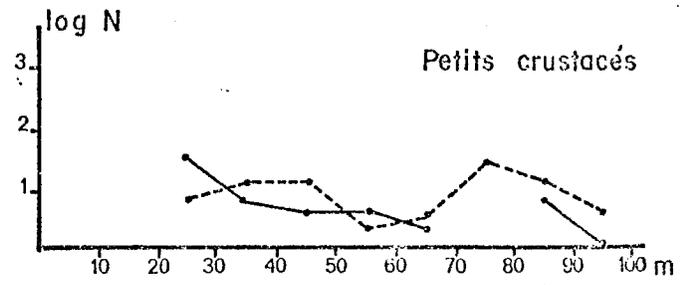
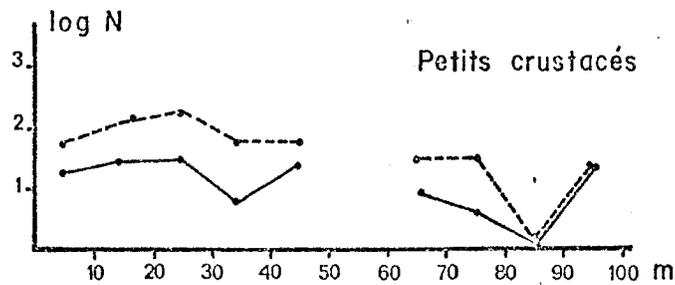
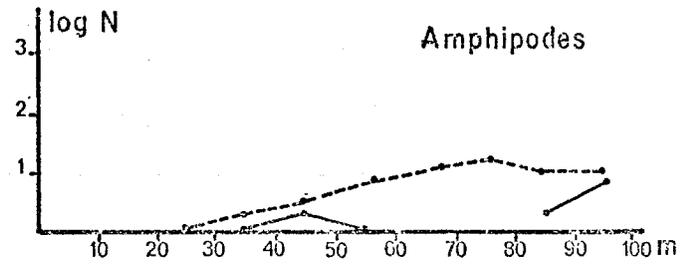
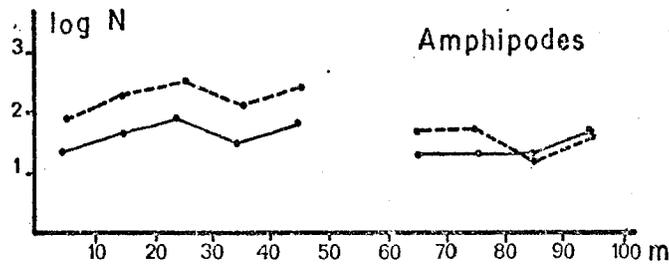
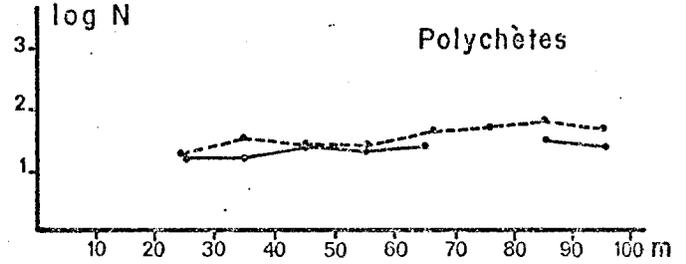
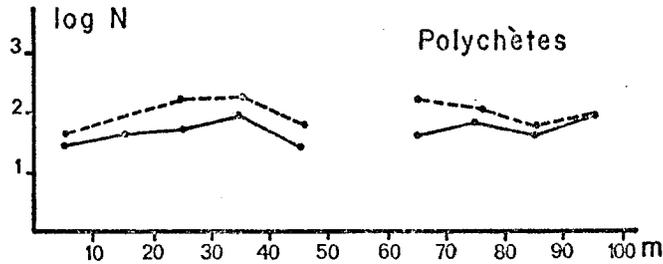
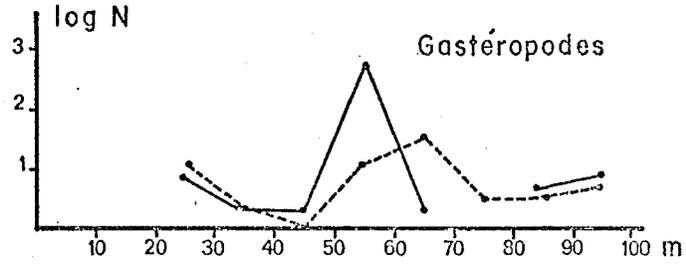
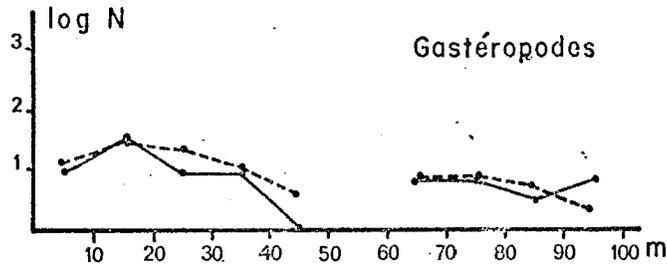
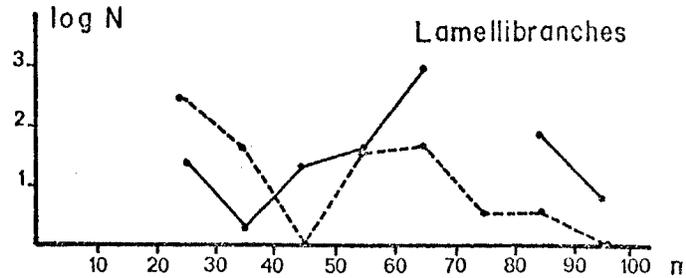
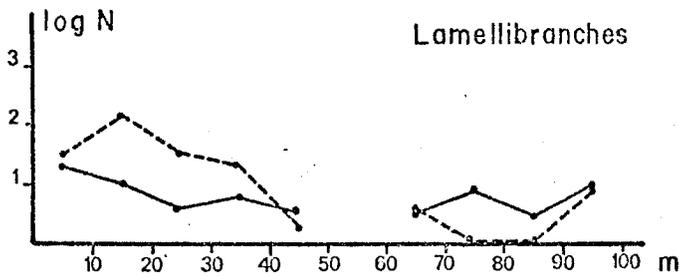


Fig. 31 : Distribution des log des effectifs ($N = \text{nombre d'individus/m}^2$) de cinq principaux groupes zoologiques du benthos en fonction de la profondeur et du type de sédiment, en saison froide (—) et en saison chaude (---)
Aucune station n'a été échantillonnée entre 50 et 60 m sur les sables et les sables vaseux ni entre 70 et 80 m, en saison froide, sur les vases et les vases sableuses.

Nous pouvons faire les constatations suivantes (en gardant cependant à l'esprit les réserves formulées plus haut) :

- entre 0 et 100 m, les valeurs des biomasses calculées en saison chaude ne diffèrent pas significativement de celles de saison froide.

- entre 0 et 40 m, la différence saison froide-saison chaude est significative, au seuil de 10 %.

- la différence entre les valeurs des effectifs calculées d'une saison à l'autre est par contre toujours hautement significative.

On en déduit donc : d'une part les variations saisonnières seraient les plus importantes sur les petits fonds, entre 0 et 40 m et, d'autre part, quelle que soit la partie du plateau continental considérée, les effectifs seraient toujours beaucoup plus nombreux en saison chaude qu'en saison froide. A partir de ceci trois hypothèses peuvent être avancées pour expliquer la prédominance de la saison chaude sur la saison froide.

I.5.2.4.1. Relation avec les déplacements saisonniers des poissons démersaux :

On verra dans la troisième partie de ce travail qu'il existe des déplacements saisonniers importants chez beaucoup de poissons démersaux. On observe qu'en fin de saison froide la plupart des adultes d'espèces à affinité saharienne (MAURIN, 1968) migrent vers le nord. 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.

On peut noter de plus que la partie du plateau continental où l'on observe la variabilité saisonnière la plus importante dans l'abondance des poissons démersaux est située entre 0 et 40m où précisément les variations saisonnières de l'abondance du benthos sont les plus marquées.

I.5.2.4.2. Diminution d'activité de certaines espèces en saison froide :

La région étudiée ici est une zone de transition où cohabitent des espèces d'affinité tempérée et des espèces d'affinité tropicale (POSTEL, 1968). L'augmentation de l'abondance du benthos en saison chaude et notamment celle des effec-

tifs 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 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. En côte d'Ivoire, LE LOEUFF et al., (1971) décrivent ainsi 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°.

I.5.2.4.3. Recrutement de jeunes individus :

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. L'augmentation plus rapide des effectifs par rapport aux biomasses traduit en effet l'apparition de petits individus qui pourraient être des juvéniles. Malheureusement, lors des échantillonnages, les jeunes n'ont jamais été distingués des adultes : en milieu intertropical les animaux ont généralement une croissance rapide et les jeunes acquièrent très vite des caractères adultes. Il est ainsi difficile de les différencier. 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 maximums : 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 issus 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.

I.5.2.5. Comparaison des indices d'abondance de quelques parties du Golfe de Guinée :

Les données quantitatives sur le benthos du plateau continental du Golfe de Guinée sont fragmentaires. Nous avons cependant regroupé dans le tableau X les valeurs moyennes de biomasse, rapportées en poids secs, calculées à partir des chiffres donnés par BUCHANAN (1958) pour le Ghana, LONGHURST (1959, b) pour la Sierra Leone et la Guinée, LE LOEUFF (non publié) pour la côte d'Ivoire.

Tableau X : Estimation de biomasses de benthos de quelques parties du Golfe de Guinée (exprimée en grammes de poids sec).

COTE D'IVOIRE (LE LOEUFF non publié)	GHANA (BUCHANAN, 1958)	SIERRA LEONE (LONGHURST, 1959 b)	GUINEE (LONGHURST, 1959 b)	SENEGAL (présent travail)
1,03	1,81	0,97	0,64	3,79

Ces valeurs moyennes ne tiennent pas compte de l'existence d'éventuelles variations saisonnières. Elles mettent cependant en évidence la grande richesse des fonds du plateau continental sénégalais. La valeur élevée donnée pour le Ghana où, comme au Sénégal, existent des phénomènes d'upwellings, va dans le sens des observations de THIEL (1978) qui met en évidence une relation entre l'intensité des upwellings, et donc de la productivité biologique des eaux, et la richesse des fonds en benthos. On retrouvera cette relation lorsque l'on comparera les richesses démersales des différentes parties du Golfe de Guinée (4ème partie de ce travail).

On notera cependant qu'au Sénégal les sables grossiers très riches occupent une grande surface. De la Guinée au Ghana leur extension est mal connue. En côte d'Ivoire, où une cartographie précise a été réalisée (MARTIN, 1973), ils sont pratiquement inexistantes.

I.5.3. Conclusion :

Les mesures d'abondance du benthos du plateau continental sénégalais mettent en évidence l'importance de sa biomasse par rapport à celle de quelques autres parties du Golfe de Guinée. Au Sénégal le benthos apparaît le plus abondant sur deux types de fonds : les fonds de sables grossiers situés de 0 à 40 m entre Dakar et la Gambie et sur les fonds de vase, riches en matière organique. La répartition bathymétrique apparaît cependant différente dans les deux cas.

Le fait important est l'existence de variations saisonnières de l'abondance. Quel que soit le type de fond, celles-ci sont les plus marquées entre 0 et -40 m. La prolifération du benthos en saison chaude, outre qu'elle peut être le signe de la reprise d'activité d'un certain nombre d'espèces d'affinité tropicale, est vraisemblablement due à un important recrutement de jeunes à cette période de l'année.

La comparaison du schéma des déplacements saisonniers en latitude des poissons démersaux avec la répartition et les variations saisonnières d'abondance du benthos, laisse présager le rôle important que celui-ci peut jouer, à la fois dans la répartition et dans l'abondance des espèces démersales de la région.

IIème PARTIE : LES PEUPEMENTS DEMERSAUX

II.1 - ORIGINE DES DONNEES ET ECHANTILLONNAGE.

La plupart des données utilisées ici ont été obtenues par chalutages à bord du N.O. LAURENT AMARO, chalutier senneur de 25 m de long, mis à la disposition du Sénégal par la F.A.O. à partir de 1969. Les stations d'échantillonnage ont été ordonnées sur un certain nombre de radiales de référence généralement disposées perpendiculairement à la côte (fig. 32).

II.1.1. Les radiales de référence .

II.1.1.1. Les radiales de Mboro et de Roxo .

Lorsqu'ont débuté en 1969 les premières campagnes de chalutage du LAURENT AMARO sur le plateau continental sénégalais, la nature des fonds, mis à part ceux proches de Dakar et qui ont été décrits par POSTEL (1949) et MASSE (1968), était peu connue et lors de l'établissement du plan de chalutage il n'en a pas été tenu compte. A cette époque la pêche crevette (*Penaeus duorarum*) se trouvait en plein essor ; aussi, le premier souci lors du choix de la position des radiales a-t-il été de les faire coïncider avec les deux zones d'exploitation crevette. Il a ainsi été décidé de positionner une radiale à la latitude du village de Mboro par 15° 13' N ("radiale de Mboro") et une seconde, par 12° 23' N, au niveau du cap Roxo ("radiale de Roxo").

Les stations échantillonnées sur ces deux radiales étaient situées aux profondeurs suivantes :

- Radiale de Mboro : 15, 20, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 75, 120, et 200 m.
- Radiale de Roxo : 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 120, et 200 m.

Le choix d'effectuer les chalutages sur des sondes rapprochées, sur le plateau continental, a essentiellement été motivé par le souci de prospecter au mieux la zone de distribution bathymétrique de la crevette *Penaeus duorarum*. Au niveau du talus, le relief tourmenté du fond ainsi que la pente n'ont pas permis de chaluter sur des sondes comprises entre 120 et 200 m.

Le programme retenu prévoyait la visite mensuelle de ces deux radiales. Des difficultés rencontrées pendant la période de rodage du LAURENT AMARO jointes à des retards dans la livraison des chaluts n'ont pas permis de suivre le plan

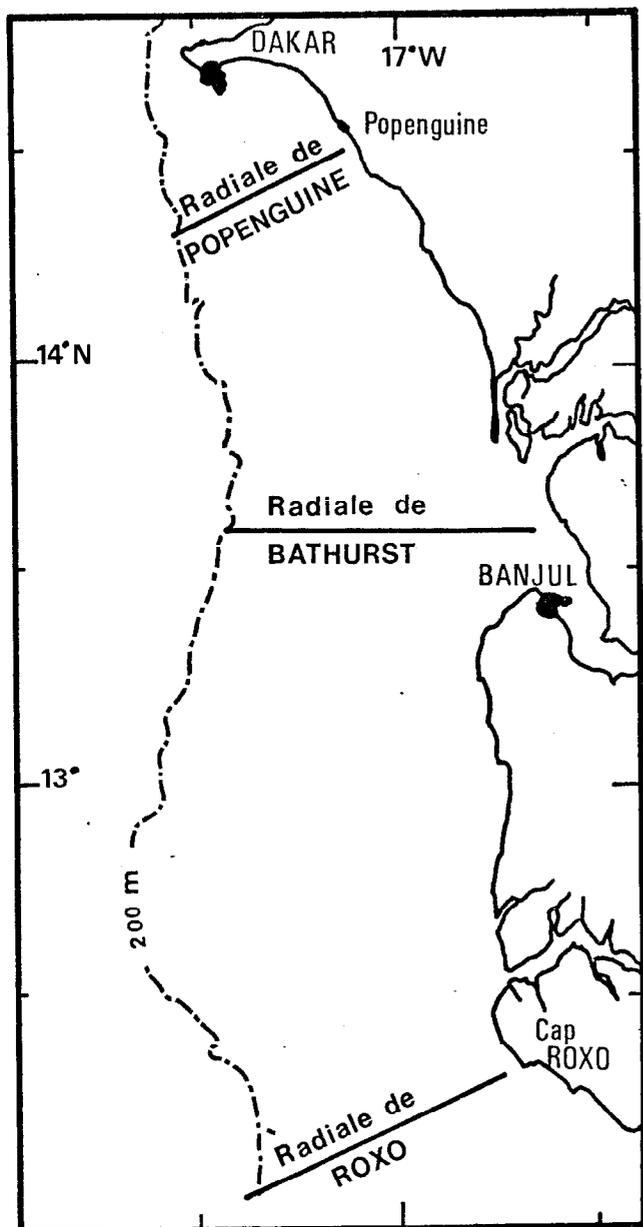
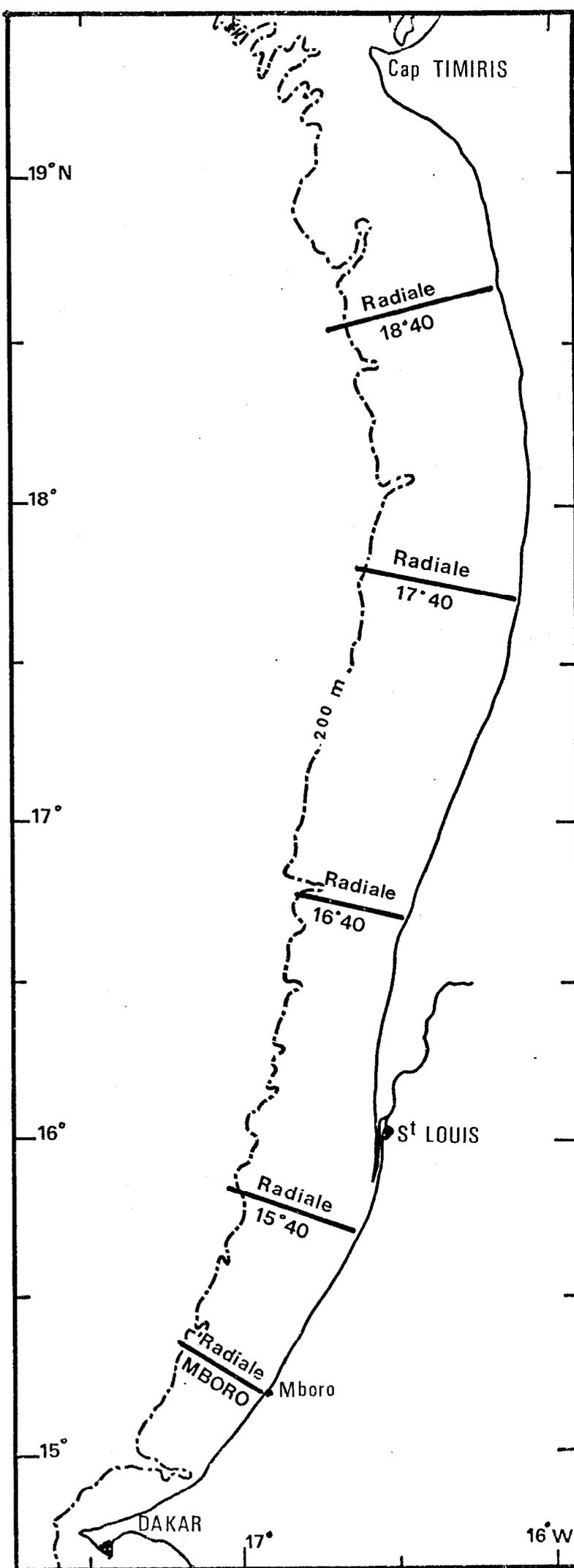


Fig. 32 : Position des différentes radiales de chalutage.



initial : 4 prospections seulement ont été réalisées et 3 types d'engins utilisés (tableau XI).

Les données ainsi recueillies ne peuvent se prêter à des études comparatives, notamment de variations saisonnières d'abondance, en raison de l'efficacité et de la sélectivité propre à chaque chalut utilisé. D'un point de vue strictement qualitatif elles permettent cependant de préciser les connaissances que nous avons sur la répartition des espèces présentes au large du Sénégal.

Tableau XI : Missions d'échantillonnages effectuées sur les radiales de référence en 1969 et engins de pêche utilisés.

RADIALE	N° MISSION	DATE	ENGIN*
RADIALE DE MBORO	LA 6902	16-17 janvier	1
	LA 6907	23-24 avril	2
	LA 6915	11-12 septembre	3
	LA 6919	5-6 novembre	3
RADIALE DE ROXO	LA 6903	24 février	2
	LA 6906	17-19 avril	3
	LA 6918	28-29 octobre	3
	LA 6921	25-27 novembre	3
	LA 6921	27-29 novembre	4

* engin utilisé : (1) chalut à poissons de 24 m de corde de dos.
 (2) chalut à poissons de 18 m de corde de dos.
 (3) chalut à crevettes de 24 m de corde de dos.
 (4) chalut semi-pélagique "Engel".

II.1.1.2. La radiale "15° 40'" .

Les difficultés rencontrées en 1969 pour tenter d'assurer un échantillonnage mensuel, en raison notamment de l'éloignement des radiales, ont conduit à n'adopter l'année suivante qu'une seule radiale de référence, pas trop éloignée de Dakar pour que l'on puisse la visiter le plus régulièrement possible. Ici également notre choix s'est porté sur la zone crevettière située au large de la côte nord du Sénégal

et cette radiale a été positionnée à la latitude de 15° 40' N, un peu au nord de Mboro, là où le plateau continental atteint son maximum d'extension.

L'engin utilisé pour les échantillonnages sur la radiale 15° 40' ainsi que par la suite, était un chalut à grande ouverture de fabrication allemande, type "Engel". Sa corde de dos mesurait 50 m, l'ouverture verticale moyenne était de 5 m, enfin, les mailles du cul avaient une dimension de 20 mm.

De mars 1970 à février 1971, sur cette radiale, neuf stations aux profondeurs de 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 200 et 300 m ont été visitées tous les mois sauf en juillet et décembre (tableau XII).

Tableau XII : Missions d'échantillonnage effectuées sur la radiale 15° 40' de mars 1970 à février 1971.

N° MISSION	DATE	N° MISSION	DATE
LA 70-04	8 au 10 mars	LA 70-14	9 au 11 septembre
LA 70-06	23 et 24 avril	LA 70-18	6 et 7 octobre
LA 70-07	28 mai	LA 70-22	4 et 5 novembre
LA 70-09	22 au 25 juin	LA 71-02	5 au 8 janvier
LA 70-12	5 au 7 août	LA 71-05	8 au 12 février

II.1.1.3. Les "sept radiales" .

A partir de décembre 1971, à la lumière des résultats obtenus sur la radiale 15° 40 concernant notamment la connaissance de la répartition bathymétrique des espèces, l'échantillonnage a été simplifié en limitant les stations de chalutage aux profondeurs de 10, 20, 50, 100 et 200 m. Afin de pouvoir décrire les déplacements saisonniers des espèces, l'ensemble du plateau continental compris entre le cap Timiris (19° 22' N) et le cap Roxo (12° 20' N) a été couvert par sept radiales régulièrement espacées de degré en degré entre le cap Timiris et la fosse de Kayar d'une part et entre le cap Vert et le cap Roxo d'autre part (fig. 32).

Ces radiales, visitées trimestriellement pendant un an (décembre 1971, février, mai et septembre 1972) portent le nom de la position en latitude de leur station la moins profonde pour celles situées au nord de Dakar ou, au sud du cap Vert, celui du point géographique remarquable du littoral, le plus proche de la station la plus côtière (tableau XIII).

Ici non plus il n'a pas été tenu compte de la nature des fonds, les données disponibles en la matière étant alors trop fragmentaires pour qu'il soit possible d'évaluer l'extension des différents biotopes. Il en résulte que certains types de fonds comme la grande zone sableuse qui s'étend de l'embouchure de la Gambie à celle de la Casamance et dont à l'époque nous ignorions le développement n'ont pas été échantillonnés.

Tableau XIII : Sondes prospectées et dates des missions effectuées sur les 7 radiales en 1971 et 1972.

Nom des radiales	Sondes prospectées (en mètres)				
	15	50	100	200	
Radiale 18° 40'	15	50	100	200	
Radiale 17° 40'	10	50	100	200	
Radiale 16° 40'	20	50	100	200	
Radiale 15° 40'	20	50	100	200	
Radiale de Popenguine	20	48	95	200	
Radiale de Bathurst	10	20	48	200	
Radiale de Roxo	10	20	50	100	200
N° des missions	LA 71-27	LA 72-04	LA 72-09	LA 72-16	
Dates	29 novembre au 10 décembre	16 au 28 février	13 au 19 mai	19 au 27 septembre	

On remarquera que mis à part les stations situées à -200 m, les profondeurs de chalutage ne sont pas uniformes d'une radiale à l'autre. Pour les stations côtières ceci est généralement dû à la pente du plateau continental qui, lorsqu'elle est trop importante (radiales 16° 40', 15° 40' et Popenguine), place la sonde des 10 m trop au voisinage de la côte pour qu'il soit possible d'y chaluter en toute sécurité. Sur la radiale 18° 40' la station la plus côtière n'a pu être placée qu'à -15 m en raison des bancs rocheux que l'on trouve à cet endroit au

voisinage des -10 m.

Ailleurs (radiales de Popenguine et de Bathurst) ce sont également les affleurements rocheux décrits au chapitre I qui interdisent le chalutage à -50 et -100 m ; et pour la dernière radiale citée il n'a pas été possible de trouver de fonds convenables de -20 jusqu'au delà de -100 m.

II.1.2. L'échantillonnage.

II.1.2.1. Procédure utilisée.

Sur les radiales de Roxo et de Mboro ainsi que sur la radiale 15° 40' prospectée en 1970 et 1971, pour chaque station, deux traits de chalut de trente minutes ont été effectués sous la forme d'un aller et d'un retour. Sur les "sept radiales" prospectées à partir de novembre 1971, l'échantillonnage a été limité à un seul trait de trente minutes par station (paragraphe II.1.2.2.).

Afin d'éliminer l'influence d'éventuelles variations nycthémérales de la disponibilité du poisson, les traits ont eu lieu uniquement de jour, le 1er trait du matin débutant environ une heure après le lever du soleil et le dernier trait du soir étant terminé une heure environ avant le coucher du soleil.

Généralement la profondeur de chalutage a été constante lors de chaque trait. Cependant sur les fonds de 200 et 300 m correspondant à la partie supérieure de la pente continentale la présence de petits canyons a pu parfois modifier la profondeur de pêche.

Pour chaque station, des mesures de température, salinité et oxygène ont été effectuées en surface et sur le fond.

Lors de chaque trait, toute la prise a été triée et répartie par espèces pour inventaire numérique et pondéral. Dans le cas de prises très importantes, seule une fraction a été conservée pour le tri. Cette fraction était égale à 1/2, 1/3, 1/4... de l'échantillon selon que l'on éliminait 1, 2, 3... parts pour une gardée.

Le tri a été effectué à la pelle selon la méthode préconisée par LE GUEN et POINSARD (1966), et POINSARD et TROADEC (1967).

Toutes les déterminations des espèces ont été faites à l'aide des "clés pratiques de détermination des poissons de mer signalés dans le Golfe de Guinée" de BLACHE et al., (1970). Des incertitudes étant apparues dans l'identification de certaines espèces, elles n'ont été mentionnées que par leur nom de genre. Ceci est notamment le cas pour le genre *Dentex* qui regroupe sous la dénomination *Dentex sp.* *Dentex angolensis* et *Dentex congoensis*. On trouvera en annexe l'ensemble des espèces capturées par le LAURENT AMARO au large du Sénégal et de la Mauritanie ainsi que leur répartition bathymétrique dans la région.

II.1.2.2. Valeur de l'échantillonnage.

Si le but de l'étude est de connaître la distribution spatio-temporelle des différents poissons sur l'ensemble d'une aire à prospector, il est généralement admis que le chalut n'est pas un engin d'échantillonnage idéal. Les causes en ont été bien analysées par BARNES et BAGENAL (1951), LONGHURST (1963) et DURAND (1967). Il est cependant évident qu'il est l'outil unique pour l'inventaire et l'évaluation des potentiels halieutiques chalutables d'une région. Avant d'étudier la répartition des espèces démersales faite à partir des campagnes de chalutage effectuées, nous testerons la méthode utilisée.

II.1.2.2.1. Normalisation des données.

Les conclusions tirées de calculs statistiques restent à peu près valables dans la mesure où les distributions des variables ne s'éloignent pas trop de la normalité, les autres conditions exigées pour l'emploi des méthodes statistiques étant par ailleurs réalisées. Dans le cas présent nos distributions sont éloignées de la normalité et nous avons dû opérer un changement de variables. La transformation que nous avons utilisée est la transformation de x en $\log(x + 1)$ (où x est l'effectif observé) qui d'après BAGENAL (1958) et FRONTIER (1969) serait celle qui rapprocherait le plus de la normalité des distributions telles que celles obtenues à partir d'échantillons provenant de chalutages.

D'autre part, CASSIE (1968) et IBANEZ (1969) ont montré la validité de la transformation logarithmique lorsque les données sont très surdispersées comme c'est notamment le cas pour les populations planctoniques.

Nous admettons que la transformation logarithmique est également avantageuse pour les populations de poissons. Elle semble apparaître comme étant la meilleure connue à ce jour applicable à de telles populations.

II.1.2.2.2. Durée des traits de chalut.

La durée optimum qu'il convient de donner aux traits de chalut pour assurer un échantillonnage correct n'est pas déterminable à priori dans une zone inconnue et est fonction du problème posé. L'intérêt du chercheur pour les deux aspects "peuplement" et "pêche" ainsi que l'impossibilité de multiplier les campagnes peut donner au plan d'échantillonnage un aspect hybride.

Dans son étude sur les ressources halieutiques de l'Atlantique tropical centré-est LONGHURST (1963) utilise des temps de chalutage variant entre 30 minutes

et 3 heures. D'une façon générale, au niveau du golfe de Guinée, les auteurs (CROSNIER, 1964 - DURAND et al., 1965 - CROSNIER et BERRIT, 1966 - LE GUEN et POINSARD, 1966 - DURAND, 1967 - WILLIAMS, 1968 - TROADEC et al., 1969 - LE GUEN, 1971) travaillent à partir de traits de une heure.

Du point de vue des rendements, il y aurait une amélioration lorsque la durée des traits est diminuée : ainsi BARNES et BAGENAL (1951) trouvent un rapport moyen non pas de 1/2 mais de 1/1,96 entre les prises de traits de une demi-heure et celles des traits de une heure. Toutefois quelques essais faits au Congo à partir de "l'OMBANGO", chalutier de recherche chalutant par le côté, ont montré que la variabilité des prises est plus grande sur les traits de une demi-heure que sur ceux de une heure. En effet le chalut est supposé en pêche de l'accrochage au décrochage du "chien" mais en fait il travaille un peu avant et un peu après. Plus un trait est court et plus l'erreur relative est forte. Par ailleurs, pour les chalutiers commerciaux travaillant au Congo, le minimum de temps de chalutage lors de la recherche d'une bonne zone était de une heure, ce qui justifiait le choix de une heure pour avoir des comparaisons utilisables (LE GUEN, comm. pers.).

Pour différentes raisons pratiques nous avons fixé la durée de nos chalutages à 30 minutes. Nous considérons comme DURAND (1967) que l'essentiel est d'avoir toujours travaillé à partir de traits de même durée de façon à obtenir des résultats comparables. En outre le "LAURENT AMARO" étant un chalutier du type pêche arrière la variabilité signalée plus haut est moindre. Les quantités de poissons ainsi capturées, au bout de 30 minutes, sont moins importantes qu'à la suite de traits plus longs et les opérations de tri à bord largement facilitées. Celles-ci peuvent notamment avoir lieu dans la plupart des cas sur la totalité de la capture ce qui n'est pas toujours le cas pour des prises trop importantes obtenues à partir de traits plus longs où l'on doit alors avoir recours à la méthode de tri à la pelle déjà exposée. Il résulte en outre de tout ceci un important gain de temps.

II.1.2.2.3. Comparaison d'un trait "aller" et d'un trait "retour".

Afin de tester notre méthode nous avons effectué pour chaque station de la radiale 15° 40 deux traits de une demi-heure sous la forme d'un aller et retour. Pour cinq stations nous avons comparé le trait "aller" et le trait "retour" en calculant le coefficient de corrélation de BRAVAIS-PEARSON entre les deux relevés après transformation en $\log(x + 1)$ des effectifs x . Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

N° de chalutage	Sonde (m)	Moyenne	N	r	Seuil de signification de r pour p = 0,001
70 01 aller 70 01 retour	20 20	1,019 0,880	29	0,918	0,562
70 02 aller 70 02 retour	30 30	0,841 1,139	26	0,891	0,588
70 04 aller 70 04 retour	50 50	0,645 0,799	31	0,848	0,546
70 06 aller 70 06 retour	75 75	0,834 0,969	34	0,829	0,525
70 08 aller 70 08 retour	200 200	0,749 0,894	25	0,805	0,597

La lecture de ce tableau permet de constater deux choses :

Les coefficients de corrélation calculés sont toujours largement supérieurs au seuil de signification pour $p = 0,001$. Il y a donc peu de variabilité entre la population échantillonnée à l'aller et celle échantillonnée au retour. Nous pouvons donc dire que dans les deux cas les relevés correspondent à une même population.

La deuxième constatation est que les coefficients de corrélation diminuent lorsque la profondeur de chalutage augmente. Il y aurait donc pour les profondeurs les plus importantes une plus grande variabilité entre le trait aller et le trait retour. Nous pouvons l'expliquer de la manière suivante : sur les fonds peu importants le chalut atteint très vite le fond et on peut considérer qu'il recommence à pêcher, lors du trait retour, à partir de l'endroit d'où il avait été remonté à l'issue du trait aller. Lorsque les profondeurs des stations augmentent il se produit un décalage entre l'endroit où le chalut a cessé de pêcher à l'aller et l'endroit où il va recommencer à pêcher au retour ; ceci du fait du trajet plus long qu'il a à parcourir lors de sa plongée vers le fond. La longueur de ce trajet augmentant avec la profondeur, le décalage sera d'autant plus important que les stations seront plus profondes.

II.2 - ANALYSE GLOBALE DES PEUPELEMENTS DEMERSAUX A L'AIDE DES ANALYSES D'INERTIE.

A l'issue des campagnes de chalutage on dispose d'une importante quantité de renseignements sous la forme de fiches de chalutages où sont notées les caractéristiques des traits de chalut (date, durée, profondeur, température de l'eau etc...) ainsi que les espèces capturées, leur effectif et leur poids. Ce type d'information est peu maniable et ne permet pas d'arriver rapidement à une description des peuplements que l'on veut étudier. La démarche habituelle, appelée "subjective" par FAGER et LONGHURST (1968) consiste alors à tenter d'établir des groupements d'espèces par comparaison, "à vue", des différents échantillons les uns par rapport aux autres et de relier ces groupements aux différents paramètres climatiques ou édaphiques que l'on a pu mesurer. Cette méthode qui laisse une grande part à l'intuition et même à l'arbitraire de l'observateur a été utilisée par les auteurs qui ont décrit les populations de poissons démersaux du plateau continental du golfe de Guinée : POLL (1951) au Congo, POSTEL (1955 a) en Guinée, SALZEN (1957) au Ghana, LONGHURST (1963) en Gambie et en Sierra Leone, CROSNIER (1964) au Cameroun, LONGHURST (1964 a) au Nigeria, CROSNIER (1966) au Togo et au Dahomey, DURAND (1967) au Congo. MAURIN (1968) suit également cette démarche dans son étude des fonds chaluables situés entre la baie ibéro-marocaine et la Mauritanie.

Simultanément, les possibilités nouvelles de traitement de longues séries de données offertes par l'informatique, permettent à FAGER et LONGHURST (1968) et LONGHURST (1969) d'appliquer aux résultats des chalutages des campagnes G.T.S. la méthode d'occurrence de FAGER (1957) et de confirmer ainsi de façon "objective" la réalité des communautés démersales du golfe de Guinée.

Aujourd'hui l'informatique met à la portée de l'écologiste des méthodes mathématiques complexes permettant de progresser dans la description et la compréhension des écosystèmes. Parmi celles-ci les analyses d'inertie deviennent d'un usage de plus en plus courant en écologie marine. On en trouvera des exemples d'application à l'étude du zooplancton dans BINET (1978) ou DESSIER (1979) et à celle du benthos chez CHARDY (1975), chez GUILLE et PONGE (1975) ainsi que chez INTES (1980). Les analyses d'inertie paraissent être également un outil intéressant pour la description des peuplements de poissons démersaux à partir de données de chalutages et ont déjà été utilisées par quelques auteurs : CHARDY et LE GUEN (1971) DOMAIN (1972) et YANEZ (1978). Leurs apports et leurs limites en écologie marine ont été discutés par FRONTIER (1974), BLANC et LAUREC (1976), BLANC et al., (1976),

CHARDY et al., (1976), DESSIER et LAUREC (1978), LAUREC (1979). On trouvera une présentation mathématique de ces méthodes dans LEBART et FENELON (1971), BENZECRI et al., (1973), DAGNELIE (1975), DAGET (1976), CAILLEZ et PAGES (1976) et LEBART et al., (1977).

On rappellera seulement que les analyses d'inertie sont des techniques qui permettent une visualisation synthétique de résultats écologiques dans un espace de dimension réduite, facilitant ainsi leur communication objective. Dans ce type d'analyse "priorité est donnée à l'aspect descriptif, l'explication écologique étant accueillie avec plaisir lorsqu'elle se présente avec clarté". (BLANC et LAUREC, 1976).

Très simplement une analyse d'inertie consiste en une analyse générale d'une matrice de distances entre prélèvements elle-même issue d'un tableau de données. Les variantes entre chaque type d'analyse sont introduites au niveau du choix des distances : par exemple le coefficient de corrélation et la covariance pour l'analyse en composantes principales ou la distance du χ^2 pour l'analyse des correspondances. On conçoit donc comme l'ont souligné CHARDY et al., (1976) ainsi que DESSIER et LAUREC (1978) que le choix d'une distance, donc du type d'analyse revêt une importance particulière en ce sens qu'il revient à déterminer la méthode la mieux appropriée au problème que l'on veut résoudre. Dans ce travail où l'objectif est de décrire les peuplements démersaux du plateau continental sénégalomauritanien, deux méthodes d'analyse d'inertie ont été utilisées : analyse en composantes principales et analyse des correspondances.

Par souci d'objectiver au mieux la description des peuplements, les résultats de l'analyse des correspondances ont été soumis à une méthode de partition (nuées dynamiques de DIDAY-1971) puis à une hiérarchisation.

Les calculs ont porté sur les effectifs x de chaque espèce après transformation en $\log(x + 1)$ non par souci de normalisation mais dans le but de stabiliser la variance résiduelle liée à l'échantillonnage. Les calculs portent en effet sur des effectifs qui peuvent varier de 1 à 50 000. La transformation écrase les valeurs les plus fortes tout en conservant leur importance aux plus faibles. Pour le biologiste ceci ne constitue pas un inconvénient car l'on sait, par exemple, qu'entre un effectif de 50 000 et 51 000 il se passe moins de choses qu'entre 1 et 1000.

II.2.1. Etude de la radiale 15° 40 par la méthode de l'analyse en composantes principales.

Un premier dépouillement des données de chalutage de la radiale 15° 40 a été entrepris en 1971. A cette époque les analyses d'inertie étaient encore peu

répandues en écologie marine. Une possibilité nous a cependant été offerte de traiter ces données à l'aide de la méthode d'analyse en composantes principales de HOTELLING (1963). Le but de l'étude était triple :

- faire apparaître des similitudes dans la structure des stations échantillonnées le long de la radiale et donc délimiter les différents peuplements qui s'étagent entre -20 et -300 m.
- étudier la variabilité des peuplements de chaque station au cours de l'année et ainsi mettre en évidence d'éventuelles variations saisonnières.
- enfin décrire les peuplements et leur composition spécifique.

L'analyse en composantes principales des coefficients de corrélation entre stations peut répondre aux deux premières préoccupations car, la réduction et le centrage portant sur les espèces, l'effet d'abondance d'une récolte à l'autre n'est pas éliminé. On est ainsi mieux à même de faire apparaître d'éventuelles modifications dans la structure des populations échantillonnées d'autant que les variations saisonnières, dans la région, sont semble-t-il à attribuer aux espèces abondantes.

Dans l'analyse en composantes principales des coefficients de corrélation entre espèces, chaque espèce a rigoureusement la même importance puisque toutes les espèces sont réduites et centrées : on attribue donc le même poids aux espèces rares et aux espèces abondantes. Ce type d'analyse se prête mieux à la description des peuplements.

Les conclusions de CHARDY et al., (1976) suggèrent cependant qu'une analyse des correspondances eut été mieux à même de résoudre les problèmes posés. A l'époque nous n'avons pu disposer d'une telle méthode. Les résultats obtenus par les composantes principales nous paraissent malgré tout intéressants et seront donc présentés ici.

II.2.1.1. Application à la comparaison des stations de chalutage.

Préalablement au traitement des données, les prises des traits de chalut aller et retour de une demi-heure ont été additionnées pour chaque station. Les données recueillies aux stations 30 m n'ont pas été utilisées ici en raison des limites imposées par les dimensions du programme utilisé (BMD 03 M). Notre choix d'éliminer ces stations a été motivé par leur apparente ressemblance avec les stations 20 et 40 m.

II.2.1.1.1. Les résultats.

Seules ont été retenues les saturations dans les 3 premières composantes qui extraient respectivement 32 %, 18 % et 13 % de la variante totale.

Les stations ont été représentées graphiquement dans le plan des composantes I et II (fig. 33) et I et III (fig. 34). Cette représentation est obtenue en portant en abscisse les saturations dans la première composante et en ordonnée les saturations dans la seconde (ou troisième) composante.

Nous ne donnons pas ici le tableau des saturations des trois premières composantes ayant servi à la réalisation de ces deux représentations. Dans le tableau XIV nous avons simplement regroupé par station les moyennes des saturations pour les 10 mois où ont été effectués les chalutages. Le tableau XV donne les valeurs propres et les pourcentages cumulés de variance extraite pour les composantes I, II et III.

Tableau XIV : Moyenne des saturations par station dans les trois premières composantes pour 10 mois.

Stations	Composante I			Composante II			Composante III		
	Min.	Moyenne	Max.	Min.	Moyenne	Max.	Min.	Moyenne	Max.
20 m	0,19	0,28	0,45	0,35	0,42	0,45	-0,54	-0,50	-0,42
40 m	0,40	0,58	0,69	0,12	0,29	0,41	-0,51	-0,51	-0,04
50 m	0,53	0,70	0,87	-0,05	0,14	0,34	-0,38	-0,15	0,20
60 m	0,71	0,79	0,89	-0,22	-0,06	0,15	-0,11	0,12	0,34
75 m	0,64	0,75	0,91	-0,40	-0,20	0,05	-0,02	0,20	0,35
100 m	0,47	0,58	0,67	-0,43	-0,35	-0,28	0,20	0,32	0,39
200 m	-0,03	0,04	0,10	-0,74	-0,71	-0,67	-0,51	-0,42	-0,30
300 m	-0,12	-0,08	-0,04	-0,77	-0,68	-0,43	-0,54	-0,47	-0,28

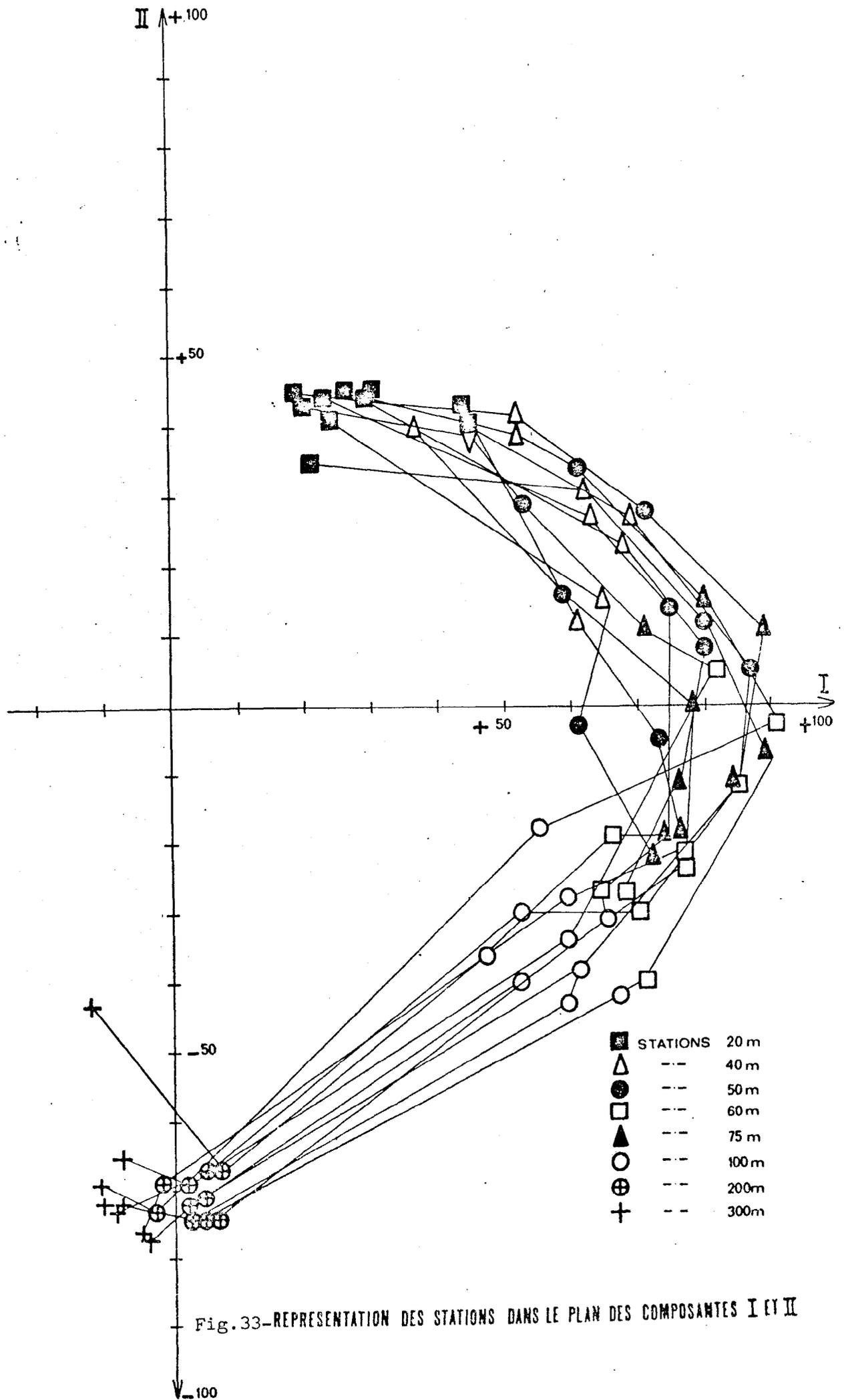


Fig. 33-REPRESENTATION DES STATIONS DANS LE PLAN DES COMPOSANTES I ET II

Tableau XV : Valeurs propres et pourcentages cumulés de variance extraite pour les trois premières composantes.

Composantes	I	II	III
Valeurs propres	24,82	14,03	10,22
Pourcentages cumulés de variance extraite	32 %	50 %	63 %

Les axes I et II et I et III agencent les points représentatifs des stations en une structure cunéiforme. Cette disposition due à l'effet GUTTMAN (BENZECRI et al., 1973) est le reflet de l'influence prépondérante d'au moins un facteur du milieu. LAUREC (1979) explique que cet effet peut être non simplement plan si un facteur l'emporte très nettement sur les autres comme par exemple la nature du fond ou la profondeur qui est susceptible d'entraîner un renouvellement complet de faune entre les stations les plus côtières et les plus profondes. Ceci semble être le cas ici. La représentation obtenue doit être alors imaginée dans un espace à trois dimensions, les points se répartissant suivant une courbe de forme sensiblement hélicoïdale passant par les sommets d'un tétraèdre régulier. L'interprétation d'une telle structure non plane, projetée dans un plan n'est guère aisée.

Sur la représentation graphique deux groupements apparaissent : les stations 200 et 300 m d'une part et les stations 20-40-50-60-75 et 100 m d'autre part. A l'intérieur de ces deux grands groupes plusieurs sous-groupes peuvent être distingués :

- les stations 200 et 300 m bien que groupées ne sont pas mélangées et peuvent donc être considérées comme deux sous-groupes.

- les points représentatifs de la station 100 m sont bien groupés et ne se mélangent pas avec les points représentant les autres stations. Nous pouvons donc considérer la station 100 m comme individualisée par rapport aux autres stations.

- pour les 20 m on observe aussi un groupement des points permettant de les séparer des autres stations.

Il reste enfin une zone de mélange correspondant aux stations 40, 50, 60

et 75 m et qui pourrait traduire l'existence de variations saisonnières de la répartition bathymétrique des espèces sur cette partie du plateau continental affectée par les oscillations verticales de la thermocline.

II.2.1.1.2. Interprétation.

Nous avons essayé d'interpréter les résultats de l'analyse en recherchant les correspondances entre les trois premières composantes et des facteurs du milieu susceptibles d'influer sur la répartition des populations de poissons des différentes stations étudiées.

. Première composante :

La première composante pourrait correspondre à la nature du fond et plus particulièrement au taux de matière organique sur le fond. Nous avons calculé les coefficients de corrélation (BRAVAIS-PEARSON) entre d'une part la teneur en matière organique, le taux de carbone et d'azote de la couverture sédimentaire et d'autre part la moyenne des valeurs de la composante I par station. Les résultats des trois corrélations sont consignés dans le tableau XVI.

Tableau XVI : Résultats des corrélations entre la moyenne des valeurs de la composante I par station (N = 8 stations) et les taux de matière organique, de carbone et d'azote de la couverture sédimentaire.

	N	r	Seuil de signification de r pour p = 0,1
Taux de matière organique	8	0,614	0,582
Taux de carbone	8	0,614	0,582
Taux d'azote	8	0,639	0,582

Les coefficients de corrélation calculés sont supérieurs au seuil de signification pour p = 0,1. La première composante pourrait donc être liée aux taux de matière organique sur le fond. Nous n'avons pas trouvé de corrélations significatives entre cette composante et des paramètres tels que la granulométrie ou les taux de phosphates et carbonates.

. Deuxième composante :

La seconde composante est fortement liée aux facteurs suivants : température, salinité, profondeur et éloignement de la côte. On trouvera les résultats des corrélations dans le tableau suivant :

	N	r	Seuil de signification de r pour p = 0,001
Température	75	0,756	0,367
Salinité	76	0,812	0,365
Profondeur	8	0,885	0,872
Eloignement de la côte	8	0,977	0,872

. Troisième composante :

La représentation des points stations dans le plan des axes I et II montre un effet GUTTMAN très prononcé qui entraîne que les stations profondes et les stations côtières, qui ont pour caractéristique de n'avoir aucune espèce commune, paraissent regroupées par l'axe III. Nous n'avons ainsi pu trouver de signification à cet axe.

II.2.1.1.3. Essai de mise en évidence de variations saisonnières.

Cette étude ne met pas en évidence de variations saisonnières dans la composition des prises. Si, station par station, on considère les coefficients de corrélations entre les différents mois de l'année, leurs valeurs sont supérieures à 0,28 qui est le seuil admissible pour p = 0,01. Une exception : à la station 50 m entre les mois d'avril et de novembre, nous avons r = 0,23 valeur cependant supérieure au seuil de signification pour p = 0,05. Ainsi pour chaque station étudiée de la radiale la population échantillonnée peut être considérée comme restant la même d'un mois à l'autre de l'année.

On verra pourtant dans la troisième partie de ce travail qu'il existe d'importantes migrations saisonnières des espèces démersales dans la région.

CHAMPAGNAT et DOMAIN (1978) montrent qu'elles intéressent essentiellement les populations d'adultes. Lorsque cette analyse a été réalisée les connaissances sur la biologie des espèces étaient alors insuffisantes pour qu'il soit possible de différencier les adultes des jeunes lors du traitement des données. Il en résulte que la structure spécifique des populations échantillonnées ne varie pas, ou peu, d'un point de vue qualitatif, au cours de l'année, le vide créé par le départ des adultes étant compensé par le recrutement des jeunes.

Cette analyse sera reprise dans la troisième partie en ne tenant plus compte cette fois des jeunes individus.

II.2.1.2. Application de la détermination de groupements d'espèces.

Une deuxième analyse portant sur les espèces a été tentée en vue de définir des groupements d'espèces et d'essayer de déterminer leurs exigences écologiques. Les figures 35 et 36 donnent la répartition de 79 espèces dans le plan des composantes I et II d'une part, I et III d'autre part. La grande dispersion des points dans le plan des composantes, de même que la faiblesse du pourcentage de la variance extraite par les trois premières composantes (respectivement 20 %, 12 % et 8 %) en rendent l'interprétation difficile. Sur la fig. 35 on observe cependant que les axes I et II déterminent trois groupements d'espèces en relation avec la bathymétrie :

- espèces littorales ou strictement côtières
- espèces intermédiaires que l'on rencontre des fonds de 30-40 m à 100 m
- espèces strictement profondes.

Une rotation des deux premiers axes de 45° dans le sens direct (axes I et II, en pointillés, sur la figure) facilite l'interprétation. Dans ce nouveau système l'axe I ordonne les espèces de façon sensiblement identique à ce qui a été précédemment observé dans la répartition des stations par rapport à l'axe I. L'axe II répartit les espèces suivant la bathymétrie.

Le classement des espèces suivant les valeurs décroissantes des saturations sur les trois premiers axes (tableau XVII) n'apporte pas d'informations supplémentaires : le premier axe discrimine les espèces intermédiaires par rapport aux espèces littorales et le second axe individualise les espèces intermédiaires par rapport aux espèces profondes. La signification de l'axe III n'apparaît pas.

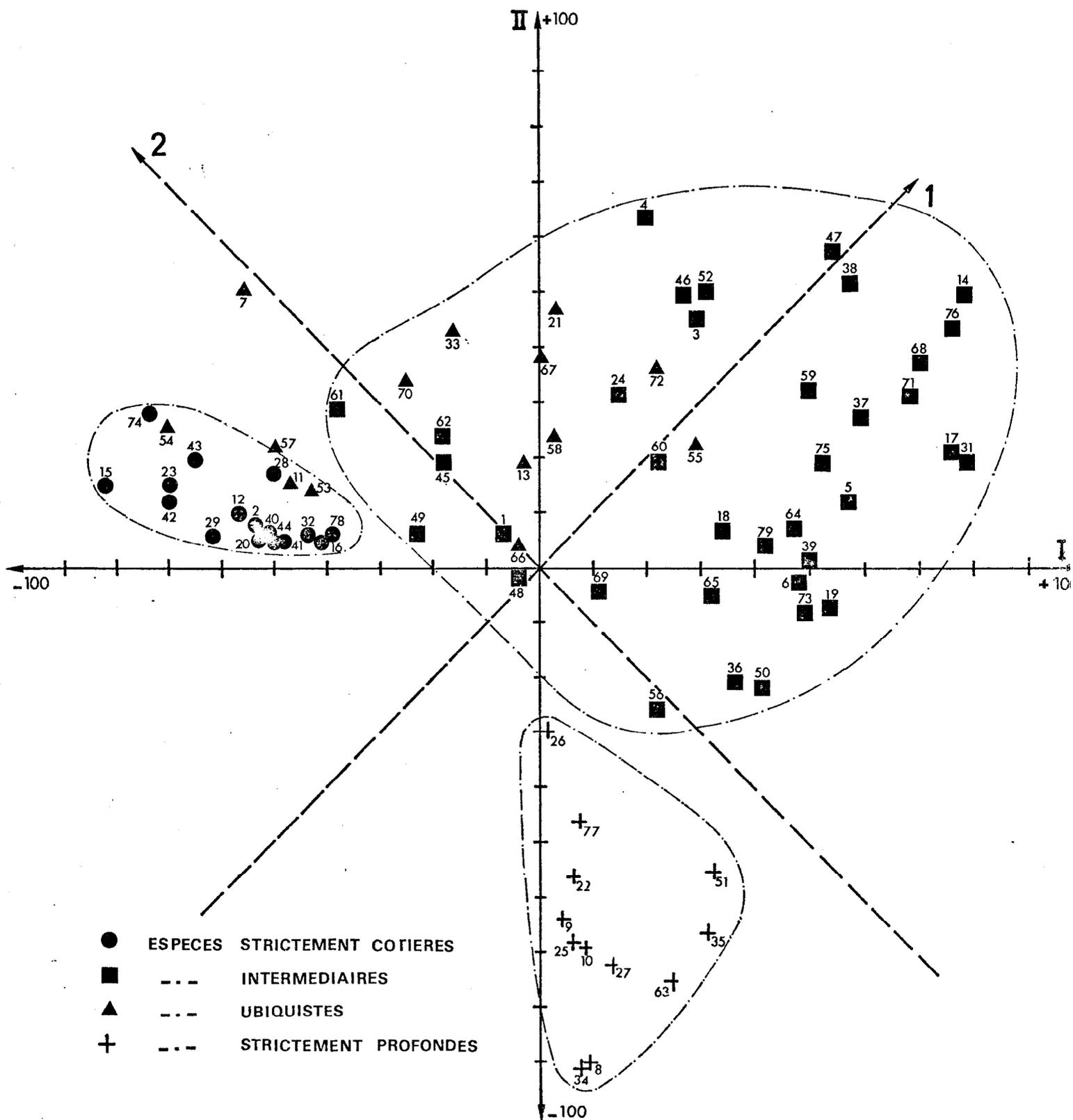


FIG. 35 - REPRESENTATION DES ESPECES DANS LE PLAN DES COMPOSANTES I ET II

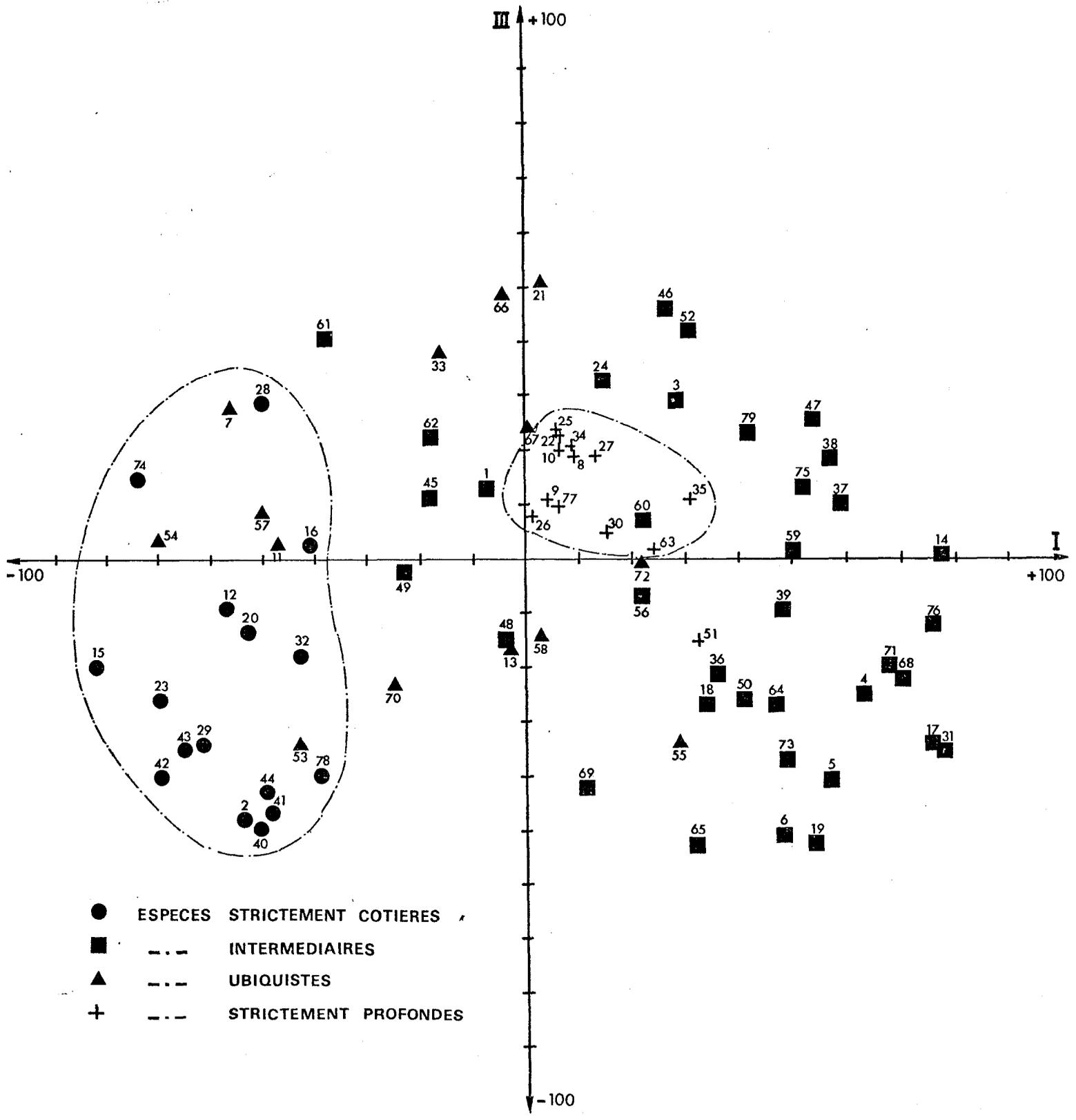


FIG.36 - REPRESENTATION DES ESPECES DANS LE PLAN DES COMPOSANTES I ET III

Tableau XVII : Classement des espèces suivant les valeurs décroissantes des saturations sur les trois premiers axes

Axe I	N°	Axe II	N°	Axe III	N°
<i>Lepidotrigla laevispinnis</i>	31	<i>Arnoglossus imperialis</i>	4	<i>Epinephelus aeneus</i>	21
<i>Citharus macrolepidotus</i>	14	<i>Pagellus coupei</i>	47	<i>Syacium micrurum</i>	66
<i>Zeus faber mauritanicus</i>	76	<i>Neanthias accraensis</i>	38	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	46
<i>Dentex angolensis</i>	17	<i>Brachydeuterus auritus</i>	7	<i>Platycephalus gruvelli</i>	52
<i>Trachurus trecae</i>	68	<i>Platycephalus gruvelli</i>	52	<i>Sphyaena sphyaena</i>	61
<i>Trigla hirundo</i>	71	<i>Citharus macrolepidotus</i>	14	<i>Mustelus mustelus</i>	33
<i>Arnoglossus imperialis</i>	4	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	46	<i>Gobius angolensis</i>	24
<i>Microchirus frechkopi</i>	37	<i>Epinephelus aeneus</i>	21	<i>Acentrogobius koumansi</i>	3
<i>Neanthias accraensis</i>	38	<i>Acentrogobius koumansi</i>	3	<i>Scyris alexandrinus</i>	28
<i>Boops boops</i>	5	<i>Zeus faber mauritanicus</i>	76	<i>Brachydeuterus auritus</i>	7
<i>Dentex macrophthalmus</i>	19	<i>Mustelus mustelus</i>	33	<i>Pagellus coupei</i>	47
<i>Pagellus coupei</i>	47	<i>Torpedo torpedo</i>	67	<i>Torpedo torpedo</i>	67
<i>Vanstraelenia chirophthalmus</i>	75	<i>Trachurus trecae</i>	68	<i>Gephyroberyx darwini</i>	25
<i>Pterothrissus bellocci</i>	39	<i>Umbrina canariensis</i>	72	<i>Brotula barbata</i>	79
<i>Saurida parri</i>	59	<i>Trichiurus lepturus</i>	70	<i>Sphyaena dubia</i>	62
<i>Uranoscopus polli</i>	73	<i>Saurida parri</i>	59	<i>Epigonus telescopus</i>	22
<i>Blennius normani</i>	6	<i>Trigla hirundo</i>	71	<i>Macrurplus violaceus</i>	34
<i>Scorpaena stephanica</i>	64	<i>Ioemonema laureysi</i>	30	<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>	10
<i>Brotula barbata</i>	79	<i>Gobius angolensis</i>	24	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	27
<i>Paracubiceps ledanoisi</i>	50	<i>Sphyaena sphyaena</i>	61	<i>Chlorophthalmus atlanticus</i>	8
<i>Monolene microstoma</i>	36	<i>Vomer setapinnis</i>	74	<i>Neanthias accraensis</i>	38
<i>Dentex filiosus</i>	18	<i>Microchirus frechkopi</i>	37	<i>Vomer setapinnis</i>	74
<i>Scorpaena normani</i>	65	<i>Rhizoprionodon acutus</i>	54	<i>Anchoa guineensis</i>	1
<i>Pontinus kuhli</i>	51	<i>Sphyaena dubia</i>	62	<i>Vanstraelenia chirophthalmus</i>	75
<i>Platycephalus gruvelli</i>	52	<i>Sardinella aurita</i>	58	<i>Pomatomus saltatrix</i>	45
<i>Merluccius sp.</i>	35	<i>Sardinella eba</i>	57	<i>Microchirus frechkopi</i>	37
<i>Raja miraletus</i>	55	<i>Raja miraletus</i>	55	<i>Merluccius sp.</i>	35
<i>Acentrogobius koumansi</i>	3	<i>Dentex angolensis</i>	17	<i>Chlorophthalmus fraser bruenneri</i>	9
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	46	<i>Lepidotrigla laevispinnis</i>	31	<i>Zenopsis conchifer</i>	77
<i>Synagrops microlepis</i>	63	<i>Pseudolithus senegalensis</i>	43	<i>Sardinella eba</i>	57
<i>Sphaeroides spengleri</i>	60	<i>Vanstraelenia chirophthalmus</i>	75	<i>Hypoclydonia bella</i>	26
<i>Umbrina canariensis</i>	72	<i>Sphaeroides spengleri</i>	60	<i>Sphaeroides spengleri</i>	60
<i>Raja straeleni</i>	56	<i>Caranx rhonchus</i>	13	<i>Laemonema laureysi</i>	30
<i>Laemonema laureysi</i>	30	<i>Pomatomus saltatrix</i>	45	<i>Rhizoprionodon acutus</i>	54
<i>Gobius angolensis</i>	24	<i>Scyris alexandrinus</i>	28	<i>Cybius tritor</i>	11
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	27	<i>Cybius tritor</i>	11	<i>Dasyatis margarita</i>	16
<i>Trachurus trachurus</i>	69	<i>Galeoides decadactylus</i>	23	<i>Synagrops microlepis</i>	63
<i>Chlorophthalmus atlanticus</i>	8	<i>Cynoglossus canariensis</i>	15	<i>Saurida parri</i>	59
<i>Macrurplus violaceus</i>	34	<i>Cynoponticus ferox</i>	53	<i>Citharus macrolepidotus</i>	14
<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>	10	<i>Boops boops</i>	5	<i>Umbrina canariensis</i>	72
<i>Zenopsis conchifer</i>	77	<i>Pteroscion peli</i>	42	<i>Pagrus ehrenbergi</i>	49
<i>Epigonus telescopus</i>	22	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	12	<i>Raja straeleni</i>	56
<i>Gephyroberyx darwini</i>	25	<i>Arius sp.</i>	2	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	12
<i>Chlorophthalmus fraser bruenneri</i>	9	<i>Scorpaena stephanica</i>	64	<i>Pterothrissus bellocci</i>	39
<i>Sardinella aurita</i>	58	<i>Dentex filiosus</i>	18	<i>Zeus faber mauritanicus</i>	76
<i>Epinephelus aeneus</i>	21	<i>Anchoa guineensis</i>	1	<i>Drepane africana</i>	20
<i>Hypoclydonia bella</i>	26	<i>Pagrus ehrenbergi</i>	49	<i>Pagrus pagrus</i>	48
<i>Torpedo torpedo</i>	67	<i>Rhinoptera javanica</i>	78	<i>Sardinella aurita</i>	58
<i>Caranx rhonchus</i>	13	<i>Lichia vadiago</i>	32	<i>Pontinus kuhli</i>	51
<i>Pagrus pagrus</i>	48	<i>Pentaneus quinquarius</i>	40	<i>Caranx rhonchus</i>	13
<i>Syacium micrurum</i>	66	<i>Ilisha africana</i>	29	<i>Lichia vadiago</i>	32
<i>Anchoa guineensis</i>	1	<i>Brotula barbata</i>	79	<i>Trigla hirundo</i>	71
<i>Mustelus mustelus</i>	33	<i>Syacium micrurum</i>	66	<i>Cynoglossus canariensis</i>	15
<i>Sphyaena dubia</i>	62	<i>Dasyatis margarita</i>	16	<i>Monolene microstoma</i>	36
<i>Pomatomus saltatrix</i>	45	<i>Pomadasy jubelini</i>	41	<i>Trachurus trecae</i>	68
<i>Pagrus ehrenbergi</i>	49	<i>Pseudolithus typus</i>	44	<i>Trichiurus lepturus</i>	70
<i>Trichiurus lepturus</i>	70	<i>Drepane africana</i>	20	<i>Arnoglossus imperialis</i>	4
<i>Sphyaena sphyaena</i>	61	<i>Pterothrissus bellocci</i>	39	<i>Galeoides decadactylus</i>	23
<i>Rhinoptera javanica</i>	78	<i>Pagrus pagrus</i>	48	<i>Paracubiceps ledanoisi</i>	50
<i>Dasyatis margarita</i>	16	<i>Blennius normani</i>	6	<i>Dentex filiosus</i>	18
<i>Lichia vadiago</i>	32	<i>Trachurus trachurus</i>	69	<i>Scorpaena stephanica</i>	64
<i>Cynoponticus ferox</i>	53	<i>Scorpaena normani</i>	65	<i>Dentex angolensis</i>	17
<i>Cybius tritor</i>	11	<i>Dentex macrophthalmus</i>	19	<i>Raja miraletus</i>	55
<i>Pomadasy jubelini</i>	41	<i>Uranoscopus polli</i>	73	<i>Ilisha africana</i>	29
<i>Scyris alexandrinus</i>	28	<i>Monolene microstoma</i>	36	<i>Cynoponticus ferox</i>	53
<i>Sardinella eba</i>	57	<i>Paracubiceps ledanoisi</i>	50	<i>Lepidotrigla laevispinnis</i>	31
<i>Pseudolithus typus</i>	44	<i>Raja straeleni</i>	56	<i>Pseudolithus senegalensis</i>	43
<i>Pentaneus quinquarius</i>	40	<i>Hypoclydonia bella</i>	26	<i>Uranoscopus polli</i>	73
<i>Drepane africana</i>	20	<i>Zenopsis conchifer</i>	77	<i>Rhinoptera javanica</i>	78
<i>Arius sp.</i>	2	<i>Pontinus kuhli</i>	51	<i>Boops boops</i>	5
<i>Brachydeuterus auritus</i>	7	<i>Epigonus telescopus</i>	22	<i>Pteroscion peli</i>	42
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	12	<i>Chlorophthalmus fraser bruenneri</i>	9	<i>Trachurus trachurus</i>	69
<i>Ilisha africana</i>	29	<i>Merluccius sp.</i>	35	<i>Pseudolithus typus</i>	44
<i>Pseudolithus senegalensis</i>	43	<i>Gephyroberyx darwini</i>	25	<i>Pomadasy jubelini</i>	41
<i>Galeoides decadactylus</i>	23	<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>	10	<i>Arius sp.</i>	2
<i>Rhizoprionodon acutus</i>	54	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	27	<i>Pentaneus quinquarius</i>	40
<i>Pteroscion peli</i>	42	<i>Synagrops microlepis</i>	63	<i>Blennius normani</i>	6
<i>Vomer setapinnis</i>	74	<i>Chlorophthalmus atlanticus</i>	8	<i>Dentex macrophthalmus</i>	19
<i>Cynoglossus canariensis</i>	15	<i>Macrurplus violaceus</i>	34	<i>Scorpaena normani</i>	65

II.2.1.3. Conclusion.

L'analyse en composantes principales a fait apparaître des groupements de points traduisant des similitudes entre les structures des populations échantillonnées aux stations représentées par ces points. Les ressemblances ainsi observées entre certaines stations ont permis par la suite d'espacer dans le temps et dans l'espace les stations d'échantillonnage lors des campagnes de chalutage autorisant ainsi la prospection du plateau continental du cap Timiris à la Guinée.

L'influence des facteurs édaphiques (ici la teneur en matière organique de la couverture sédimentaire) et climatiques (température, salinité, oxygène) apparaît prépondérante dans la répartition des espèces démersales sur le fond.

La méthode de traitement des données utilisée ici n'a pas permis de mettre en évidence des variations saisonnières dans la structure des populations échantillonnées.

II.2.2. Application de l'analyse des correspondances à l'étude des peuplements démersaux : étude des "sept radiales".

L'analyse des correspondances, HIRSCHFELD (1935), FISHER (1940), CORDIER (1965) et BENZECRI (BENZECRI et al., 1973), est une analyse d'inertie utilisant la distance du χ^2 généralisé calculée entre les profils des espèces (ou des prélèvements), profils établis à partir des données brutes. Ce type d'analyse tient moins compte des indices absolus d'abondance des espèces que l'analyse en composantes principales. Le rôle de l'abondance est, ici, en effet doublement pondéré : d'abord au niveau du calcul de la distance par l'utilisation des fréquences relatives et ensuite lors de l'attribution d'une masse à chaque point, inversement proportionnelle aux effectifs. Pour peu que les données brutes aient été normalisées, comme c'est le cas ici, une triple pondération est introduite, permettant d'atténuer autant que possible l'importance du rôle qu'auraient eu les espèces les mieux représentées au détriment des espèces peu abondantes. L'analyse des correspondances se prête ainsi aux études descriptives en considérant les peuplements sous leur aspect structurel plutôt que fonctionnel.

Un des avantages de l'analyse des correspondances est, en outre, de permettre la représentation simultanée des points espèces aux barycentres des points récoltes qui les contiennent et réciproquement les points récoltes aux barycentres des espèces qu'elles contiennent. L'interprétation de l'analyse est ainsi facilitée par cette représentation dualiste.

Dans ce travail on se propose de décrire les peuplements démersaux du plateau continental, entre le cap Timiris et la Guinée Bissau, en appliquant une analyse des correspondances aux données de chalutage recueillies sur les sept radiales. La démarche suivante sera adoptée :

- présentation et interprétation des résultats de l'analyse à partir de leur représentation graphique ; essai d'interprétation des trois premiers axes.

- application aux résultats de l'analyse des correspondances d'une méthode de partition automatique (nuées dynamiques) puis d'une analyse hiérarchique de façon à mettre en évidence de façon objective les divers peuplements dont on dégagera les espèces caractéristiques par la méthode dite des "écarts réduits".

II.2.2.1. Représentation graphique des résultats de l'analyse des correspondances. Essai d'interprétation des trois premiers axes.

Le programme COM4C conçu par LAUREC a été utilisé pour le traitement des données. Le nombre élevé de variables et d'observations pris en compte nous a amenés aux limites d'utilisation du programme et imposé d'éliminer du traitement les stations 200 m. Ceci ne constitue pas un inconvénient. Sur cette partie du sommet de la pente continentale, soumise à des conditions hydrologiques relativement stables, on trouve en effet des fonds semblables, du nord au sud de la région étudiée. Les peuplements de poissons qui y vivent sont à peu près homogènes. Il est vraisemblable que l'analyse des correspondances eut regroupé ensemble tous les points correspondant aux échantillonnages effectués à ces stations.

On trouvera dans le tableau XVIII les valeurs propres et les pourcentages d'inertie expliqués par les sept premiers axes.

Tableau XVIII : Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les sept premiers axes.

AXES	1	2	3	4	5	6	7
Valeurs propres	0,822	0,641	0,321	0,275	0,257	0,223	0,196
% expliqué	12,9	10,1	5,0	4,3	4,0	3,5	3,1

La projection des points stations et des points espèces* dans les plans des axes I et II et I et III est représentée sur les figures 37 et 38. Par souci

* On trouvera dans les tableaux XIX et XX le codage des stations et des espèces traitées dans l'analyse.

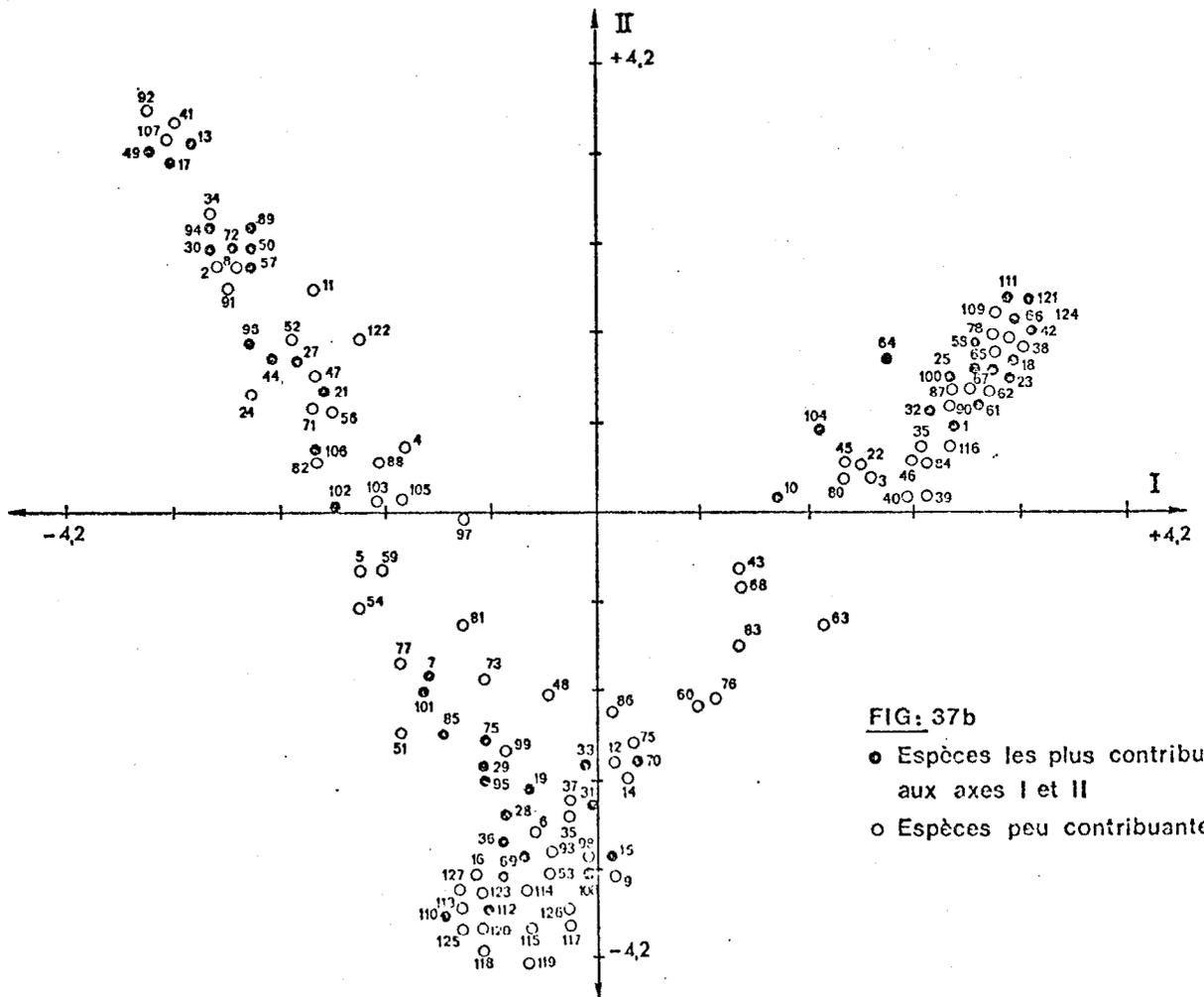
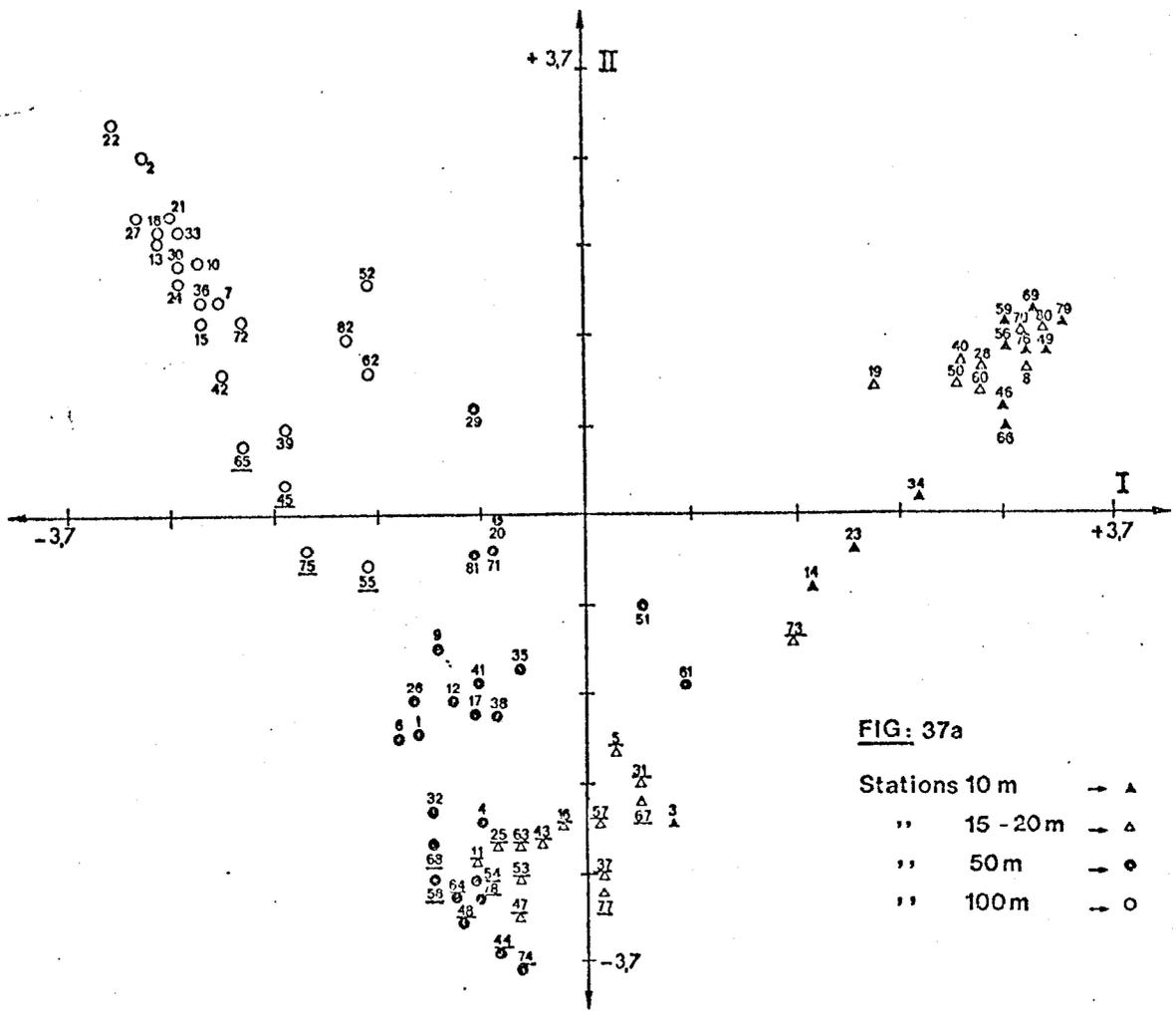


Fig. 37 : Projection des points stations (fig. 37.a) et des points espèces (fig. 37 b) dans le plan des axes I et II.

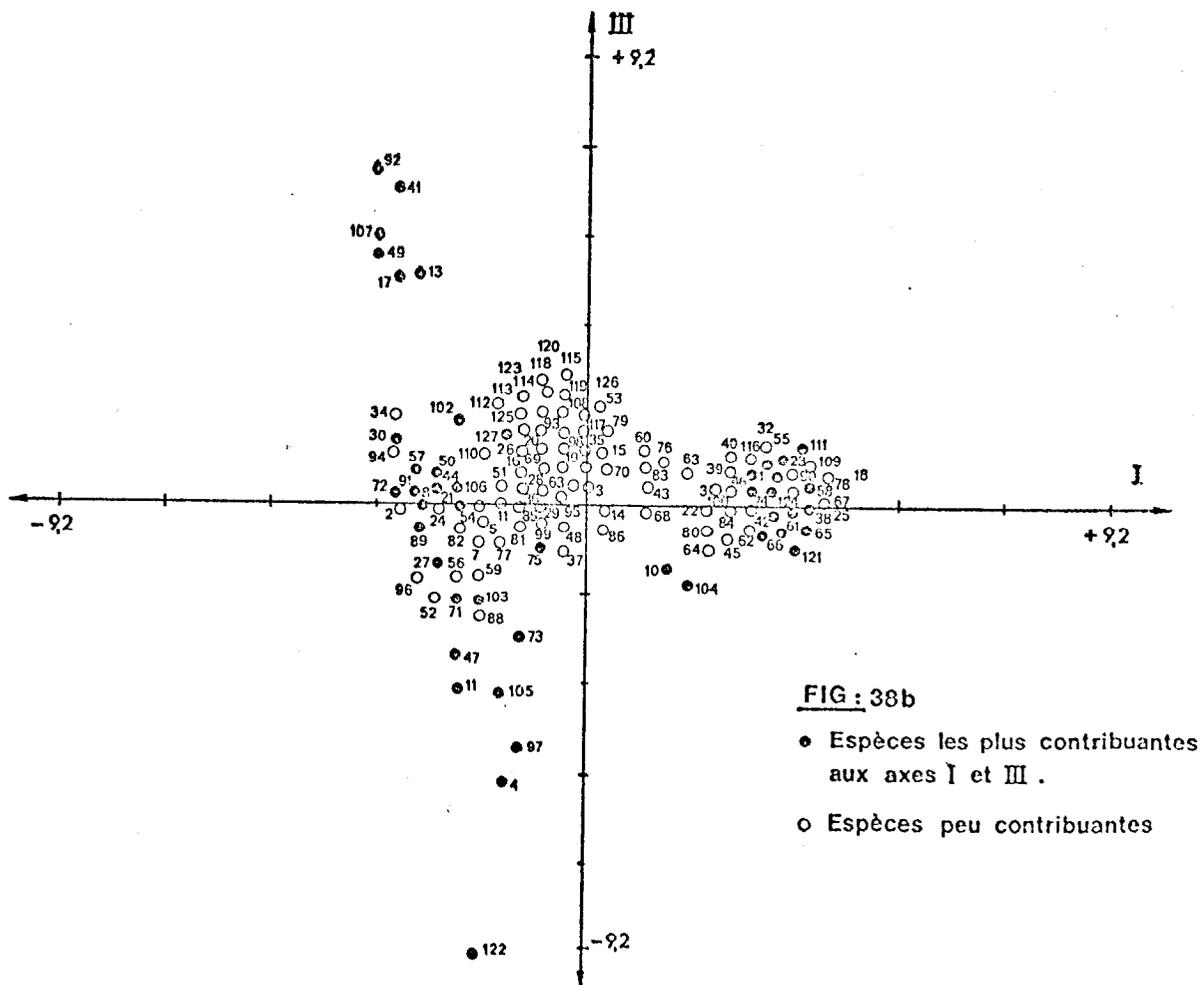
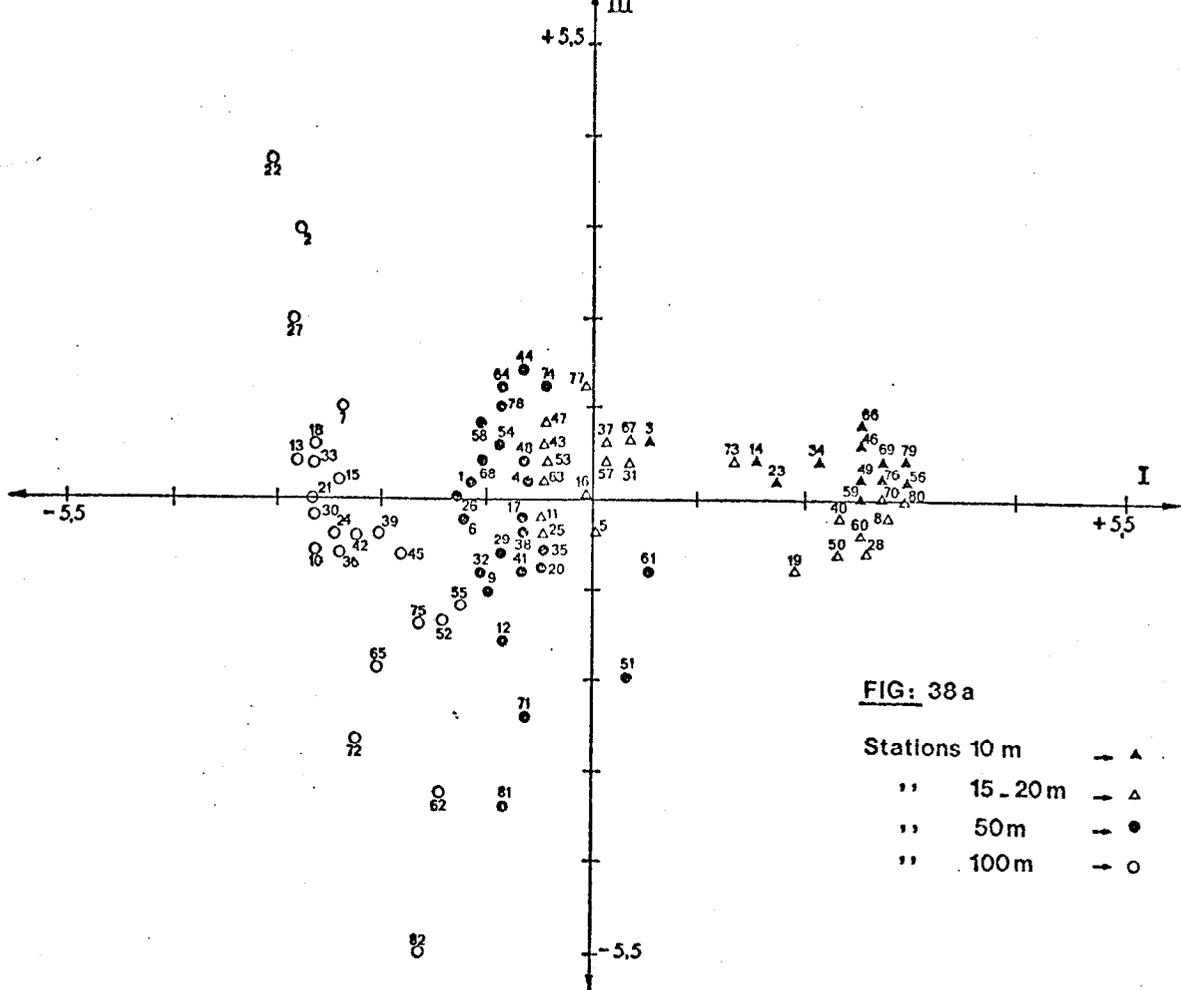


Fig. 38 : Projection des points stations (fig. 38 a) et des points espèces (fig. 38 b) dans le plan des axes I et III.

de clarté la possibilité de représentation simultanée dans un même plan des observations et des variables n'a pas été utilisée : leur nombre, en particulier celui des espèces, eut rendu les figures peu lisibles. La figuration, sur une même page (fig. 37 et 38), de l'image représentant la projection des points stations dans un plan et de celle de la représentation des points espèces dans le plan correspondant, facilite malgré tout l'interprétation.

Tableau XIX : Numéros d'ordre et nature du fond des stations des "7 radiales" traitées par l'analyse des correspondances (stations 10 à 200 m)
 S = S (< 5% de lutites) V.S. = Vase sableuse (25 à 75 % de lutites)
 S.V. = Sable vaseux (5 à 25% de lutites) V = Vase (> 75% de lutites)

DATE	RADIALES	NATURE DU FOND	DECEMBRE 1971		FEVRIER 1972		MAI 1972		SEPTEMBRE 1972					
			N°	Sonde (m)	N°	Sonde (m)	N°	Sonde (m)	N°	Sonde (m)				
18° 40		S.	1	50	11	15	22	100	31	15				
		S.V.			12	50			32	50				
		S.V.			13	100			33	100				
17° 40		S. grossier	3	10	14	10	23	10	34	10				
		S.V.			15	100			24	100	35	50		
		S.V.									36	100		
16° 40		S.	5	20	16	20	25	20	37	20				
		V.S.			17	50			26	50	38	50		
		V.S.			18	100			27	100	39	100		
15° 40		V.	8	20	19	20	28	20	40	20				
		V.			9	50			29	50	41	50		
		V.S.			10	100			21	100	30	100	42	100
Popenguine		S.V. détritique	43	20	53	20	63	20	73	20				
		S. détritique			44	50			54	50	74	50		
		S.V.			45	100			55	100	65	100	75	100
Bathurst		S.V.	46	10	56	10	66	10	76	10				
		S. détritique			47	20			57	20	67	20	77	20
		S. détritique			48	50			58	50	68	50	78	50
Rozo		V.S.	49	10	59	10	69	10	79	10				
		V.S.			50	20			60	20	70	20	80	20
		V.			51	50			61	50	71	50	81	50
		V.			52	100			62	100	72	100	82	100

Les prélèvements ont été symbolisés en fonction de leur profondeur. Pour la projection des points espèces, celles qui présentent les plus fortes contributions (tableau XXI) ont été représentées au moyen d'un figuré spécial les faisant ressortir par rapport aux autres.

II.2.2.1.1. Interprétation des axes I et II.

Les axes I et II agencent les points représentatifs des stations (fig. 37 a) et des espèces (fig. 37 b) en une structure cunéiforme caractéristique de l'effet GUTTMAN dont nous avons parlé au paragraphe II.2.1.1.

Tableau XX : Numéros de code des espèces traitées dans l'analyse des correspondances.

N°	ESPECES	N°	ESPECES	N°	ESPECES
1	<i>Arius sp.</i>	47	<i>Latilus semifasciatus</i>	93	<i>Scorpaena angolensis</i>
2	<i>Antigonia capros</i>	48	<i>Mustelus mustelus</i>	94	<i>Scorpaena normani</i>
3	<i>Argyrosoma regium</i>	49	<i>Macrurplus violaceus</i>	95	<i>Scyacium micrurum</i>
4	<i>Acentrogobius koumansii</i>	50	<i>Merluccius sp.</i>	96	<i>Smaris macrophthalmus</i>
5	<i>Arnoglossus imperialis</i>	51	<i>Monolene microstoma</i>	97	<i>Saurida parri</i>
6	<i>Aluterus punctatus</i>	52	<i>Microchirus frechkopi</i>	98	<i>Rypticus saponaceus</i>
7	<i>Boops boops</i>	53	<i>Mycteroperca rubra</i>	99	<i>Torpedo torpedo</i>
8	<i>Blennius normani</i>	54	<i>Microchirus boscanion</i>	100	<i>Torpedo marmorata</i>
9	<i>Balistes capriscus</i>	55	<i>Scyris alexandrinus</i>	101	<i>Trigla hirundo</i>
10	<i>Brachydeuterus auritus</i>	56	<i>Neanthias accraensis</i>	102	<i>Trigla lineata</i>
11	<i>Brotula barbata</i>	57	<i>Pterothrissus bellocci</i>	103	<i>Umbrina canariensis</i>
12	<i>Batrachoides didactylus</i>	58	<i>Pentanemus quinquarius</i>	104	<i>Vomer setapinnis</i>
13	<i>Chlorophthalmus atlanticus</i>	59	<i>Priacanthus arenatus</i>	105	<i>Vanstraelenia chirophthalma</i>
14	<i>Chilomycterus antennatus</i>	60	<i>Pomadasys incisus</i>	106	<i>Zeus faber</i>
15	<i>Balistes forcipatus</i>	61	<i>Pomadasys jubelini</i>	107	<i>Zenopsis conchifer</i>
16	<i>Bothus podas</i>	62	<i>Pomadasys peroteti</i>	108	<i>Xyrichtys novacula</i>
17	<i>Capros aper</i>	63	<i>Pomadasys rogeri</i>	109	<i>Alepes amblyrhynchus</i>
18	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	64	<i>Pteroscion peli</i>	110	<i>Bauchotia marcellae</i>
19	<i>Chaetodon hoeferi</i>	65	<i>Pseudolithus senegalensis</i>	111	<i>Cynoglossus monodi</i>
20	<i>Cephalacanthus volitans</i>	66	<i>Pseudolithus typus</i>	112	<i>Chromis lineatus</i>
21	<i>Citharus macrolepidotus</i>	67	<i>Pseudolithus brachygnathus</i>	113	<i>Cephalopholis taeniops</i>
22	<i>Cynoglossus canariensis</i>	68	<i>Pomatomus saltatrix</i>	114	<i>Coris julis</i>
23	<i>Cynoglossus goreensis</i>	69	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	115	<i>Diastodon speciosus</i>
24	<i>Chelidoperca africana</i>	70	<i>Pagrus ehrenbergi</i>	116	<i>Ephippion guttifer</i>
25	<i>Dasyatis margarita</i>	71	<i>Paracubiceps ledanoisi</i>	117	<i>Fistularia tabaccaria</i>
26	<i>Dicologlossa cuneata</i>	72	<i>Pontinus kuhli</i>	118	<i>Diplodus cervinus</i>
27	<i>Dentex sp.</i>	73	<i>Platycephalus gruvelli</i>	119	<i>Lutjanus fulgens</i>
28	<i>Dentex canariensis</i>	74	<i>Pteromylaeus bovina</i>	120	<i>Holocentrus hastatus</i>
29	<i>Dentex filus</i>	75	<i>Pagellus coupei</i>	121	<i>Pseudolithus fonticulus</i>
30	<i>Dentex macrophthalmus</i>	76	<i>Psettodes belcheri</i>	122	<i>Pentheroscion mbizi</i>
31	<i>Diagramma mediterraneum</i>	77	<i>Pagrus gibbiceps</i>	123	<i>Paracentropristis heterurus</i>
32	<i>Drepane africana</i>	78	<i>Pseudolithus hostia-moori</i>	124	<i>Polydactylus quadrifilis</i>
33	<i>Epinephelus aeneus</i>	79	<i>Pagrus auriga</i>	125	<i>Parapristipoma octolineatum</i>
34	<i>Epinephelus caninus</i>	80	<i>Rhizoprionodon acutus</i>	126	<i>Stephanolepis hispidus</i>
35	<i>Epinephelus gigas</i>	81	<i>Raja miraletus</i>	127	<i>Solea hexophthalma</i>
36	<i>Epinephelus goreensis</i>	82	<i>Raja straeleni</i>		
37	<i>Fistularia villosa</i>	83	<i>Rhinobatos rhinobatos</i>		
38	<i>Galeoides decadactylus</i>	84	<i>Rhinoptera javanica</i>		
39	<i>Gerres melanopterus</i>	85	<i>Sphaeroides spengleri</i>		
40	<i>Chaetodipterus goreensis</i>	86	<i>Sphyaena sphyaena</i>		
41	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	87	<i>Sphyaena dubia</i>		
42	<i>Ilisha africana</i>	88	<i>Serranus cabrilla</i>		
43	<i>Lagocephalus loevigatus</i>	89	<i>Synagrops microlepis</i>		
44	<i>Lepidotrigla cadmani</i>	90	<i>Stromateus fiatola</i>		
45	<i>Lichia glauca</i>	91	<i>Scorpaena stephanica</i>		
46	<i>Leptocharias smithi</i>	92	<i>Scorpaena elongata</i>		

Tableau XXI : Espèces dont les contributions relatives aux trois premiers axes sont les plus importantes. (Nous avons choisi arbitrairement les espèces présentant une contribution supérieure ou égale à 1 %).

AXE I			AXE II			AXE III		
N°	ESPECES	%	N°	ESPECES	%	N°	ESPECES	%
27	<i>Dentex angolensis</i>	4,8	75	<i>Pagellus coupei</i>	7,7	4	<i>Accentrogobius koumansi</i>	8,8
42	<i>Ilisha africana</i>	4,8	69	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	5,2	122	<i>Pentheroscion mbizi</i>	8,3
38	<i>Galeoides decadactylus</i>	3,8	70	<i>Pagrus ehrenbergi</i>	4,0	13	<i>Chlorophthalmus sp.</i>	6,8
30	<i>Dentex macrophthalmus</i>	3,7	89	<i>Synagrops microlepis</i>	3,9	17	<i>Capros aper</i>	6,8
1	<i>Arius sp.</i>	3,7	30	<i>Dentex macrophthalmus</i>	3,3	105	<i>Vanstraelenia chirophthalmus</i>	6,6
89	<i>Synagrops microlepis</i>	3,3	28	<i>Dentex canariensis</i>	3,3	97	<i>Saurida parri</i>	6,3
18	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	3,2	31	<i>Diagramma mediterraneum</i>	2,9	49	<i>Macruropus violaceus</i>	4,7
65	<i>Pseudolithus seregalensis</i>	3,2	36	<i>Epinephelus goreensis</i>	2,5	11	<i>Erotula barbata</i>	4,5
44	<i>Lepidotrigla cadmani</i>	3,0	57	<i>Pterothrissus bellocci</i>	2,3	92	<i>Scorpaena elongata</i>	3,8
61	<i>Pomadourus jubelini</i>	3,0	27	<i>Dentex angolensis</i>	2,2	41	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	3,7
10	<i>Brachydeuterus auritus</i>	2,9	50	<i>Merluccius sp.</i>	2,2	47	<i>Latilus semifasciatus</i>	2,8
64	<i>Pteroscion peli</i>	2,8	33	<i>Epinephelus aeneus</i>	2,1	10	<i>Brachydeuterus auritus</i>	2,6
25	<i>Dasyatis margarita</i>	2,7	13	<i>Chlorophthalmus sp.</i>	2,0	27	<i>Dentex angolensis</i>	2,6
32	<i>Drepane africana</i>	2,4	17	<i>Capros aper</i>	1,9	30	<i>Dentex macrophthalmus</i>	2,6
57	<i>Pterothrissus bellocci</i>	2,3	20	<i>Cephalacanthus volitans</i>	1,8	102	<i>Trigla lineata</i>	2,1
50	<i>Merluccius sp.</i>	2,2	64	<i>Pteroscion peli</i>	1,7	73	<i>Phyccephalus gruvelli</i>	2,0
53	<i>Pentanemus quinquarius</i>	2,2	72	<i>Pontinus kuhli</i>	1,7	104	<i>Vomer setapinnis</i>	1,8
66	<i>Pseudolithus typus</i>	2,2	15	<i>Balistes forcipatus</i>	1,6	107	<i>Zenopsis conchifer</i>	1,5
23	<i>Cynoglossus goreensis</i>	2,1	110	<i>Bauchotia marcellae</i>	1,6	71	<i>Paracubiceps ledanoisi</i>	1,4
106	<i>Zeus faber</i>	1,8	19	<i>Chaetodon hoefleri</i>	1,6	75	<i>Pagellus coupei</i>	1,1
72	<i>Pontinus kuhli</i>	1,7	29	<i>Dentex filicosus</i>	1,5	103	<i>Umbrina canariensis</i>	1,0
21	<i>Citharus macrolepidotus</i>	1,6	95	<i>Scuarcium micrurum</i>	1,5			
17	<i>Capros aper</i>	1,4	44	<i>Lepidotrigla cadmani</i>	1,4			
74	<i>Pteromylaeus bovina</i>	1,4	7	<i>Boops boops</i>	1,4			
94	<i>Scorpaena normani</i>	1,3	94	<i>Scorpaena normani</i>	1,3			
104	<i>Vomer setapinnis</i>	1,3	112	<i>Chromis lineatus</i>	1,2			
111	<i>Cynoglossus monodi</i>	1,3	42	<i>Ilisha africana</i>	1,2			
13	<i>Chlorophthalmus atlanticus</i>	1,3	101	<i>Trigla hirundo</i>	1,2			
96	<i>Smaris macrophthalmus</i>	1,2	49	<i>Macruropus violaceus</i>	1,1			
100	<i>Torpedo marmorata</i>	1,0	85	<i>Sphaeroides spengleri</i>	1,0			
102	<i>Trigla lineata</i>	1,0						
121	<i>Pseudolithus fonticulus</i>	1,0						
	TOTAL	75,6		TOTAL	68,3		TOTAL	81,8

Tableau XXII : Contributions relatives les plus importantes, classées dans l'ordre décroissant, des stations par rapport aux trois premiers axes. (Elles représentent pour chaque station la somme des contributions relatives correspondant à chaque échantillonnage effectué à cette station).

AXE I		AXE II		AXE III	
10 m Roxo	19,7 %	100 m 18° 40'	12,7 %	100 m 18° 40'	32,4 %
10 m Bathurst	12,1 %	50 m Popenguine	10,6 %	100 m Roxo	29,7 %
100 m 18° 40'	11,5 %	20 m Bathurst	8,4 %	50 m Roxo	15,6 %
100 m 15° 40'	9,6 %	50 m Bathurst	8,4 %	100 m Popenguine	4,8 %
20 m 15° 40'	9,3 %	20 m Popenguine	8,0 %	100 m 16° 40'	3,2 %
20 m Roxo	9,1 %	100 m 15° 40'	6,1 %	50 m Popenguine	3,0 %
10 m 17° 40'	8,8 %	100 m Roxo	4,9 %	50 m Bathurst	1,9 %
100 m 16° 40'	6,5 %	20 m 16° 40'	4,7 %	20 m Bathurst	1,8 %
TOTAL	86,6 %	TOTAL	63,8 %	TOTAL	92,4 %

Les stations sont réparties de la droite vers la gauche en fonction des profondeurs croissantes. Entre 20 et 50 m il existe un continuum où il est difficile d'opérer des regroupements. Ceci rend sans doute compte de l'existence de transitions entre peuplements sous la forme de chevauchements et peut aussi résulter de variations saisonnières de la répartition des espèces sur le fond.

. Axe I

Sur l'axe I les stations littorales et celles du sommet de la pente continentale (fonds de 100 m) ont les plus fortes contributions (tableau XXII). On constate ainsi que cet axe oppose les 10 m des radiales de Roxo et de Bathurst, c'est-à-dire les stations les moins profondes et les plus méridionales donc les plus chaudes, à la station 100 m de la radiale 18° 40', station la plus septentrionale et la plus froide.

Le groupe de points bien individualisé à droite de la figure 37 a, est composé à la fois de stations littorales (10 m des radiales de Roxo et de Bathurst) et de quelques stations plus profondes (20 m de la radiale 15° 40' et 20 m de la radiale de Roxo). Ces stations ont des fonds divers et l'influence de la granulométrie ne peut être invoquée. Elles ont en commun de trouver au voisinage de l'embouchure des cours d'eau de la région : fleuve Sénégal pour les 20 m de la radiale 15° 40', Gambie pour les 10 m de la radiale de Bathurst, Casamance ainsi que rias de Guinée Bissau pour les 10 et 20 m de la radiale de Roxo. Ce sont des zones à forte productivité biologique où, même en saison froide, surtout au sud de Dakar, les températures restent élevées et où l'effet bénéfique de l'upwelling est renforcé par les apports fluviaux de sels nutritifs. Sur ces fonds se rassemblent pour leur croissance les juvéniles de nombreuses espèces de la région.

La station 10 m de la radiale 17° 40' a une position moins bien définie puisqu'elle se trouve isolée des autres stations littorales en décembre (point n° 3) et s'en rapproche progressivement de février à septembre (points n° 14, 23 et 34). L'analyse de la composition spécifique des traits de chalut effectués à cette station montre en décembre une prédominance de Sparidae et de Serranidae, espèces plutôt liées aux eaux froides, alors que en mai et en septembre, parallèlement au réchauffement des eaux on a capturé des espèces plutôt liées aux eaux chaudes dont les plus abondantes étaient *Arius sp.*, *Brachydeuterus auritus*, *Ilisha africana*, *Pseudotolithus typus*, *Rhinoptera javanica* et *Vomer setapinnis*. Le facteur température semble ainsi avoir une certaine prépondérance. Les observations de températures de surface par télédétection (fig. 44) montrent d'ailleurs qu'au sud du cap Timiris, la frange la plus littorale se trouve souvent concernée par des eaux chaudes qui

peuvent s'écouler du banc d'Arguin, le long de la côte, chaque fois que l'influence des alizés, qui soufflent généralement par intermittence, diminue.

Le gradient bathymétrique se retrouve bien dans la répartition des espèces le long de l'axe I où les espèces littorales comme *Ilisha africana*, *Galeoides decadactylus*, *Arius sp...* connues comme étant inféodées aux milieux proches d'embouchures de cours d'eau (communauté à sciaenidés de LONGHURST, 1969), apparaissent opposées aux espèces typiquement profondes (rebord du plateau continental) telles que *Dentex angolensis*, *Dentex macrophthalmus*, *Synagrops microlepis...* (tableau XXI).

L'axe I semble donc traduire l'influence d'un facteur climatique lié à la profondeur, comme la température. Il est vraisemblable cependant qu'il s'agit plutôt d'un complexe de facteurs, la température n'en étant que l'expression la plus aisément mesurable.

. Axe II

L'axe II qui explique un pourcentage d'inertie voisin de celui du premier oppose les stations du rebord du plateau continental aux stations côtières à fonds durs et sableux : 15 m de la radiale 18° 40', 20 m de la radiale 16° 40', 20 et 50 m des radiales de Popenguine et de Bathurst. Ces stations à fonds durs sont généralement situées au voisinage de formations rocheuses ou bien sur des affleurements la plupart du temps constitués par des grès de plage riches en éléments carbonatés. Ceci explique les hautes teneurs en CaCO₃ que l'on peut observer sur ce type de fond (tableau XXIII).

Tableau XXIII. Caractéristiques édaphiques des stations de chalutage.

RADIALES	SONDES (m)	GRANULOMETRIE				% de matière organique	% CaCO ₃
		% 20 à 2 mm	% 2 mm à 500µ	% 500µ à 63µ	% < 63 µ		
18° 40	15	8	63	26	3	0	26,7
	50	0	7	87	7	0,34	12,3
	100	6	34	53	6	0,34	27,3
17° 40	10	15	43	41	1	0,38	22,0
	50	0	2	80	17	0,48	10,0
	100	1	41	36	21	0,41	42,7
16° 40	20	0	3	97	0	0,03	1,7
	50	0	0	70	30	0,55	4,0
	100	0	0	49	51	0,83	5,3
15° 40	20	0	0	16	84	0,96	10,0
	50	0	0	1	99	1,62	8,3
	100	0	0	73	27	2,03	5,3
Popenguine	20	2	12	77	9	0	31,2
	50	5	13	80	2	0	62,1
	100	2	16	74	7	4,47	57,5
Bathurst	10	0	1	90	9	0,34	5,0
	20	12	63	25	0	0,43	56,7
	50	6	43	47	4	1,72	45,8
Roxo	10	0	0	34	66	1,52	12,7
	20	0	2	90	8	0,65	3,7
	50	0	0	1	99	3,52	3,7
	100	0	0	1	99	3,01	5,4

Correspondant à ces stations on trouve (fig. 37 b) un certain nombre d'espèces typiques des fonds durs et qui présentent des contributions élevées à l'axe II, telles que *Pagellus coupei*, *Pseudupeneus prayensis*, *Pagrus ehrenbergi*, *Diagramma mediterraneum*, etc... Ce groupe est opposé par cet axe aux espèces de fonds meubles et plus particulièrement à celles du rebord du plateau comme *Synagrops microlepis*, *Dentex macrophthalmus* ou *Pterothrissus belloci*.

On peut noter en outre que, pour chaque catégorie de profondeur prospectée, les stations sont agencées de bas en haut, le long de l'axe II, selon qu'il s'agit de fonds durs ou non.

L'axe II correspondrait donc à un facteur édaphique lié à l'influence de la proximité de la roche et à la nature du fond. Il traduirait ainsi l'opposition entre la faune de fonds meubles et celle de fonds durs.

II.2.2.1.2. Projection dans le plan des axes I et III, interprétation de l'axe III.

La représentation dans le plan des axes I et III fig. 38 a et b fait apparaître le gradient climatique, lié à la bathymétrie, traduit par l'axe I déjà expliqué.

La signification de l'axe III est moins évidente. Le pourcentage d'inertie expliqué par cet axe (5 %) est faible par rapport à celui des deux premiers (tableau XVIII). L'examen des contributions relatives liées aux stations permet cependant les observations suivantes :

- l'influence du facteur que peut traduire l'axe III se manifeste surtout au niveau des stations 100 m.

- parmi ces stations il oppose les plus septentrionales (100 m de la radiale 18° 40') aux plus méridionales (100 m de la radiale de Roxo).

- il oppose également les stations à faible teneur en lutites (100 m des radiales 18° 40' et de Popenguine) à des stations de vase (100 m et 50 m de la radiale de Roxo).

- on constate enfin un agencement des stations de bas en haut, le long de l'axe, en fonction de la teneur en lutites croissante de leurs sédiments, ce qui laisse supposer que l'axe III traduit l'influence d'un facteur lié à la teneur en éléments fins de la couverture sédimentaire.

Le contraste entre fonds sableux et fonds vaseux est surtout marqué pour les stations profondes où la stabilité des conditions de milieu limite les déplacements saisonniers en latitude des espèces. L'opposition nord-sud que l'on observe

pour les stations 100 m différencie deux types de biotopes. Elle n'est pas marquée par les variations saisonnières ce qui est un bon reflet de la stabilité des peuplements démersaux à cette profondeur.

Dans le plan des axes I et III les espèces les plus contributives (fig. 38 b) appartiennent à deux zones bien définies : zone littorale et rebord du plateau continental. Sur les fonds de 100 m la différence entre les espèces à affinité "nord" et celles à affinité "sud" apparaît bien : ainsi *Capros aper*, *Macruroplus violaceus* et *Helicolenus dactylopterus* ont toujours été capturés au nord de Dakar tandis que *Pentheroscion mbizi*, *Acentrogobius koumansi*, *Brotula barbata* ou *Latilus semifasciatus* l'ont toujours été au sud. Ces observations ne sont pas en désaccord avec celles de POSTEL (1959).

La différence entre les fonds vaseux et les fonds sableux apparaît moins sur le reste du plateau continental. Ceci peut vraisemblablement être attribué aux variations saisonnières de la répartition d'un certain nombre d'espèces qui peuvent fréquenter des fonds différents selon l'époque de l'année et également suivant leur âge. Ce problème sera abordé en détail dans la troisième partie de ce travail.

II.2.2.1.3. Conclusion.

L'analyse des correspondances présente sous une forme simple, ici deux figures, une image de l'ensemble des prélèvements et permet de dégager les principaux facteurs qui peuvent expliquer la répartition des espèces démersales sur le plateau continental. Elle facilite ainsi l'interprétation.

A la différence de ce qui a été observé sur la radiale 15° 40 où n'existent que des fonds meubles, l'importance de la teneur en matière organique des sédiments n'apparaît pas ici primordiale. Tout au plus peut-on remarquer que les teneurs les plus importantes sont souvent associées aux stations qui présentent une forte contribution à l'axe III. A l'échelle de l'ensemble du plateau continental de la région deux facteurs, ou plutôt, deux ensembles de facteurs apparaissent essentiels pour expliquer la répartition des espèces démersales sur le fond : le premier, d'ordre climatique, paraît lié aux conditions hydrologiques : le second, édaphique, concernerait la nature du fond et traduirait l'opposition fonds durs-fonds meubles. Enfin, un troisième facteur de moindre importance, semble lié à la teneur en lutites des sédiments.

L'analyse fait apparaître trois ensembles faunistiques, définis essentiellement en liaison avec l'étagement climatique :

- un ensemble littoral bien individualisé.
- un ensemble intermédiaire où l'on observe un contraste élevé entre les peuplements de fonds durs et ceux de fonds meubles.
- enfin, un ensemble correspondant au rebord du plateau continental où s'opposent les fonds sableux et les fonds vaseux.

L'étude détaillée de ces trois ensembles constituera le chapitre II.3 du présent travail.

II.2.2.2. Essai de classification objective des prélèvements et des espèces qui leur sont associées.

La représentation simultanée des stations et des espèces dans le plan des axes I et II, et I et III, ne permet ici qu'une approche grossière de la description des différents peuplements. En effet, si l'ensemble littoral apparaît bien isolé par rapport au reste du plateau continental, les autres stations, et surtout celles de l'ensemble intermédiaire (20-50 m), se répartissent suivant un continuum où il est difficile d'opérer des regroupements sans faire intervenir une part d'arbitraire. La représentation graphique, dans un système plan, d'un système à N dimensions conduit d'autre part à ne considérer que les deux ou trois premiers axes qui extraient l'essentiel de la variance, négligeant ainsi l'information apportée par les axes de rangs ultérieurs.

Les analyses d'inertie peuvent être harmonieusement complétées par d'autres outils mathématiques qui prendront en compte la variance propre aux axes succédant aux premiers. Les plus éloignés correspondent en effet à des facteurs isolés ou groupés, biotiques ou abiotiques, difficilement identifiables. Leur incidence globale peut être appréciée à l'aide d'une combinaison de méthodes mathématiques apportant l'objectivité nécessaire à l'interprétation.

Nous avons ainsi eu recours à une technique de partition automatique dans l'hyperespace de l'analyse des correspondances. Le problème à résoudre consiste à obtenir une partition, en un certain nombre de classes, d'un ensemble de variables (ici les stations) ou d'observations (espèces), dont les caractéristiques sont leur coordonnées sur les axes de telle sorte que (selon BERTIER et BOUROCHE, 1975) :

- "les classes soient les plus différentes possibles les unes des autres vis à vis de leurs caractéristiques,
- chaque classe soit la plus homogène possible vis à vis de ces caractéristiques".

La méthode des nuées dynamiques due à DIDAY (1971) et utilisée avec succès en écologie planctonique par DESSIER (1979) répond à ces préoccupations. Elle

consiste à rechercher, dans un ensemble considéré, une partition en un certain nombre de classes situées entre deux valeurs minima et maxima. On trouvera dans BERTIER et BOUROCHE (1976) l'algorithme utilisé et ses avantages.

II.2.2.2.1. Déroulement des calculs*.

La méthode a été appliquée aux stations et aux espèces. Dans les deux cas on a choisi d'effectuer des partitions en six classes.

Schématiquement, les calculs se déroulent de la façon suivante (DESSIER, 1979) : chaque classe est définie par un ensemble de points les plus représentatifs, les étalons. Au début des calculs le choix de ces étalons est réalisé de façon aléatoire. On cherche ensuite à rattacher chaque point à l'une de ces classes en calculant dans l'espace des caractéristiques (axes factoriels) la distance euclidienne de chaque point au centre des nuages sphériques représentant les classes. Quand tous les groupes sont définis, on prend dans chacun d'eux les points les plus proches du centre du nuage, qui serviront d'étalons pour un nouveau calcul. Au bout d'un certain nombre d'itérations, on obtient une structure stable ; l'inertie intra-classes est alors minimale et l'inertie inter-classes maximale. Les ensembles de points qui ne sont jamais cassés au cours des partitions sont les "formes fortes" de DIDAY. Certains ensembles restent séparés à chacun des tirages alors que d'autres sont confondus dans une même classe à l'occasion d'un ou plusieurs tirages permettant ainsi d'établir plusieurs niveaux de similitudes, fonction du nombre de tirages, entre les ensembles obtenus. Certains ensembles ne comporteront que quelques points et pourront être négligés ou aisément rattachés aux ensembles principaux.

On notera que les formes fortes obtenues pour les stations correspondent à des biotopes et celles obtenues avec les espèces à des peuplements.

Le traitement par les nuées dynamiques amène à la constitution de tableaux où les formes fortes sont comparées entre elles selon le nombre d'itérations nécessaires à leurs obtention. Ces tableaux sont assimilables à une matrice de similitude, à laquelle on peut appliquer une analyse hiérarchique. Dans cette matrice la partition peut être définie à partir d'un seuil correspondant au nombre de tirages où la classe n'est pas démembrée. En diminuant ce seuil, on peut regrouper différentes classes en une seule. On définit ainsi une hiérarchie où le niveau de chaque partition est donné par le seuil. Les résultats sont présentés sous forme d'arbre dont le tronc représente la partition la moins fine et l'extrémité des branches les

* Les calculs ont été effectués sur l'ordinateur CII 10070 du C.O.B. à Brest en utilisant le programme "NUEES" de DIDAY développé par A. LAUREC.

points variables ou observations isolés. Les formes fortes définies par les nuées apparaissent au premier niveau et sont regroupées aux niveaux suivants selon leur ressemblance.

On trouvera un algorithme de ce type d'analyse, dite du simple lien (SNEATH, 1957-LAUREC, 1979) dans ROUX (1968).

II.2.2.2.2. Application aux stations : mise en évidence de biotopes.

Une partition automatique suivie d'une hiérarchisation* a été réalisée successivement sur les coordonnées des trois premiers axes, puis des quatre, cinq, six et sept premiers. Les analyses intermédiaires n'ont apporté que peu d'information par rapport à l'analyse des trois premiers facteurs. L'analyse effectuée à partir des coordonnées des sept premiers axes aboutit par contre à une structure interprétable de façon satisfaisante. Nous ne présentons ici que les deux figures issues de l'analyse des trois premiers facteurs (fig. 39) et celle des sept (fig. 40).

Analyse combinée effectuée à partir des coordonnées des points par rapport aux trois premiers axes.

La structure obtenue apporte peu d'information par rapport à celle qui résulte de la représentation classique de l'analyse des correspondances (fig. 37 et 38). L'ensemble littoral (groupe I) est bien individualisé et s'oppose à l'ensemble des autres stations. Au niveau le plus fin il constitue une forme forte importante à laquelle on peut incorporer les stations 10 m de la radiale 17° 40' (n° 23, 14 et 34) dont nous avons déjà interprété le rassemblement avec l'ensemble littoral.

Le reste des stations peut être subdivisé en deux grands ensembles (II et III) à partir du seuil 5 :

- ensemble II : au seuil 4 on y sépare un groupe hétérogène constitué par les stations 100 m situées au sud de Dakar et par un certain nombre de stations 50 m à fonds de vase (groupe A), d'un groupe B composé de stations côtières à fonds sableux et de stations de la partie centrale du plateau continental.

- ensemble III : il est constitué par les stations 100 m situées au nord de Dakar. Curieusement, la station 52 (100 m Roxo de décembre) se rattache à ce groupe au niveau 3.

* Nous avons effectué les calculs sur l'ordinateur CII 10070 du C.O.B. à Brest à partir du programme "H-ROUX" mis au point par A. LAUREC.

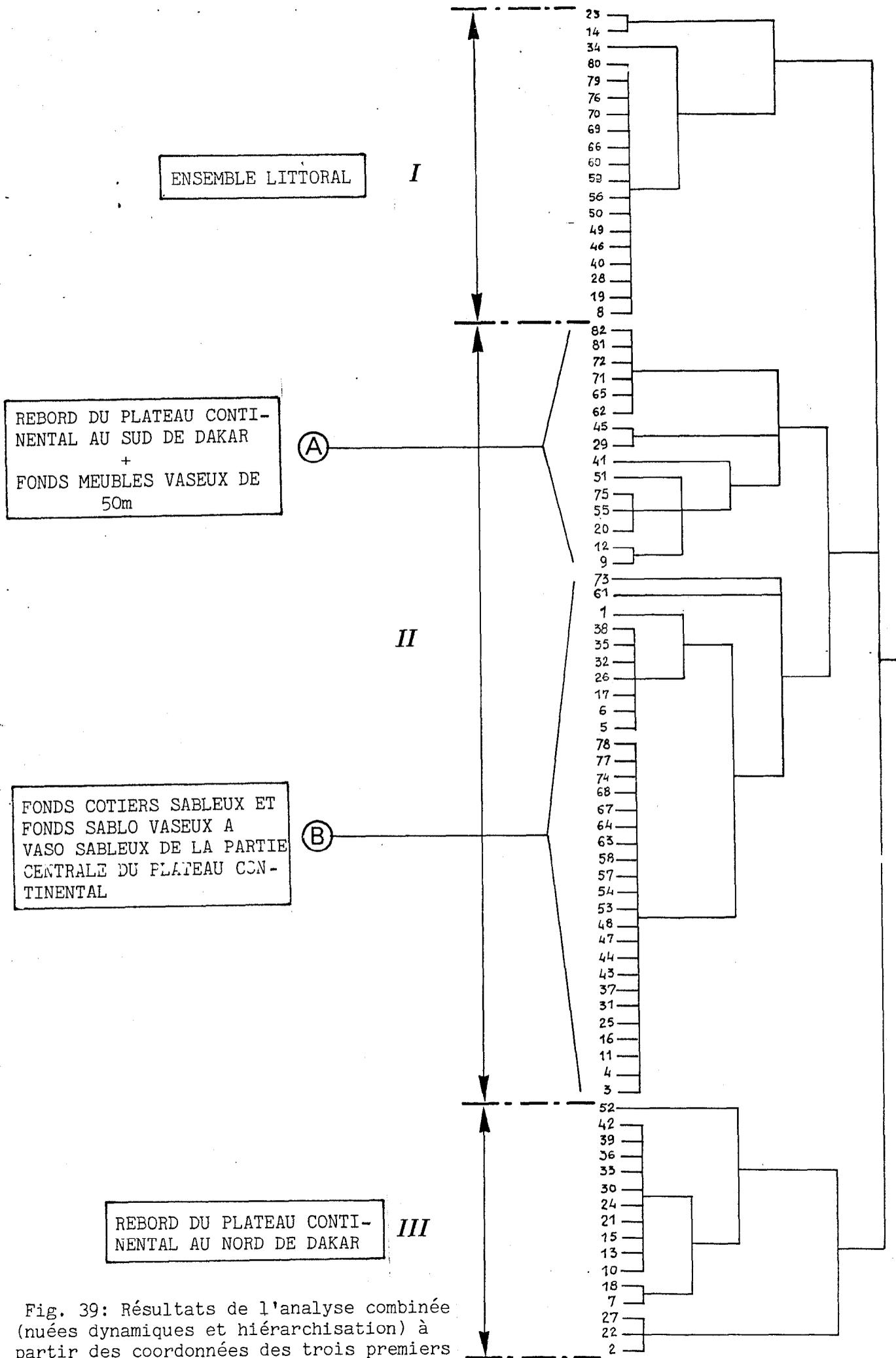


Fig. 39: Résultats de l'analyse combinée (nuées dynamiques et hiérarchisation) à partir des coordonnées des trois premiers axes. (STATIONS)

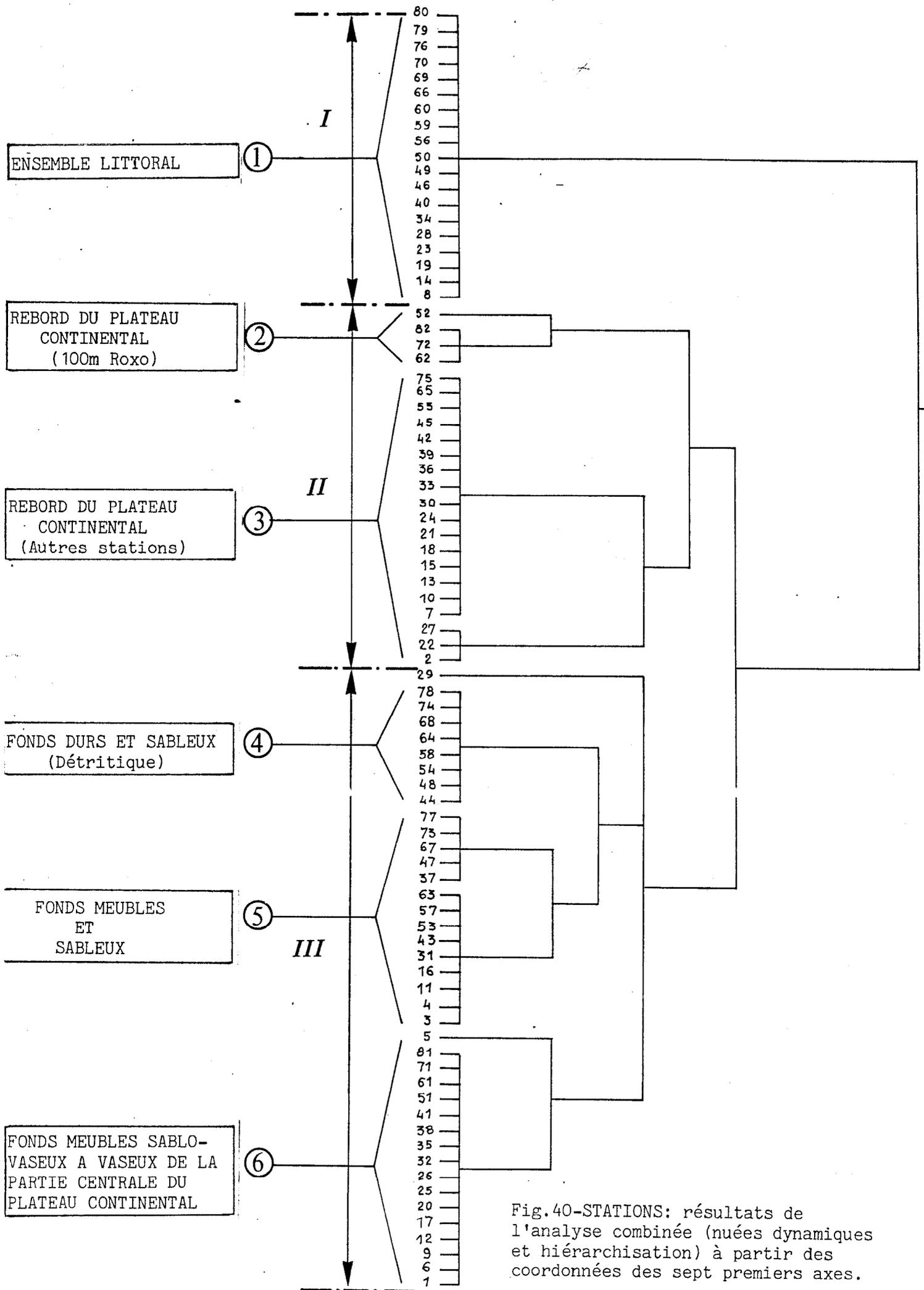


Fig.40-STATIONS: résultats de l'analyse combinée (nuées dynamiques et hiérarchisation) à partir des coordonnées des sept premiers axes.

. Analyse combinée effectuée à partir des coordonnées des points par rapport aux sept premiers axes.

L'information contenue dans les sept-premiers axes permet de différencier les différents biotopes du plateau continental (fig. 40). On retrouve bien les trois grands ensembles mis en évidence par les trois premiers axes:

- un ensemble littoral bien individualisé (I).
- un ensemble intermédiaire (III).
- un ensemble correspondant au rebord du plateau continental (II)

Au niveau le plus fin, les formes fortes obtenues rendent compte de l'existence de six biotopes que nous avons numéroté de 1 à 6 sur la figure 40 selon leur séquence verticale d'apparition.

Biotope 1 : Il regroupe toutes les stations littorales à température élevée (10 m des radiales de Roxo et de Bathurst, ainsi que de 17° 40', 20 m de la radiale 15° 40' et 20 m de la radiale de Roxo). Cet ensemble s'oppose fortement à toutes les autres stations du plateau continental. Signalons qu'il s'est toujours comporté ainsi lors des analyses successives que nous avons effectuées à partir des coordonnées des 4ème, 5ème et 6ème axe et qui ne sont pas figurées ici.

Biotope 2 : Il correspond à la station 100 m de la radiale de Roxo, à fond de vase, et dont nous avons déjà signalé l'individualité.

Biotope 3 : Il est constitué par le reste des stations 100 m à fonds de vase sableuse ou de sable vaseux.

Biotope 4 : Il correspond aux fonds durs et sableux, proches d'affleurements rocheux, des 50 m des radiales de Popenguine et Bathurst.

Biotope 5 : Il est formé par les fonds meubles et sableux côtiers (20 m)

Biotope 6 : Il regroupe toutes les stations à fonds meubles sablo-vaseux à vaseux de la partie centrale du plateau continental (fonds de 50 m).

. Comparaison de ces résultats avec une hiérarchisation effectuée directement sur les coordonnées des points par rapport aux axes.

La critique que l'on peut faire à la méthode des nuées dynamiques est celle d'être conçue pour effectuer un certain nombre de partitions déterminé arbitrairement au début des calculs. Il est donc tentant de comparer les résultats ainsi obtenus avec ceux issus d'une hiérarchisation effectuée directement sur les coordonnées des points aux axes. La convergence des résultats pour les trois premiers axes

(la hiérarchisation directe pour les axes suivants n'a pas été effectuée) est satisfaisante (fig. 41). Bien qu'il soit difficile d'opérer des regroupements aux niveaux les plus fins, les trois grands ensembles déjà définis - ensemble littoral - ensemble de la partie intermédiaire du plateau continental, ensemble du rebord du plateau - apparaissent distinctement.

II.2.2.2.3. Application aux espèces : mise en évidence de peuplements.

La démarche suivie pour les stations a été également adoptée pour les espèces.

. Analyse combinée effectuée à partir des coordonnées des points par rapport aux trois premiers axes.

La représentation fait apparaître quatre ensembles numérotés de I à IV (fig. 42).

L'ensemble I regroupe quelques espèces profondes qui ont surtout été capturées au nord de Dakar. On constate que c'est le groupe le plus opposé à l'ensemble IV, très individualisé par rapport à l'ensemble des autres espèces et composé uniquement d'espèces très littorales. Cette opposition traduit le contraste eaux froides-eaux chaudes que nous avons déjà signalé au paragraphe II.2.2.1.1.

L'ensemble II caractériserait plutôt ce que nous avons appelé la partie intermédiaire du plateau continental. Il regroupe des espèces à tendance eurypaque (n° 3), des espèces que l'on rencontre sur des fonds meubles et sableux (n° 4) et enfin des espèces plutôt caractéristiques des affleurements rocheux (n° 5).

L'ensemble III rassemble les espèces les plus profondes. Il peut être subdivisé en deux sous-groupes : n° 6 constitué d'espèces que l'on peut capturer à partir de 50 m et n° 7 regroupant les espèces typiques du rebord du plateau continental.

Les communautés ainsi mises en évidence correspondent sensiblement à celles décrites par LONGHURST (1969).

. Analyse combinée effectuée à partir des coordonnées des points par rapport aux sept premiers axes.

Les données de milieu dont nous disposons sont insuffisantes pour interpréter la répartition des espèces démersales lorsque l'on intègre les sept premiers

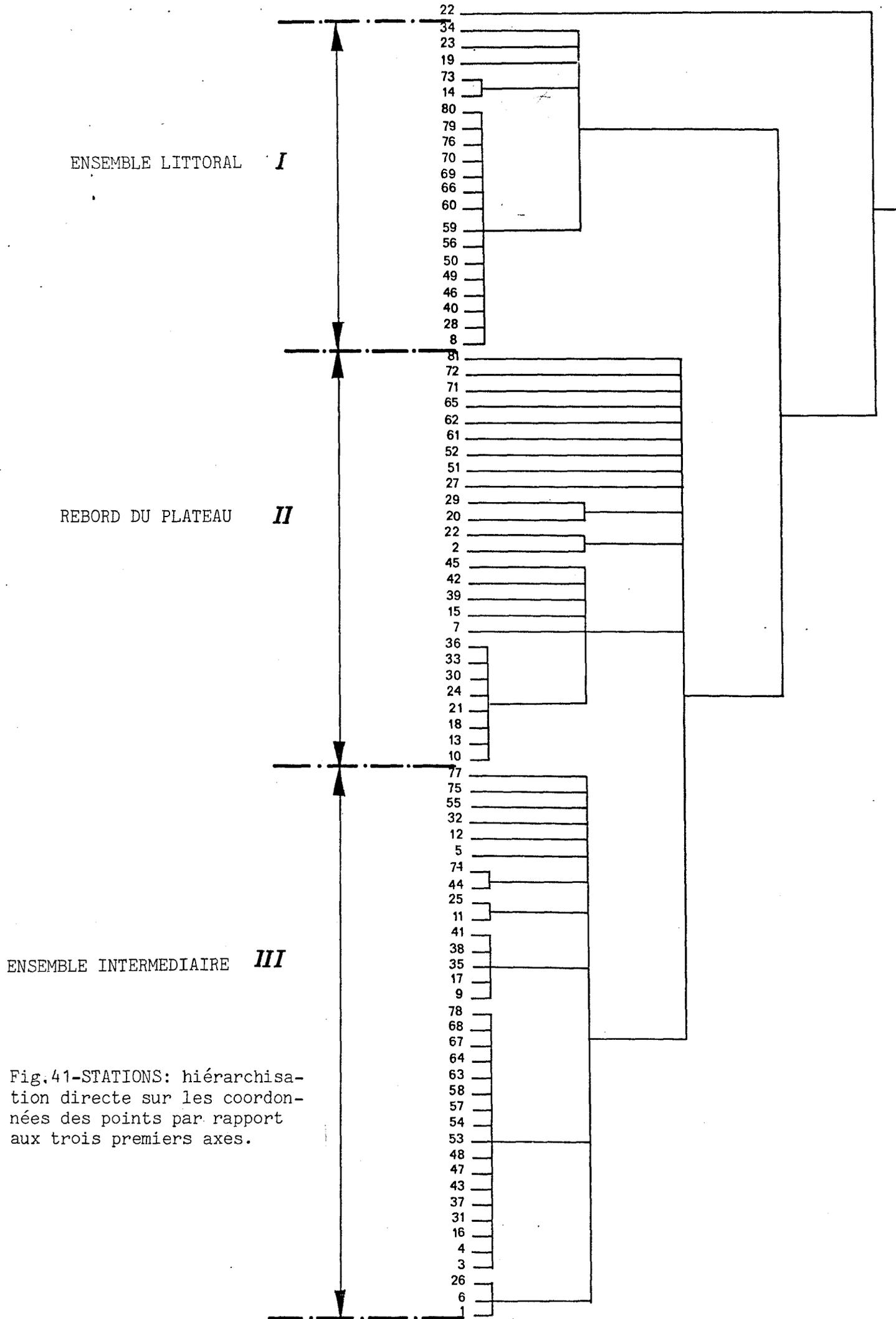


Fig.41-STATIONS: hiérarchisation directe sur les coordonnées des points par rapport aux trois premiers axes.

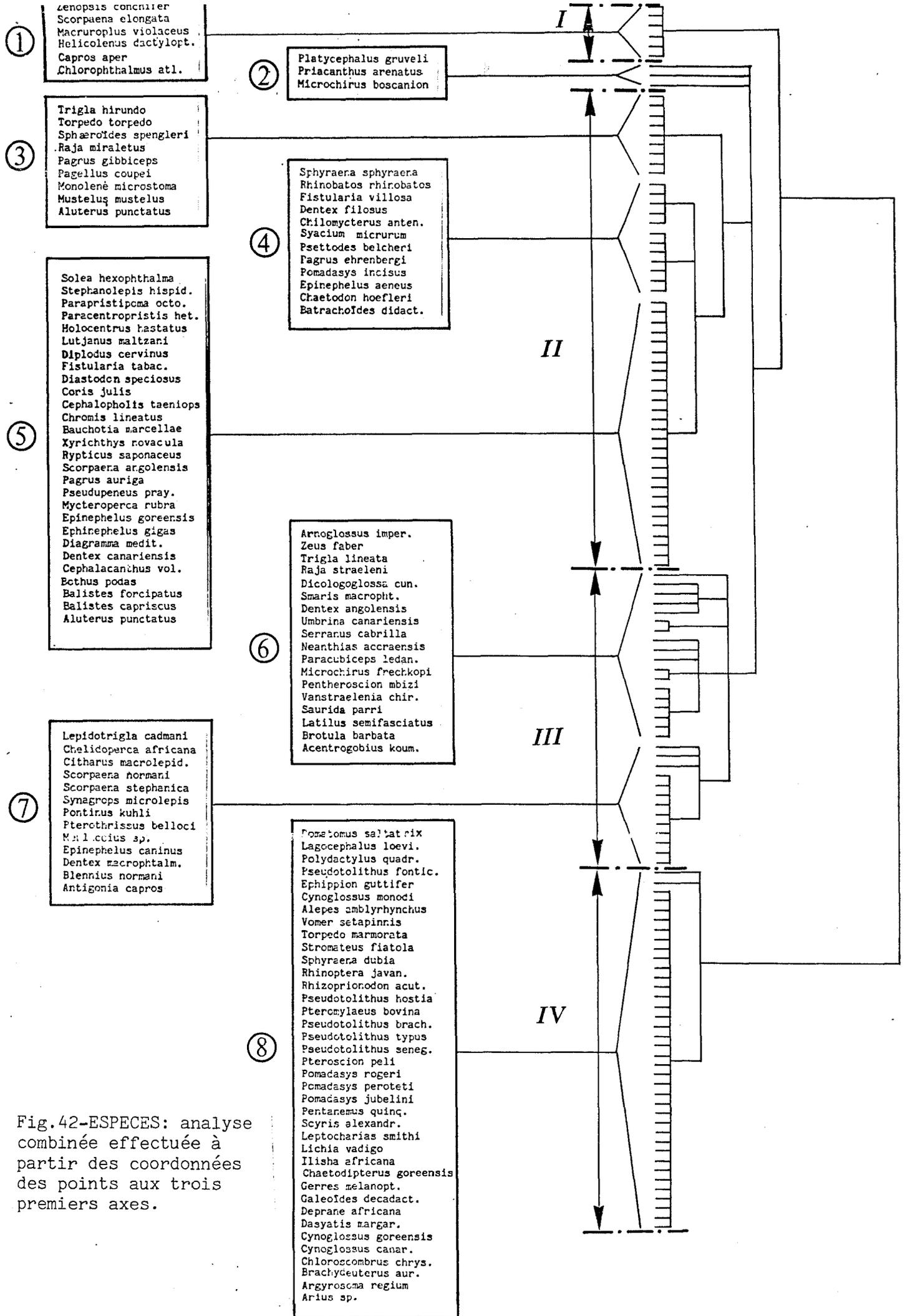


Fig.42-ESPECES: analyse combinée effectuée à partir des coordonnées des points aux trois premiers axes.

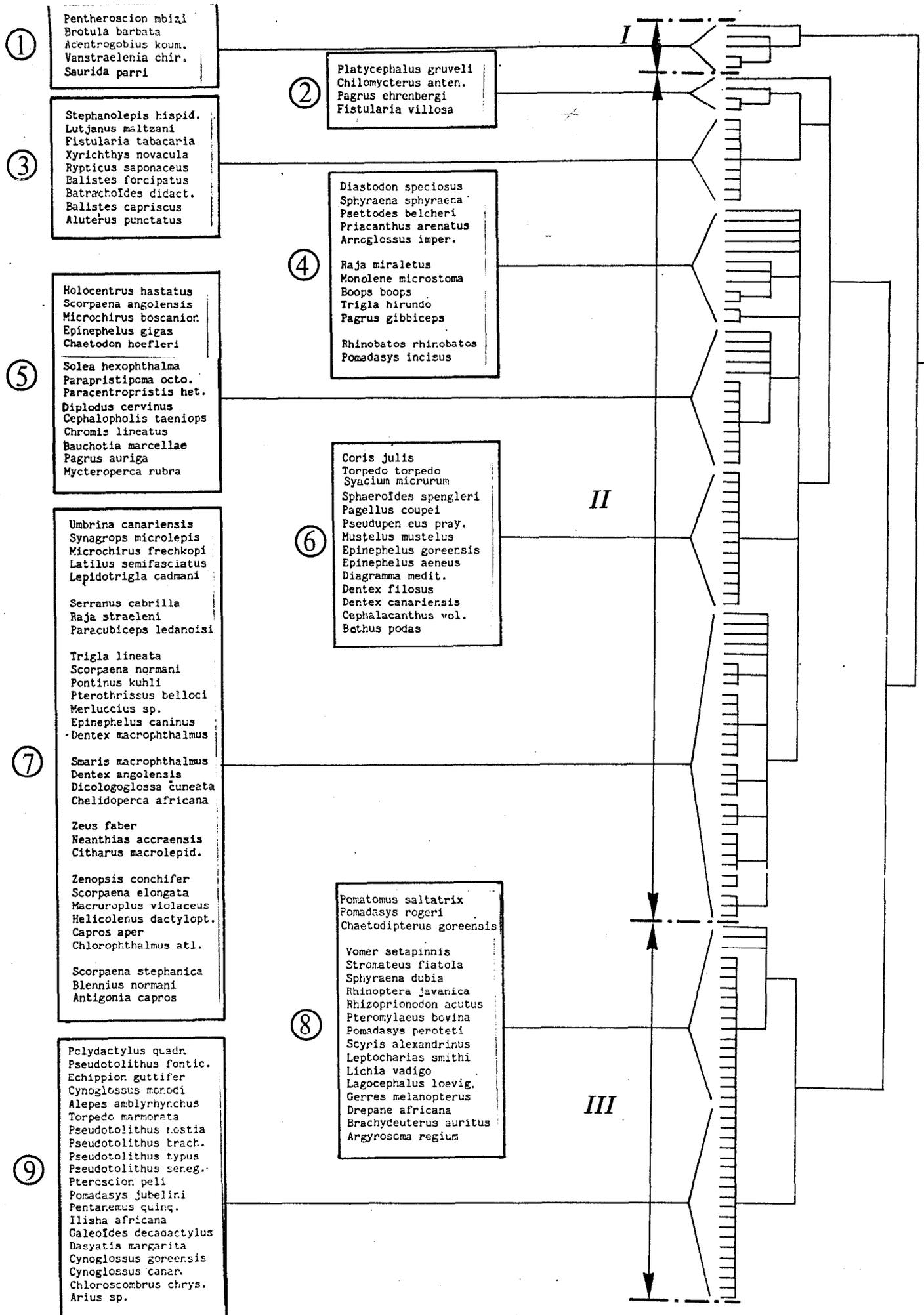


Fig.43-ESPECES: analyse combinée effectuée à partir des coordonnées des points aux sept premiers axes.

axes de l'analyse des correspondances (fig. 43). On peut limiter la description à trois subdivisions :

- un ensemble I : il regroupe quelques espèces des fonds vaseux de 100 m que l'on trouve au sud de Dakar.

- un ensemble II : il rassemble les espèces de la partie intermédiaire du plateau continental (groupes n° 2, 3, 4, 5, et 6) et les espèces que l'on rencontre jusqu'à 100 m (groupe n°7).

- un ensemble III : il est constitué par les espèces littorales.

Deux faits importants peuvent malgré tout être relevés :

. La prise en compte des sept premiers axes de l'analyse n'a pas réussi à briser l'individualité du peuplement littoral, ce qui met en évidence son originalité.

. Parmi les axes de rang supérieur au troisième, un ou plusieurs rend vraisemblablement compte de l'existence de facteurs saisonniers dont la connaissance permettrait, sans doute, d'interpréter le mélange que l'on observe entre les espèces profondes et les espèces plus côtières sur la partie intermédiaire du plateau continental.

II.2.2.2.4. Conclusion.

La combinaison de méthodes de classification (nuées dynamiques et hiérarchisation) avec l'analyse des correspondances a permis de progresser dans l'interprétation des résultats de cette analyse. L'information apportée par les facteurs de rang élevé (axes IV, V, VI et VII) a notamment conduit à différencier les principaux biotopes que l'on peut rencontrer sur le plateau continental sénégalomauritanien et que l'on ne pouvait mettre en évidence par la projection des points stations dans le plan des axes I et II et I et III. Elle a en outre souligné l'originalité d'un peuplement littoral très individualisé et dont nous verrons bientôt l'importance.

II.3 - DESCRIPTION DES PEUPEMENTS DEMERSAUX.

Les analyses d'inertie ont permis de souligner la prépondérance des facteurs climatiques sur les facteurs édaphiques dans l'interprétation de la distribution des peuplements démersaux sur le plateau continental. On a pu ainsi mettre en évidence trois grands ensembles - ensemble littoral, ensemble intermédiaire, ensemble du rebord du plateau - en relation avec le gradient thermique lié à la profondeur. A l'intérieur de ce découpage, essentiellement trois facteurs (la nature du fond, la teneur du sédiment en éléments fins et la teneur en matière organique) rendent compte de la répartition des espèces en un certain nombre de peuplements caractéristiques de biotopes mis en évidence par l'analyse des correspondances.

Nous nous proposons ici de décrire ces peuplements, d'une part en mettant en évidence les espèces qui les caractérisent et d'autre part, en analysant les facteurs qui les régissent. Dans ce travail où les espèces démersales du plateau continental sénégal-mauritanien sont présentées de façon globale, une étude détaillée de chaque espèce occuperait un volume trop considérable. Pour les plus importantes, des études approfondies ont déjà été publiées : elles concernent *Pomadasys jubelini* (GONZALEZ ALBERDI 1971), *Pagrus ehrenbergi* (GIRET, 1974), *Pseudolithus senegalensis* (SUN, 1975), les cynoglosses et plus particulièrement *Cynoglossus canariensis* (THIAM, 1978) et *Galeoïdes decadactylus* (LOPEZ, 1979). D'autres sont en cours, notamment sur *Pagellus coupei* et *Pseudupeneus prayensis*. Nous nous contenterons donc de ne donner, pour les espèces présentant un intérêt économique, que les caractéristiques essentielles de leur répartition et de leur biotope.

Dans les tableaux XXIV a et b nous avons regroupé les principaux travaux concernant la biologie et la répartition des espèces démersales les plus importantes du golfe de Guinée et de la région sénégal-mauritanienne ainsi que les études effectuées sur les peuplements par différents auteurs. La plupart des observations que nous avons effectuées au Sénégal sont en accord avec celles qu'ils ont pu faire dans la région ou au niveau du golfe de Guinée. Lors de la description de la répartition des espèces sur le plateau continental sénégal-mauritanien nous nous bornerons donc à ne rappeler les travaux de ces auteurs que pour mettre en avant des traits fondamentaux ou d'éventuelles contradictions.

Tableau XXIV a : Principaux travaux concernant la biologie et la répartition des espèces démersales les plus importantes du golfe de Guinée et de la région sénégal-mauritanienne.

ESPECES	REGION	AUTEURS
POLYNEMIDAE	Afrique de l'ouest	LONGHURST (1965)
<i>Galeoides decadactylus</i>	Congo	SAMBA (1974)
	Congo	FONTANA (1979)
<i>Pentanemus quinquarius</i>	Sénégal	LOPEZ (1979)
	Congo	FONTANA (1979)
POMADASYIDAE		
<i>Pomadasys jubelini</i>	Sénégal	GONZALEZ-ALBERDI (1971)
<i>Brachydeuterus auritus</i>	Guinée-Equatoriale	RAITT et SAGUA (1969)
	Côte d'Ivoire	BARRO (1976)
	Congo	FONTANA (1979)
SCIAENIDAE		
<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	Congo	TROADEC (1968)
	Congo	FONTANA (1979)
	Golfe de Guinée	LONGHURST (1970)
	Congo-Côte d'Ivoire	TROADEC (1971)
	Sénégal	SUN (1975)
<i>P. typus</i>	Golfe de Guinée	LONGHURST (1970)
	Congo	FONTANA (1979)
<i>P. foncitulus elongatus</i>	Golfe de Guinée	LONGHURST (1970)
	Congo	LE GUEN (1971)
	Congo	FONTANA (1979)
<i>Argyrosoma regium</i>	Mauritanie	TIXERANT (1974)
<i>Pteroscion peli</i>	Congo	FONTANA (1979)
SPARIDAE		
<i>Dentex spp.</i>	Afrique de l'ouest	BONNET (1963)
	Afrique de l'ouest	SKORNIAKOV (1963)
	Afrique de l'ouest	NGUYEN-XUAN-LOC et WOJCIECHOWSKI (1972)
<i>Dentex canariensis</i>	Ghana	RIJAVEC (1973)
<i>Dentex macrophthalmus</i>	Mauritanie-Sénégal	DOMANEVSKY et WOZNIAK (1964)
	Afrique de l'ouest	DOMANEVSKY (1965)
	Afrique de l'ouest	DOMANEVSKY et STEPKINA (1971)
<i>Dentex maroccanus</i>	Mauritanie-Sénégal	DOMANEVSKY et WOZNIAK (1964)
<i>Dentex angolensis</i>	Côte d'Ivoire	KONAN (1979)
<i>Pagellus coupei</i>	Afrique de l'ouest	LE TRONG-PHAN et KOMPOWSKI (1972)
	Ghana	RIJAVEC (1973)
<i>Pagrus ehrenbergi</i>	Afrique de l'ouest	STEPKINA (1973)
	Ghana	RIJAVEC (1973)
	Sénégal	GIRET (1974)
CYNOGLOSSIDAE		
<i>Cynoglossus canariensis</i>	Côte d'Ivoire	CHAUVET (1970)
	Sénégal	THIAM (1978)

On remarquera que la plupart des études ont porté essentiellement sur les espèces cible des différentes pêcheries : étude des Sciaenidae, des Polynemidae et des Pomadasyidae par les pays riverains du golfe de Guinée qui exploitaient surtout ces espèces ; étude des espèces du rebord du plateau continental (*Dentex spp.*) du Maroc au Sénégal par les auteurs des pays de l'Est dont les flottilles ont longtemps exploité ces fonds.

Tableau XXIV b : Principales études effectuées sur les peuplements démersaux entre l'Angola et le Maroc.

REGION	AUTEURS
Zone Inter-tropicale	FAGER et LONGHURST (1968)
Zone inter-tropicale	LONGHURST (1969)
Golfe de Guinée	LONGHURST (1963)
Golfe de Guinée	WILLIAMS (1968)
Afrique de l'Ouest	RAZNIIEWSKI (1970)
Congo	DURAND (1967)
Cameroun	CROSNIER (1964)
Nigéria	LONGHURST (1964 a)
Dahomey-Togo	CROSNIER et BERRIT (1966)
Guinée	POSTEL (1954 et 1955)
Sénégal	PCSJEL (1949)
Sénégal	DOMAIN (1972)
Sénégal	DOMAIN (1976 b)
Mauritanie	MAIGRET (1974)
Maroc-Mauritanie-Sénégal	DOMANEVSKY (1970)
Maroc-Mauritanie	MAURIN (1968)

On trouvera en annexe pour toutes les espèces capturées au large de la Mauritanie et du Sénégal, leur répartition bathymétrique ainsi que la nature des fonds qu'elles fréquentent. On trouvera en outre un programme de traitement informatique permettant le dépouillement rapide de données obtenues à partir de radiales de chalutage. Ce programme indique la répartition bathymétrique géographique et saisonnière des espèces.

II.3.1. Mise en évidence des espèces caractéristiques des différents peuplements.

II.3.1.1. Méthode de l'écart réduit (BONNET, 1964).

La description de la méthode est donnée par DEJOUX (1976). Elle est reprise ici.

Dans N prélèvements, le biotope Y est représenté A fois et l'espèce X est présente B fois. D'autre part, l'espèce X est rencontrée C fois dans le biotope Y, ce qui veut dire que X et Y coïncident C fois. Cette coïncidence peut être due au hasard ou, au contraire, à une certaine affinité entre les deux termes étudiés.

Le principe de la méthode consiste à comparer la probabilité de présence simultanée de X et Y, soit P ; avec le nombre observé :

- si $C = P$, le nombre des coïncidences est celui d'une distribution au hasard des deux caractères testés et il en découle que X et Y sont indépendants.

- si $C < P$, la coïncidence de X et Y est moins fréquente que s'ils étaient distribués au hasard et l'on peut parler d'incompatibilité.

- si $C > P$, la coïncidence de X et Y est plus fréquente que s'ils étaient distribués au hasard et il devient possible de parler d'affinité entre les deux caractères X et Y.

Déroulement des calculs.

La probabilité P_y de rencontrer le biotope Y dans les N prélèvements est $P_y = \frac{A}{N}$. De même la probabilité de rencontrer l'espèce X dans ces N prélèvements est $P_x = \frac{B}{N}$.

La probabilité de présence simultanée de X et Y dans un prélèvement est donc $P_{xy} = \frac{AB}{N^2}$ et pour les N prélèvements $P_{xy} = N \frac{AB}{N^2} = \frac{AB}{N}$.

La différence $C-P$ permet de classer les caractères en trois grandes catégories selon qu'ils sont incompatibles, indépendants ou en affinité. Si l'on teste en quoi la différence $C-P$ est significativement différente de zéro, on peut estimer avec plus de précision la dépendance des deux caractères.

On calculera successivement :

- la variance : $s^2 = \frac{A(N-A)B(N-B)}{N^3}$
- l'écart type : $s = \sqrt{s^2}$
- l'écart réduit : $t = \frac{C-P}{s}$

La table des écarts réduits donne les probabilités liées à l'écart réduit t.

II.3.1.2. Résultats.

Le test de BONNET traduit l'espérance statistique de rencontrer ou non une espèce dans un biotope déterminé. On peut considérer que les valeurs de t indiquent l'affinité d'une espèce pour un milieu donné : ainsi des valeurs positives élevées traduiront une forte "attirance" pour ce milieu ; au contraire, les valeurs négatives traduiront le degré de "répulsion". Au-delà d'un certain seuil de valeurs positives traduisant la probabilité de présence de l'espèce dans le biotope on considérera que celle-ci est caractéristique de ce biotope. Nous avons ici admis qu'au delà d'une valeur de t supérieure à 3,89 (seuil de probabilité de 0,0001) les espèces étaient significativement présentes et donc caractéristiques du milieu considéré. Ce seuil est matérialisé sur le tableau XXIV par un trait discontinu.

Notons que si l'on considère les valeurs négatives on peut également établir le seuil au-delà duquel les espèces fuient de façon significative le milieu.

La méthode de l'écart réduit a été appliquée pour toutes les espèces sur les biotopes mis en évidence par la combinaison des outils mathématiques. Les résultats sont présentés dans le tableau XXIV où les espèces ont été classées suivant les valeurs décroissantes de t . Un encart indique les seuils de probabilité correspondant à différentes valeurs de l'écart réduit.

Les peuplements ainsi mis en évidence seront étudiés en détail dans les pages qui suivent. On notera cependant que seulement deux espèces (*Pagellus coupei* et *Platycephalus gruvelli*) sont caractéristiques des fonds meubles sablo-vaseux à vaseux de la partie centrale du plateau continental. On verra que cette région est soumise à des variations saisonnières importantes de la thermocline. *Pagellus coupei* est notamment connu pour son caractère eurytherme.

Certaines espèces, caractéristiques d'un biotope donné, peuvent être présentes dans d'autres milieux avec des seuils de probabilité de présence encore élevés. Ceci apparaît mieux à la lecture du tableau XXV où sont consignées toutes les valeurs de l'écart réduit t obtenues pour les espèces présentant un intérêt économique. Les valeurs positives ont été soulignées par un "grisé". Les valeurs faibles, non significatives au seuil de probabilité de 0,0001, indiquent cependant qu'une espèce donnée bien que non caractéristique d'un biotope peut y être rencontrée. L'analyse de la répartition des valeurs de t dans le tableau XXV permet ainsi de mettre en évidence des chevauchements entre peuplements. Ainsi, *Brachydeuterus auritus* caractéristique du peuplement littoral peut-il être rencontré, avec une probabilité moindre, sur les fonds meubles sablo-vaseux à vaso-sableux de la partie intermédiaire du plateau continental ainsi que sur les fonds meubles et sableux. Il

Tableau XXIV : Valeurs de l'écart réduit t montrant les affinités des espèces les plus caractéristiques pour les différents biotopes.

Code	Biotope 1 : Fonds sablo-vaseux à vaso-sabieux côtiers	t	Code	Biotope 2 : Rebord du plateau (100 m) (ROND)	t	Code	Biotope 3 : Rebord du plateau (100 m)	t
65	<i>Pseudolithus senegalensis</i>	7,91	11	<i>Brotula barbata</i>	5,35	30	<i>Dentex macrophthalmus</i>	6,64
61	<i>Pomadasy jubelini</i>	7,66	47	<i>Latilus semifasciatus</i>	5,07	94	<i>Scorpaena normani</i>	6,31
38	<i>Galeoides decadactylus</i>	7,59	122	<i>Fentheroscion mtizi</i>	4,93	27	<i>Dentex angolensis</i>	6,17
66	<i>Pseudolithus typus</i>	7,28	89	<i>Synagrops microlepis</i>	4,82	72	<i>Pontinus kuhli</i>	5,95
42	<i>Ilisha africana</i>	7,28	4	<i>Acentrogobius koumansi</i>	4,74	91	<i>Scorpaena stephanica</i>	5,91
1	<i>Arius spp.</i>	7,07	97	<i>Saurida parri</i>	4,68	8	<i>Eleenius normani</i>	5,62
23	<i>Cynoglossus goreensis</i>	6,64	13	<i>Chlorophthalmus atlanticus</i>	3,5	44	<i>Lepidotrigla cadmani</i>	5,60
25	<i>Dasyatis margarita</i>	6,59	50	<i>Merluccius sp.</i>	3,05	106	<i>Zeus faber mauritanicus</i>	5,32
18	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	6,31	52	<i>Microchirus frechkopi</i>	2,95	17	<i>Capros aper</i>	4,89
74	<i>Pteromylaeus bovina</i>	6,31	72	<i>Pontinus kuhli</i>	2,77	96	<i>Smaris macrophthalmus</i>	4,79
64	<i>Pteroscion peli</i>	6,30	105	<i>Vanstraelenia chirophthalmus</i>	2,65	21	<i>Citharus macrolepidotus</i>	4,69
32	<i>Drepane africana</i>	6,26				57	<i>Pterothrissus bellocci</i>	4,44
90	<i>Stromateus fiatola</i>	5,62				88	<i>Serranus cabrilla</i>	3,96
104	<i>Vomer setapinnis</i>	5,39					<i>Merluccius sp.</i>	3,84
58	<i>Pentanemus quinquarius</i>	5,26				89	<i>Synagrops microlepis</i>	3,71
10	<i>Brachydeuterus auritus</i>	5,09				34	<i>Epinephelus caninus</i>	3,62
62	<i>Pomadasy peroteti</i>	4,49				47	<i>Latilus semifasciatus</i>	3,27
84	<i>Echinoptera javanica</i>	4,49				49	<i>Macruropus violaceus</i>	3,11
111	<i>Cynoglossus monodi</i>	4,49				71	<i>Paracubiceps ledanoisi</i>	3,04
67	<i>Pseudolithus brachygnathus</i>	4,39				24	<i>Chelidoperca africana</i>	3,00
87	<i>Sphyræna dubia</i>	4,39				82	<i>Raja straeleni</i>	3,00
78	<i>Pseudolithus hostia moori</i>	4,07				92	<i>Scorpaena elongata</i>	2,52
121	<i>Pseudolithus fonticulus elon</i>	4,07				41	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	2,52
46	<i>Ipnopichthys smithi</i>	3,97				107	<i>Zenopsis conchifer</i>	2,52
30	<i>Rhizoprionodon acutus</i>	3,71				2	<i>Antigonia capros</i>	2,52
124	<i>Polydactylus quadrifilis</i>	3,62				5	<i>Arnoglossus imperialis</i>	2,52
39	<i>Gerres melanopterus</i>	3,50						
116	<i>Ephippion outtifer</i>	3,50						
109	<i>Alepes amblyrhynchus</i>	3,11						
3	<i>Argyrosoma nasium</i>	3,04						
40	<i>Scyris alexandrinus</i>	3,04						
55	<i>Chaetodipterus goreensis</i>	3,04						
22	<i>Cynoglossus canariensis</i>	3,00						
83	<i>Rhinobatos rhinobatos</i>	2,42						

Niveaux de probabilité en fonction des différentes valeurs de t	
t	Probabilité
5,33	0,0000001
4,89	0,000001
4,42	0,00001
3,89	0,0001
3,29	0,001
2,58	0,01

Code	Biotope 4 : Fonds durs et sableux (50 m) : détritique.	t	Code	Biotope 5 : Fonds côtiers meubles et sableux (20 m)	t	Code	Biotope 6 : Fonds meubles sablo-vaseux à vaseux de la partie centrale du Plateau continental (50 m)	t
110	<i>Bauchotia marcellae</i>	8,20	98	<i>Rypticus saponaceus</i>	5,70	75	<i>Pagellus coupei</i>	4,09
125	<i>Parapristipoma octolineatum</i>	6,07	15	<i>Balistes tarcipatus</i>	5,29	73	<i>Platycephalus aruvelli</i>	3,97
127	<i>Solea hexophthalma</i>	6,07	69	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	4,94	4	<i>Acentrogobius koumansi</i>	2,67
20	<i>Cephalacanthus volitans</i>	5,97	14	<i>Chilomycterus antennatus</i>	4,21			
112	<i>Chromis lineatus</i>	5,22	6	<i>Aluterus punctatus</i>	4,07			
120	<i>Holocentrus hastatus</i>	5,22	70	<i>Pagrus ehrenbergi</i>	4,01			
28	<i>Dentex canariensis</i>	5,09	33	<i>Epinephelus aeneus</i>	4,00			
31	<i>Diagramma mediterraneum</i>	5,08	117	<i>Fistularia talarcaris</i>	3,93			
19	<i>Chaetodon hoefleri</i>	4,95	12	<i>Lutjanus didactylus</i>	3,67			
16	<i>Echus podas africanus</i>	4,74	36	<i>Epinephelus goreensis</i>	3,44			
36	<i>Epinephelus goreensis</i>	4,62	108	<i>Xyrichtus novacula</i>	3,42			
115	<i>Diastodon speciosus</i>	4,38	9	<i>Balistes capricus</i>	3,21			
123	<i>Faracantopristis heterurus</i>	4,38	75	<i>Pagellus coupei</i>	3,14			
93	<i>Scorpaena angolensis</i>	4,29	60	<i>Pomadasy incisus</i>	3,01			
113	<i>Cephalopholis taeniops</i>	4,24	43	<i>Lagocephalus loyatiatus</i>	2,88			
118	<i>Diplodus cervinus</i>	4,24	86	<i>Sphyræna sphyraena</i>	2,53			
101	<i>Trigla hirundo</i>	4,10	126	<i>Stephanolepis hispidus</i>	2,37			
95	<i>Sphaeroides spangleri</i>	4,03						
29	<i>Dentex filosus</i>	3,85						
95	<i>Syacium micrurum</i>	3,85						
114	<i>Coris julis</i>	3,79						
69	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	3,43						
77	<i>Pagrus gibbiceps</i>	3,38						
53	<i>Nycteroperca rubra</i>	3,34						
70	<i>Pagrus ehrenbergi</i>	3,21						
37	<i>Fistularia villosa</i>	2,98						
79	<i>Pagrus auriga</i>	2,98						
33	<i>Epinephelus aeneus</i>	2,73						
51	<i>Monolene microstoma</i>	2,69						

Tableau XXV : Valeurs de l'écart réduit t montrant les affinités des espèces d'intérêt commercial avec les différents biotopes.

ESPECES		BIOTOPES					
		1	6	5	4	2	3
		Biotope littoral	Fonds meubles de la partie intermédiaire du plateau continental	Fonds meubles et sableux	Fonds durs et sableux	Fonds vaseux du rebord du plateau continental	Fonds sablo vaseux du rebord du plateau continental
PEUPEMENT LITTORAL	<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	7,91	-2,19	-2,01	-1,52	-1,04	-2,55
	<i>Pomadasys jubelini</i>	7,66	-2,62	-0,34	-1,81	-1,25	-3,04
	<i>Galeoïdes decadactylus</i>	7,59	-2,10	-1,93	-1,46	-1,00	-2,45
	<i>Pseudotolithus typus</i>	7,28	-2,02	-1,85	-1,40	-0,96	-2,34
	<i>Ilisha africana</i>	7,28	-2,02	-1,85	-1,40	-0,96	-2,34
	<i>Arius spp.</i>	7,07	-1,97	-0,34	-1,81	-1,25	-3,04
	<i>Cynoglossus goreensis</i>	6,64	-1,84	-1,68	-1,27	-0,88	-2,14
	<i>Drepane africana</i>	6,26	-2,10	-0,39	-1,46	-1,00	-2,45
	<i>Vomer setapinnis</i>	5,39	-0,31	-1,44	-1,64	0,09	-2,75
	<i>Pentanemus quinquarius</i>	5,26	-1,46	-1,34	-1,01	-0,69	-1,69
	<i>Cynoglossus monodi</i>	4,49	-1,24	-1,14	-0,86	-0,59	-1,45
	<i>Sphyaena dubia</i>	4,39	-0,79	-0,61	-1,14	-0,79	-1,92
	<i>Pseudotolithus brachygnathus</i>	4,39	-1,46	-0,33	-1,01	-0,69	-1,69
	<i>Pseudotolithus fonticulus</i>	4,07	-1,13	-1,03	-0,78	-0,96	-1,31
	<i>Scyris alexandrinus</i>	3,04	-1,35	0,20	-0,94	-0,64	-1,57
<i>Cynoglossus canariensis</i>	3,00	0,05	-1,03	-0,78	-0,54	-1,31	
<i>Argyrosoma regium</i>	3,04	0,66	-1,24	-0,94	-0,64	-1,57	
<i>Brachydeuterus auritus</i>	5,09	1,20	0,52	-2,42	-1,67	-4,07	
PEUPEMENT INTERMEDIAIRE	<i>Pagellus coupei</i>	-4,75	4,09	3,14	2,09	-1,13	-2,63
	<i>Dentex filiosus</i>	-2,01	1,90	0,12	3,85	-1,08	-2,01
	<i>Dentex canariensis</i>	-2,34	0,76	1,86	5,08	-1,21	-2,94
	<i>Diagramma mediterraneum</i>	-1,13	-1,21	1,86	5,08	-1,21	-2,34
	<i>Mycteroperca rubra</i>	-0,46	-1,24	1,14	3,34	-0,59	-1,45
	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	-2,42	-0,61	4,94	3,43	-1,45	-2,98
	<i>Pagrus ehrenbergi</i>	-0,45	-0,83	4,01	3,21	-1,54	-3,75
	<i>Epinephelus aeneus</i>	-1,09	-0,20	4,00	2,73	-0,72	-3,76
PEUPEMENT DU REBORD DU PLATEAU CONTINENTAL	<i>Pentheroscion mbizi</i>	-1,00	0,63	-0,79	-0,60	4,93	-1,00
	<i>Synagrops microlepis</i>	-2,14	-1,84	-1,68	-1,27	4,82	3,71
	<i>Brotula barbata</i>	-1,92	-0,79	-1,51	-1,14	5,35	2,02
	<i>Dentex angolensis</i>	-3,44	-1,73	-2,71	-0,45	2,99	6,17
	<i>Merluccius spp.</i>	-1,66	-1,27	-1,85	-1,40	3,05	3,84
	<i>Synagrops microlepis</i>	-2,14	-1,84	-1,68	-1,27	4,82	3,71
	<i>Pontinus kuhli</i>	-2,55	-2,19	-2,01	-1,52	2,77	5,95
	<i>Dentex macrophthalmus</i>	-2,14	-1,84	-1,68	-1,27	-0,88	6,64
	<i>Scorpaena stephanica</i>	-2,14	-1,84	-1,68	-0,24	-0,88	5,91
	<i>Scorpaena elongata</i>	-0,81	-0,70	-0,64	-0,48	-0,33	2,52
	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	-0,81	-0,70	-0,64	-0,48	-0,33	2,52
	<i>Epinephelus caninus</i>	-1,17	-1,00	-0,92	-0,69	-0,48	3,62
	<i>Zeus faber</i>	-4,29	0,96	-2,15	0,46	-0,72	5,32

présente par contre une valeur négative de t élevée (-4,07) qui indique avec un seuil de probabilité supérieur à 0,0001 qu'il ne fréquente pas les fonds sablo-vaseux du sommet de la pente continentale. On observe également que *Pagellus coupei* caractéristique du biotope 6 peut être trouvé sur les fonds meubles et sableux (probabilité supérieure à 0,01) ou sur les fonds durs et sableux. De même *Dentex filusus* et *Dentex canariensis* caractéristiques des fonds durs peuvent être trouvés sur les fonds de sable ou même sur les fonds sablo-vaseux à vaseux de la partie intermédiaire du plateau continental. Au niveau du rebord du plateau on observe également un chevauchement entre les peuplements des fonds de vase et ceux des fonds de sable vaseux.

Quelques valeurs faiblement positives apparaissent dispersées : elles traduisent la présence dans les biotopes concernés de juvéniles qui ont pu y être transportés par les courants. C'est par exemple le cas de *Vomer setapinnis*, caractéristique du peuplement littoral, dont des individus juvéniles ont pu être pêchés sur les fonds de 100 m en début de saison chaude, ou de *Zeus faber*, caractéristique du rebord du plateau, dont quelques jeunes individus peuvent être capturés sur les fonds de 40 m à la même période de l'année. De même, en saison chaude, quelques jeunes de *Pentheroscion mbizi* peuvent-ils se trouver sur les fonds meubles de la partie intermédiaire du plateau continental.

II.3.2. Etude du peuplement littoral.

II.3.2.1. Caractéristiques de ce peuplement.

II.3.2.1.1. Nature du fond.

Les espèces composant le peuplement littoral sont toujours distribuées sur des sédiments meubles. Devant la Mauritanie et le Sénégal nous les avons capturées en quatre endroits :

- à 10 m sur les fonds de sable de la radiale 17° 40'
- à 20 m sur les fonds de vase de la radiale 15° 40'
- à 10 m sur les fonds de sable vaseux de la radiale de Bathurst
- à 10 et 20 m sur les fonds de vase sableuse de la radiale de Roxo.

Les rendements toujours plus importants obtenus devant la Gambie et la Casamance indiquent cependant une préférence de ce peuplement pour les fonds sablo-vaseux à vaso-sableux. Dans le golfe de Guinée ceci est observé par la plupart des auteurs : LONGHURST (1963) qui le signale en Gambie le constate aussi en Sierra Leone

et au Nigeria, CROSNIER (1964) au Cameroun ; CROSNIER et BERRIT (1966) au Dahomey et au Togo, LONGHURST (1969) au niveau général du golfe de Guinée.

II.3.2.1.2. Extension.

Les espèces du peuplement littoral sont des espèces à affinité guinéenne plutôt liées à la présence d'eaux chaudes. Il semble donc que ce soit dans ce facteur, déjà souligné par l'analyse des correspondances, que doit être recherchée l'interprétation de leur répartition. On constate en effet qu'elles sont capturées sur les parties du plateau continental où, en saison chaude, on observe des accumulations d'eaux à température élevées près de la côte, ainsi que le montrent les observations par télédétection* (fig. 44, images 11 et 12) et les travaux de REBERT (1979), (fig. 45).

Schématiquement le processus expliquant leur répartition est le suivant (il sera repris dans la partie consacrée aux migrations saisonnières) : en saison froide ces espèces se trouvent concentrées dans la frange littorale à l'embouchure du Sénégal et surtout devant le complexe estuarien qui s'étend du Saloum à la Guinée, dans cette zone, située entre l'upwelling du cap Vert et la côte, où persistent toute l'année des eaux chaudes (fig. 46, image 14 et fig. 47**, a, b, et c). En juin se développe un rapide mouvement vers le nord qui n'affecte que les adultes. Ces poissons se reproduisent entre l'embouchure du fleuve Sénégal et le cap Timiris. Le front thermique séparant les eaux chaudes des eaux froides se trouve alors situé à la latitude du cap Blanc. Au sud, le plateau continental est baigné jusqu'à 20 m de profondeur par les eaux tropicales. Après la reproduction, les adultes s'y dispersent tandis que les jeunes restent concentrés au niveau des zones d'accumulation d'eaux chaudes déjà décrites, ainsi que, vraisemblablement, sur le banc d'Arguin où les conditions thermiques restent élevées toute l'année. Vers les mois de novembre-décembre, lors du refroidissement, la plupart des individus quittent la région et regagnent les zones d'estuaires au sud de Dakar ainsi que les eaux littorales de la Guinée Bissau. Si, en saison froide, les conditions en mer deviennent trop défavorables, une partie de ces individus peut alors remonter assez loin dans les es-

* La technique d'utilisation des données infra-rouge des satellites (ici METEOSAT) est décrite en annexe DOMAIN (1979 b). Pour aider à la compréhension des figures nous indiquerons seulement que sur les images polychromes chaque plage de couleur correspond à une classe relative de température. Ces couleurs sont agencées dans l'ordre du spectre, le violet correspondant aux classes les plus froides. Sur les images en "noir et blanc" les plages blanches correspondent aux températures les plus froides.

** Commentaire de la fig 47 : la fig. 47 a, représente des observations de température de surface obtenues par des mesures classiques à bord du N.O Capricorne du 16 avril au 10 mai 1977. Elle montre qu'au sud de Dakar l'upwelling se produit au large et que les zones côtières, en saison froide, restent baignées par des eaux chaudes.

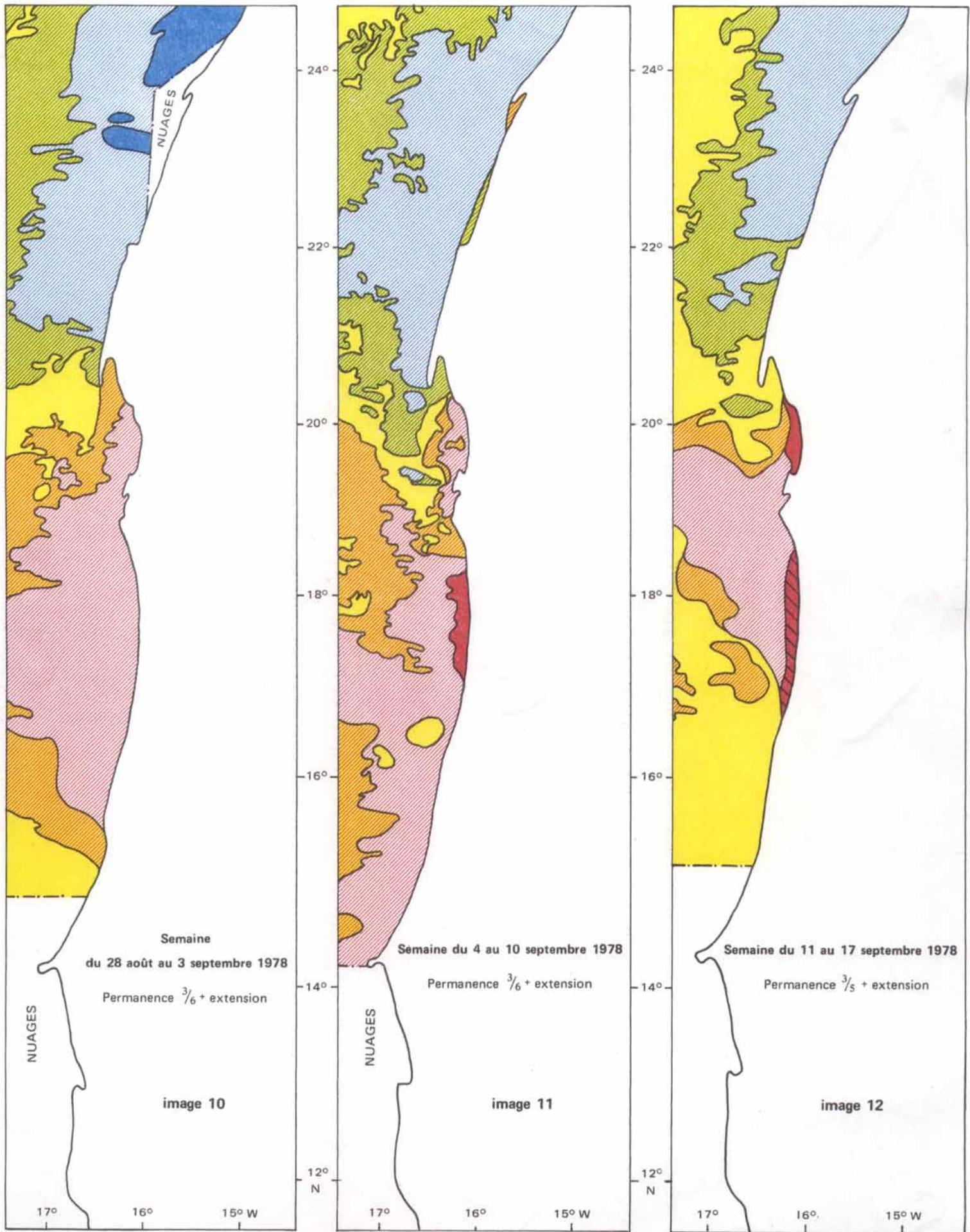


Fig.44-Observations de la température de la surface de la mer par télédétection à partir du satellite "METEOSAT". (Saison chaude.)

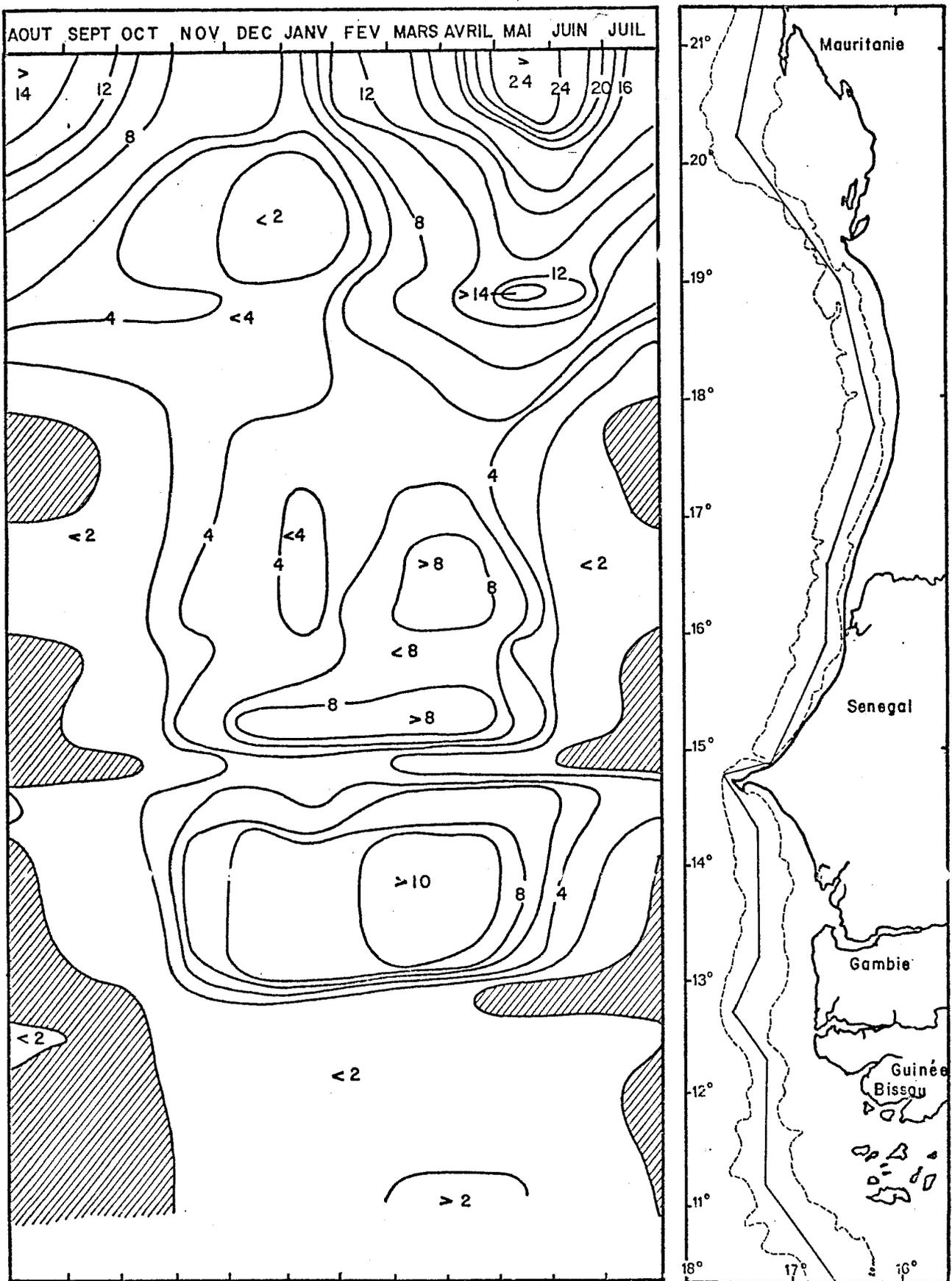


Fig. 45 : Variation annuelle du transport d'Ekman le long des côtes de Mauritanie et du Sénégal, exprimé en m^3/s pour 10 mètres de côte. Les valeurs négatives sont hachurées : elles traduisent l'accumulation d'eaux chaudes près de la côte (D'après REBERT, 1979, non publié).

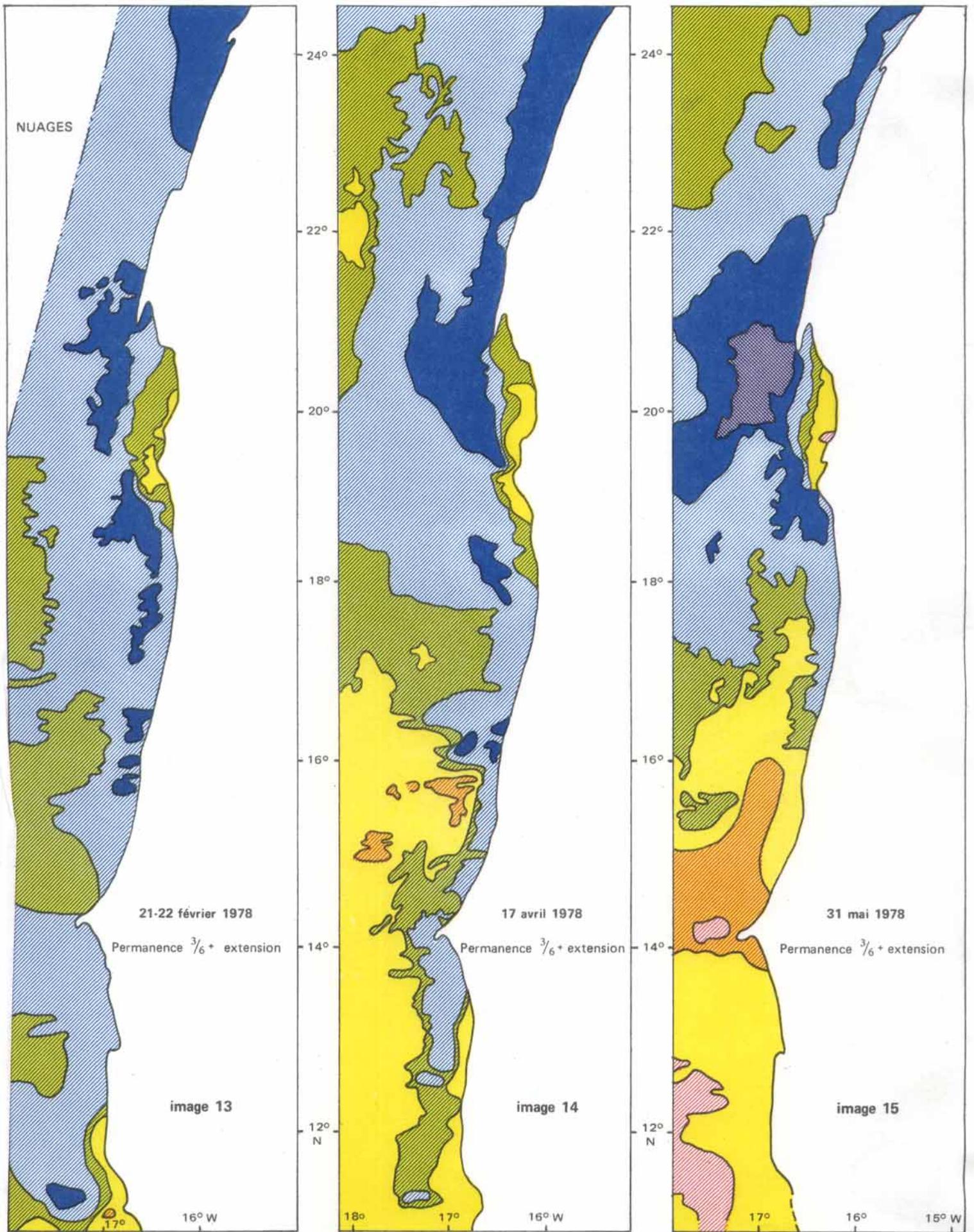
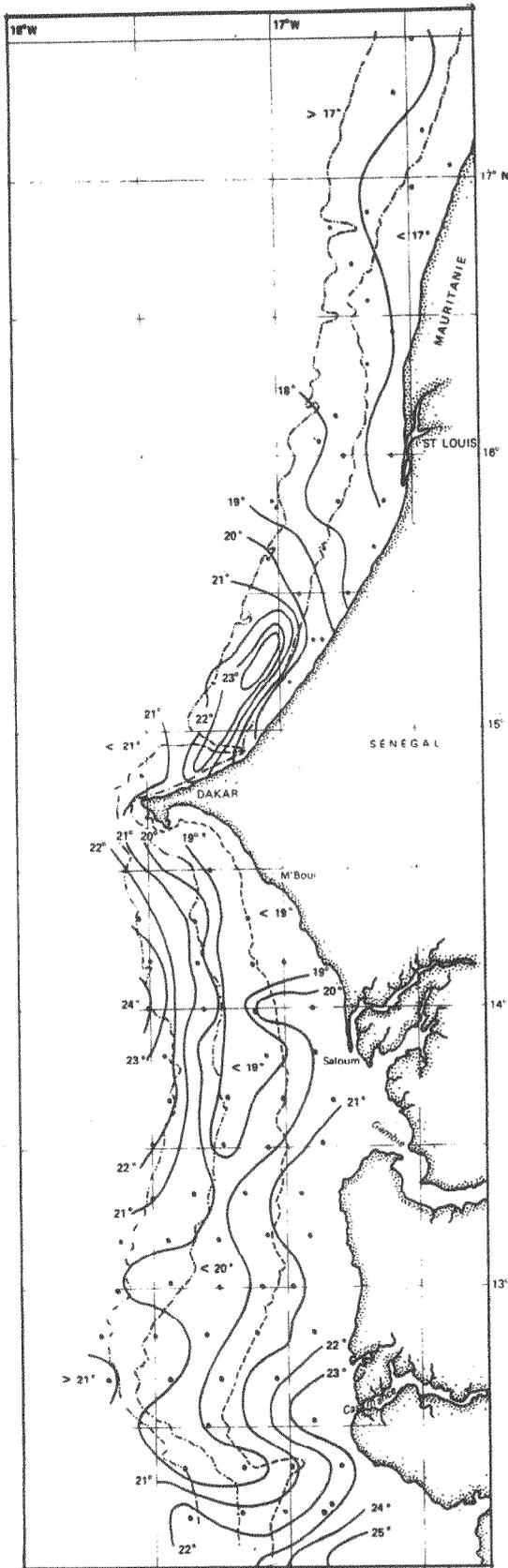


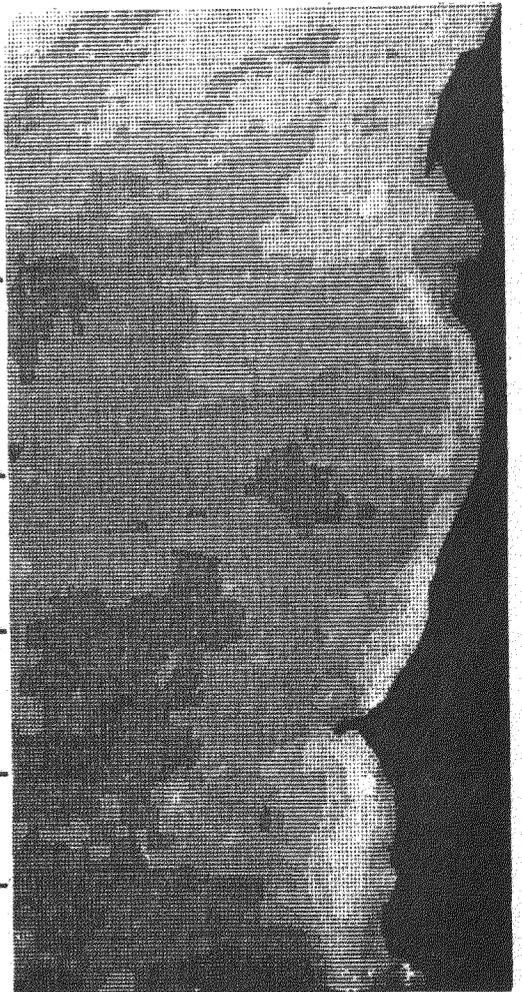
Fig.46-Observations de la température de la surface de la mer par télédétection à partir du satellite "METEOSAT". (Saison froide.)



- a) 16 avril au 10 mai 1977.
(D'après PRIVE et WAGNER, 1977)

- b) 22°N_
23 janvier
au
01 février 1979

20°_
18°_
16°_
14°_
12°_



- c) 22°N_
08 au 13 février 1979

20°_
18°_
16°_
14°_
12°_

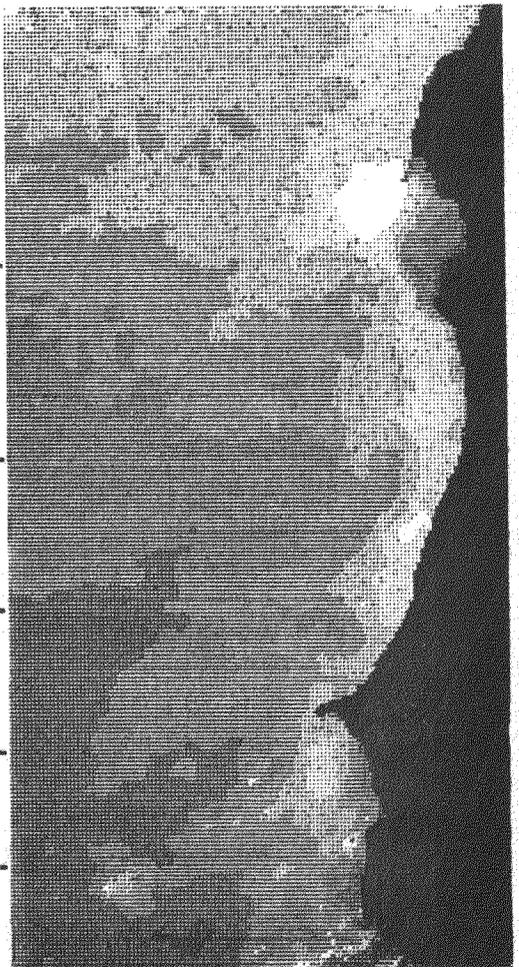


Fig.47- Observations de températures de surface effectuées en saison froide au large de la Mauritanie et du Sénégal: a- Mesures classiques, b et c- Observations par télédétection(METEOSAT I)

tuaires ainsi que l'observent REIZER (1971) dans le fleuve Sénégal et SCHEFFERS (1976) dans la Gambie. Cependant, le long de la côte, vers les latitudes de 17° 40' et de 15° 40', subsistent des lentilles d'eau chaude résiduelle où les jeunes individus issus de la reproduction se trouvent alors en quelque sorte piégés. Ces zones côtières paraissent rarement affectées par des eaux très froides (fig. 47, b et c), l'upwelling semblant légèrement décalé vers le large (fig.46, image 13) du fait de la configuration générale du plateau continental, plus large à ces endroits. Les jeunes peuvent y survivre et y grandir, d'autant mieux que les nombreux interfaces eaux chaudes-eaux froides que l'on y observe sont particulièrement fertiles et leur procurent une nourriture abondante.

Le même phénomène est observé au Maroc par C. BELLON-HUMBERT et al., (1975) chez le Mollusque lamelibranche *Cultellus combrieri* qui se trouve dans ce pays à la limite septentrionale de sa répartition et que l'on ne récolte qu'au niveau de "taches d'eaux chaudes dans cette remontée d'eaux froides".

Au large du Sénégal et de la Mauritanie le peuplement littoral est donc limité, en saison froide, à une frange côtière, de profondeur généralement inférieure à 20 m, caractérisée par des accumulations d'eaux tropicales chaudes en été et la persistance, en saison froide, d'eaux à température élevée, comparativement à la moyenne générale de la région à cette saison. Au sud de Dakar l'upwelling se produit au large. Il en résulte très souvent vers le sud, le long de la côte et à partir de l'estuaire du Saloum la présence, en saison froide, d'un coin d'eaux chaudes, séparé des eaux froides situées plus au large par une zone frontale située au niveau des isobathes 20-30 m. Celle-ci constitue la limite inférieure d'extension du peuplement littoral.

En saison chaude, la limite inférieure du peuplement littoral est constituée par le sommet de la thermocline qui se situe alors à une profondeur moyenne de 30 à 40 m. (cf. paragraphe II.3.3.1.).

L'extension du peuplement littoral, en saison froide, a été cartographiée sur les figures 48 a, b et c. Elle est peu développée au nord de Dakar. Au sud du cap Vert, en revanche, ce peuplement prend une grande extension à partir de l'embouchure du Saloum. La superficie de la zone littorale peut être évaluée par planimétrie à 7 700 km² au Sénégal et à 25 300 km² en Guinée Bissau (tableau XXVII). Dans ce pays elle a une étendue considérable et occupe 68 % de la surface du plateau continental. D'une façon générale la zone la plus côtière (0-10 m) est encore mal connue : la cartographie y est peu précise et les navires de recherche ont un tirant d'eau trop fort pour y pénétrer. En raison de son importance notamment au niveau du recrutement des jeunes dans les pêcheries de la région elle justifierait

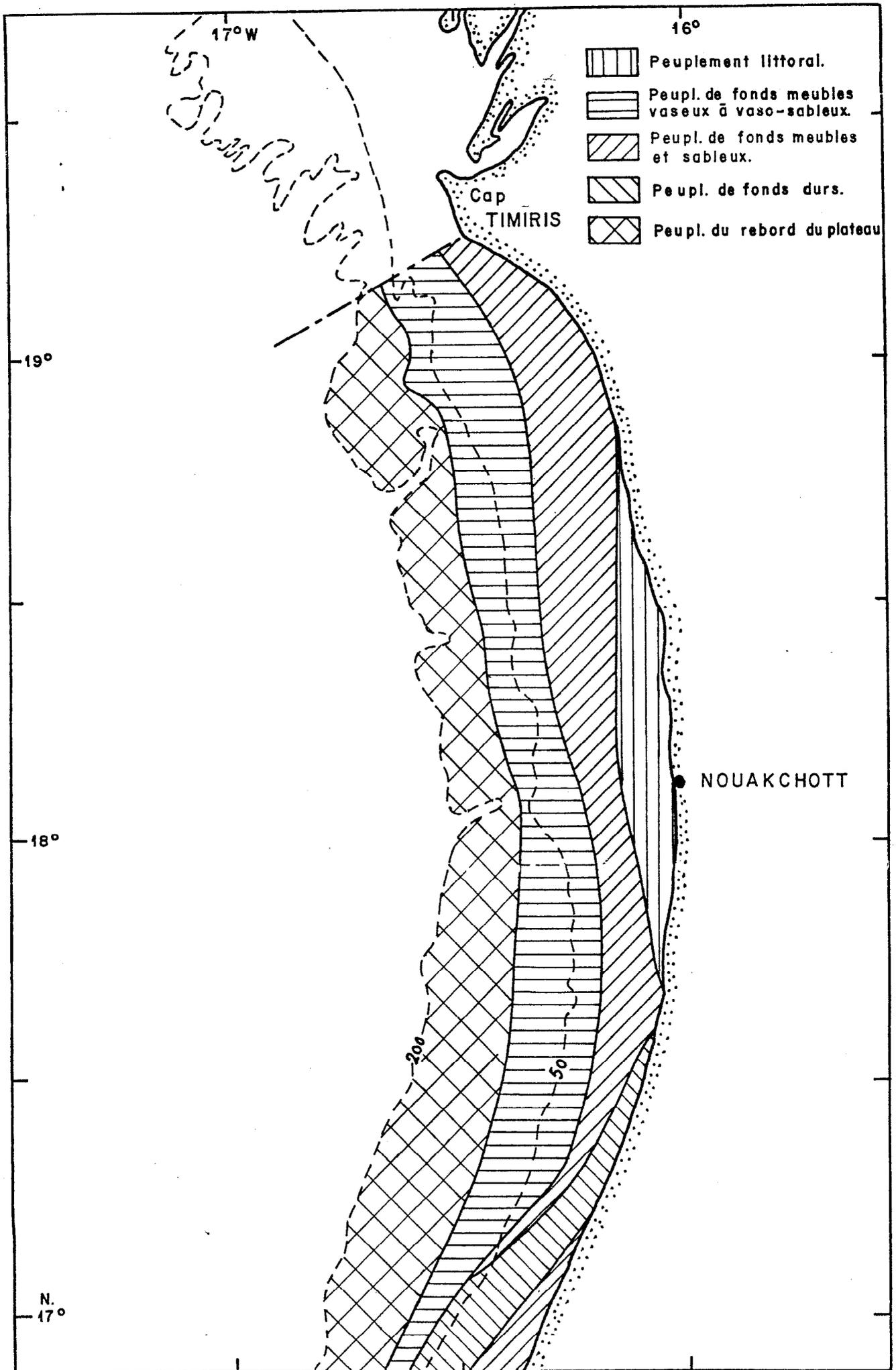


Fig. 48 a - Extension des différents peuplements, en saison froide
 (du Cap Timiris à 17° N)

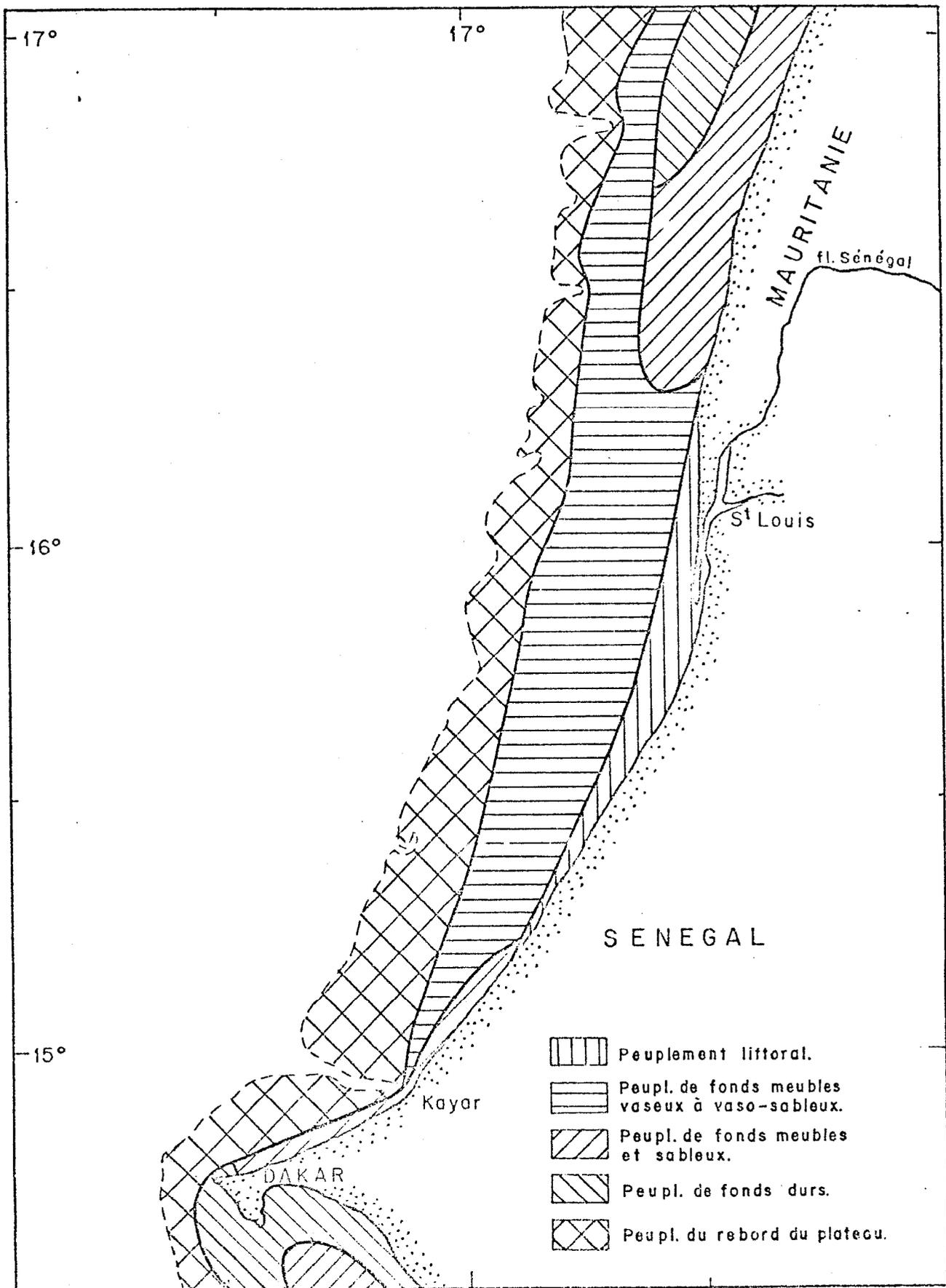


Fig. 48 b - Extension des différents peuplements, en saison froide (de 17° N à Dakar).

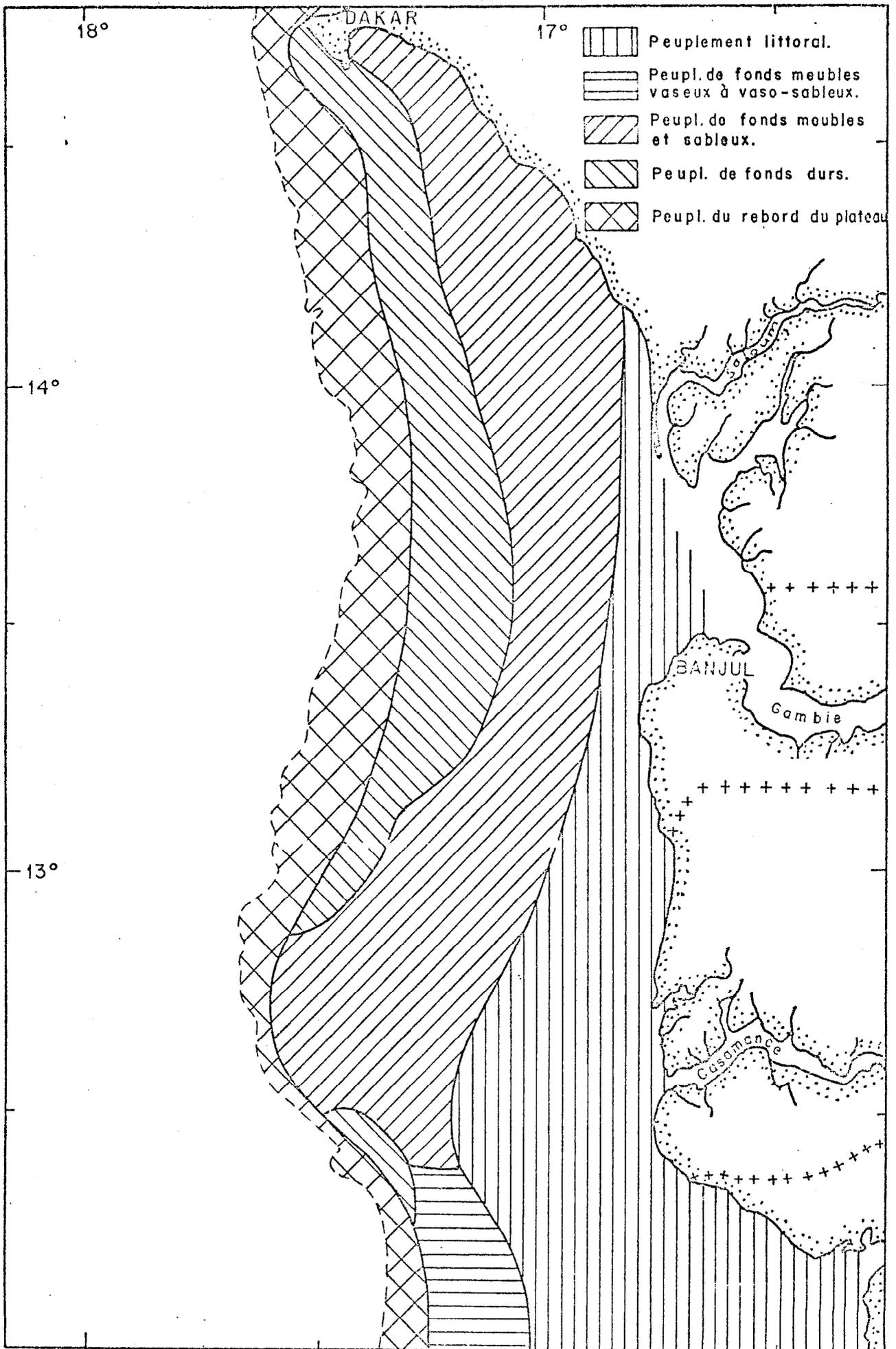


Fig. 48 c - Extension des différents peuplements, en saison froide
(de Dakar à 12° N).

à elle seule la mise en place d'un programme de recherches.

Tableau XXVII : Extension du peuplement littoral, en saison froide, au large du Sénégal et de la Guinée Bissau.

	0 - 10 m	10 - 20 m	Total
Sénégal	4700 km ²	3000 km ²	7 700 km ²
Guinée Bissau	16300 km ²	9000 km ²	25 300 km ²

II.3.2.1.3. Caractéristiques physico-chimiques.

La région littorale est le siège d'une grande variabilité des conditions physico-chimiques du milieu. Cette variabilité est d'abord saisonnière. Au niveau de la radiale de Roxo, MERLE (non publié) signale des températures de surface supérieures à 22° en hiver et voisines de 28° en été. La salinité, de l'ordre de 35,5 ‰ en hiver, peut descendre à moins de 32 ‰ en été. Devant St-Louis le même auteur observe des températures de 16° avec des salinités de 35,8 ‰ en saison froide et des températures de 28° avec une salinité de 33,5 ‰ en saison chaude. Ces zones très littorales sont directement sous l'influence de la décharge des cours d'eau responsables des fortes dessalures observées.

Les variations saisonnières de grande amplitude des conditions du milieu sont cependant peu éprouvantes pour les poissons car leurs déplacements saisonniers tendent à les maintenir toute l'année dans la structure hydrologique qui leur est la plus favorable.

En hiver pourtant, les espèces cantonnées dans ces zones doivent supporter des variations à court terme qui peuvent être de grande amplitude. Elles sont dues en particulier aux cycles de marée amenant des cours d'eau de grande quantités d'eau douce ou saumâtre dans des intervalles de temps très brefs ou bien aux variations de l'insolation avec leur incidence thermique et lumineuse etc... De plus, au niveau de la radiale de Roxo nous nous trouvons au voisinage du front thermohalin de Guinée Bissau dont de fréquentes oscillations en latitude, en relation avec le régime des vents, sont responsables d'une variabilité notable au sein de la saison (BERRIT et REBERT, 1977).

En été la variabilité à court terme est plus faible. La couche homogène

suprathermoclinale a alors une épaisseur de 20 à 30 m. Les zones proches d'estuaires sont cependant soumises à des dessalures brutales en période de crue.

Le peuplement littoral est donc constitué, ainsi que l'écrit POLL (1951), "d'animaux euryhalins ou qui peuvent supporter dans tous les cas une forte variabilité de la salure et des autres facteurs physico-chimiques de l'eau".

II.3.2.1.4. La production primaire et secondaire.

La grande richesse des eaux côtières et les facteurs qui en sont responsables ont été évoqués dans la première partie, chapitre II.

II.3.2.1.5. La matière organique et le benthos.

La description de la répartition de la matière organique sur le fond (première partie, chapitre I.4) a montré que celle-ci s'accumulait peu dans les zones littorales, soit parce que d'origine biologique elle était formée plus au large ou bien, que les courants côtiers résultant d'apports terrigènes empêchaient son dépôt sur le fond.

Les mesures effectuées sur le benthos (chapitre I.5) ont fait ressortir la grande richesse des fonds côtiers. Parmi les groupes zoologiques bien représentés on note la présence en abondance de lamellibranches et de polychètes, animaux pouvant se nourrir de la matière organique dérivant en suspension dans l'eau au ras du fond. Dans les eaux côtières de la Côte d'Ivoire et dans des conditions de milieu analogues, INTES (1980) note également la présence d'animaux du benthos caractéristiques des fonds riches en matière organique, sur des fonds de sable, au voisinage du débouché des cours d'eau.

Les importantes concentrations de poissons démersaux que l'on observe dans la zone littorale, sont certainement à mettre en relation avec l'abondance du benthos sur cette partie du plateau continental.

II.3.2.1.6. Conclusion.

Le peuplement littoral est un peuplement lié à la présence d'eaux chaudes. Il est composé d'espèces eurythermes et euryhalines capables de supporter de brutales variations des conditions physico-chimiques du milieu. Au Sénégal il est bien représenté, surtout au sud du Cap Vert. En Mauritanie où, en hiver, il subsiste de façon résiduelle, sa répartition indique que la plupart des espèces qui le composent

se trouvent à la limite septentrionale de leur habitat. Cette répartition ainsi que les mouvements saisonniers en latitude que l'on observe en relation avec les variations de l'hydroclimat, traduisent bien le rôle de transition que joue le plateau continental sénégal-mauritanien entre une faune d'eaux chaudes, à affinité guinéenne et une faune d'eaux tempérées, à affinité saharienne, au sens de MAURIN (1968). Ces mouvements saisonniers contribuent en outre à maintenir les espèces dans un milieu en rapport avec leurs exigences écologiques.

Les espèces du peuplement littoral évoluent dans un milieu caractérisé également par une productivité biologique élevée où les jeunes, plutôt planctonophages, et les adultes, plutôt benthophages, sont assurés de trouver une nourriture abondante.

II.3.2.2. Etude de quelques espèces présentant un intérêt économique.

Parmi les espèces du peuplement littoral on peut distinguer deux ensembles selon leur tolérance aux conditions du milieu (fig. 49). Le premier groupe est constitué d'espèces comme *Brachydeuterus auritus*, *Vomer setapinnis*, *Pseudotolithus senegalensis* ou *Cynoglossus canariensis* qui ont une large répartition bathymétrique et sont capables, en saison froide, de supporter des eaux de température peu élevée et de mauvaises conditions d'oxygénation. Le second groupe (*Scyris alexandrinus*, *Galeoides decadactylus*, *Pseudotolithus typus* et *Pomadasys jubelini*) comprend des espèces très littorales liées aux milieux proches d'estuaires.

II.3.2.2.1. Espèces à large répartition bathymétrique.

II.3.2.2.1.1. *Pseudotolithus* spp. (fig. 50).

Parmi les cinq espèces de *Pseudotolithus* distribuées dans la région (*P. senegalensis*, *P. typus*, *P. brachygnathus*, *P. fonticulus elongatus*, *P. hostia moori*) seules les deux premières sont communément capturées. Au Sénégal, les *Pseudotolithus* ont la dénomination de "capitaines".

*Pseudotolithus senegalensis** :

Cette espèce à affinité guinéenne fréquente les fonds côtiers de sable vaseux et de vase sableuse au large des systèmes fluviaux : fleuve Sénégal, Saloum, Gambie et Casamance. Comme les autres espèces du peuplement littoral elle peut sup-

* L'étude de *P. typus* dont la répartition est plus littorale sera abordée en II.3.2.2.2.5.

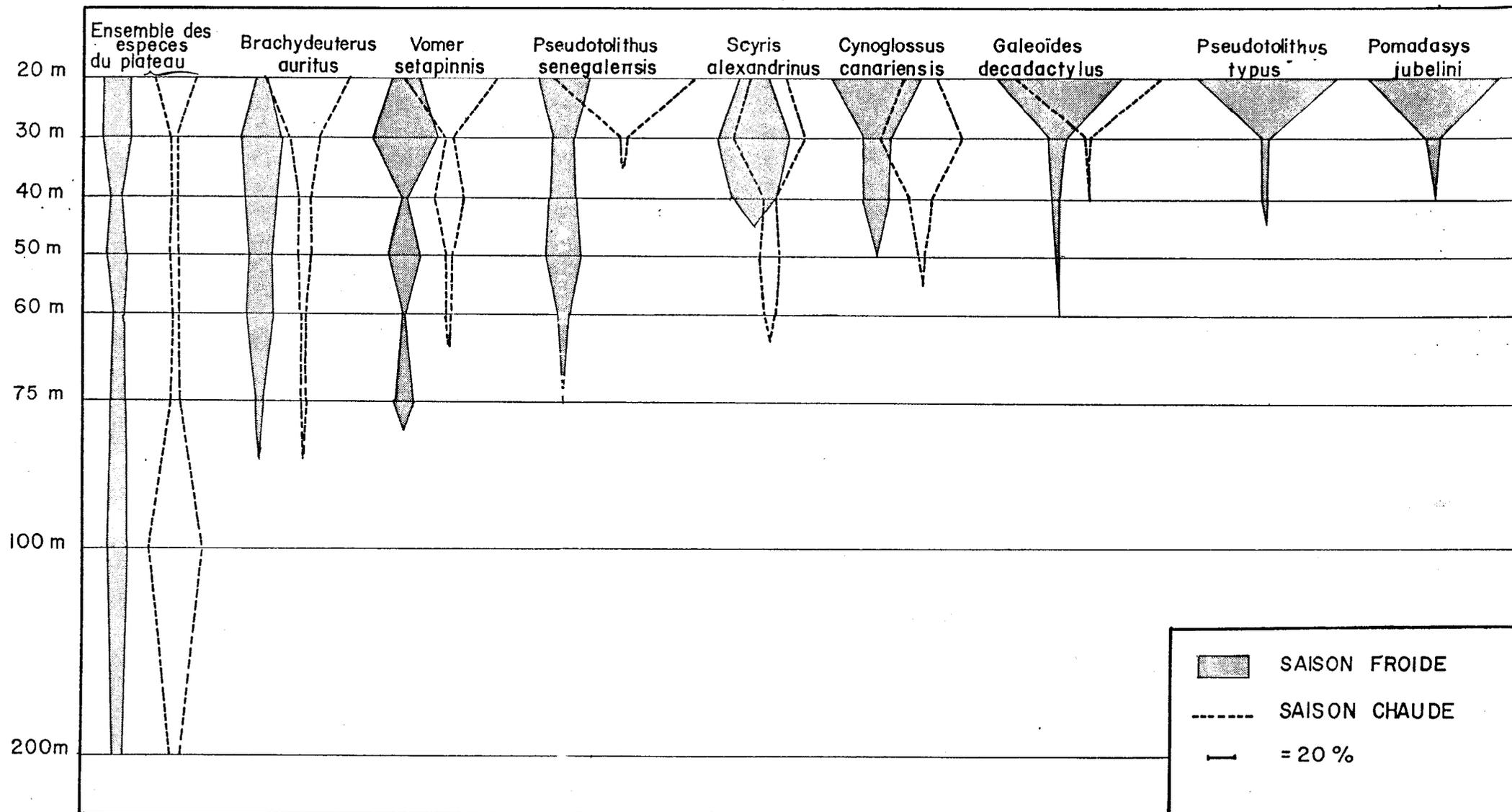


Fig. 49 : Répartition bathymétrique de quelques espèces d'intérêt commercial du peuplement littoral, au niveau de la radiale 15° 40. (En pourcentage des rendements par heure de pêche du Laurent Amaro).

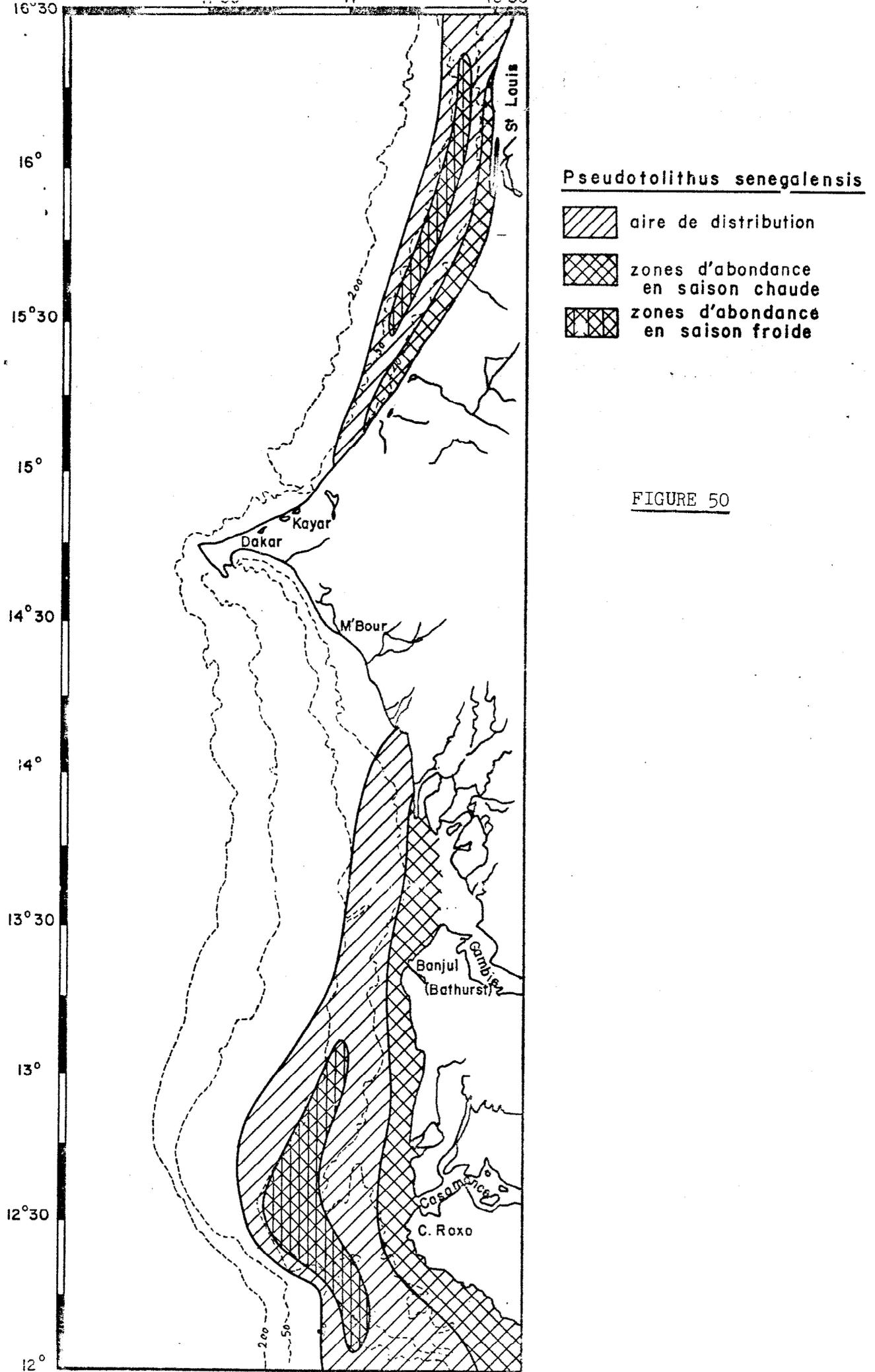


FIGURE 50

Répartition de quelques espèces démersales d'intérêt économique sur le plateau continental Sénégalais

porter des écarts de température (moins de 15° à plus de 28°) et de salinité (moins de 35 ‰ à plus de 36 ‰) importants.

Les deux principales zones de pêche se situent dans la région comprise entre Mboro et St-Louis où l'espèce peut être capturée jusqu'à 60 m en saison froide et du Saloum à la Casamance où, toujours en saison froide, on la trouve jusqu'à 40 m. Les rendements ne sont cependant élevés qu'en début et en fin de saison chaude où cette espèce se rassemble près de la côte, sur les fonds de 10 à 20 m pour se reproduire.

En Côte d'Ivoire et au Congo, TROADEC (1971) et FONTANA (1979) interprètent les variations saisonnières de la répartition par le fait que les eaux froides à faible teneur en oxygène chassent les individus du fond et les forcent à effectuer soit un déplacement vertical (ils se trouvent alors hors d'atteinte des chaluts qui passent en dessous) soit un déplacement vers la côte. Devant les côtes sénégalomauritanienne on observe un schéma sensiblement identique qui conforte l'hypothèse de TROADEC (1971). Ici non plus nous n'avons jamais rencontré *P. senegalensis* dans des eaux à teneur en oxygène inférieure à 2 ml/l. Cependant au double déplacement, vers la surface et perpendiculairement à la côte, vient vraisemblablement s'ajouter un déplacement en latitude.

Nous avons déjà décrit l'existence, au large de la côte nord du Sénégal et devant la Casamance, de fortes concentrations de matière organique dans la couverture sédimentaire et dont la reminéralisation renforce le déficit en oxygène, en saison froide, sur ces parties du plateau continental. Il en résulte que *P. senegalensis* peut effectuer les deux mouvements déjà décrits mais aussi effectuer des déplacements en latitude qui le transportent hors des zones d'accumulation de matière organique. On observe en effet qu'ils ne sont jamais capturés sur des fonds à teneur en matière organique supérieure à 2 %. Au sud de Dakar ce mouvement peut s'effectuer en direction des eaux gambiennes. Au nord le déplacement a lieu vers le nord où les sédiments, sableux, ne permettent pas à la matière organique de s'accumuler. On note ainsi la présence de *P. senegalensis* sur les fonds côtiers de la radiale 17° 40' en quantité relativement abondante, en saison froide (fig. 51). L'extension de l'espèce vers le nord est ensuite vraisemblablement limitée par l'upwelling du cap Timiris, d'une part en raison des faibles concentrations en oxygène que l'on observe et d'autre part du fait des basses températures (14° à 15°) que l'on y mesure sur le fond.

En début de saison chaude ces individus regagnent les zones proches d'estuaires où ils trouvent une nourriture abondante et où ils se reproduisent. SUN

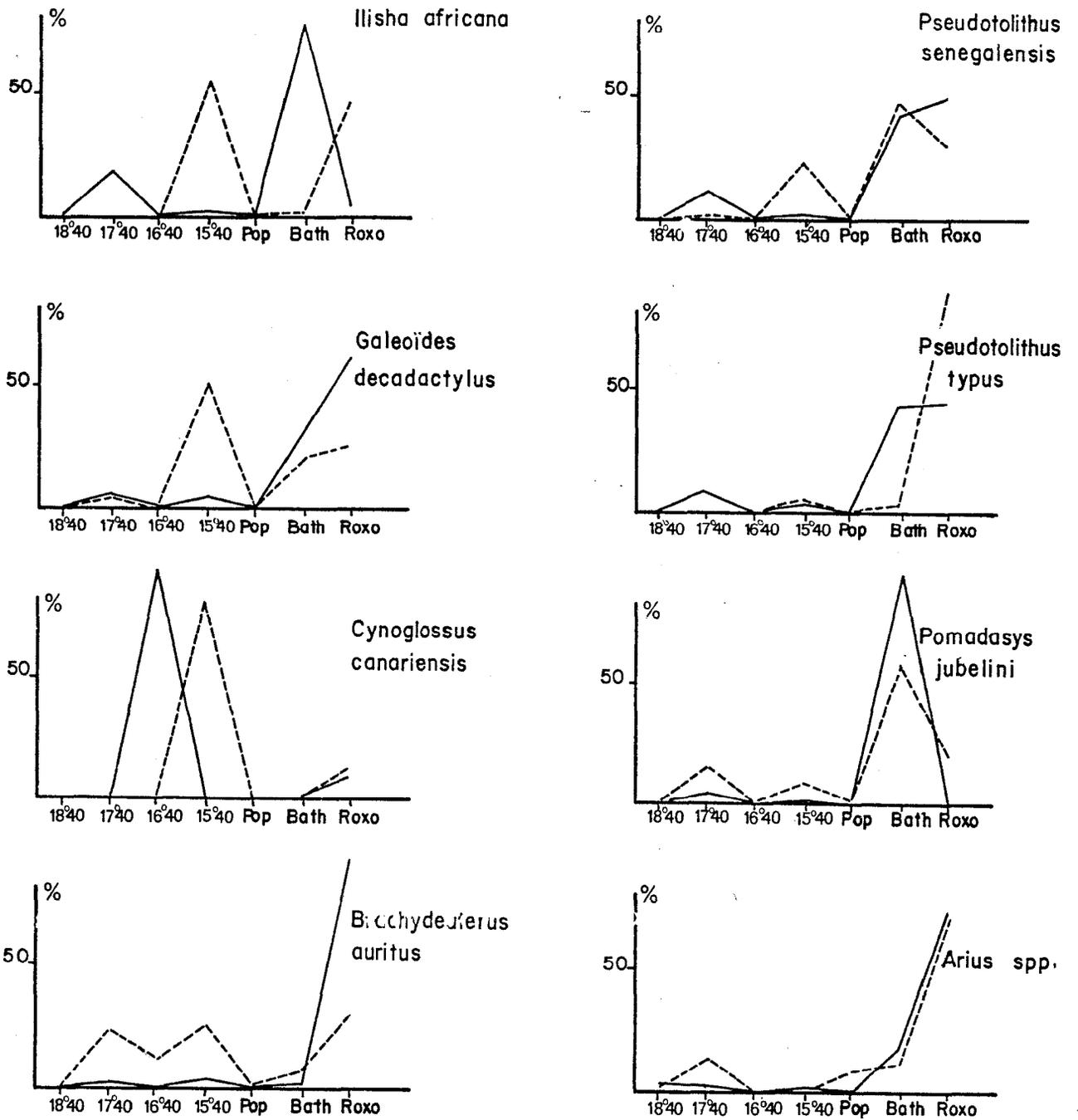


Figure 51: Répartition de quelques espèces du peuplement littoral en fonction de la latitude, en saison froide (—) et en saison chaude (-----).

(1975) signale que la reproduction a lieu uniquement en début et en fin de saison chaude. Pour notre part nous avons observé des individus sexuellement mûrs toute l'année avec deux maximums correspondant à ceux décrits par SUN. Les jeunes issus de la reproduction se trouvent toujours dans les eaux les plus côtières. Comme pour la plupart des espèces littorales ils peuvent remonter assez haut dans les embouchures. Ils sont également capturés par les sennes de plage.

II.3.2.2.1.2. Cynoglossus spp. (fig. 52)

Les Cynoglossidae des côtes sénégalaises ont été étudiées par THIAM (1978).

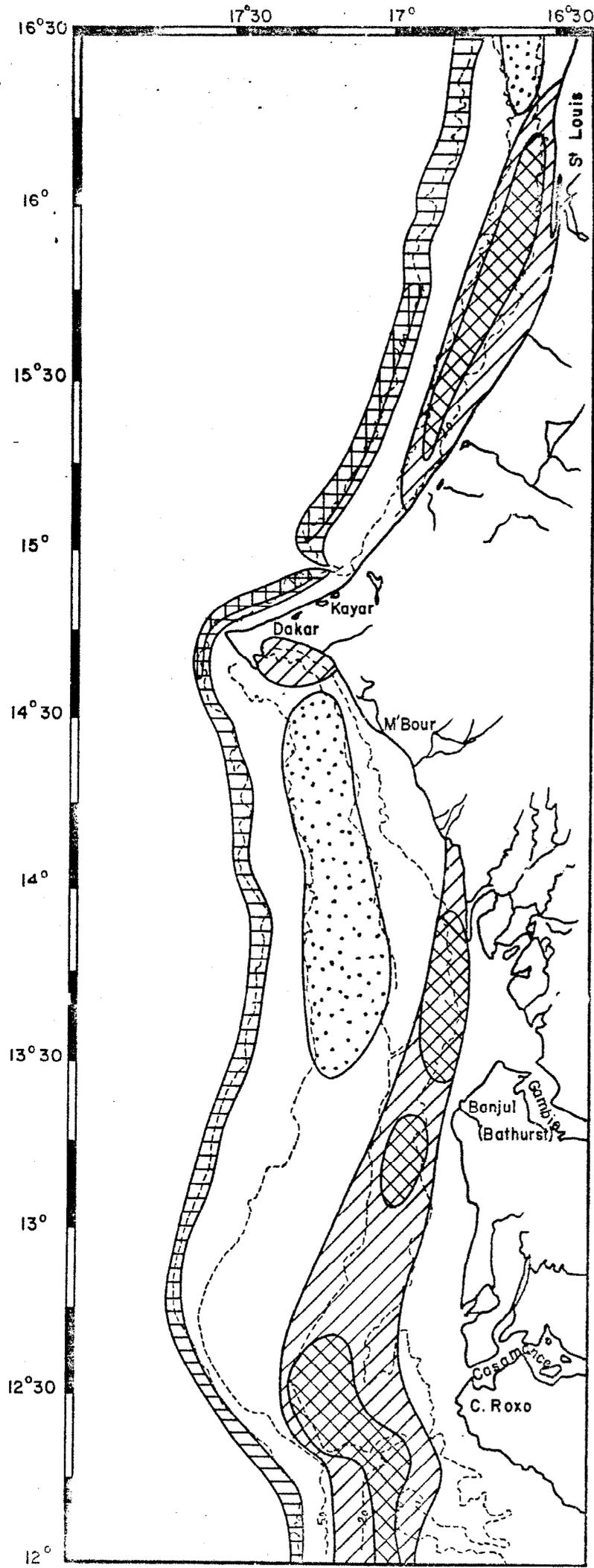
Six espèces de cynoglosses vivent au Sénégal : *Cynoglossus canariensis*, *C. goreensis*, *C. monodi*, *C. browni*, *C. senegalensis*, *C. cadenati*. Seules les trois premières sont exploitées. Les trois espèces suivantes sont peu abondantes où vivent essentiellement en milieu saumâtre (estuaires et cours d'eau).

. *Cynoglossus canariensis**

Cette espèce est localisée aux fonds vaso-sableux de Casamance, au sud de Dakar, et, au nord, à ceux qui s'étendent de la latitude de Mboro jusqu'à 16° 20' N. Il semble qu'au Sénégal sa limite bathymétrique soit 75 m. Elle est normalement distribuée jusqu'à 60 m au nord de Dakar et jusqu'à 35 m au sud (THIAM, 1978). Ainsi que le signalent ces auteurs pour le Sénégal, LONGHURST (1965) d'une façon générale dans le golfe de Guinée, et DURAND (1967) au Congo, la distribution de cette espèce semble peu perturbée par la présence d'une thermocline. Il semble plutôt que les exigences écologiques de cette espèce eurybathe et eurytherme soient d'ordre édaphique et que la teneur en lutites joue un rôle prépondérant dans l'interprétation de sa répartition. Ainsi, dans la région, on ne la rencontre pas en Guinée Bissau au sud de 11° 35' N où les fonds deviennent sableux. On la retrouve, en faible abondance en Mauritanie dans la zone de vase sableuse située immédiatement au sud du cap Timiris.

La reproduction a lieu en fin de saison froide et en fin de saison chaude sur toute l'aire de répartition de l'espèce. Les larves sont pélagiques et THIAM (1978) les trouve en plus grande abondance au-dessus des fonds de 10 m ce qui l'amène à penser que les lieux de ponte sont côtiers. Les juvéniles sont rarement capturés au chalut. THIAM qui ne les observe pas en estuaire en déduit qu'ils vivent

* L'étude de *C. goreensis* et de *C. monodi* dont la répartition est plus littorale sera abordée en II.3.2.2.2.6.



Cynoglossus canariensis

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (mai à juillet)

Merluccius spp.

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (novembre à mai)

Diagramma mediterraneum

-  aire de distribution

FIGURE 52

Répartition de quelques espèces démersales d'intérêt économique sur le plateau continental Sénégalais

entre la côte et les fonds de 5 m en dehors de la zone d'activité des chalutiers.

Le comportement de *C. canariensis* est encore mal connu. Au Congo BAUDIN-LAURENCIN (1967) signale l'existence de variations nyctémérales, les individus étant enfouis dans le sédiment le jour s'élèvent au-dessus du fond la nuit où ils sont capturés en plus grande abondance. Il semble que le même comportement existe au Sénégal mais les données dont nous disposons ne nous permettent pas de le confirmer.

II.3.2.2.1.3. Vomer setapinnis.

Appelé "Mussolini" au Sénégal, *Vomer setapinnis* vit sur les fonds côtiers sablo-vaseux à vaso-sableux. C'est une espèce assez tolérante aux conditions hydrologiques qui peut supporter des teneurs en oxygène de 1 ml/l. En hiver nous avons pu la rencontrer comme *Pseudotolithus senegalensis*, jusqu'aux fonds de 75 m. Elle n'est abondante qu'en saison chaude. On la trouve alors répartie de la côte jusqu'à 50 m. Sa période de reproduction a lieu durant toute la saison chaude sur les fonds de 30 à 50 m. Il semble que les jeunes aient un comportement pélagique : quelques spécimens de juvéniles ont pu être capturés sur les fonds de 300 m, vraisemblablement lors de la remontée du train de pêche.

II.3.2.2.1.4. Brachydeuterus auritus (fig. 53).

"Le pelon" n'a actuellement aucune valeur marchande au Sénégal, vraisemblablement en raison de sa petite taille. Il est commercialisé dans certains pays comme la Côte d'Ivoire ou le Congo pendant les saisons où la demande en poissons plus appréciés est difficilement satisfaite. Il représente, dans la région sénégal-mauritanienne, une biomasse considérable que MARCHAL et BOELY (1977) ont évaluée à 215 000 T. On estime (DOMAIN, 1974) qu'il représente 20 % de la biomasse démersale de la région. WILLIAMS (1968) a estimé que, par sa biomasse totale, il venait nettement en tête de toutes les espèces démersales du plateau continental du golfe de Guinée.

Bien que lié aux eaux chaudes, *Brachydeuterus auritus* est une espèce très tolérante vis à vis des conditions de milieu. En saison froide où il se trouve regroupé dans les parages de St-Louis et de Roxo il peut être rencontré jusqu'à 75 m ou même, rarement, 100 m et capturé en abondance entre 20 et 50 m. Des rendements supérieurs à 4 tonnes/heure de chalutage ont pu être obtenus à cette époque. Il semble que cette espèce ait un comportement semi-pélagique selon le processus décrit

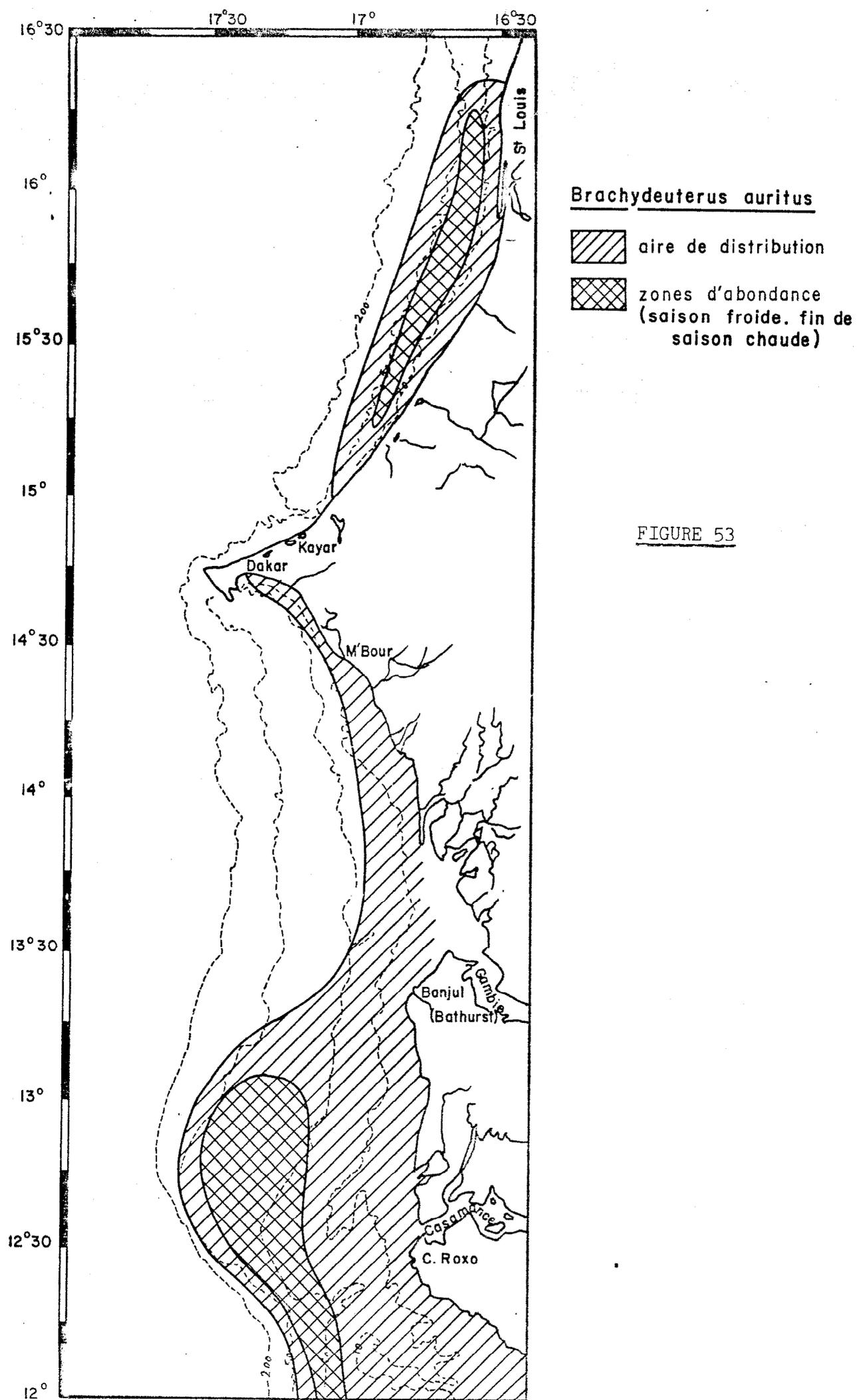


FIGURE 53

Répartition de quelques espèces démersales d'intérêt économique sur le plateau continental Ségambien

pour *Pseudotolithus senegalensis*. Elle se rencontre souvent en bancs de grandes dimensions qui peuvent être capturés par les sennes tournantes.

En saison chaude *Brachydeuterus auritus* apparaît plus dispersé devant les côtes du Sénégal. On le rencontre alors avec les eaux chaudes, jusqu'à la latitude du banc d'Arguin. Il se reproduit en mai-juin ainsi qu'en fin de saison chaude.

II.3.2.2.2. Espèces littorales.

II.3.2.2.2.1. *Galeoïdes decadactylus* (fig. 54).

Cette espèce communément appelée "tiékem" ou "plexiglass" au Sénégal a été étudiée par LOPEZ (1979) dans ce pays.

Galeoïdes decadactylus est une espèce très littorale distribuée essentiellement sur les fonds de sable vaseux et de vase sableuse proches des estuaires. On le rencontre ainsi, au nord de Dakar, de Mboro à 16° 20' N, un peu au nord de St-Louis et au sud du cap Vert de l'embouchure du Saloum au cap Roxo (fig. 51). Il est également abondant sur les fonds côtiers de Guinée Bissau.

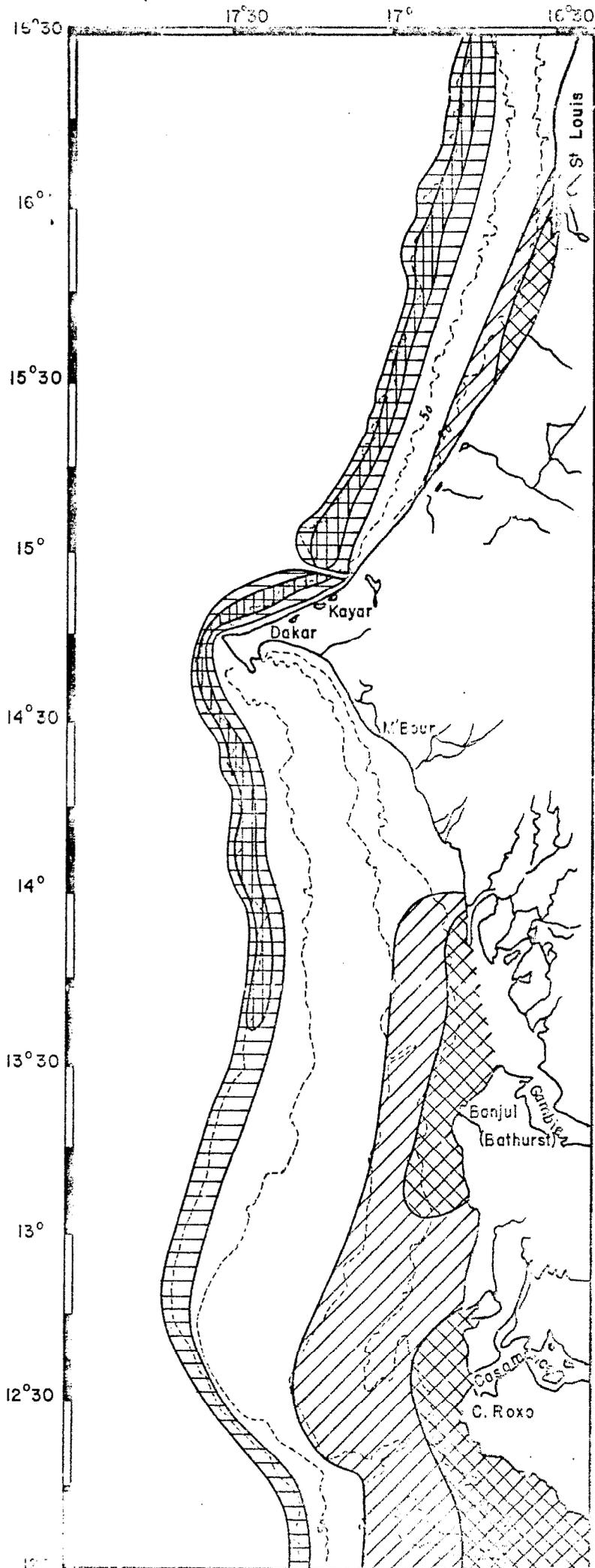
Cette espèce commune dans le golfe de Guinée et que LONGHURST classe dans la faune à Sciaenidés d'estuaire est liée aux eaux chaudes. En saison froide elle a cependant pu être capturée dans des eaux à 18°. La température optimum pour cette espèce semble se situer autour de 26° à 27°. Les captures les plus abondantes ont lieu en début et en fin de saison chaude, époques de l'année où ces poissons se rassemblent sur les fonds de 10 à 20 m pour se reproduire.

Galeoïdes decadactylus a pu être capturé jusqu'à 60 m en saison froide. Sa distribution habituelle est cependant limitée aux fonds de 10 et 20 m. Cette espèce ne semble pas effectuer de grands déplacements saisonniers. En saison froide elle semble fuir les eaux peu oxygénées (moins de 2 ml/l) et se rassembler près des embouchures des cours d'eau que son caractère euryhalin lui permet de remonter. Le même phénomène a été observé par SAMBA (1974) au Congo dans des conditions de milieu analogues.

Il existe une stratification des tailles en fonction de la profondeur ; les plus petits individus se trouvent le plus près de la côte (WILLIAMS, 1968) et dans les estuaires. Ils sont capturés par les sennes de plage.

II.3.2.2.2.2. *Pomadasys jubelini* (fig. 55).

Des quatre espèces de *Pomadasys* présentes dans la région (*P. jubelini*, *P. incisus*, *P. rogeri* et *P. peroteti*) *P. jubelini* appelé "sompat" au Sénégal est



Galeoïdes decadactylus

▨ aire de distribution

▩ zones d'abondance
(fin de saison froide.
début de saison froide)

Dentex angolensis

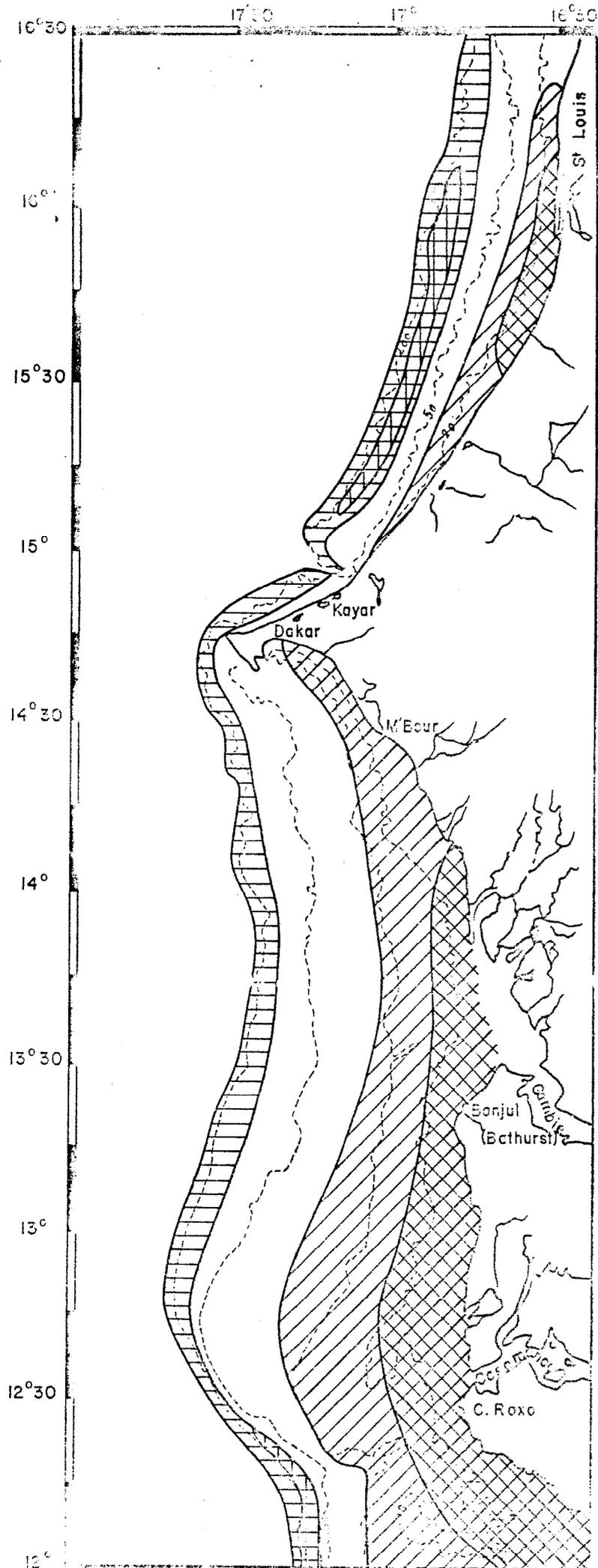
Dentex macrophthalmus

▨ aire de distribution

▩ zones d'abondance
(toute l'année)

FIGURE 54

Répartition de quelques espèces démersales d'intérêt économique sur le plateau continental Sénégalais



Pomadasys jubelini

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (saison chaude)

Brotula barbata

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (janvier à mars)

FIGURE 55

Répartition de quelques espèces démersales d'intérêt économique sur le plateau continental Ségambien

la plus importante et la plus communément pêchée. Elle a sensiblement les mêmes exigences climatiques que *Galeoïdes decadactylus* avec cependant une plus grande tolérance vis à vis de l'oxygénation du milieu. Eurytherme et euryhaline elle fréquente également les parages des estuaires dans lesquels elle peut aussi s'enfoncer en saison froide.

Elle présente cependant une plus grande tolérance vis à vis de la nature du fond et peut être capturée sur les fonds de sable. Il en résulte que sa distribution est plus grande : on la trouve ainsi dans les parages de l'embouchure du fleuve Sénégal et, au sud de Dakar, de façon presque continue, de la presqu'île du Cap Vert au Cap Roxo (fig. 51) ainsi que dans les eaux côtières de l'archipel des Bissagos.

Bien que présente toute l'année, cette espèce, que l'on peut capturer jusqu'à -40 m est plus abondante en saison chaude où les captures les plus importantes ont lieu du Saloum à la Casamance, de septembre à décembre. *Pomadasys jubelini* se rassemble alors en bancs de grandes dimensions qui, en raison de leur extension verticale sont vulnérables aux sennes tournantes (GONZALEZ ALBERDI, 1971). Cette espèce est également liée aux eaux chaudes dont elle paraît suivre les déplacements saisonniers (voir 3ème partie). Lors de ces migrations il n'est pas impossible qu'en saison chaude, un stock lié aux embouchures des cours d'eau de Guinée Bissau vienne remplacer, au large du Saloum, le stock sénégalais alors dispersé au nord de Dakar. Ces déplacements sont vraisemblablement responsables de l'extension de l'espèce vers le nord jusque sur le banc d'Arguin en Mauritanie.

GONZALEZ ALBERDI (1971) indique que *Pomadasys jubelini* se reproduit en saison froide, vers le mois d'avril. Les jeunes ont une répartition très côtière et sont capturés à la senne de plage. On les retrouve également assez haut dans les cours d'eau de la région.

II.3.2.2.2.3. *Scyris alexandrinus*.

Cette espèce du peuplement littoral est typiquement une espèce d'eaux chaudes liée aux complexes estuariens. Elle n'est présente en abondance sur le plateau continental, sur les fonds sablo-vaseux à vaso-sableux, que lorsque la température dépasse 22°. En saison froide quelques rares individus ont pu être capturés dans des eaux de température toujours supérieure à 17°.

Scyris alexandrinus, bien que distribué jusqu'à 60 m, n'est abondant que

de 10 à 50 m. Il se reproduit en début et en fin de saison chaude. Il semble que les jeunes vivent dans les eaux très littorales et dans les estuaires.

II.3.2.2.2.4. Drepane africana.

Cette espèce fréquente les mêmes types de fonds que les précédentes. Elle n'y est également abondante qu'en saison chaude où elle se reproduit. Les jeunes vivent dans les zones estuariennes. C'est une espèce très littorale limitée aux fonds de 10 et 20 m. En hiver de grosses quantités peuvent être capturées dans les estuaires où les températures restent élevées toute l'année.

II.3.2.2.2.5. Pseudolithus typus.

Au Sénégal on rencontre cette espèce entre la côte et les fonds de 40 m. Moins abondante et plus littorale que *P. senegalensis* elle semble avoir les mêmes exigences écologiques. Elle est cependant plus tolérante à la dessalure, ce qui lui permet de remonter les estuaires.

Le schéma des migrations saisonnières et l'interprétation qui en a été donnée pour *P. senegalensis* est applicable à *P. typus*.

II.3.2.2.2.6. Cynoglossus goreensis et C. monodi.

Plus littoral que *C. canariensis*, *C. goreensis* fréquente les fonds de sable vaseux ou même de sable très fin généralement proches des estuaires. Cette espèce est également présente en baie de Gorée. Elle n'est jamais capturée au-delà de 20 m et les meilleurs rendements sont obtenus entre 5 et 10 m. C'est une espèce eurytherme, à affinité d'eau chaude, que nous n'avons jamais rencontrée par des températures inférieures à 17°.

Comme la plupart des espèces démersales de la région (cf. 3ème partie) *C. goreensis* se reproduit en fin de saison froide et en fin de saison chaude. Les juvéniles sont très littoraux. On les rencontre en effet dans les captures des senes de plage.

C. monodi est une espèce très littorale rarement capturée au-delà de 20 m de profondeur. Elle est rencontrée indifféremment sur tous les types de fonds sableux à vaseux. THIAM (1978) signale que les concentrations les plus importantes se trouvent au voisinage des embouchures du fleuve Sénégal et de la Casamance.

II.3.3. Etude du peuplement intermédiaire.

On trouvera la répartition bathymétrique des principales espèces du peuplement intermédiaire sur la fig. 56.

II.3.3.1. Caractéristiques de ce peuplement.

Les analyses mathématiques ont fait apparaître que les espèces du peuplement intermédiaire sont distribuées suivant trois types de fonds : meubles et vaseux (biotopie 6), meubles et sableux (biotopie 5), durs et sableux (biotopie 4). Ces espèces ont en commun d'être soumises à des conditions hydroclimatiques particulières qui permettent de souligner l'originalité de ce peuplement.

II.3.3.1.1. Caractéristiques hydroclimatiques.

Comme le peuplement littoral, le peuplement intermédiaire est soumis à des variations saisonnières des paramètres physico-chimiques du milieu. Ces variations sont cependant de plus faible amplitude et en particulier on n'y observe pas, au niveau du fond, les températures élevées ou les fortes dessalures observées en milieu littoral. En outre l'épaisseur de la couche d'eau sus-jacente limite les variations de courte période dues aux phénomènes de marées ou à l'ensoleillement.

Les pulsations de l'upwelling en saison froide et les oscillations de la thermocline en saison chaude sont cependant responsables sur cette partie du plateau continental de variations à moyen terme des conditions hydrologiques.

La figure 57 illustre les variations hydroclimatiques saisonnières auxquelles est soumis le peuplement intermédiaire. Elle donne une représentation spatio-temporelle des résultats des mesures de température, salinité et oxygène effectuées sur le fond pendant une année sur la radiale 15° 40'. L'alternance de deux saisons apparaît nettement. La saison chaude, bien marquée est cependant courte (juin à septembre), le refroidissement des eaux commençant dès le mois de septembre. Les variations thermiques se font sentir jusqu'aux fonds de 100 m où l'on observe une température de 16° de juin à août alors qu'elle n'y est que de 13-14° pendant la saison froide. On peut noter la présence de deux fronts thermiques bien marqués par

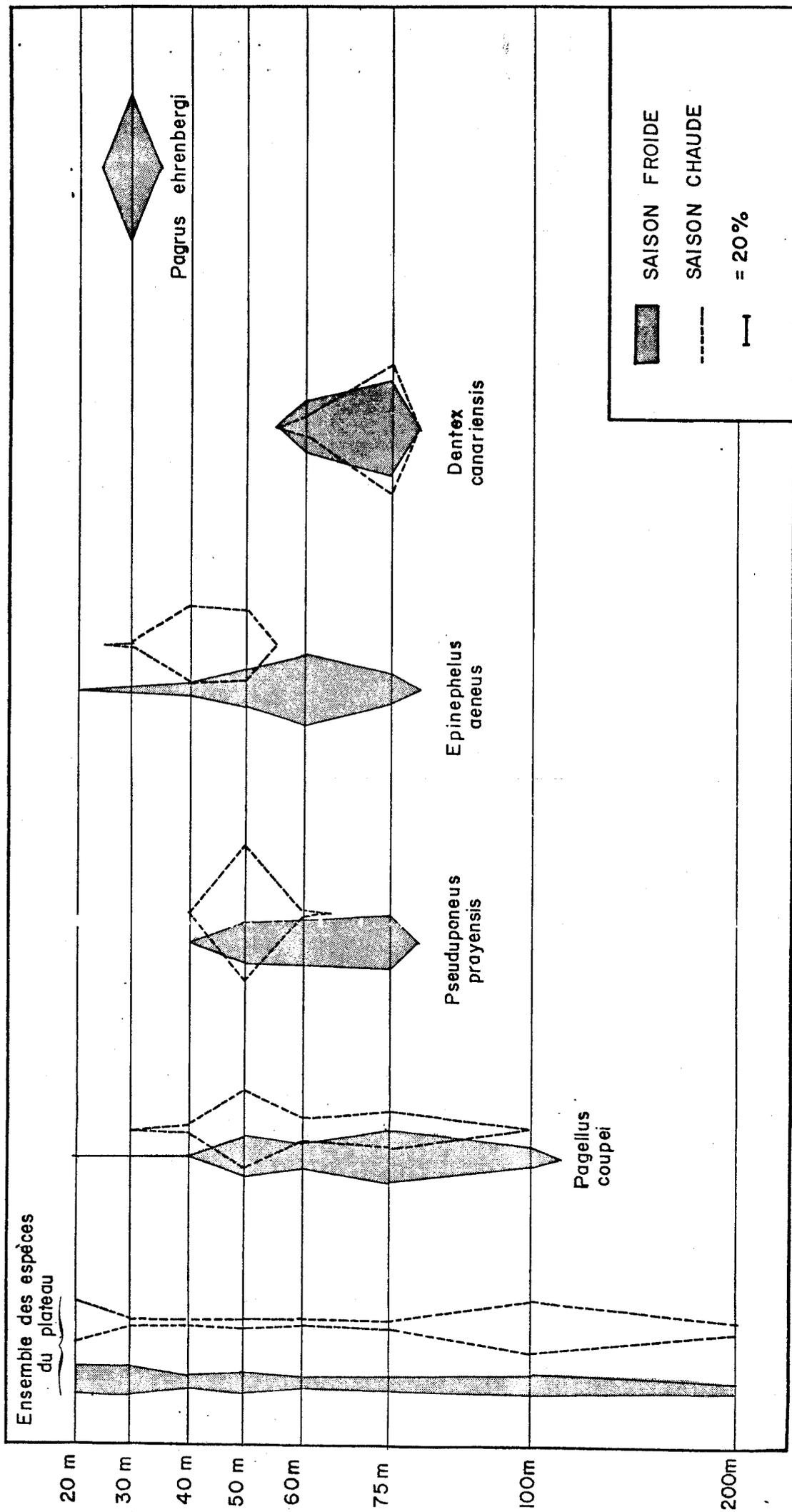


Fig. 56 : Répartition bathymétrique de quelques espèces d'intérêt commercial du peuplement intermédiaire, au niveau de la radiale 15° 40 (En pourcentage des rendements par heure de pêche du Laurent Amaro).

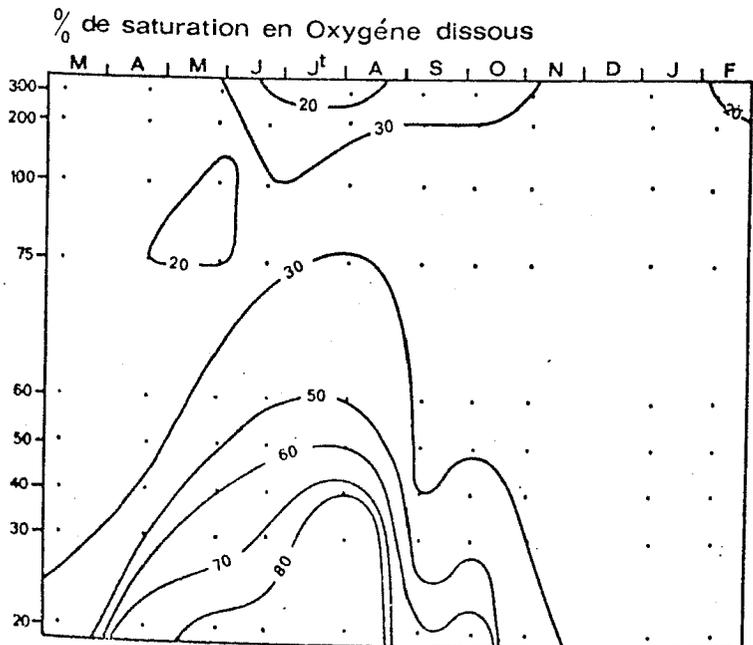
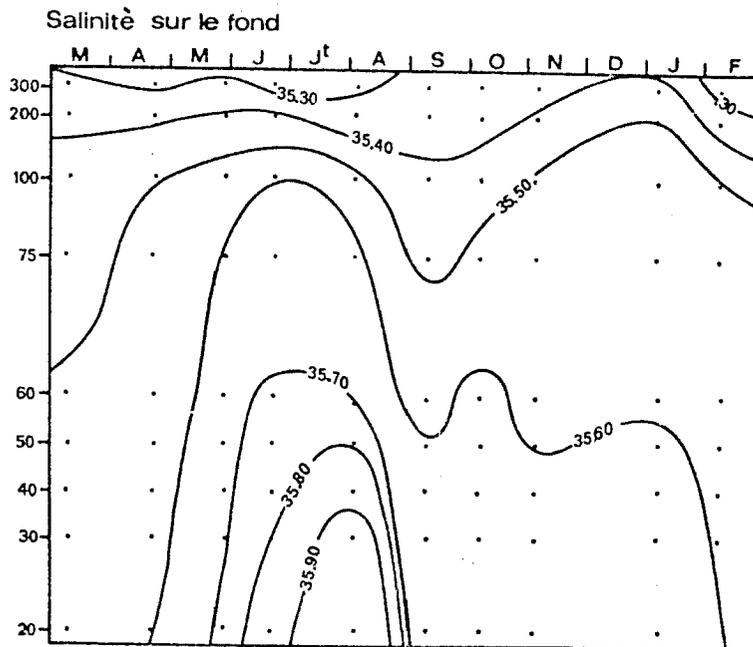
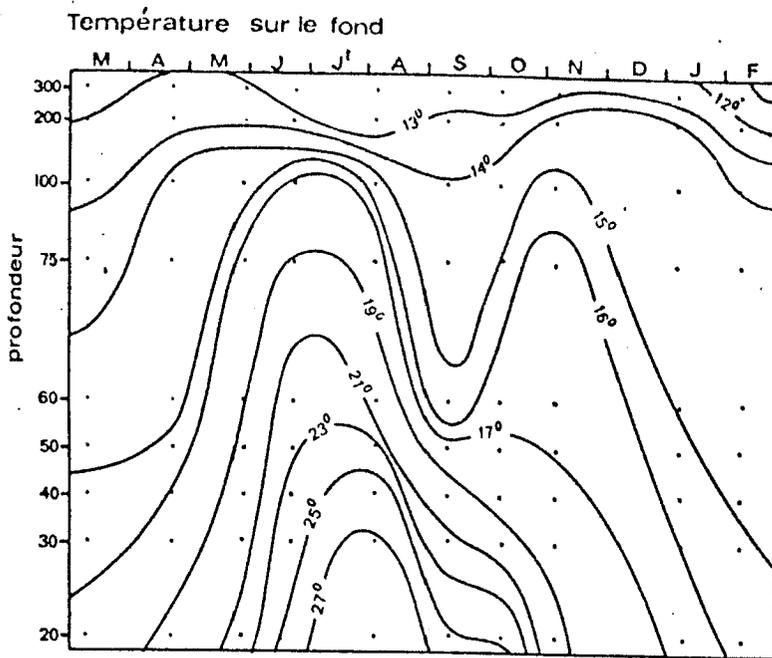


Fig. 57 : Variation des paramètres physiques (température, salinité et oxygène) au niveau du fond sur la radiale 15°40 de mars à février. Les stations sont disposées en fonction de leur éloignement de la côte qui est représentée par le bas de chaque figure.

la chute des températures : l'un aux isobathes 75-100 m et qui ne se déplace pas beaucoup, le second, peu marqué en saison froide mais pouvant s'enfoncer, en s'accroissant, des isobathes 20-30 m en fin de saison froide à 50-60 m en août.

Les salinités varient comme la température : durant toute l'année les eaux sur le fond sont très salées et l'alternance de deux saisons se fait également sentir jusqu'aux fonds de -100 m. Les maxima de salinité sur le fond sont observés de juin à août (35,50 ‰ à 100 m et 35,90 ‰ à 30 m). Un front halin est associé au front thermique et se déplace comme lui.

Cette zone est envahie en saison froide par les eaux d'upwelling pauvres en oxygène. Les teneurs au niveau du fond montrent ainsi des variations saisonnières dont l'influence peut se faire sentir jusqu'aux profondeurs de 75 à 100 m où l'on observe généralement les plus faibles concentrations en oxygène.

II.3.3.1.2. Extension du peuplement intermédiaire.

L'extension du peuplement intermédiaire qui est composé en majorité d'espèces infrathermoclines à affinités d'eaux froides, est déterminée par les oscillations en profondeur de la thermocline et surtout par les mouvements des fronts séparant les eaux chaudes des eaux froides. Il en résulte que, comme le peuplement littoral, ce peuplement a une extension différente en hiver et en été.

En hiver le plateau continental de la région est envahi par les eaux froides. La limite méridionale est constituée par le front de Guinée (1ère partie). Au nord de Dakar ces eaux atteignent la côte. Leur effet est cependant moins sensible dans les deux zones décrites en II.3.2.1.2. Vers le sud, à partir de l'embouchure du Saloum elles sont limitées à l'est par la région frontale séparant l'upwelling du large des eaux chaudes côtières.

En fin de saison froide, vers les mois de mai-juin, des eaux d'origine tropicale venues du sud recouvrent progressivement les eaux froides, l'upwelling diminue d'intensité puis disparaît. Le front thermique se trouve repoussé jusqu'à la latitude du cap Blanc où il se stabilise durant tout l'été. Au sud, il y a apparition d'une thermocline qui s'enfonce progressivement jusqu'à une profondeur qui peut atteindre 40 m. Elle limite vers le haut une couche de discontinuité subsurface (GARCIA, 1977) qui résulte du mélange entre les eaux tropicales superficielles et l'eau subtropicale. Cette couche a une épaisseur de l'ordre de 30 à 40 m et est limitée à sa partie inférieure par une zone à gradient thermique plus faible, au niveau du maximum de salinité subtropical.

Simultanément au réchauffement des eaux on observe que la plupart des espèces démersales à affinité d'eaux froides, ou sahariennes (MAURIN, 1968),

opèrent un mouvement vers le nord qui tend à les maintenir dans un milieu conforme à leurs exigences écologiques. En saison chaude, la plupart de ces individus se trouvent dispersés dans les eaux froides situées au nord du cap Blanc. (cf. 3ème partie). Pendant la migration ces poissons se sont reproduits et, en été, au large du Sénégal, ne subsistent que de jeunes individus cantonnés dans des zones côtières où, lors de la remontée du front, sont restées des lentilles d'eaux froides résiduelles : au sud du cap Timiris, au nord de St-Louis, dans la baie de Gorée et sur la "petite côte" du Sénégal.

En fin de saison chaude s'amorce le processus inverse.

On notera que la dénomination de "peuplement intermédiaire" n'est peut-être pas la mieux appropriée et qu'il eut été préférable de parler de "peuplement d'eau froide de la partie supérieure du plateau continental" par opposition à un "peuplement d'eaux chaudes côtières". Nous conservons cependant cette grande classification adoptée par la plupart des auteurs et qui rend mieux compte de la distribution bathymétrique des espèces. Celles du peuplement intermédiaire se rencontrent en effet toujours plus profondément que celles du peuplement littoral, du moins pour ce qui concerne les individus adultes.

Très schématiquement, dans la région sénégal-mauritanienne, la distribution bathymétrique du peuplement intermédiaire (fig 48 a, b et c) peut être assimilée à la partie du plateau continental, désertée en saison chaude par la plupart des espèces démersales à affinités d'eaux froides, et où l'on observe, en cette saison, l'oscillation du système de la thermocline. En saison froide, lorsque les eaux d'upwelling atteignent la côte, ce peuplement peut se rencontrer sur des fonds très côtiers. Sa limite inférieure se situerait vers 70 à 80 m et correspondrait en gros à la position de l'isotherme 16° (fig. 57 a). Elle coïnciderait en outre avec la plus grande profondeur atteinte par le maximum de salinité subtropical ainsi qu'avec le minimum d'oxygène infra-thermoclineal. Ceci est en accord avec les observations faites par la plupart des auteurs, dont LONGHURST (1958) dans le golfe de Guinée et avec la remarque de POSTEL (1968) qui note la présence d'une zone de discontinuité liée à l'éclairement, située vers 60 à 80 m, qui coïncide dans certains cas avec la partie la plus profonde de la thermocline. On note en effet que le maximum de salinité correspond souvent à une zone à fort gradient de densité limitant les échanges verticaux et propice à l'accumulation de nombreuses particules.

La superficie du plateau continental concernée par le peuplement intermédiaire est indiquée dans le tableau XXVIII.

Tableau XXVIII : Extension du peuplement intermédiaire, en saison froide et au sud de 19° N, jusqu'en Guinée Bissau.

Mauritanie	Sénégal	Guinée Bissau
8000 km ²	13000 km ²	6000 km ²

II.3.3.2. Le peuplement de fonds meubles et vaseux.

II.3.3.2.1. Caractéristiques de ce peuplement.

II.3.3.2.1.1. Distribution.

Ce peuplement occupe les fonds vaseux à vaso-sableux de la partie intermédiaire du plateau continental des profondeurs de 20-30 m jusqu'à 75-80 m (fig. 48 a, b et c).

Sur la côte sud du Sénégal il est peu représenté : on le trouve devant la Casamance vers 12° 20' N et il s'étend vers le sud, au large de la Guinée Bissau, jusqu'à 11° 35' N.

Au nord de Dakar il est présent à partir de la fosse de Kayar jusqu'au cap Timiris (fig. 48 b et c).

II.3.3.2.1.2. Nature du fond et teneur en matière organique.

La couverture sédimentaire est constituée d'éléments fins. La teneur en lutites y est comprise entre 25 et plus de 95 %. Au-delà de 50 m les vasières situées au nord de la fosse de Kayar et au sud de l'embouchure de la Casamance sont le siège, en saison froide, d'accumulations d'importantes quantités de matière organique (chapitre I.4) dont la reminéralisation entraîne à cette profondeur un important déficit en oxygène au niveau du fond.

En saison chaude où les températures élevées accélèrent les processus de reminéralisation et où l'eau ne se trouve plus renouvelée par les courants dus à l'upwelling, les teneurs en oxygène, à cette profondeur, sont vraisemblablement très faibles : PINSON-MOUILLOT (1980) observe en effet que cette vase contient des

fragments de pyrite, ce qui traduit l'existence d'un milieu réducteur.

Les plus fortes concentrations en matière organique se rencontrant vers 60 à 80 m, le minimum d'oxygène se situerait vers ces profondeurs. Il s'accentuerait encore en saison chaude où sa position sur le fond correspondrait sensiblement avec celle du gradient maximum de densité dont le caractère de frontière pour les poissons se trouverait ainsi renforcé.

II.3.3.2.1.3. Le benthos.

Malgré les faibles teneurs en oxygène que l'on observe sur ces fonds les indices d'abondance du benthos semblent relativement importants sans cependant atteindre les valeurs obtenues pour les sables grossiers ou les sables vaseux (chapitre I.5).

Le groupe zoologique le mieux représenté est celui des polychètes. En Côte d'Ivoire, INTES (1980) observe, dans la zone médiane du plateau continental, dont les conditions édapho-climatiques sont sensiblement identiques à celles du Sénégal, la présence d'espèces de polychètes réputées comme indicatrices de pollution et capable de supporter des milieux pauvres en oxygène où même réducteurs.

II.3.3.2.2. Répartition des espèces de fonds meubles et vaseux.

La partie intermédiaire du plateau continental est généralement peuplée par des poissons adultes qui supportent plus difficilement que les jeunes, cantonnés près de la côte, les variations des conditions hydrologiques du milieu dues notamment aux pulsations de l'upwelling en saison froide et aux oscillations de la thermocline en saison chaude, ainsi qu'aux mauvaises conditions d'oxygénation des zones vaseuses dont nous venons de parler. Il en résulte que ces poissons se déplacent beaucoup de façon à se maintenir dans des conditions de milieu satisfaisant au mieux leurs exigences écologiques. Ces déplacements de faible amplitude sont plus marqués au voisinage des changements de saisons. Ils sont responsables des variations importantes des rendements des chalutages que l'on observe en un point donné d'un jour à l'autre, où même d'un trait à l'autre pour une position de pêche légèrement différente. Il nous est ainsi fréquemment arrivé, surtout en saison froide, d'obtenir des "coups nuls", là où la veille des rendements intéressants avaient été observés. Ce phénomène, que les pêcheurs appellent "coupures", est également signalé par TROADEC (1971) en Côte d'Ivoire.

Il découle de ceci que peu d'espèces apparaissent comme significativement présentes sur ces fonds, ainsi que l'a montré le test de BONNET. Parmi celles-ci

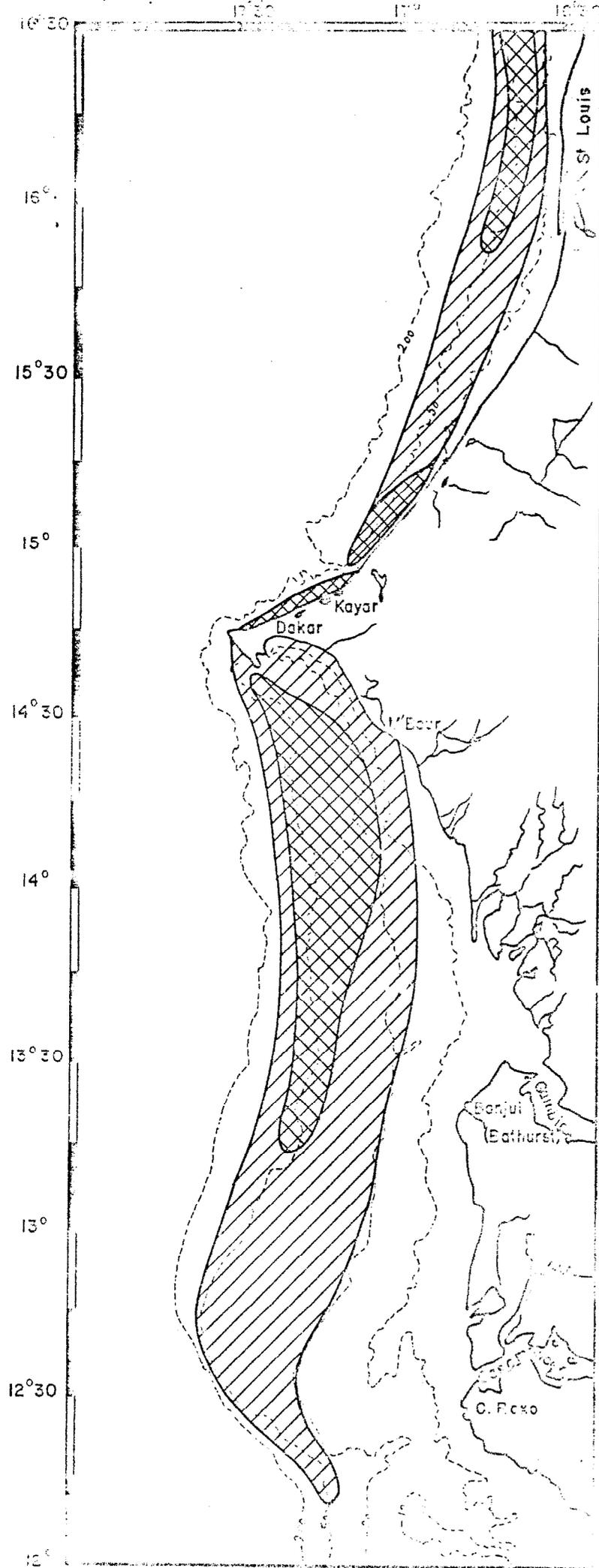
seul *Pagellus coupei*, qui en 1977 venait en tête des débarquements de la pêche chalu-
tère dakaroise avec 19 % du poids des captures totales (LHOMME et SYLLA, 1978)
présente un intérêt économique.

. Répartition de *Pagellus coupei* (fig. 58 et 59).

Le test statistique de BONNET, qui ne tient pas compte de l'abondance
mais de la fréquence de présence de l'espèce dans un biotope donné, a montré que
Pagellus coupei est significativement présent sur les fonds meubles et vaseux de
la partie intermédiaire du plateau continental et qu'on le rencontre également avec
des valeurs de t élevées sur les autres types de fonds (tableau XXV). La plupart
des auteurs et plus particulièrement RIJAVEC (1973) au Ghana observent aussi que
cette espèce est présente sur tous les types de fonds mais indiquent qu'elle est
plus abondante sur les fonds de sable ainsi qu'au voisinage des affleurements ro-
cheux. Il en est de même au Sénégal où *Pagellus coupei* est plus connu comme une es-
pèce de fonds de sable que de vase. Les conclusions du test de BONNET s'expliquent
par le fait que cette espèce effectue des déplacements saisonniers affectant uni-
quement les adultes qui vivent préférentiellement dans les zones sableuses. En sai-
son chaude ne subsistent dans la région que les jeunes qui peuvent alors être ren-
contrés dans des zones vaseuses. La probabilité de rencontrer toute l'année *P. coupei*
sur des fonds vaseux se trouve ainsi augmentée.

La distribution bathymétrique de cette espèce (fig 56) montre qu'elle vit
dans les eaux de la thermocline là où, à un instant donné, les conditions hydrolo-
giques ambiantes sont les plus contrastées. Au Ghana, RIJAVEC (1973) donne la tem-
pérature de 20° comme optimum pour la présence de *P. coupei*. Dans la zone sénégalo-
mauritanienne il semble que la présence en abondance de cette espèce soit liée à
la présence sur le fond d'eaux de température comprise entre 16 et 18°.

En saison froide, au large du Sénégal et de la Mauritanie, *P. coupei* vul-
gairement appelé pageot, est présent sur une bande comprise entre 20 et 80 m de pro-
fondeur. Au nord de Kayar, ainsi qu'en Mauritanie, il semble distribué plus profon-
dément et peut atteindre l'isobathe 100 m. Dans les zones où les eaux d'upwelling
atteignent la côte (entre Dakar et Mbour ainsi qu'au sud immédiat du cap Timiris)
on peut le rencontrer très près du littoral. Il s'agit alors généralement de jeunes
individus qui peuvent être capturés à la senne de plage. Les zones d'abondance du
pageot coïncident avec la présence de fonds de sable ou de sables vaseux plus ou
moins durs. Les plus grosses concentrations sont observées entre 30 et 75 m. En
Guinée Bissau il peut être capturé en abondance sur les fonds de sable situés au
sud de l'archipel des Bissagos.

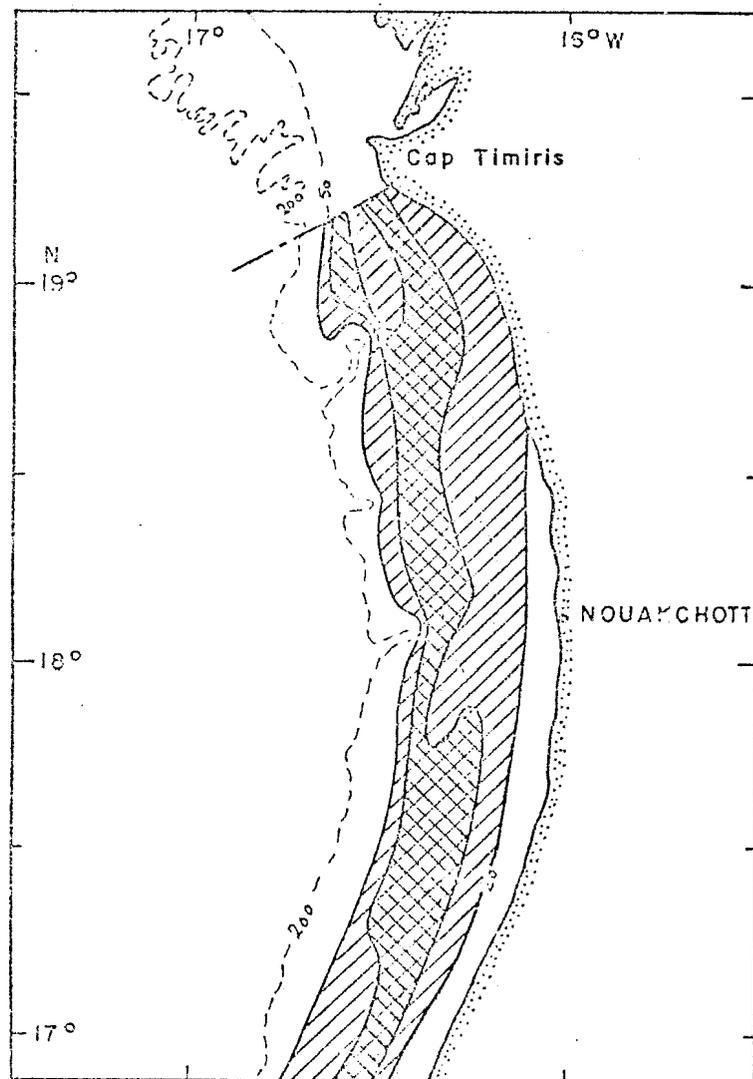


Pagellus coupei

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (saison froide)

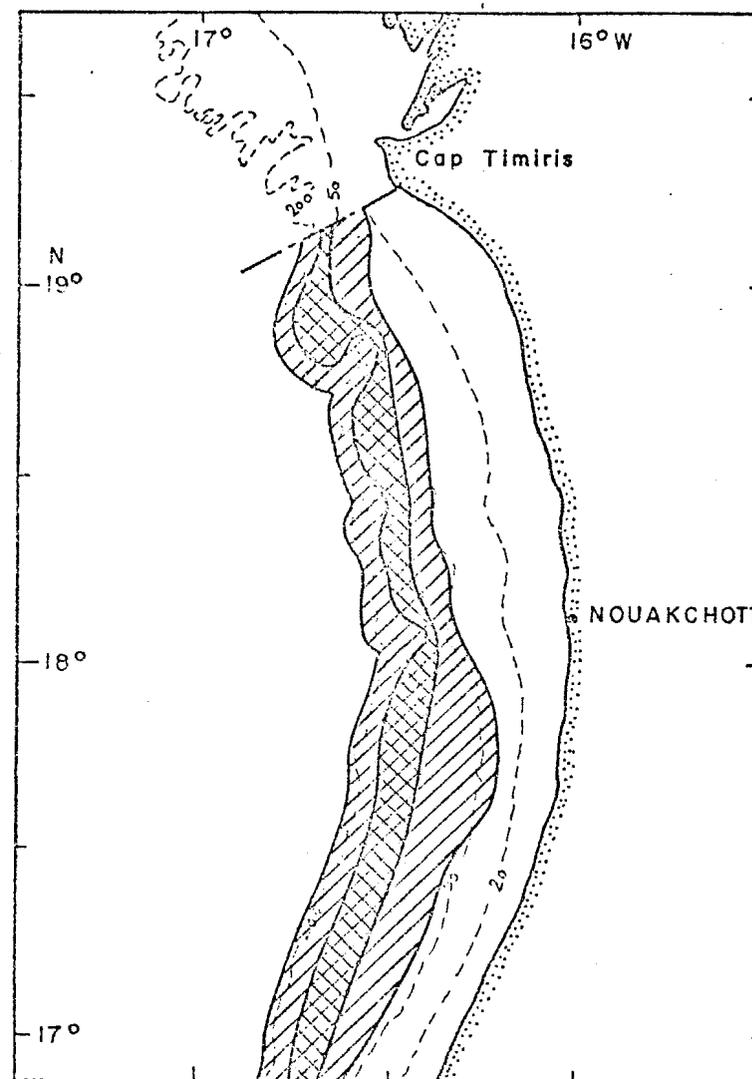
FIGURE 58

Répartition de quelques espèces démersales d'intérêt économique sur le plateau continental sénégambien



Pagellus coupei

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (saison chaude)



Zeus faber mauritanicus

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (saison froide)

Fig. 59 : Répartition de Pagellus coupei et de Zeus faber mauritanicus au large de la Mauritanie.

En saison chaude *P. coupei* n'est capturé en abondance par les chalutiers qu'au large de la Mauritanie (fig. 60). A cette époque ne subsistent au Sénégal que les jeunes n'ayant pas atteint leur taille de première reproduction ainsi qu'un petit stock d'adultes regroupé au niveau des zones rocheuses situées au voisinage de la presqu'île du cap Vert. Ces individus sont alors capturés à la ligne à partir du port piroguier dakarois de Soumbédioune.

P. coupei se reproduit essentiellement en fin de saison froide et en fin de saison chaude. Les individus se regroupent alors sur les fonds de 30 à 40 m. Il existe une stratification des tailles en fonction de la profondeur, les plus jeunes individus se trouvant le plus près de la côte.

II.3.3.3. Le peuplement de fonds meubles et sableux.

II.3.3.3.1. Caractéristique de ce peuplement.

II.3.3.3.1.1. Distribution.

Ce type de peuplement est bien représenté au sud de Dakar jusque vers 12° 20' N (fig. 48 c). On le retrouve plus bas, en Guinée Bissau, au sud de l'archipel des Bissagos. Au nord de Dakar (fig. 48 b) il n'occupe qu'une frange côtière de part et d'autre de la fosse de Kayar. En Mauritanie enfin (fig. 48 a) il est bien développé de 16° 20' N au cap Timiris.

Ce peuplement peut être côtier là où les remontées d'eaux froides se produisent près de la côte : de Dakar à Mbour, dans la région de Kayar, au nord de St-Louis ainsi qu'au sud immédiat du cap Timiris.

II.3.3.3.1.2. Nature du fond.

La couverture sédimentaire est constituée de sable plus ou moins grossier pouvant être légèrement envasé. Au large de la côte sud du Sénégal, de Dakar à la Gambie, il existe de vastes zones où la roche formée d'un grès de plage riche en éléments carbonatés affleure à la surface du sédiment. Celui-ci devient alors très grossier et présente des hautes teneurs en CaCO_3 . Ce type de fond se retrouve au large de la Mauritanie à la latitude de 17° N. La dispersion des affleurements rocheux autorise à le classer dans la catégorie des fonds meubles et sableux. On observe cependant au voisinage de ces affleurements la présence d'une faune typique de fonds durs et rocheux. Il en résulte que la distinction entre fonds meubles et fonds durs n'est pas toujours aisée et que les fonds sableux seront souvent peuplés

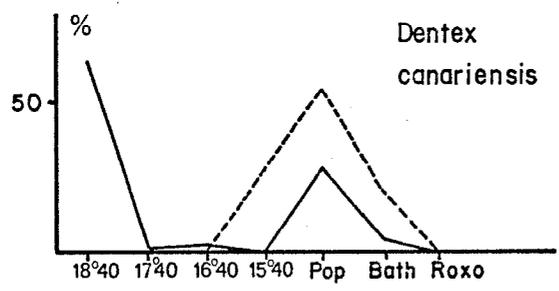
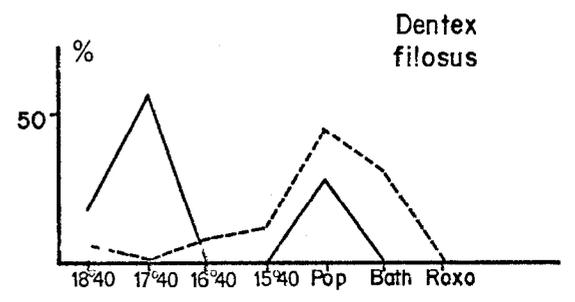
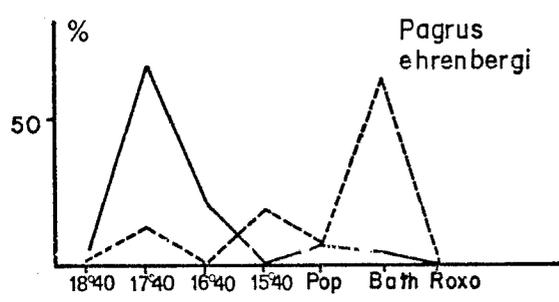
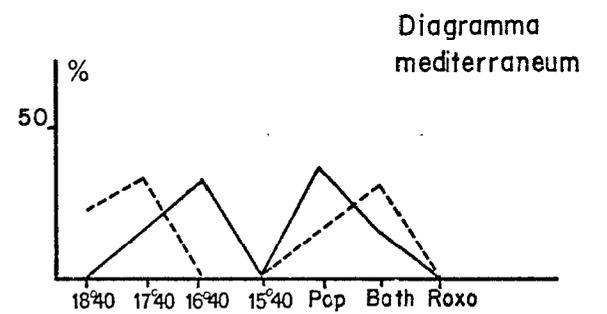
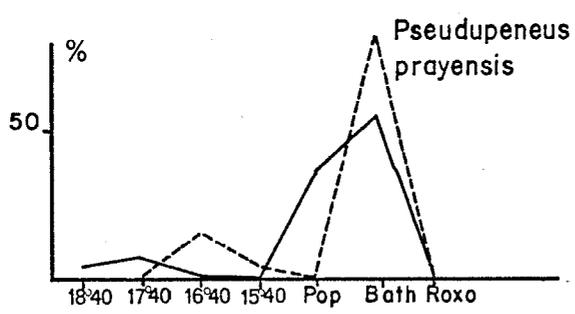
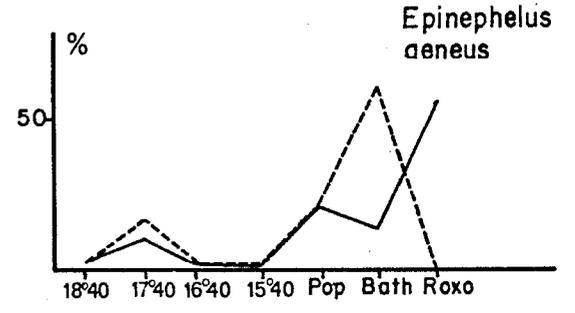
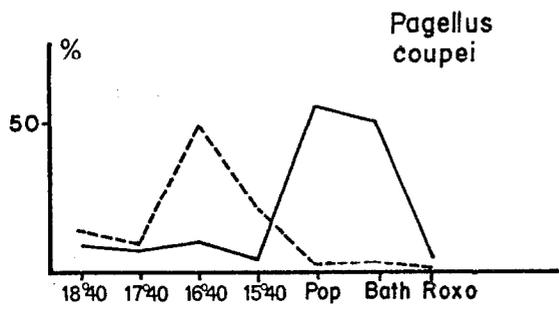


Fig. 60 : Répartition de quelques espèces du peuplement intermédiaire en fonction de la latitude, en saison froide (—) et en saison chaude (----).

par une faune mixte, composée d'espèces à affinité pour les biotopes rocheux et d'espèces à affinité pour les biotopes sableux.

Les fonds meubles et sableux sont la plupart du temps pauvres en matière organique qui n'y trouve pas un substrat favorable à son accumulation. Elle est en général immédiatement oxydée à la surface du sédiment ou transportée par les courants. Ceci a pour conséquence que, sur ces fonds, les minimums d'oxygène ont lieu uniquement en saison froide lors de la remontée des eaux d'upwelling.

II.3.3.3.1.3. Le benthos.

De tous les fonds du plateau continental les fonds de sable grossier et de sable légèrement envasé apparaissent les plus riches en benthos (chapitre I.5). Au sud de la latitude de l'embouchure du Saloum, les fonds sont recouverts d'un sable fin très propre où les indices d'abondance en benthos sont faibles. Cette zone est peu fréquentée par les poissons démersaux. Tout juste y observe-t-on, en période de transition inter-saisons, le passage de concentrations d'espèces en cours de migration. Cette partie du plateau continental est cependant exploitée par les chalutiers en raison de la présence de la seiche *Sepia officinalis hierredda*.

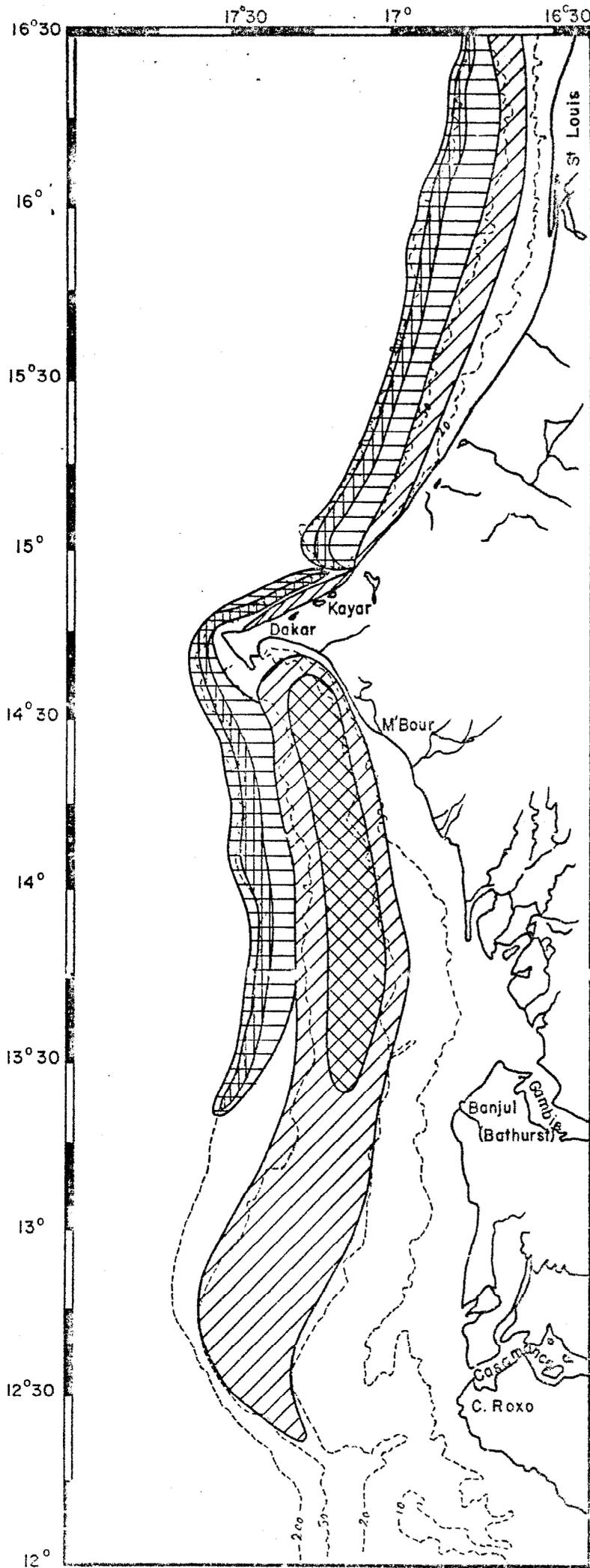
II.3.3.3.2. Etude de la répartition de quelques espèces présentant un intérêt économique.

II.3.3.3.2.1. *Pseudupeneus prayensis* (fig. 61).

Le rouget, *Pseudupeneus prayensis*, qui a une valeur marchande élevée, fait l'objet d'une exploitation chalutière spécialisée. Cette espèce fréquente généralement un biotope sensiblement identique à celui de *Pagellus coupei* avec qui elle est fréquemment capturée. Elle peut aussi en effet être rencontrée sur des fonds de vase sableuse mais les principales concentrations s'observent sur les zones de sable grossier légèrement vaseux, la plupart du temps riche en débris carbonatés. C'est une espèce que l'on trouve à la fois sur les fonds meubles et sableux et sur les fonds plus durs proches des zones rocheuses.

La distribution bathymétrique de *P. prayensis* est moins large que celle de *P. coupei* (fig. 56). C'est une espèce plus côtière que l'on peut considérer comme caractéristique du sommet du système de la thermocline.

Au Sénégal, le rouget est distribué sur pratiquement toute la longueur du plateau continental entre les profondeurs de 20 et 70 m. Les zones d'abondance se situent d'une part au niveau des fonds de sable que l'on trouve de part et d'autre



Pseudupeneus prayensis

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (saison froide)

Zeus faber mauritanicus

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (saison froide)

FIGURE 61

Répartition de quelques espèces démersales d'intérêt économique sur le plateau continental Sénagambien

de Kayar et d'autre part sur une frange du plateau continental qui s'étend au sud du cap Vert entre les sondes de 30 à 50 m. Cette frange correspond sensiblement à la zone où, sur les fonds sableux, les affleurements rocheux sont les plus nombreux. Cette espèce, présente en Mauritanie, n'y semble jamais abondante.

P. prayensis ne paraît pas effectuer de déplacements saisonniers (fig. 60). Le maximum de reproduction semble avoir lieu en saison chaude (mai à septembre), saison pendant laquelle on trouve de jeunes individus en grande quantité en baie de Gorée et, plus au sud, jusqu'à l'embouchure du Saloum.

II.3.3.3.2.2. *Pagrus ehrenbergi* (fig. 62).

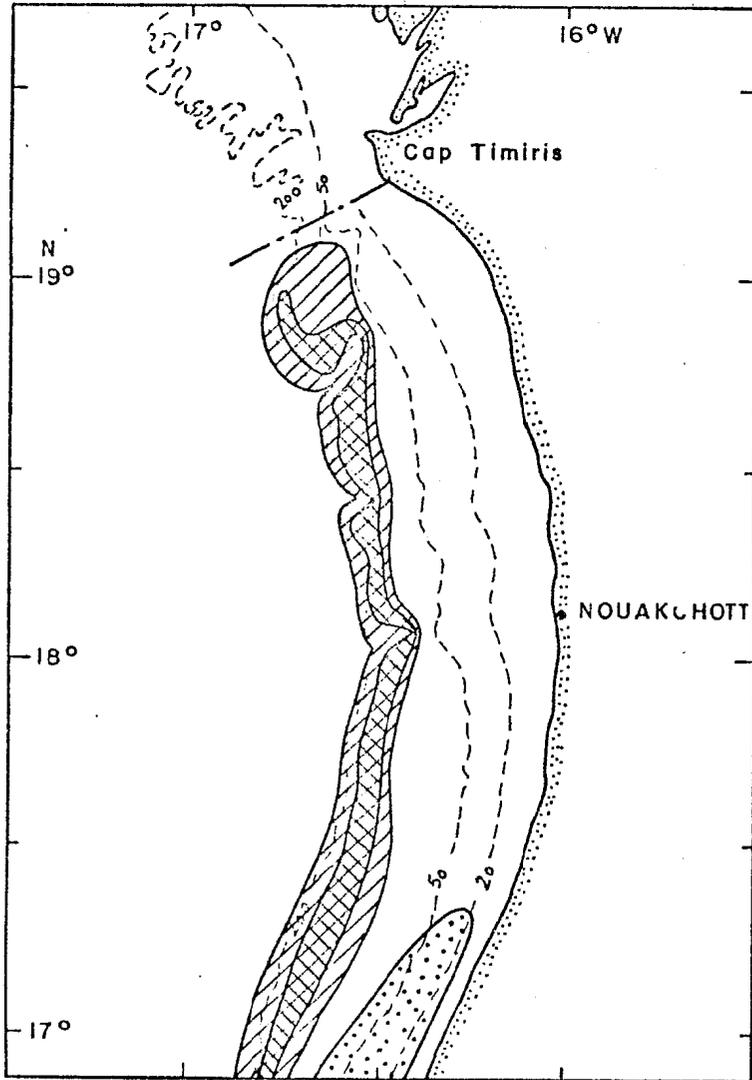
Le pagre, *Pagrus ehrenbergi*, se trouve généralement sur des fonds de sable légèrement envasés. C'est une espèce relativement côtière qui vit entre les fonds de 15 m et ceux de 30 m. *P. ehrenbergi* est surtout abondant sur le plateau continental mauritanien essentiellement de 16° N à la latitude de Nouakchott. Cette espèce vit souvent en bancs et les principales concentrations s'observent entre 20 et 30 m.

Au Sénégal les individus adultes ne sont présents qu'en fin de saison froide au terme de leur migration vers le sud (cf 3ème partie, chap.III.2). Ils sont alors regroupés pour leur reproduction essentiellement entre Mboro et St-Louis, zone dans laquelle ils sont intensément exploités à partir des chalutiers et des pirogues. En saison chaude ne subsistent au large du Sénégal que les jeunes qui se trouvent alors cantonnés dans les eaux côtières entre Dakar et la Gambie (fig. 60).

P. ehrenbergi est présent en Guinée Bissau sur les fonds de sable situés au sud de l'archipel des Bissagos. De gros individus peuvent y être capturés en saison froide. Il s'agit vraisemblablement d'un stock n'ayant aucun lien avec le stock mauritanien.

II.3.3.3.2.3. *Epinephelus aeneus* (fig. 63).

Cette espèce, communément appelée "thiof" au Sénégal, a une répartition sensiblement identique à celle de *Pagellus coupei*. Le fait qu'elle soit exploitable au chalut à proximité des affleurements rocheux et que notre échantillonnage ait été effectué au moyen d'un tel engin nous l'a fait classer parmi les espèces de fonds meubles et sableux. Il s'agit en fait d'une espèce ayant une plus grande préférence pour les fonds rocheux où se trouvent concentrés les plus gros exemplaires. Ils y sont capturés à la ligne à partir des cordiers et des pirogues. Les plus grosses concentrations s'observent au sud de Dakar au niveau des bancs rocheux qui

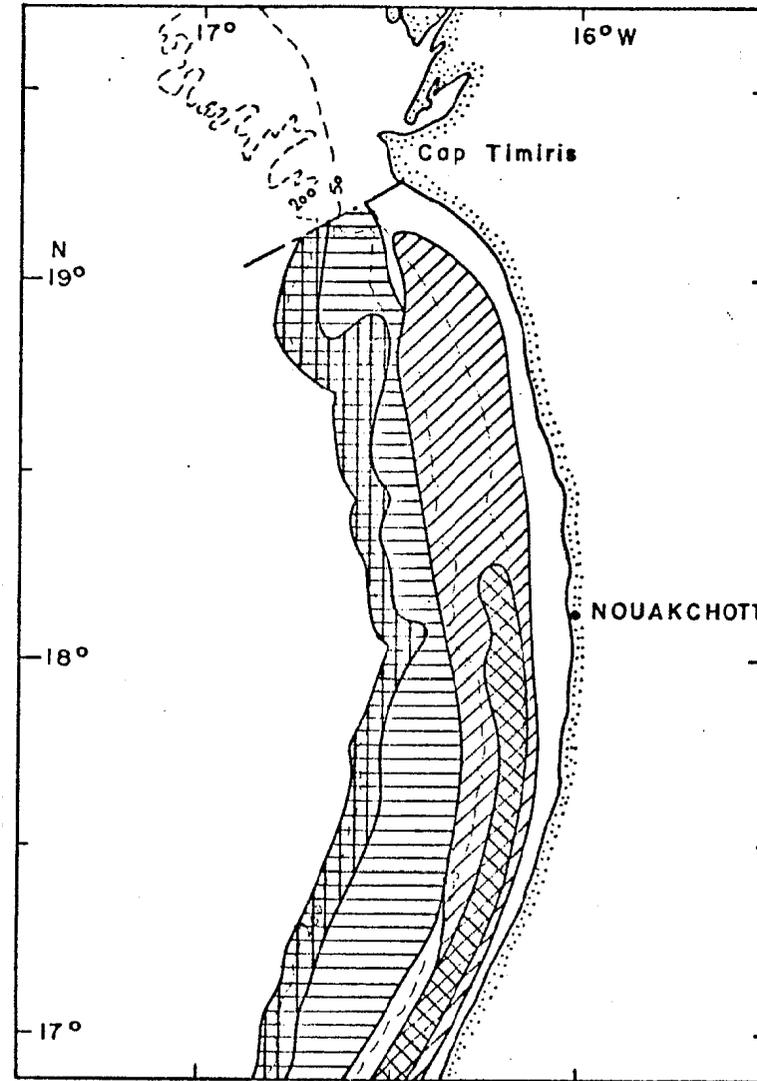


Dentex angolensis et Dentex macrophthalmus

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (toute l'année)

Diagramma mediterraneum

-  aire de distribution



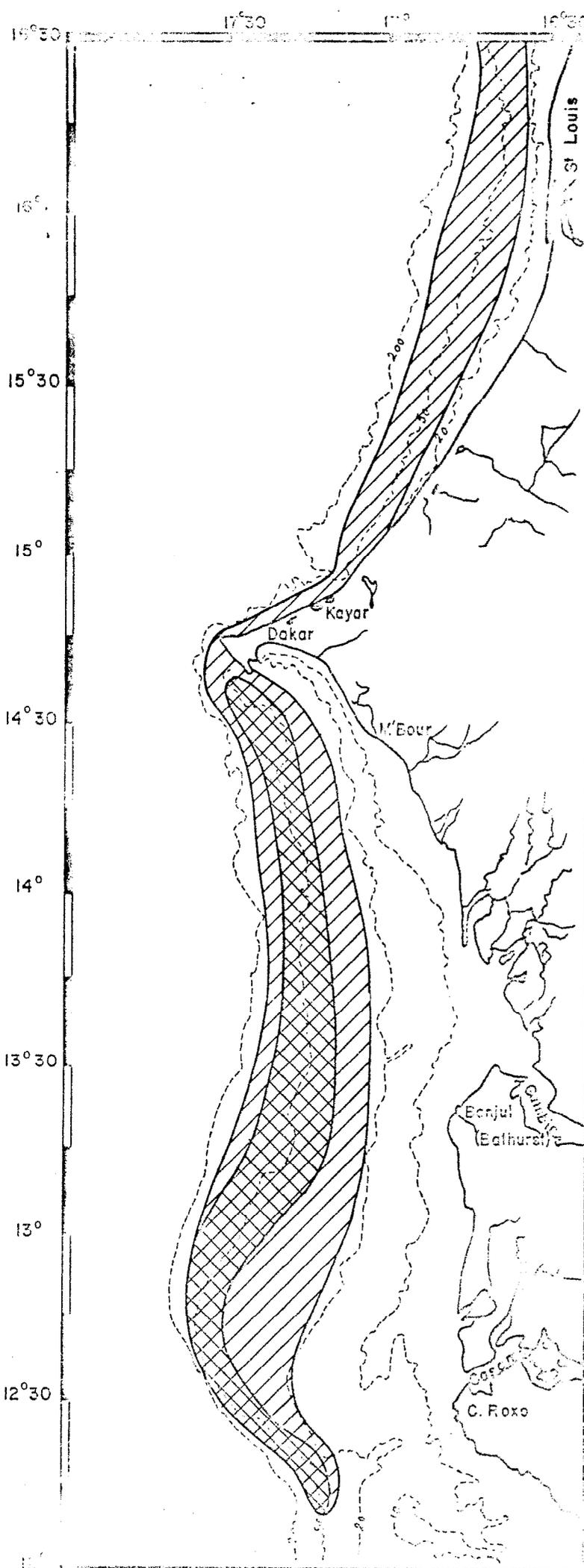
Pagrus ehrenbergi

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (fin de saison froide, début de saison chaude)

Merluccius spp

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (saison froide)

FIGURE 62



Epinephelus aeneus

-  aire de distribution
-  zones d'abondance (saison froide)

FIGURE 63

Répartition de quelques espèces commerciales d'intérêt économique sur le plateau continental Sénégalais

s'étirent le long de l'isobathe 50 m.

E. aeneus se reproduit en fin de saison froide ainsi qu'en saison chaude. Il existe une stratification des tailles en fonction de la profondeur, les jeunes individus se trouvant toujours les plus près de la côte.

II.3.3.4. Le peuplement de fonds durs.

II.3.3.4.1. Caractéristiques de ce peuplement.

Nous avons déjà signalé la ressemblance entre les peuplements de fonds meubles et sableux et ceux des fonds durs ainsi que le mélange que l'on peut observer entre les deux types de peuplements. Les véritables fonds durs sont en fait constitués de formations rocheuses qu'il est impossible d'échantillonner au moyen d'un chalut. Nous appellerons espèces de fonds durs celles dont le biotope normal est la roche mais qui peuvent vivre dispersées à proximité de celle-ci devenant ainsi vulnérables au chalut. Les plus gros exemplaires de ces espèces ne peuvent être capturés qu'à la ligne sur les formations rocheuses elles-mêmes.

Certaines espèces de fonds meubles telles que *Pagellus coupei*, *Pagrus ehrenbergi* ou *Epinephelus aeneus* peuvent y trouver refuge. Il s'agit généralement de gros individus. Les zones rocheuses du plateau continental jouent ainsi pour ces espèces, exploitées industriellement, un rôle de protection.

Les fonds situés à proximité des bancs rocheux sont généralement formés de sables grossiers comprenant de nombreux débris carbonatés provenant de la roche en place. Ils peuvent être légèrement envasés et sont riches en benthos.

Le peuplement de fonds durs est essentiellement développé au sud de Dakar où il occupe une bande sensiblement comprise entre 40 et 60 m et qui s'étend jusqu'à la latitude de la Casamance. En Guinée Bissau, il existe au sud de l'Archipel des Bissagos. On le trouve également en Mauritanie entre 16° 30' N et 17° 30' N.

II.3.3.4.2. Répartition de quelques espèces présentant un intérêt économique.

Les espèces du peuplement de fond dur sont distribuées suivant l'aire que nous avons attribuée à ce peuplement sur les figures 48 a, b et c. Les plus importantes économiquement sont : *Dentex canariensis*, *Dentex filusus*, *Mycteroperca ubra*, *Epinephelus goreensis* et *Diagramma mediterraneum*.

Cette dernière espèce, appelée dorade grise peut parfois, en saison froide, être capturée en abondance par les chalutiers exploitant le stock de pageots au sud

de Dakar. Dans cette zone elle peut en effet se constituer en bancs très localisés au moment de sa reproduction. La répartition de *Diagramma mediterraneum* est donnée sur les fig. 52 et 62.

Comme pour la plupart des espèces du peuplement intermédiaire les espèces du peuplement de fonds durs voient leurs juvéniles se rassembler près de la côte, de la baie de Gorée à l'embouchure du Saloum. Ils y sont alors très vulnérables aux sennes de plage.

II.3.4. Etude du peuplement du rebord du plateau continental.

On trouvera la répartition bathymétrique des principales espèces de ce peuplement sur la fig. 64.

II.3.4.1. Caractéristiques de ce peuplement.

II.3.4.1.1. Caractéristiques hydroclimatiques.

Les espèces du peuplement du rebord du plateau continental vivent dans des eaux dont les caractéristiques varient peu au cours de l'année : les écarts thermiques ainsi que ceux des autres paramètres s'y amenuisent considérablement (fig. 57). La température y varie entre 14 et 16° au cours de l'année et on y observe des salinités sensiblement de l'ordre de 35,5 ‰.

II.3.4.1.2. Nature du fond.

Les fonds correspondant au peuplement du rebord du plateau peuvent être recouverts de vase, de vase sableuse ou de sable vaseux. En relation avec ceci les analyses mathématiques ont permis de mettre en évidence deux groupes d'espèces : espèces à affinité pour la vase (biotope 2) et espèces à affinité pour les sables vaseux (biotope 3).

Sur ces fonds la teneur en matière organique est appréciable et généralement comprise entre 1 et 2 %. Les mesures d'abondance en benthos que nous avons effectuées entre 80 et 100 m ont montré l'existence de biomasses comprises entre 1 et 2 g/m². Au-delà nous ne possédons pas de données sur le benthos. Il semble qu'à partir de la profondeur de 80 m les indices d'abondance aient tendance à augmenter (chapitre I.5).

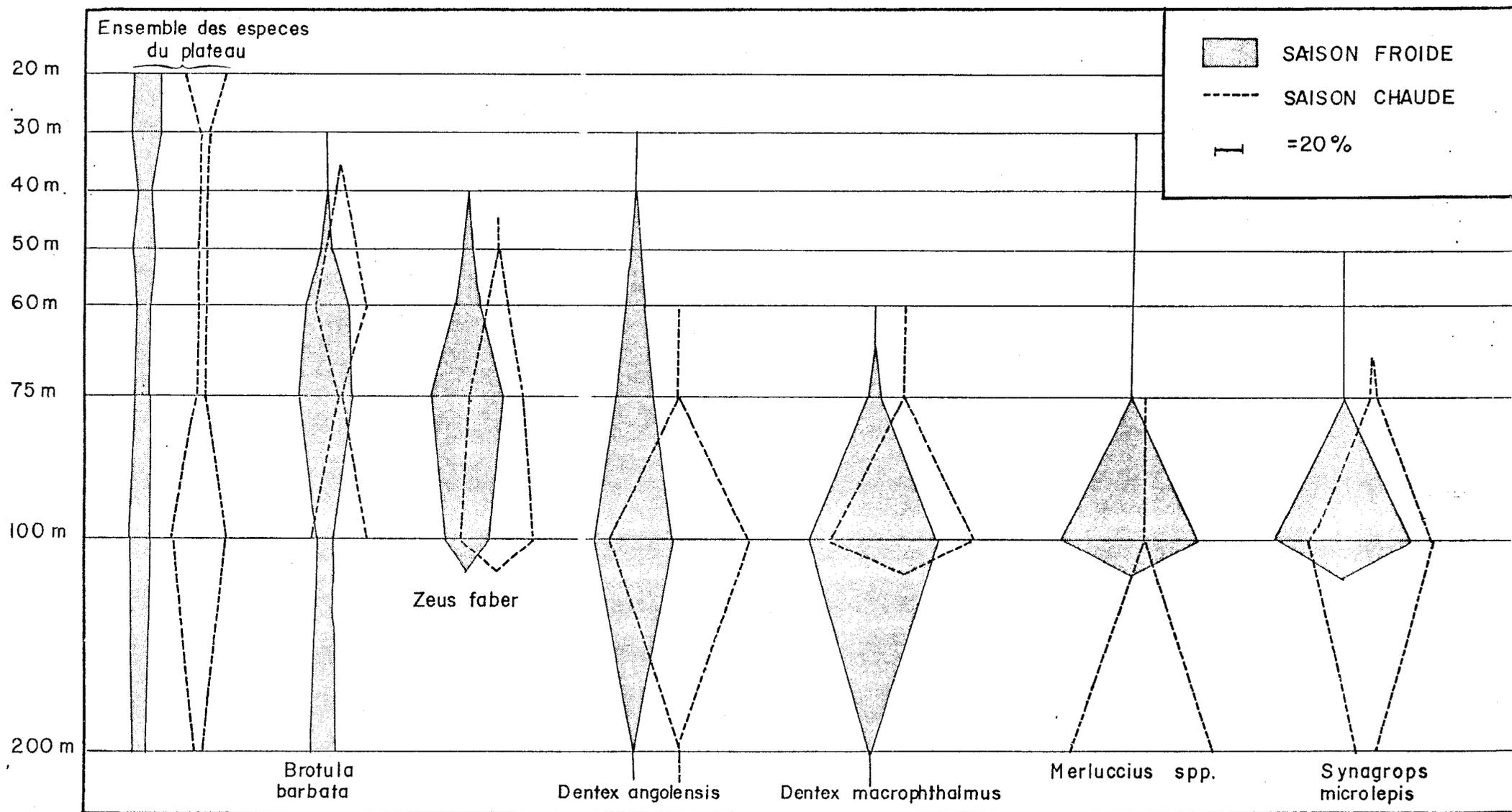


Fig. 64 : Répartition bathymétrique de quelques espèces d'intérêt commercial du peuplement du rebord du plateau au niveau de la radiale 15° 40. (En pourcentages des rendements par heure de pêche du Laurent Amaro).

II.3.4.1.3. Extension.

La stabilité des conditions hydroclimatiques a pour conséquence que le peuplement du rebord du plateau n'est pas affecté par des migrations saisonnières. Des mouvements nord-sud ont cependant été décrits par certains auteurs pour quelques espèces : *Dentex macrophthalmus* (DOMANEVSKY L.N. et STEPKINA M.V., 1971) et la langouste rose *Palinurus mauritanicus* (MAIGRET J., 1976). Il ne s'agit vraisemblablement que de mouvements apparents qui pourraient correspondre à des migrations bathymétriques décalées dans le temps et dans l'espace faisant apparaître les espèces sur le rebord du plateau, dans la zone de pêche à des moments différents. Ces variations spatio-temporelles de capturabilité donneraient l'illusion d'un mouvement nord-sud. L'existence de mouvements saisonniers verticaux a ainsi été mise en évidence par ELWERTOWSKI et MAURIN (1963) chez *Dentex macrophthalmus*.

Le peuplement du rebord du plateau continental forme une bande continue encadrant sensiblement la rupture de pente que l'on observe vers 100-120 m. Son extension semble limitée vers la côte par les isobathes 70 à 80 m (fig. 48 a, b et c). Les jeunes individus de ce peuplement peuvent cependant atteindre les petits fonds : ainsi, en saison froide il n'est pas rare d'observer la présence de juvéniles de *Dentex angolensis*, de *D. macrophthalmus*, de *Brotula barbata* ou de *Merluccius spp.* sur les fonds de 30 m et parfois 20 m.

La limite inférieure de ce peuplement se situerait vers 200 m de profondeur. Plus bas, ainsi que l'a montré l'analyse en composantes principales appliquée à la radiale 15° 40', la faune change. Au-delà de 300 m les fonds et les espèces qui les fréquentent sont encore mal connus.

La superficie concernée par le peuplement du rebord du plateau est indiquée dans le tableau XXIX.

Tableau XXIX : Extension du peuplement du rebord du plateau continental, de 19° N à la Guinée Bissau.

MAURITANIE	SENEGAMBIE	GUINEE BISSAU
5 300 km ²	6 500 km ²	4 500 km ²

II.3.4.2. Description de la répartition des espèces à partir de l'analyse des correspondances.

Le test de BONNET a permis de mettre en évidence les espèces caractéristiques des fonds de 100 m en distinguant celles qui vivent sur les fonds de vase des autres (tableaux XXIV et XXV).

Le format du programme utilisé pour l'analyse des correspondances appliquée aux sept radiales ne nous a pas permis d'inclure dans le traitement les stations 200 m. Nous avons donc repris l'analyse en appliquant aux stations 100 et 200 m la combinaison des outils mathématiques déjà décrite : analyse des correspondances, nuées dynamiques et hiérarchisation. Nos connaissances sur le milieu et la biologie des espèces considérés ici ne permettant pas l'interprétation des axes de rang élevé, nous ne présentons que les résultats obtenus à partir de l'analyse des coordonnées aux trois premiers axes : fig. 65 pour les stations et fig. 66 pour les espèces. Le code des stations est indiqué dans le tableau XXX.

La structure obtenue pour les stations fait apparaître quatre grandes subdivisions que nous avons numérotées de I à IV sur la fig 65. Elle souligne, pour les stations 100 m, l'opposition entre celles situées au sud de Dakar (groupes I et II) et les autres (groupe IV). Ce contraste est vraisemblablement lié à la nature du fond. On observe en effet que les stations 100 m de la radiale de Roxo (groupe I), à fonds de vase, sont fortement opposées à tous les autres prélèvements et plus particulièrement aux stations de la radiale 18° 40' à fonds de sable vaseux grossier. Cette différence avait déjà été signalée lors de l'étude de l'ensemble des stations 10 à 100 m des "7 radiales" par l'analyse des correspondances.

L'homogénéité des stations 200 m est bien mise en évidence par la hiérarchisation. On note également ici un agencement des stations selon qu'elles se trouvent au nord ou au sud de Dakar. Outre une différence dans la nature des sédiments, qui sont mal connus à cette profondeur, ceci peut traduire la disparition progressive vers le sud de certaines espèces comme les merlus (*Merluccius spp.*) qui se font rares au sud de la presqu'île du cap Vert.

La structure obtenue à partir de l'analyse des espèces (fig. 66) fait apparaître trois groupes numérotés de 1 à 3. La signification du groupe 1, opposé à l'ensemble des autres espèces, ne nous est pas apparue. Le groupe 2 regroupe les espèces les plus profondes que l'on rencontre communément sur les fonds de 200 et 300 m telles que *Squalus fernandinus*, *Ophidion barbatum*, *Malacocephalus coriophthalmus*, *Chlorophthalmus frazer-bruenneri*, *Helicolenus dactylopterus* etc... Le troisième groupe enfin est composé d'espèces plus eurybathes qui vivent sur les fonds

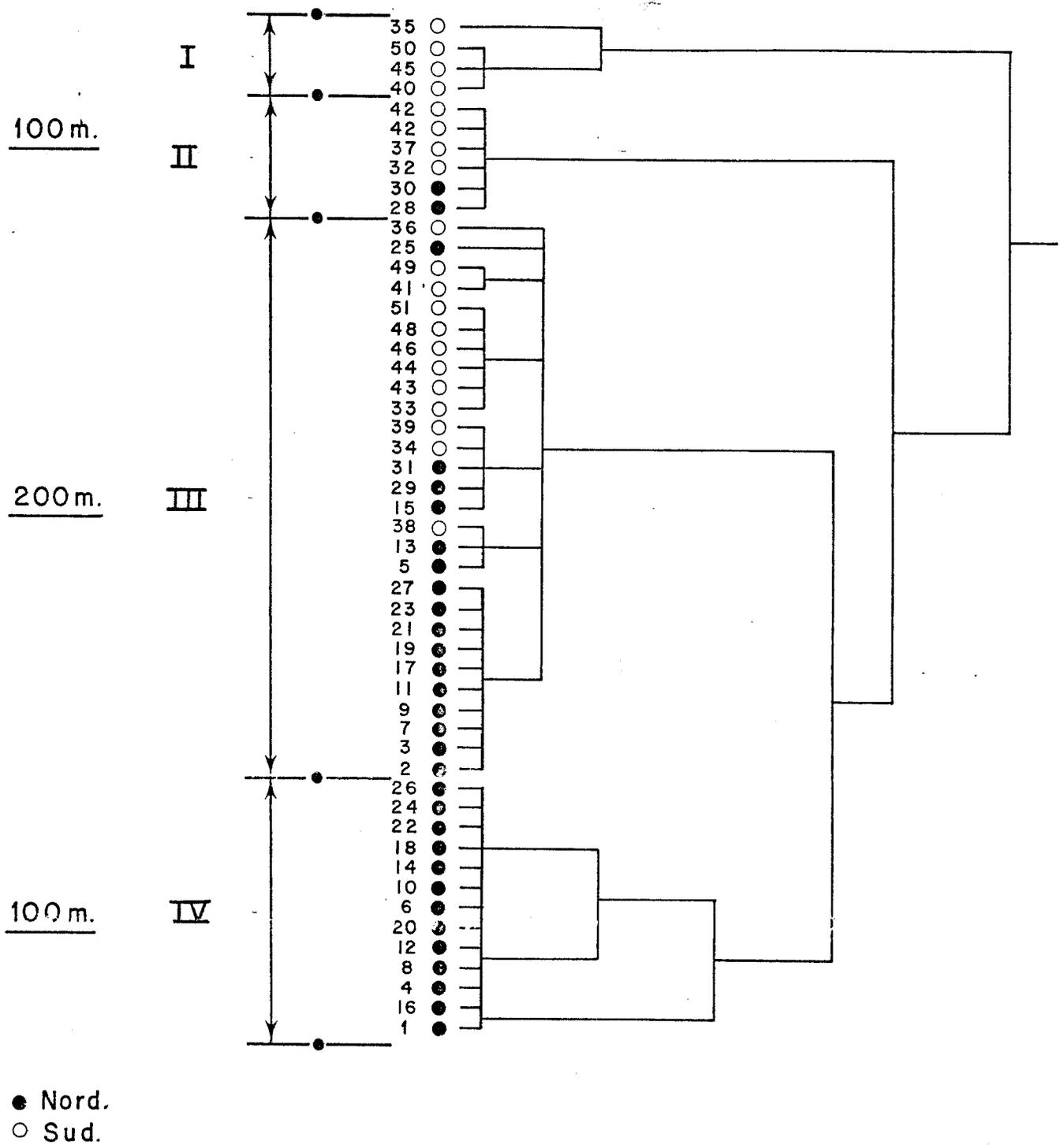


Fig. 65 : Résultats de l'analyse combinée (nuées dynamiques et hiérarchisation) à partir des coordonnées des points aux trois premiers axes de l'analyse des correspondances (STATIONS 100 et 200 m)

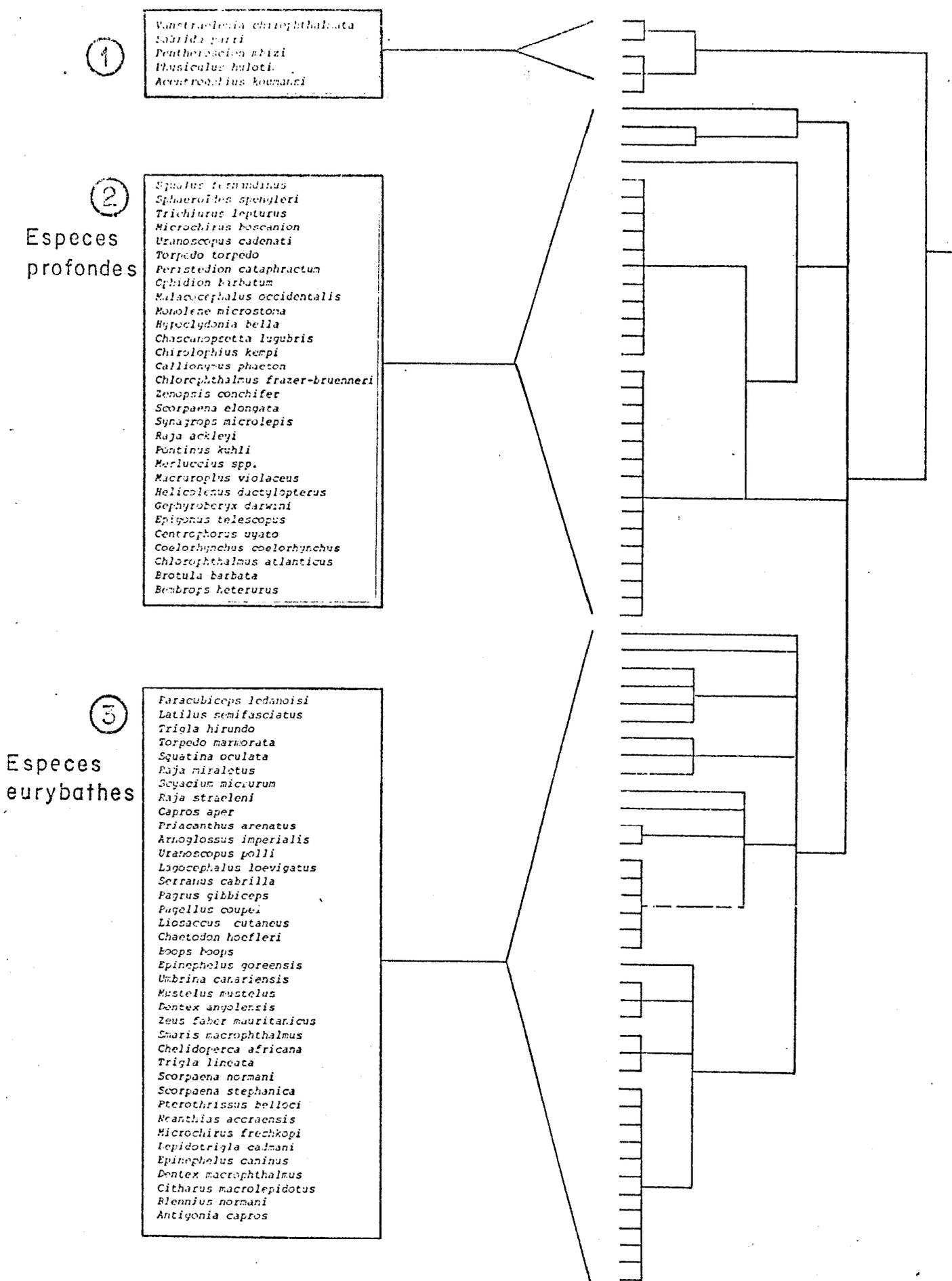


Fig. 66 : Résultat de l'analyse combinée à partir des coordonnées des points espèces aux trois premiers axes de l'analyse des correspondances (espèces des stations 100 et 200 m)

de 100 m mais que l'on peut trouver plus profondément jusqu'à 200 m ainsi que sur le plateau continental jusqu'aux profondeurs de 50 et même 30 m. Parmi ces espèces on peut citer *Mustelus mustelus*, *Raja miraletus*, *Pagellus coupei*, *Scyaciium micrum* etc... A ce titre le peuplement du rebord du plateau continental apparaît plus comme un peuplement de transition entre le peuplement intermédiaire et la faune profonde du talus, que comme un peuplement original.

Tableau XXX : Code des stations 100 et 200 m des "7 radiales" traitées par l'analyse des correspondances.

DATE		DECEMBRE 1971	FEVRIER 1972	MAI 1972	SEPTEMBRE 1972
RADIALES	Sonde (m)	N ^o S	N ^o S	N ^o S	N ^o S
18° 40'	100 m 200 m	1 2	8 9	16 17	24 25
17° 40'	100 m 200 m	3	10 11	18 19	26 27
16° 40'	100 m 200 m	4 5	12 13	20 21	28 29
15° 40'	100 m 200 m	6 7	14 15	22 23	30 31
Popenguine	100 m 200 m	32 33	37 38	42 43	47 48
Bathurst	100 m 200 m	34	39	44	49
Roxo	100 m 200 m	35 36	40 41	45 46	50 51

II.3.4.3. Répartition de quelques espèces présentant un intérêt économique.

II.3.4.3.1. Espèces à affinité pour les fonds de vase (biotope 2).

II.3.4.3.1.1. Brotula barbata.

La brotule arrivait en 1977 au 5ème rang des espèces débarquées à Dakar et représentait 8,5 % de la prise totale (LHOMME et SYLLA, 1978). Cette espèce est présente de 70 à 300 m sur tout le rebord du plateau (fig. 55). Elle fréquente surtout les fonds vaseux et on ne la rencontre en abondance qu'au large du cap Roxo, au nord de Dakar entre 15° 20' et 16° N et en Mauritanie à la latitude de 16° 40' N. Elle n'est présente en grande quantité qu'en saison froide de février à mai époque à laquelle on la capture entre 60 et 100 m. A cette saison des juvéniles de cette espèce peuvent être trouvés jusqu'aux fonds de 30 m.

En saison chaude, lors des prospections des "7 radiales" nous n'avons rencontré *Brotula barbata* qu'au large du cap Roxo (fig. 67). Sur la radiale 15° 40' en 1970-1971 nous l'avions rencontrée toute l'année (fig. 64). En saison chaude cette espèce semble s'enfoncer sur la pente du plateau. Nous n'avons aucune indication sur sa reproduction.

II.3.4.3.1.2. Synagrops microlepis.

Cette espèce n'est pas commercialisée au Sénégal mais peut représenter un intérêt économique en raison de son abondance. Elle est normalement distribuée entre 75 et 200 m (fig. 64). Des individus juvéniles peuvent être rencontrés en saison froide jusqu'à 50 m. *Synagrops microlepis* est présent sur le rebord du plateau toute l'année (fig. 67). Les meilleurs rendements sont cependant observés en fin de saison chaude sur les fonds de 75 à 100 m.

II.3.4.3.2. Espèces à affinité pour les fonds de sable vaseux
(biotope 3).

II.3.4.3.2.1. Dentex angolensis et Dentex macrophthalmus.

Ces deux espèces du peuplement de la bordure continentale sont encore peu exploitées par la flottille chalutière sénégalaise. Il s'agit souvent d'une pêche complémentaire de celle de la brotule et seuls les plus gros exemplaires sont conservés.

II.3.4.3.2.2. Zeus faber mauritanicus.

Le St-Pierre est une espèce de saison froide qui vit sur les fonds de

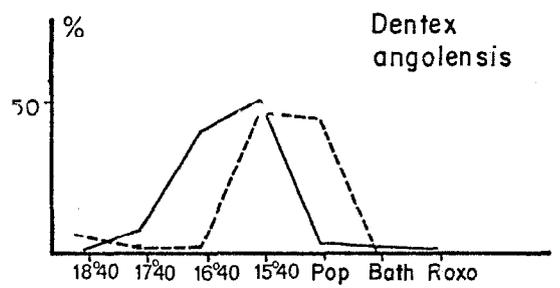
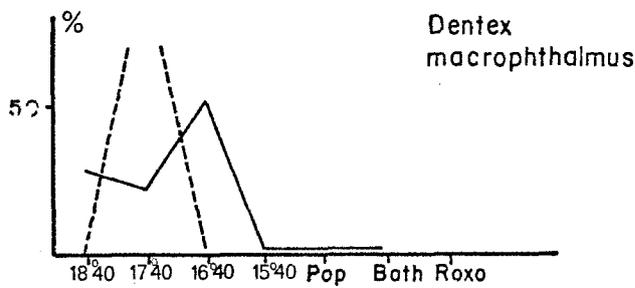
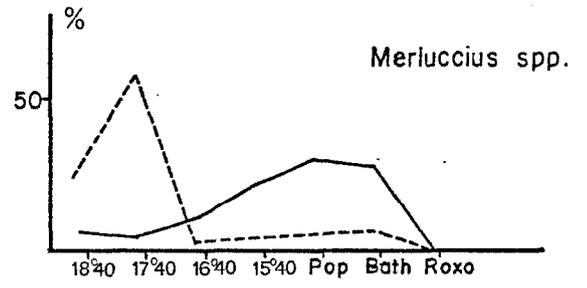
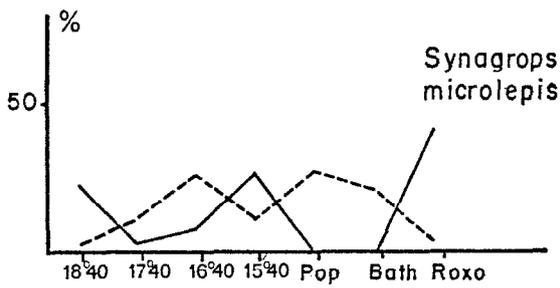
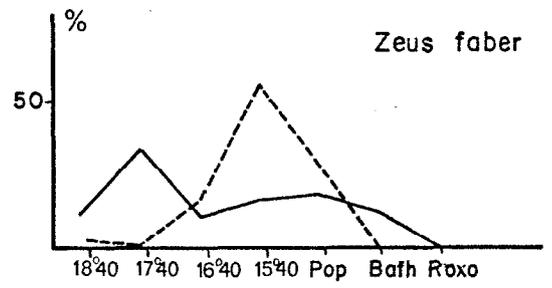
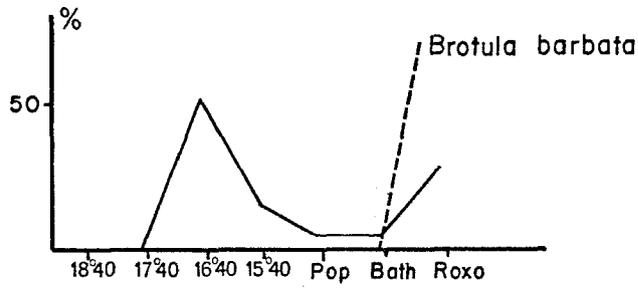


Fig. 67 : Répartition de quelques espèces du peuplement du rebord du plateau en fonction de la latitude, en saison froide (—) et en saison chaude (---)

sable vaseux entre 40 et 100 à 150 m de profondeur. Les plus importantes concentrations s'observent de 75 à 100 m tout le long du rebord du plateau. La limite sud de son aire de répartition semble se situer à la latitude de la Gambie (fig. 61 et 59).

Cette espèce se reproduit en fin de saison froide, d'avril à juin. En saison chaude elle s'enfonce le long de la pente continentale et ne subsistent plus sur le plateau, à cette époque, que les jeunes individus.

II.4 - ESSAI D'INTERPRETATION DE LA REPARTITION DES ESPECES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL.

A partir des connaissances que l'on a des différents paramètres biotiques ou abiotiques du milieu régnant sur le plateau continental, il est possible de tenter une interprétation globale de la répartition des divers peuplements. Tout les auteurs qui ont étudié les espèces démersales du golfe de Guinée (tableau XXIV b) ont insisté sur le rôle des conditions hydrologiques et plus particulièrement sur celui de barrière joué par la thermocline. Ceci les a amené à classer les espèces, indépendamment de la nature du fond, en trois principaux ensembles :

- espèces suprathermoclineales
- espèces eurybathes vivant dans la zone de battement de la thermocline
- espèces infra-thermoclineales.

Cette classification a été établie essentiellement pour le golfe de Guinée au sens strict où les variations saisonnières des conditions hydrologiques sont moins accusées que dans la zone sénégal-mauritanienne (les phénomènes d'upwelling, notamment, y sont moins marqués) et ne semblent pas y induire de déplacements saisonniers de grande amplitude des poissons.

Au Sénégal et en Mauritanie, au contraire, les espèces ne subissent pas les conditions hydrologiques saisonnières qui ne leur conviennent pas car l'ouverture, au nord, vers le milieu tempéré, permet aux espèces à affinité "d'eau froide" de fuir, en saison chaude, les eaux tropicales et, inversement, l'ouverture au sud vers le milieu tropical permet, en saison froide, aux espèces à affinité "d'eau chaude" d'y trouver des conditions satisfaisant au mieux leurs exigences écologiques. Il résulte de ceci que la classification adoptée pour le golfe de Guinée n'est valable, dans la région sénégal-mauritanienne, qu'en saison chaude lorsque la thermocline y est bien établie ; encore qu'à cette saison la majorité des adultes des espèces composant le peuplement intermédiaire se trouve cantonnée dans les parages du cap Blanc au nord de la zone frontale séparant les eaux chaudes des eaux froides* (chapitre III.3).

* Si l'on assimile ce front à une remontée de la thermocline jusqu'à la surface on retrouve bien la classification adoptée pour le golfe de Guinée mais avec cette fois-ci une stratification en latitude : espèces suprathermoclineales au sud, espèces de la thermocline au nord du front.

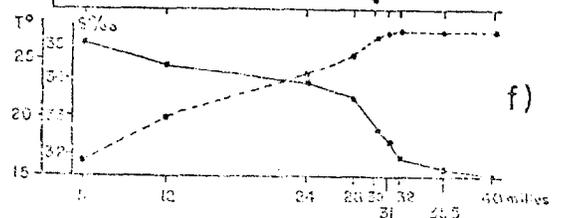
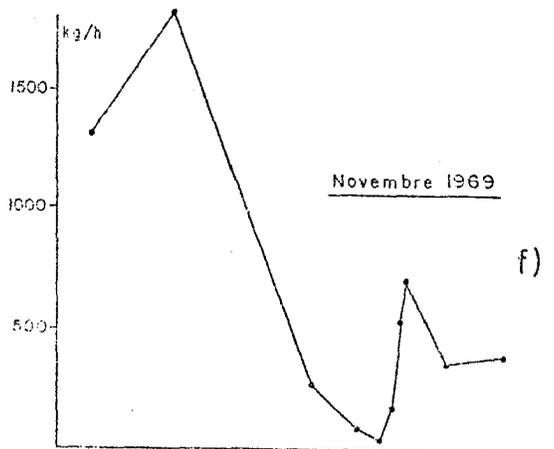
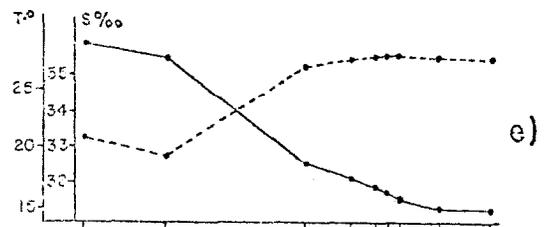
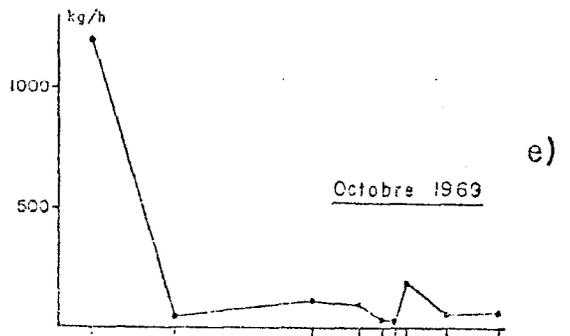
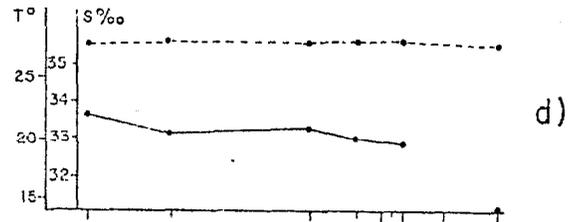
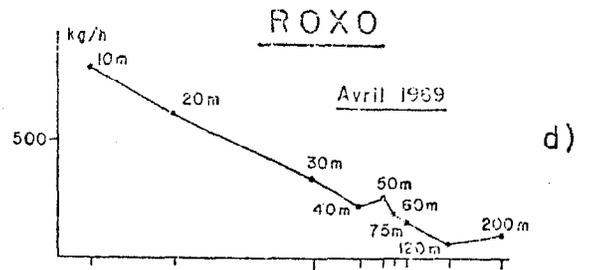
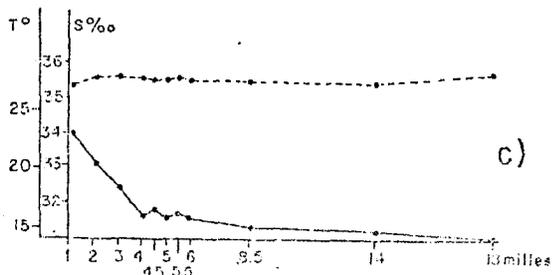
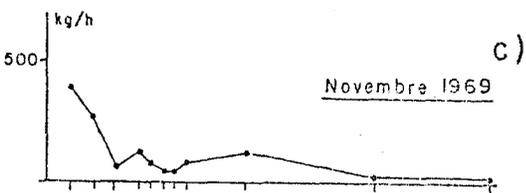
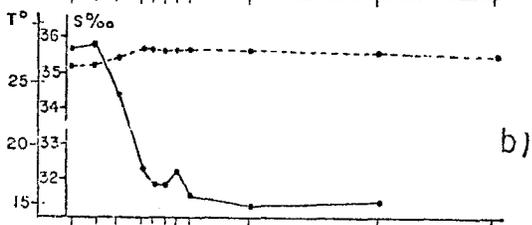
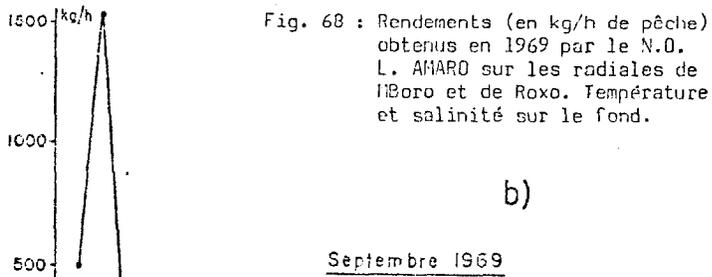
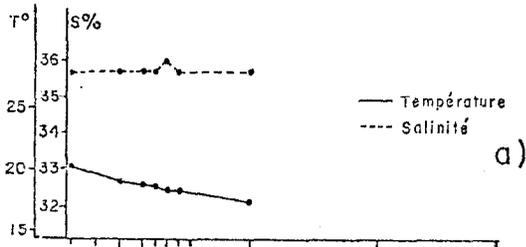
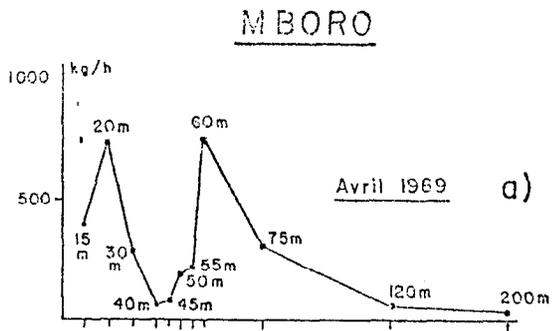


Fig. 68 : Rendements (en kg/h de pêche) obtenus en 1969 par le N.O. L. ANARO sur les radiales de MBORO et de Roxo. Température et salinité sur le fond.

En saison froide deux cas peuvent se présenter :

- ou bien, en raison de la configuration du plateau continental et de la côte, les eaux d'upwelling n'atteignent pas le littoral : on y trouve alors une faune d'eau chaude, que nous avons appelée peuplement littoral, qui se trouve séparée du peuplement intermédiaire non plus par une thermocline mais, ainsi que nous l'avons vu, par la zone frontale séparant les eaux chaudes de l'eau froide de l'upwelling situé plus au large.

- ou bien l'upwelling atteint la côte et le peuplement suprathermoclinial d'eaux chaudes n'existe pas.

Si l'on analyse les rendements (kg/h de pêche obtenus par le Laurent Amaro) on constate les faits suivants (fig. 68 et 69) :

- ils sont toujours élevés sur les petits fonds.
- ils diminuent rapidement vers 40 m que ce soit en saison froide ou en saison chaude.
- quelle que soit la saison ils ne sont jamais très élevés de 40 à 75 m.
- en saison chaude la brusque diminution que l'on observe vers 40 m correspond sensiblement à la position de la thermocline.
- en fin de saison chaude on observe souvent une brusque augmentation des rendements sur les fonds de 75 à 100 m.

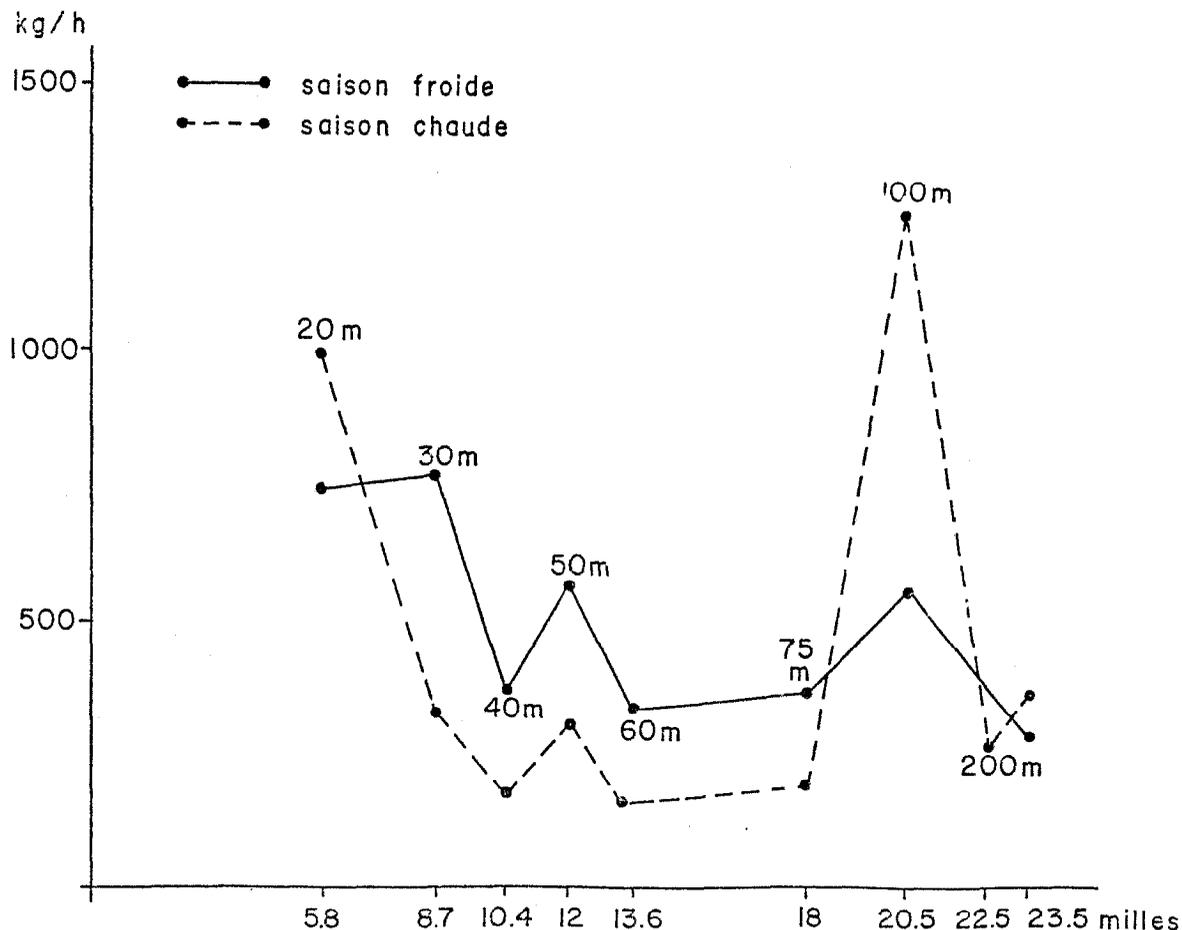


Fig. 69 : Rendements (en kg/h de pêche) obtenus par le N.O. LAURENT AMARO sur la radiale 15° 40.

En saison froide deux cas peuvent se présenter :

- ou bien, en raison de la configuration du plateau continental et de la côte, les eaux d'upwelling n'atteignent pas le littoral : on y trouve alors une faune d'eau chaude, que nous avons appelée peuplement littoral, qui se trouve séparée du peuplement intermédiaire non plus par une thermocline mais, ainsi que nous l'avons vu, par la zone frontale séparant les eaux chaudes de l'eau froide de l'upwelling situé plus au large.

- ou bien l'upwelling atteint la côte et le peuplement suprathermoclinial d'eaux chaudes n'existe pas.

Si l'on analyse les rendements (kg/h de pêche obtenus par le Laurent Amaro) on constate les faits suivants (fig. 68 et 69) :

- ils sont toujours élevés sur les petits fonds.
- ils diminuent rapidement vers 40 m que ce soit en saison froide ou en saison chaude.
- quelle que soit la saison ils ne sont jamais très élevés de 40 à 75 m.
- en saison chaude la brusque diminution que l'on observe vers 40 m correspond sensiblement à la position de la thermocline.
- en fin de saison chaude on observe souvent une brusque augmentation des rendements sur les fonds de 75 à 100 m.

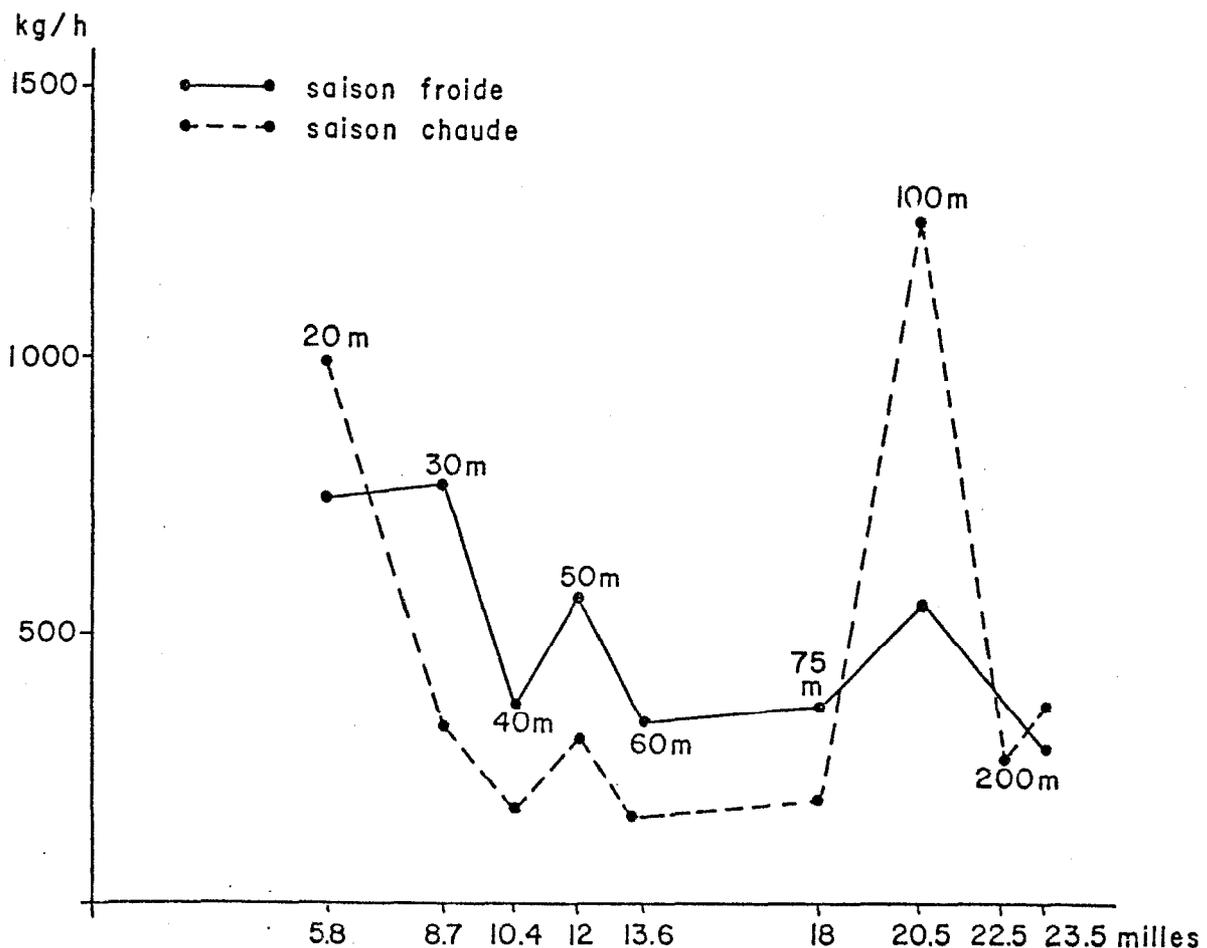


Fig. 69 : Rendements (en kg/h de pêche) obtenus par le N.O. LAURENT AMARO sur la radiale 15° 40.

Il semble que ce soit au niveau de la dynamique des différentes catégories d'eau et de leur influence sur la productivité du milieu qu'il faille rechercher l'interprétation de la répartition et des variations d'abondance des espèces sur le plateau continental. Pour ce faire nous nous placerons successivement dans le cas d'un plateau continental large tel que devant la Casamance et dans celui d'un plateau étroit du genre de celui qui existe au nord de Dakar. L'interprétation qui sera donnée aussi bien en saison froide qu'en saison chaude est toute schématique. On considérera que le sédiment est vaseux à sablo-vaseux c'est-à-dire susceptible de piéger de la matière organique.

II.4.1. Situation en saison froide.

II.4.1.1. Cas d'un plateau continental large : (fig. 70 à).

II.4.1.1.1. Dynamique des eaux.

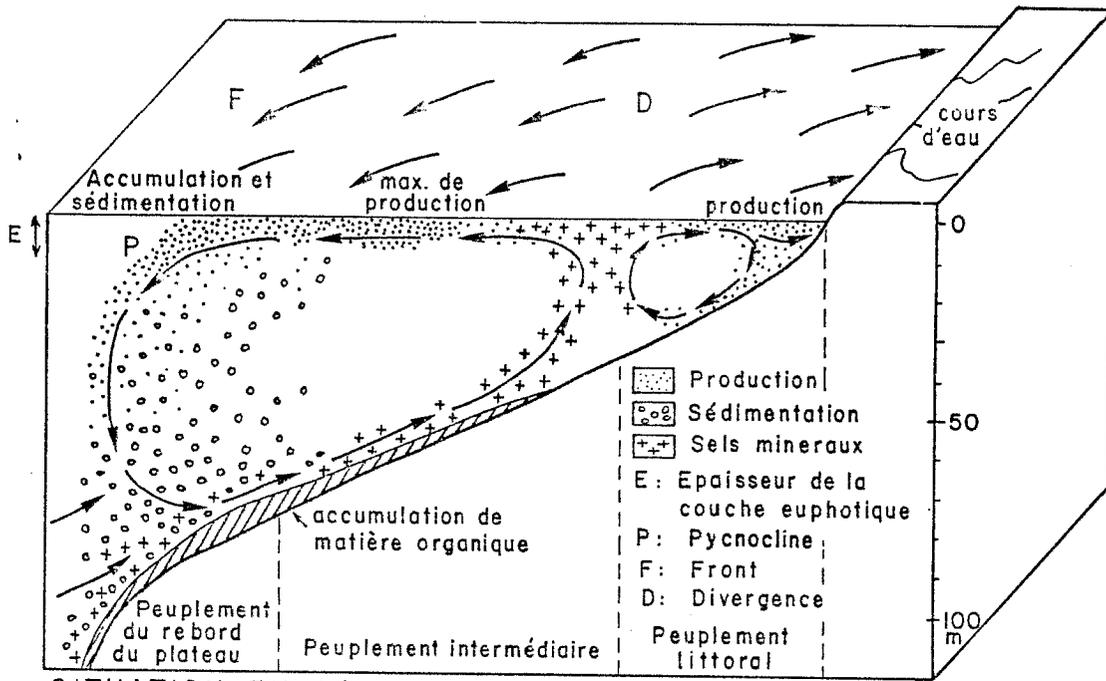
L'existence de plusieurs cellules de circulation a souvent été démontrée dans les zones d'upwelling : HOPKINS (1974) HAGEN (1975). Au Sénégal REBERT (non publié), à partir des travaux de HUYER (1976) qui comparent l'upwelling d'Afrique et celui de l'Orégon, établit un schéma de circulation des eaux d'upwelling pour la côte nord au plateau étroit et pour la côte sud au plateau large. Nous avons repris ces schémas en les simplifiant au maximum.

Au sud de Dakar l'upwelling apparaît toujours décollé de la côte vers le sud à partir de la latitude de l'embouchure du Saloum. Dans cette zone il apparaît deux cellules de circulation, longitudinales et parallèles à la côte, dont l'une est dirigée vers la côte, en gros à partir des fonds de 20 m à 30 m, et l'autre converge avec les eaux du large au niveau du talus continental où elle s'enfonce sous des eaux chaudes, de densité inférieure et associées au régime général des courants. A la limite des deux cellules on trouve une zone de divergence qui se trouve donc à l'aplomb des fonds de 20 à 40 m.

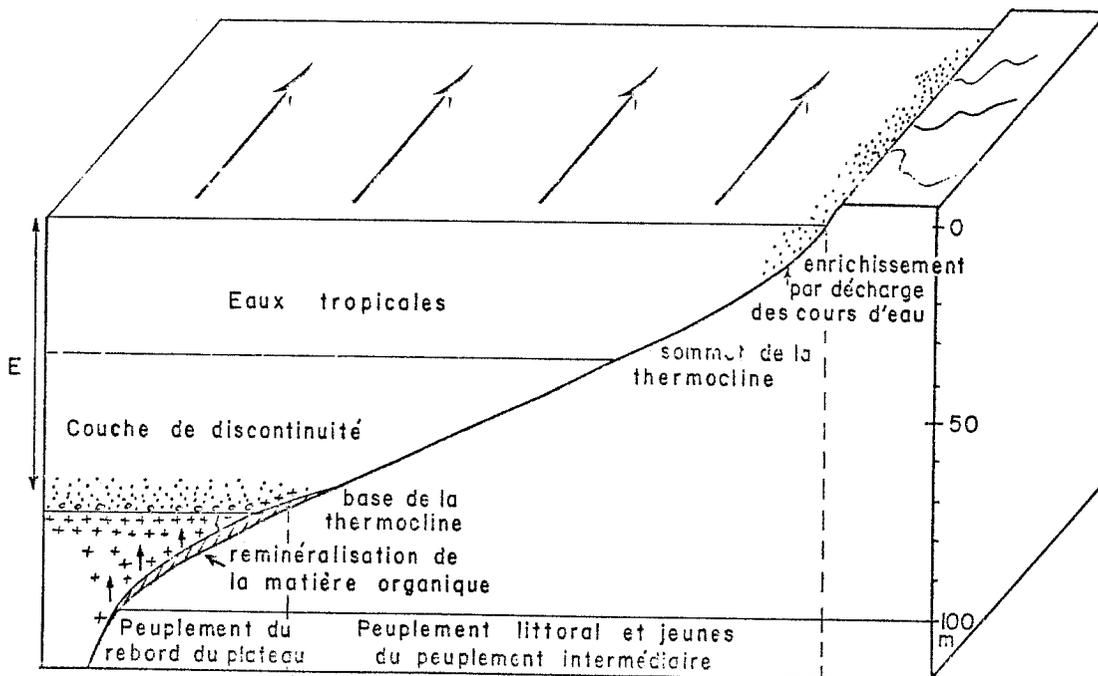
Dans la première cellule, les eaux remontant le long du talus puis du plateau entraînent avec elles les sels minéraux issus de la reminéralisation de la matière organique piégée par la vase. Arrivant à la surface au niveau de la divergence, ces sels sont soit rejetés vers le large par la circulation de la première cellule, soit repris par la cellule côtière et dirigés vers la côte.

II.4.1.1.2. Conséquences au niveau de la productivité des eaux.

En arrivant près de la surface les sels minéraux atteignent la couche



SITUATION EN SAISON FROIDE



SITUATION EN SAISON CHAUDE

Fig. 70 : Schémas de la dynamique et des mécanismes de l'enrichissement des eaux sur un plateau continental large intéressé par un upwelling saisonnier. (Les flèches indiquent le sens du mouvement des eaux).

euphotique, qui ne dépasse pas une dizaine de mètres à cette saison, et permettent le démarrage des mécanismes de la chaîne alimentaire. Compte tenu du décalage que l'on observe entre la source d'upwelling, ici la divergence, et le maximum de production primaire puis secondaire (HERBLAND et VOITURIEZ, 1974), on observe deux maximums de production, l'un au niveau de la côte où il y aura accumulation d'organismes puis sédimentation. Le second se trouve sensiblement vers le large à partir du second tiers du plateau continental. Cette production, qualifiée de pléthorique par DANDONNEAU (1972) est ramenée au niveau du front, sensiblement à la hauteur des fonds de 80 à 100 m et s'y accumule. Dans cette zone peuvent subsister des espèces suffisamment mobiles pour lutter contre le flux descendant. Les espèces peu mobiles sont entraînées vers le fond et les modifications des conditions d'éclairement puis de nourriture amènent la mort des organismes planctoniques qui sédimentent. Une partie de cette matière organique est recyclée dans la colonne d'eau et participe à nouveau à la chaîne alimentaire, le reste, généralement partiellement dégradé, s'accumule sur le fond au niveau des zones vaseuses, elles-mêmes en partie issues de l'excès de production (chapitre I.4).

II.4.1.1.3. Conséquences pour le milieu.

Les eaux d'upwelling qui remontent le long du plateau continental sont des eaux pauvres en oxygène (VERSTRAETE, 1970 b). Au niveau des zones vaseuses riches en matière organique les phénomènes de reminéralisation vont accentuer le déficit en oxygène.

II.4.1.1.4. Conséquences pour la répartition des espèces sur le fond.

Le plateau continental peut ainsi être divisé en trois parties dont les limites correspondent sensiblement à celles que nous avons attribuées aux trois principaux peuplements.

Ces limites ne sont, bien entendu, pas fixes : elles dépendent des pulsations de l'upwelling qui, s'il est faible, augmente l'extension vers le large du peuplement littoral et au contraire, lorsqu'il se renforce, rétrécit l'aire occupée par ce peuplement.

. Une zone littorale située entre la divergence et la côte où l'eau reste toujours plus chaude. Les courants côtiers y sont généralement importants, les fonds souvent sableux et l'on n'y observe pas d'accumulation de matière organique, celle-ci étant recyclée dans la colonne d'eau suivant les mouvements de cellule côtière. Cette

zone qui reçoit directement des sels minéraux est très productive : les concentrations planctoniques sont importantes ; les biomasses de benthos sont généralement élevées et c'est la partie du plateau continental où l'on observe les plus hauts rendements dans les pêches démersales. C'est la zone que nous avons attribuée au peuplement littoral.

. Une zone intermédiaire qui correspond à la cellule de l'upwelling proprement dit. La production biologique sur le fond y est faible. Dans les zones vaseuses les polychètes souvent capables d'assimiler directement la matière organique peuvent cependant être abondantes. Les concentrations en oxygène au niveau des fonds sont faibles. Sur cette partie du plateau continental on trouve les espèces d'eaux froides du peuplement intermédiaire et les espèces les plus eurybathes du peuplement littoral qui, tel *Pseudotolithus senegalensis*, peuvent éviter les faibles teneurs en oxygène du fond par des mouvements verticaux. Ces zones vaseuses de la partie intermédiaire du plateau continental sont généralement évitées par les espèces du peuplement intermédiaire qui préfèrent les zones sableuses où ne s'accumule pas de matière organique et où les conditions d'oxygénation sont meilleures.

. Une zone profonde située au-delà de 70-80 m. Sa partie la moins profonde, entre 70 et 80 m, se trouve sensiblement à l'aplomb du front et il s'y produit l'essentiel de la sédimentation des particules organiques. Cette région du plateau continental où l'on peut observer des vases réductrices (PINSON-MOUILLOT, 1980) est pauvre en vie : les teneurs en oxygène y sont très faibles : SCHEMAINDA et al., (1975) y mesurent des teneurs inférieures à 2 ml/l en saison froide et à 1,5 ml/l en saison chaude. Les indices d'abondance en benthos y sont toujours voisins de zéro (1ère partie, chap.1.5). Là se trouve la limite entre le peuplement intermédiaire et le peuplement du rebord du plateau.

Beaucoup d'espèces de cette partie du plateau continental ont un régime alimentaire plutôt à base d'éléments pélagiques. On observe en effet dans cette zone, mais généralement au-dessus du fond, d'importantes concentrations d'espèces semi-pélagiques comme *Trachurus trecae* qui peuvent s'élever dans la colonne d'eau, se soustrayant ainsi aux mauvaises conditions d'oxygénation du fond, pour tirer parti de la productivité biologique des eaux sus-jacentes, notamment du zooplancton en cours de sédimentation.

Plus bas, sur le rebord de la pente, la sédimentation est moins importante, les teneurs en matière organique sont plus faibles et les taux d'oxygénation, quoique bas (2 à 3 ml/l) permettent la prolifération des poissons.

II.4.1.2. Cas d'un plateau continental étroit (fig. 71 a).

Lorsque le plateau continental est étroit, le maximum de divergence a lieu près de la côte et l'on n'observe plus alors qu'une cellule de circulation longitudinale correspondant à l'upwelling lui-même. Le mécanisme de l'enrichissement en sels nutritifs est le même que pour un plateau large mais il se produit près de la côte. Il existe également deux maximums de production : le premier au large avec accumulation puis sédimentation au niveau du front ; le second près de la côte mais avec cette fois un décalage en latitude par rapport à la source de sels nutritifs. Dans ce cas, étant donné la direction des courants, le maximum de production est constamment décalé vers le sud de l'upwelling.

Au niveau du fond les phénomènes que l'on observe pour un plateau large (accumulation de matière organique dans les vases, reminéralisation, déficit en oxygène) sont identiques. La frontière entre le peuplement intermédiaire et celui du rebord du plateau se situe sensiblement à la même profondeur et son interprétation est identique à ce qui a été dit en II.4.1.1.4.

La différence essentielle réside dans le fait que les eaux froides de l'upwelling atteignent la côte ; il y a disparition du peuplement littoral qui est alors remplacé par les espèces du peuplement intermédiaire. Cette situation existe, nous l'avons vu, devant la petite côte du Sénégal (de Dakar au Saloum) ainsi qu'en Mauritanie là où le plateau est particulièrement étroit.

REBERT (non publié) fait cependant observer que la topographie du plateau continental joue vraisemblablement un rôle dans ces processus et que, même dans le cas où le plateau est étroit, le maximum de divergence peut être légèrement décalé vers le large. Ceci peut également se produire lorsque l'intensité de l'upwelling diminue. Les images obtenues par télédétection montrent en effet, entre la fosse de Kayar et St-Louis (fig. 47), un léger décollement de l'upwelling vers le large, isolant une frange côtière d'eau plus chaude. Ainsi pourrait s'expliquer la persistance en saison froide d'espèces du peuplement littoral à cet endroit.

II.4.2. Situation en saison chaude (fig. 70 b et 71 b).

En saison chaude il n'existe pas de différence entre la situation que l'on observe au sud de Dakar (plateau large) et celle que l'on trouve au nord (plateau étroit).

Au changement de saison, cellules et fronts disparaissent et les eaux froides sont progressivement recouvertes par des eaux chaudes d'origine tropicale.

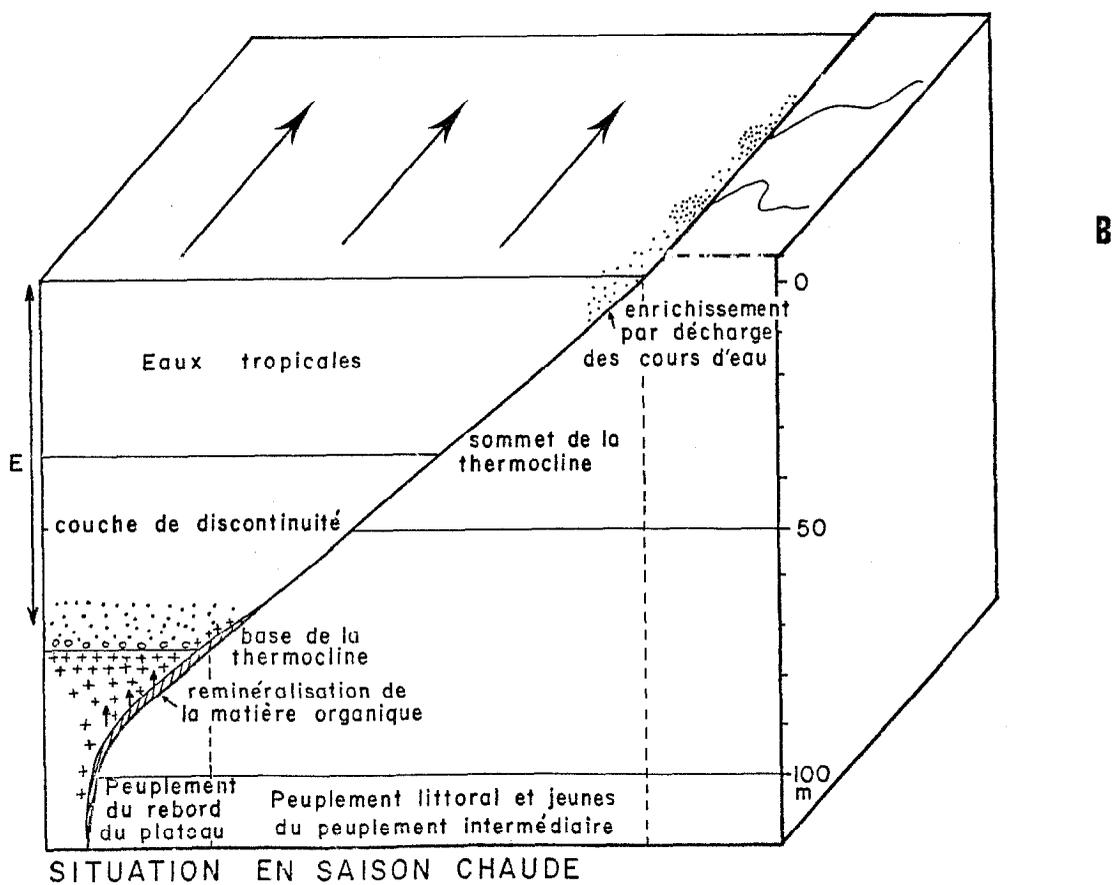
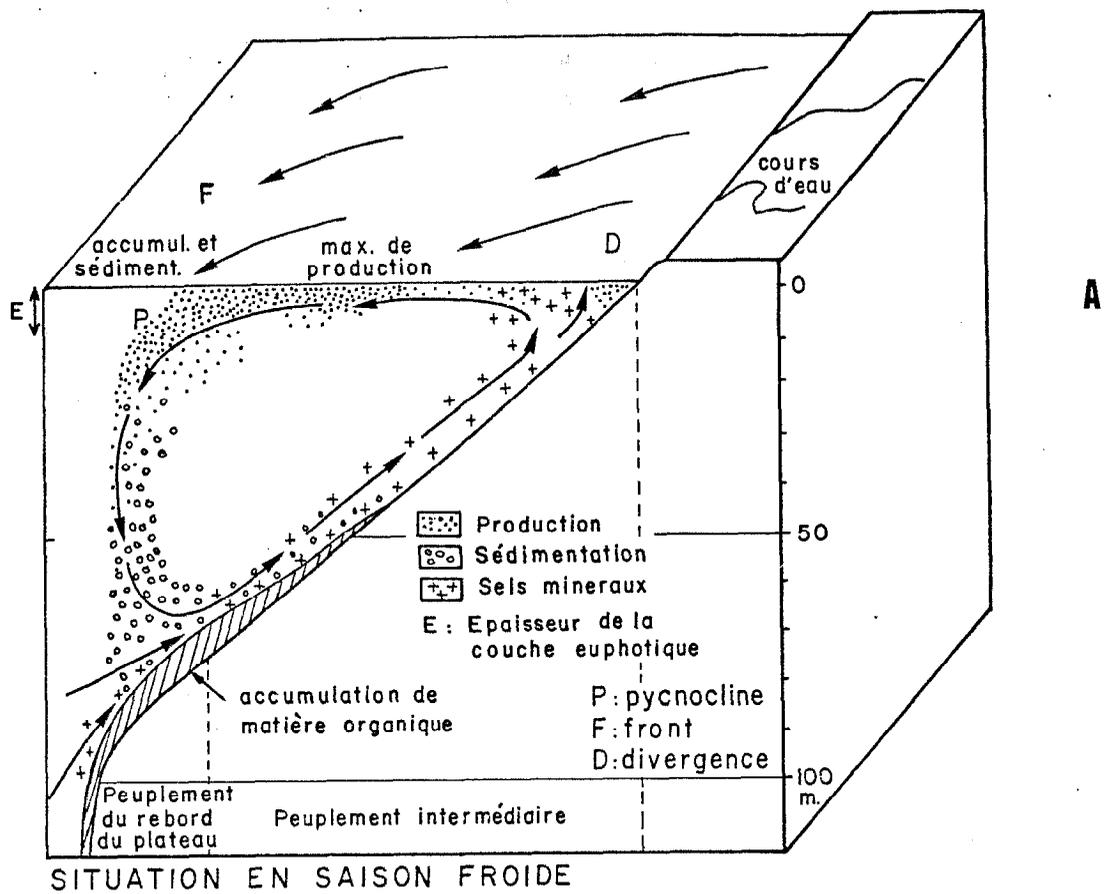


Fig. 71 : Schémas de la dynamique et des mécanismes de l'enrichissement des eaux sur un plateau continental étroit intéressé par un upwelling saisonnier. (Les flèches indiquent le mouvement des eaux).

Il se forme alors une stratification accusée des masses d'eau avec apparition d'une thermocline.

Sur le fond, dans les zones où la matière organique s'est accumulée, l'augmentation de la température active les processus de reminéralisation. Le milieu, au niveau du fond, devient alors très pauvre en oxygène (au mois de septembre devant la Casamance entre 60 et 100 m les teneurs sont inférieures à 1,5 ml/l). C'est vraisemblablement à cette époque de l'année que se forment les grains de pyrite dont parle PINSON-MOUILLOT (1980). Une grande quantité de sels minéraux est ainsi libérée à ce niveau mais ils n'induisent aucune productivité biologique dans le milieu. La thermocline joue en effet un rôle de barrière pour la diffusion ascendante de ces éléments qui sont piégés dans les eaux infrathermoclineales plus denses (YOUNG et RHOADS, 1971), en dehors de la couche euphotique. Au large, sur le plateau continental, la production biologique n'a lieu qu'au niveau de la base de la thermocline lorsque la couche euphotique atteint cette profondeur.

Les eaux côtières, par contre, sont le siège d'une intense activité biologique résultant de l'enrichissement dû à la décharge des fleuves qui se trouvent alors en crue. On observe également dans cette zone une prolifération du benthos (chapitre I.5).

En saison chaude la répartition du poisson sur le fond est le reflet de la répartition des zones de production biologiques (fig.68) : dans la zone littorale les concentrations sont importantes; la partie intermédiaire du plateau correspondant sensiblement à la thermocline est déserte; sous la thermocline quelques concentrations intéressantes peuvent être rencontrées.

Rôle de la "petite saison froide".

La saison froide, en profondeur, ne semble pas commencer progressivement : elle paraît plutôt déclenchée par un phénomène brutal que nous appellerons "petite saison froide" et qui du point de vue biologique a des conséquences importantes.

Lorsque l'on observe des relevés thermiques hebdomadaires effectués sur le fond pendant plusieurs années consécutives, on constate que régulièrement en fin de saison chaude, en octobre-novembre, il se produit une chute brutale des températures suivie d'une remontée tout aussi rapide; l'ensemble du phénomène, peu perceptible en surface, dépassant rarement une quinzaine de jours (fig. 72 : d'après les données de CHAMPAGNAT et al., (1969 a), CREMOUX (1970 a et b, 1971 et 1972), CREMOUX et DIARRA (1973). Il trouve son origine dans une rapide oscillation verticale de la thermocline qui a pour conséquence de projeter vers le haut, dans la zone euphotique, les sels minéraux concentrés jusqu'alors dans la zone du maximum de densité situé à la base de la thermocline, rendant ainsi possible le démarrage de la chaîne alimentaire.

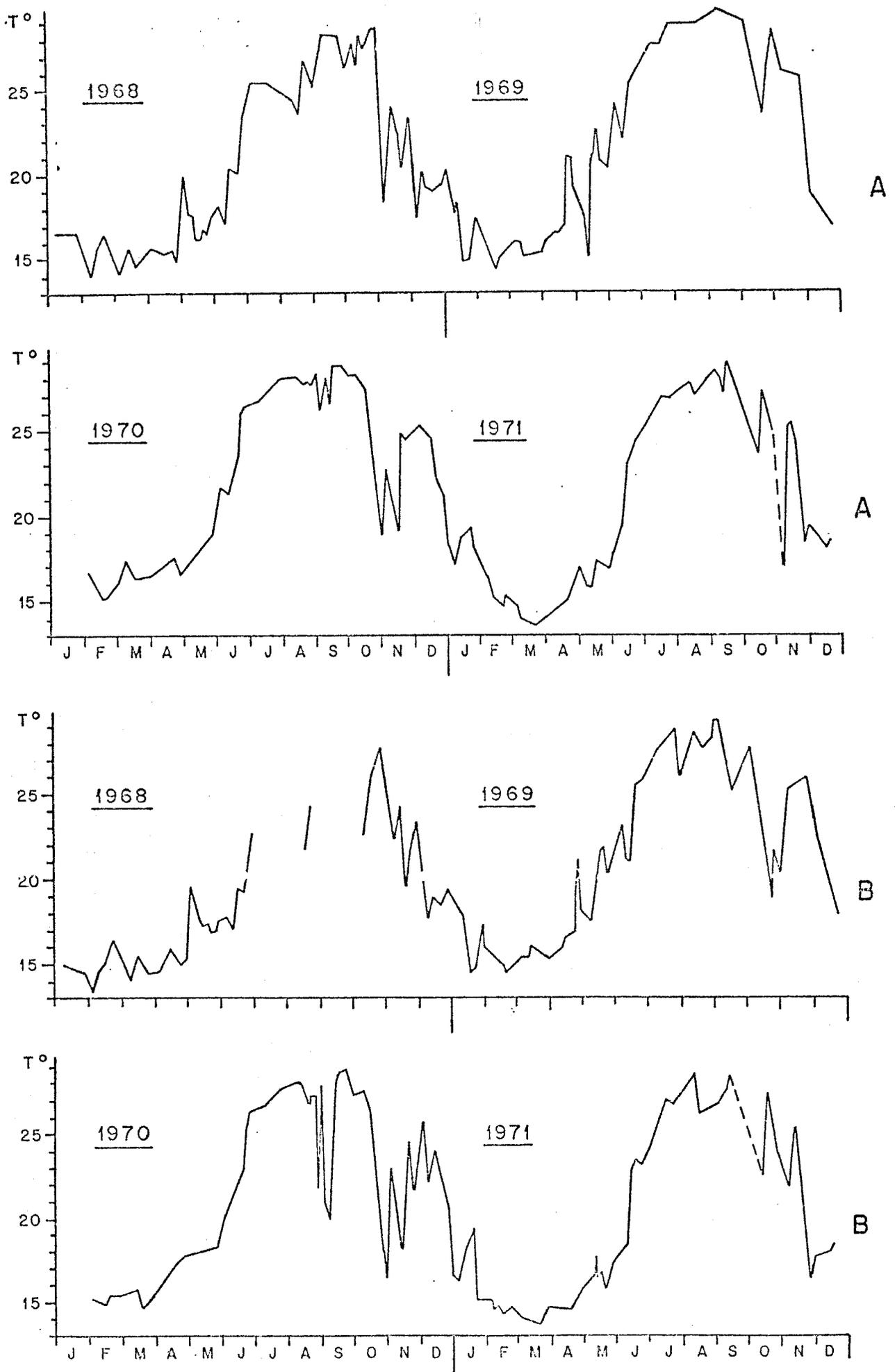


Fig. 72 : Relevé des températures hebdomadaires sur le fond, entre 1968 et 1971, devant Dakar. A - fonds de 10 m, B = fonds de 20 m. On notera la forte instabilité aux périodes de transition entre saisons.

On note à cette époque l'apparition d'un "bloom" planctonique bien mis en évidence par les travaux de TOURE (1972) et dont nous verrons l'importance lors de l'étude de la reproduction. Au niveau du fond, sur le rebord du plateau, on observe alors la présence de quantités importantes de poissons (fig. 68 et 69) qui trouvent dans cette zone une quantité vraisemblablement importante de nourriture.

II.4.3. Cas d'un plateau continental recouvert de fonds de sable.

Nous n'avons jusqu'à présent considéré que le cas d'un plateau continental recouvert de sédiments vaseux à sablo-vaseux capables de retenir l'excès de matière organique. Il existe cependant de vastes zones en Mauritanie et au sud de Dakar, entre le cap Vert et l'embouchure du Saloum, où les sédiments sont très peu riches en vase : il n'y existe pas d'embouchures de cours d'eau et, dans le cas où la vase est d'origine organique, le décalage du maximum de production vers le sud (chapitre I.2) entraîne que cette vase se dépose plus au sud.

En saison froide, que nous nous trouvions ou non en présence d'un système à une ou plusieurs cellules de circulation, le mécanisme de l'enrichissement et de la production est le même que ce que nous avons déjà décrit, à cette différence près que les sels minéraux ne proviennent cette fois-ci que de la pente continentale. Lorsque l'excédent de production sédimente, une partie est entraînée vers le sud (BERRIT et REBERT, 1977) le reste, qui atteint le fond, y est immédiatement oxydé et participe à la chaîne alimentaire. Ceci a pour conséquence que, même en période d'upwelling, ces fonds ont des teneurs plus élevées en oxygène et que le peuplement intermédiaire y est bien développé.

En saison chaude, les conditions d'oxygénation y sont également meilleures puisqu'il n'y a pas consommation d'oxygène par des processus de reminéralisation. C'est dans ces zones qu'en saison chaude se maintiennent les jeunes individus des espèces du peuplement intermédiaire qui n'ont pas participé à la migration vers le nord.

II.4.4. Conclusion.

Dans la région sénégal-mauritanienne la répartition des espèces démersales sur le plateau continental est, par l'intermédiaire des mécanismes de production biologique, sous l'étroite dépendance de l'upwelling et de son intensité. Une description, même très schématique, du mécanisme de cet upwelling jointe à la connaissance que l'on a des teneurs en matière organique des sédiments, de leurs répartitions et de leurs variations saisonnières, permet de commencer à comprendre la répartition des espèces sur le plateau continental et de mieux définir les limites entre les différents peuplements.

IIIème PARTIE : ETUDE DE LA REPRODUCTION ET DES MIGRATIONS SAISONNIERES

III.1 - PERIODES ET ZONES DE REPRODUCTION DES ESPECES DEMERSALES DU PLATEAU CONTINENTAL SENEGALO-MAURITANIEN.

Un certain nombre de données concernant la reproduction des espèces démersales du plateau continental sénégal-mauritanien (essentiellement des observations de stades sexuels) ont été collectées par plusieurs navires de recherches de 1969 à 1974*. Ces observations, quoique très incomplètes (pour la plupart des espèces il n'existe pas en effet de séries chronologiques complètes d'observations), peuvent cependant contribuer à préciser les connaissances que nous avons sur les périodes et zones de reproduction des espèces démersales de la région.

L'étude présentée ici n'aboutit qu'à des résultats descriptifs. Ils nous paraissent cependant intéressants car ils donnent une indication sur la probabilité de date de naissance d'un certain nombre d'espèces, donnée indispensable en biologie des pêches notamment lors des études de croissance.

III.1.1. Mise en évidence des périodes de reproduction.

III.1.1.1. Méthode utilisant l'observation des stades sexuels.

III.1.1.1.1. Exposé de la méthode.

Pour chaque espèce seules les observations concernant les individus femelles ont été utilisées. L'échelle des stades sexuels proposée par FONTANA (1969) et FONTANA et LE GUEN (1969), actuellement largement utilisée sur la côte d'Afrique, a été adoptée. Les données disponibles sur sept ans ont été regroupées par mois. Le nombre de femelles au stade IV (stade de pré ponte) ou supérieur à IV a ensuite été rapporté à 100 et le pourcentage mensuel de femelles mûres par groupes d'espèces, par rapport au total annuel, calculé.

Les espèces pour lesquelles des données étaient disponibles ont été regroupées en trois ensembles :

* LAURENT AMARO	:	1969 à 1974
ALFERAS	:	1969
BLESK	:	1969
ALTAIR	:	1972
BIELOGORSK	:	1973 à 1975

- espèces du peuplement littoral
- espèces du peuplement intermédiaire
- espèces du peuplement du rebord du plateau continental.

III.1.1.1.2. Critique.

Ainsi que le note dans ses conclusions le groupe de travail ISRA-ORSTOM sur la reproduction des espèces exploitées du golfe de Guinée (ANON., 1979), la méthode consistant à utiliser le pourcentage de femelles mûres comme indice de reproduction appelle quelques réserves :

- elle admet implicitement que le nombre de mâles matures n'est jamais un facteur limitant.
- elle admet également que la période de ponte correspond au moment où la courbe d'évolution saisonnière du pourcentage de femelles mûres passe par un maximum, négligeant ainsi la possibilité de phénomènes de latence et de résorption des ovocytes qui ont pu être observés à l'échelle d'une population chez les sardinelles du Congo (FONTANA et PIANET, 1973).
- elle ne tient enfin pas compte d'une éventuelle différence de vulnérabilité des espèces aux engins de pêche selon qu'elles se trouvent ou non en période de reproduction.

III.1.1.1.3. Résultats.

Les résultats des calculs sont regroupés dans les tableaux XXXI à XXXIII. Sur la figure 73, qui regroupe toutes les espèces étudiées, nous avons tenté de visualiser ces résultats suivant une échelle logarithmique et en ne prenant en compte que les nombres rapportés à 100, par mois, des femelles au stade IV ou supérieur à IV.

L'observation de la figure 73 permet quelques constatations :

- des phénomènes de reproduction peuvent être observés toute l'année sur la plateau continental,
- pour les espèces côtières et les espèces intermédiaires, la période où l'on trouve le plus de femelles en reproduction est centrée autour de la saison chaude,
- les espèces du sommet de la pente continentale semblent avoir leur maximum de reproduction décalé vers la saison froide.

Afin de mieux faire apparaître les périodes de reproduction pour les dif-

Tableau XXXI : ESPECES COTIERES : Nombre de ♀ au stade IV ou supérieur à IV rapporté à 100.

ESPECES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Brachydeuterus		0	0	75	97	38			82			0
Cynoglossus		20	33	26	91	0		50	32		50	44
Galeoides		51		95	100	50		81	77			76
Vomer		0		0	+	0		92				0
Drepane	5					96		47	20	0		0
Gerres						91			45		70	
Sphyræna			52	100		88		69	42	0		
Pseudolithus sen.	20	34	48	41	71	76	85	58	54	68	67	55
Hynnix		0						83	83			
Pteroscion		13		33				58				
MOYENNE	16,5	16,9	33,2	52,9	89,7	54,9	85	67,2	54,4	22,7	62,3	29,2
%	3	3	6	9	15	9	15	11	9	4	11	5

Tableau XXXII : ESPECES INTERMEDIAIRES : Nombre de ♀ au stade IV ou supérieur à IV rapporté à 100.

ESPECES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pseudupeneus		0			0	100		83	47			
Pagellus	66	0		90	86	48			76	13	42	73
Diagramma		43			+				0			0
Pagrus ehrenb.		2		50	44			43	67			33
Dentex canariensis	29	0						12				10
Pagrus pagrus		0	71									
Boops	60	60				0						
Epinephelus aeneus			0	0	25	9			57			
MOYENNE	51,7	15	35,5	46,7	38,7	39,2		46	49,4	13	42	29
%	13	4	9	11	10	10		11	12	3	10	7

Tableau XXXIII : ESPECES DU SOMMET DE LA PENTE CONTINENTALE : Nb. de ♀ au stade IV ou supérieur à IV rapporté à 100.

ESPECES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Merluccius	10	25		5								13
Dentex angolensis	20	0		67	54	74		0	0	0	0	94
Dentex macrophthalmus	90	+	78	78		0		0	0	0	0	3
Zeus		24		5	50	0						28
Umbrina			73		53						8	
Paracubiceps			0			46		100				
MOYENNE	40	16,3	50,3	30,7	52,3	30		33	0	0	2,7	34,5
%	13	5	17	13	18	10		11	0	0	1	12

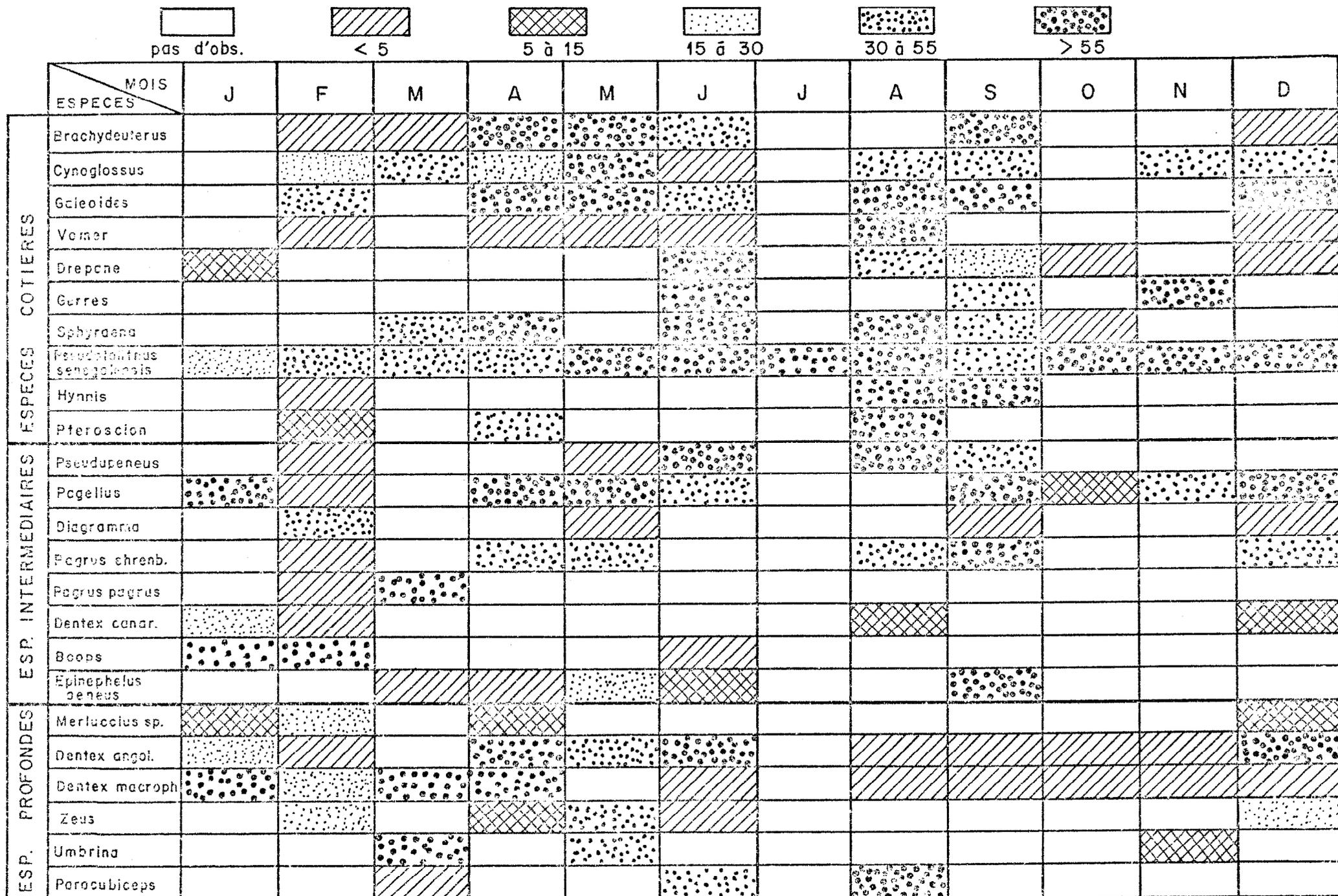


Fig.73: Périodes de reproduction de quelques espèces démersales du plateau continental sénégalais.

férents groupes d'espèces, les données ont été regroupées dans le tableau XXXIV et les variations du pourcentage mensuel de femelles mûres, par rapport à leur total annuel, représentées graphiquement sur la figure 74. Outre la permanence des phénomènes de reproduction tout au long de l'année, apparaissent deux périodes où les femelles en reproduction sont plus abondantes : la première, qui est la plus importante, se situe de la fin de la saison froide au début de la saison chaude à l'époque, que nous avons appelée transition, où la température de l'eau augmente rapidement (fig. 75). La deuxième période de reproduction, qui est moins marquée, se situe dans la deuxième période de transition, au moment où la température de l'eau décroît rapidement.

Les espèces du sommet de la pente continentale n'échappent pas à ce schéma. Il faut en effet considérer que sur la figure 75 nous avons schématisé l'alternance des deux saisons hydrologiques à partir d'observations côtières. Devant le Sénégal, le réchauffement des eaux qui s'amorce en fin de saison froide intéresse d'abord les eaux du large où les conditions de saison chaude peuvent être observées plus tôt que dans les zones côtières. Ceci explique que la reproduction débute plus tôt pour les espèces du sommet de la pente continentale. Il semble cependant que pour les espèces les plus profondes, telles *Dentex macrophthalmus* et *Merluccius sp.*, il n'y ait qu'une seule période de reproduction, en saison froide. DOMANEVSKY et STEPKINA (1971) indiquent également que la reproduction de *D. macrophthalmus* a lieu en saison froide.

III.1.1.2. Autres méthodes d'approche du problème.

D'autres indices de reproduction tels que le rapport gonado-somatique (R.G.S.) ou le rapport hépato-somatique -R.H.S.- sont couramment utilisés pour déterminer les périodes de reproduction. La qualité des données dont nous disposons ne nous a pas permis d'avoir recours à ces méthodes. Nous signalerons cependant deux autres possibilités d'approche du problème :

- étude de l'abondance larvaire
- étude des variations saisonnières de l'abondance des juvéniles dans les sennes de plage.

III.1.1.2.1. Etude de l'abondance larvaire.

La présence en abondance de larves dans le plancton peut être considérée comme la meilleure certitude d'une ponte récente et contribuer à préciser les périodes de reproduction de certaines espèces. Cette méthode largement utilisée sur

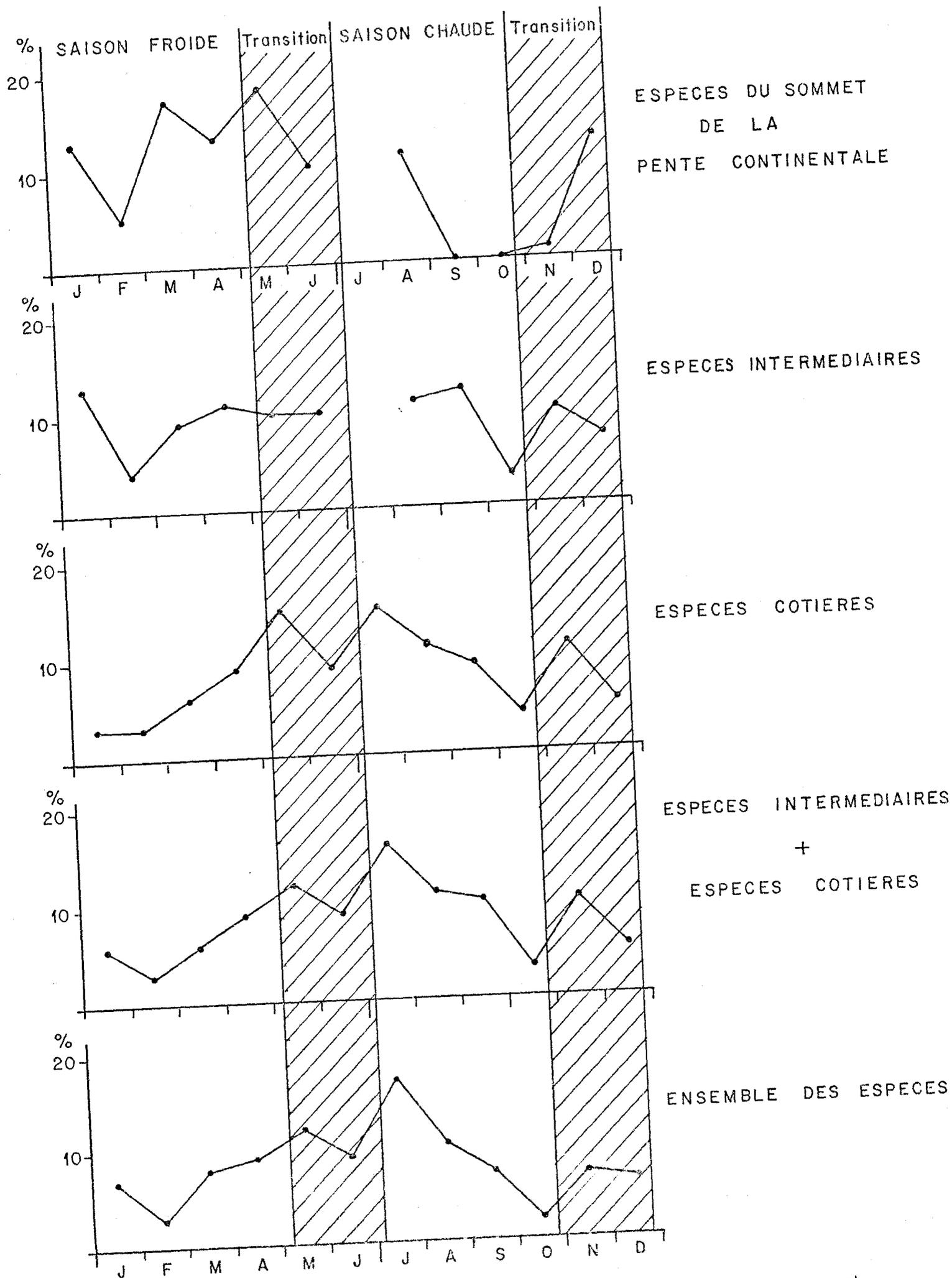
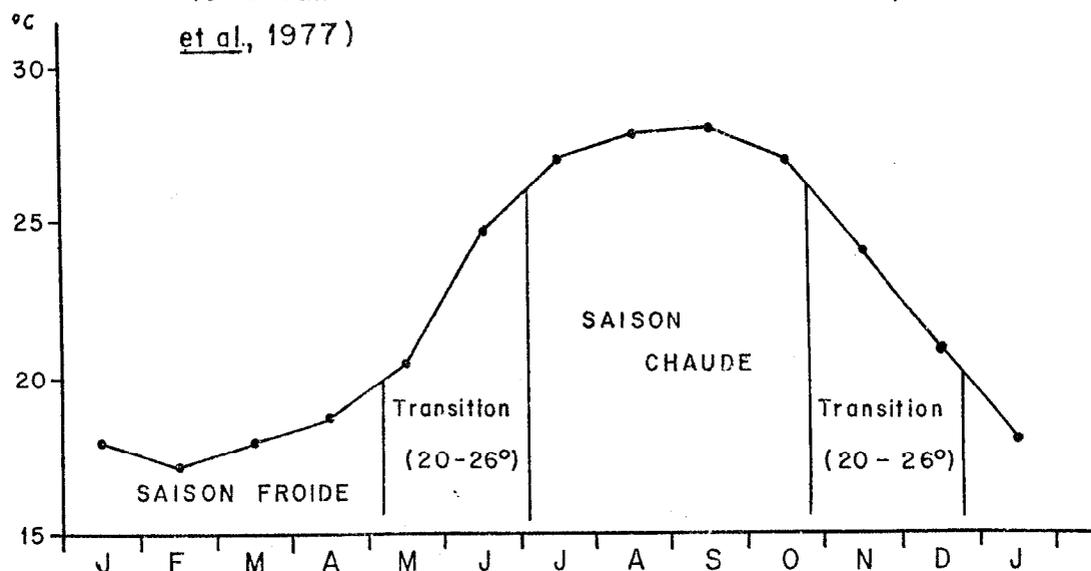


Fig.74: Variations du pourcentage mensuel de femelles mûres par rapport au total annuel. (espèces démersales)

Fig.75: Moyenne des températures observées de 1968 à 1976 aux stations VIRAGE et OCEAN* (d'après Rébert et al., 1977)



*Les stations "virage" et "océan" sont deux stations côtières situées sur la partie nord de la presqu'île du Cap Vert. Des mesures hebdomadaires de température et de salinité y sont effectuées depuis 1968.

Tableau XXXIV : Tableau récapitulatif par groupe d'espèces.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
PROFONDES	Moyenne*	40	16,3	50,3	38,7	52,3	30		33	0	0	2,7	34,5	297,8
	%	13	5	17	13	18	10		11	0	0	1	12	100
INTERMEDIAIRES	Moyenne*	51,7	15	35,5	46,7	38,7	39,2		46	49,4	13	42	29	406,2
	%	13	4	9	11	10	10		11	12	3	10	7	100
COTIERES	Moyenne*	16,5	16,9	33,2	52,9	89,7	54,9	85	67,2	54,4	22,7	62,3	29,2	584,9
	%	3	3	6	9	15	9	15	11	9	4	11	5	100
INTERMEDIAIRES + COTIERES	Moyenne*	34,1	15,9	34,3	49,8	64,2	47	85	56,6	51,9	17,8	52,1	29,1	537,8
	%	6	3	6	9	12	9	16	11	10	3	10	5	100
ENSEMBLE DES ESPECES	Moyenne*	36,1	16,1	39,7	46,1	60,2	41,4	85	48,7	34,6	11,9	35,7	30,9	486,4
	%	7	3	8	9	12	9	17	10	7	2	7	6	≈100

* Nombre de femelles au stade IV ou supérieur à IV rapporté à 100

la côte d'Afrique pour déterminer les périodes de reproduction de diverses espèces marines (POSTEL, 1955 b-ZHAROV, 1967-LE GUEN et al., (1969) a également été utilisée par CONAND (1970) au Sénégal et ses conclusions ne sont pas en désaccord avec les nôtres (tableau XXXV).

Tableau XXXV : Période de reproduction comparée de quelques espèces démersales.

ESPECES	CONAND F. (1970)	DOMAIN
<i>Merluccius sp.</i>	janvier-mars	février
<i>Galeoïdes decadactylus</i>	juin-août	avril-mai-juin août-septembre décembre
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	août-novembre	juin-août septembre
<i>Brachydeuterus auritus</i>	mai-juin août-novembre	avril-mai juin-septembre
<i>Hynnys goreensis</i>	août-novembre	août-septembre

III.1.1.2.2. Etude des variations saisonnières de l'abondance des juvéniles dans les sennes de plage.

Cette méthode rejoint un peu la précédente en ce sens que la présence de juvéniles dans les sennes de plage est l'indice que la reproduction vient d'avoir lieu dans le mois ou les deux mois qui précèdent, compte tenu de la vitesse de croissance élevée des espèces en milieu tropical. Elle ne saurait toutefois être utilisée sans réserves comme méthode d'approche quantitative de la reproduction, en raison des nombreux facteurs aléatoires (moyen humains, facteurs économiques, état de la mer, etc...) qui régissent la mise en oeuvre des sennes de plage.

Au Sénégal une senne de plage a régulièrement échantillonné la baie de Gorée, en 1971, une fois par semaine. Les données ont ensuite été regroupées mensuellement. Cette senne se composait d'une partie principale dont la poche présentait des mailles de 20 mm étirées et d'une seconde partie à mailles très fines (de l'ordre de 8 mm) appelé "Kili" et traînée derrière la première, capturant ainsi tous les petits individus ayant pu passer au travers des mailles de la senne principale.

La P.U.E. moyenne mensuelle (nombre d'individus par espèce et par coup de senne) a été calculée. Les résultats, pour les espèces les mieux représentées, sont figurés graphiquement sur la fig. 76.

Il apparaît ainsi que *Brachydeuterus auritus* semble se reproduire toute l'année avec cependant deux maximums encadrant la saison chaude. Les juvéniles de *Pomadasys incisus* apparaissent dans les sennes de plage en début et en fin de saison chaude suggérant une reproduction à la fois en saison froide et en saison chaude. Chez les Sparidae d'affinité saharienne comme *Diplodus senegalensis*, *D. sargus*, *D. vulgaris* et *Lithognathus mormyrus*, il ne semble exister qu'une seule période de reproduction située en saison froide.

III.1.1.3. Conclusion.

Bien que l'on puisse observer des phénomènes de reproduction toute l'année, la majorité des espèces démersales semble se reproduire en période chaude. Si l'on examine les trois peuplements présents sur le plateau continental, il apparaît cependant que les espèces du peuplement littoral se reproduisent plutôt en saison chaude et celles du peuplement intermédiaire plutôt en saison froide mais avec, chaque fois, des maximums accusés pendant les périodes de transition. La reproduction des espèces du sommet de la pente continentale apparaît décalée vers la saison froide. Ces observations semblent pouvoir être généralisées à l'ensemble des espèces démersales du golfe de Guinée (tableaux XXXVI et XXXVII d'après le rapport du groupe de travail ISRA-ORSTOM, ANON., 1979).

III.1.2. La reproduction et l'hydroclimat.

Le problème de la relation entre la reproduction et l'hydroclimat a été discuté lors de la réunion du groupe de travail ISRA-ORSTOM (ANON., 1979). Nous reprendrons ici l'essentiel des conclusions du rapport final à la rédaction duquel nous avons largement participé.

Il est courant de rechercher une relation entre des indices de reproduction et des paramètres contemporains caractérisant le milieu. Cependant, du fait des variations saisonnières et des corrélations existant entre les divers facteurs du milieu, des relations causales sont difficiles à établir. Ceci amène à utiliser uniquement des données hydrologiques comme facteurs prédictifs mais non pas en tant que facteurs explicatifs. Ceux-ci peuvent agir à trois niveaux :

- à long terme : adaptation évolutive du cycle de l'espèce au milieu ou sélection par le milieu des espèces les mieux adaptées

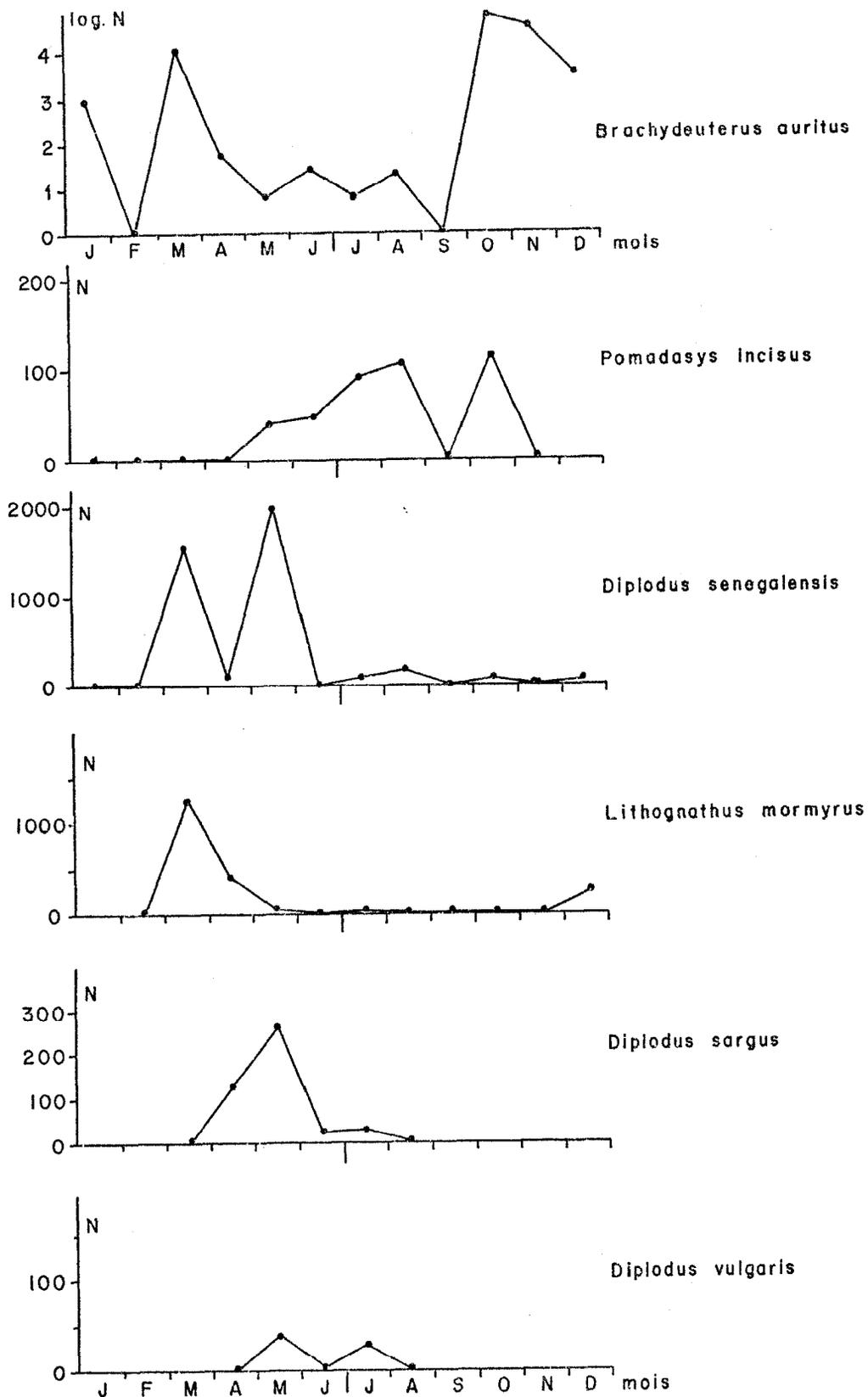


Fig. 76 : p.u.e. moyenne mensuelle (en nombre d'individus par espèce et par coup de senne) pour quelques espèces capturées par le "Kili" en baie de Gorée.

Tableau XXXVI : Poissons démersaux se reproduisant en saison chaude.

1 = Congo - Gabon 2 = Liberia - Cameroun 3 = Guinée - Sénégal 4 = Mauritanie N = nord S = sud

■ = Période d'intense reproduction C = Saison chaude. F = Saison froide.

ESPECES	ZONE	REFERENCES	SAISON HYDROLOGIQUE					
			C→F	F	F→C	C	C→F	
<i>Drepane africana</i>	3	DOMAIN (1979 c)						
<i>Gerres melanopterus</i>	3	DOMAIN (1979c)						
<i>Pagellus coupei</i>	2	RIJAJEC (1973)						
" "	3N	FRANQUEVILLE (1979)						
" "	3S	FRANQUEVILLE (1979)						
" "	4	FRANQUEVILLE (1979)						
<i>Dentex angolensis</i>	2	KONAN (1979)						
" "	3	DOMAIN (1979c)						
<i>Dentex canariensis</i>	2	RIJAJEC (1973)						
" "	3	DOMAIN (1979 c)						
<i>Dentex maroccanus</i>	3-4	WOJCIECHOWSKI (1972)						
<i>Dentex polli</i>	3-4	WOJCIECHOWSKI (1972)						
<i>Dentex filusus</i>	3-4	WOJCIECHOWSKI (1972)						
<i>Pagrus ehrenbergi</i>	2	RIJAVEC (1973)						
" "	3	GIRET (1979 c)						
<i>Epinephelus aeneus</i>	3	DOMAIN (1977) M. BA (N. pub.)						
<i>Paracubiceps ledanoisi</i>	3	DOMAIN (1979c)						
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	3	CHABANNE (1979)						
<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	1	TROADEC (1968)						
" "	2	TROADEC (1971)						
" "	3	SUN (1975)						
<i>Pseudotolithus typus</i>	1	POINSARD (1973)						
" "	2	LONGHURST (1969)						
" "	3	CHUUN (non publié)						
<i>Galeoïdes decadactylus</i>	1S	SAMBA (1974) FONTANA (1979)						
" "	1N	SAMBA (1974) FONTANA (1979)						
" "	3	LOPEZ (1979)						
" "	3	DOMAIN (1979 c)						
" "	2	LONGHURST (1969)						
<i>Brachydeuterus auritus</i>	1	FONTANA et BOUCHEREAU (1976)						
" "	2	BARRO (1979)						
" "	2	RAITT et SAGUA (1969)						
" "	3	CONAND (1970) DOMAIN (1979)						
<i>Cynoglossus canariensis</i>	1	FONTANA (1979)						
" "	2	CHAUVET (1970)						
" "	3	THIAM (1978)						
<i>Cephalacanthus volit.</i>	4	RAZNIIEWSKI (1970)						

Tableau XXXVII : Poissons démersaux se reproduisant en saison froide.

1 = Congo - Gabon 2 = Liberia - Cameroun 3 = Guinée - Sénégal 4 = Mauritanie.

ESPECES	ZONE	REFERENCES	SAISON HYDROLOGIQUE				
			C→F	F	F→C	C	C→F
<i>Dentex macrophthalmus</i>	3-4	DOMAIN (1979 c)					
" "	3-4	DOMANESKY et STEPKINA (1971)					
<i>Pagrus pagrus</i>	3	DOMAIN (1979c)					
<i>Boops boops</i>	3	DOMAIN (1979 c)					
<i>Diplodus senegalensis</i>	3	Présent travail (Kili)					
<i>Diplodus sargus</i>	3	" " "					
<i>Diplodus vulgaris</i>	3	" " "					
<i>Lithognathus mormyrus</i>	3	" " "					
<i>Merluccius sp.</i>	3	DOMAIN (1979 c)					
<i>Zeus faber</i>	3	Présent travail (Kili)					
<i>Umbrina canariensis</i>	3	" " "					
<i>Pentanemus quinquarius</i>	1	FONTANA et M'FINA (1975)					
<i>Diagramma mediterranean.</i>	3	DOMAIN (1979 c)					
" "	4	RASNIIEWSKI (1970)					
<i>Pomadasys jubelini</i>	3	G. ALBERDI (1971)					
" "	3	DOMAIN (1979c)					
<i>Pomadasys incisus</i>	3	DOMAIN (1979c)					

C→F = Transition saison chaude-saison froide.

F→C = Transition saison froide-saison chaude.

- à moyen terme : facteurs agissant sur la maturation des gonades
- à très court terme : signal de déclenchement de la ponte

III.1.2.1. Facteurs explicatifs à très long terme.

Ils ne peuvent donner lieu qu'à des hypothèses : CUSHING (1975) considère que le cycle de reproduction est adapté au cycle de production biologique des eaux. Il admet ainsi que, dans les eaux tempérées, l'adaptation à un cycle de production primaire discontinu, à forte amplitude saisonnière, conduit à une reproduction discontinue à chronologie rigoureuse. Dans l'océan tropical à productivité faible et aux variations d'amplitude réduites, la reproduction doit être, selon cet auteur, continue. Les zones d'upwelling, malgré leur localisation géographique intertropicale, ont des cycles de production de type tempéré. On y observe ainsi des cycles de reproduction à deux maximums, en début de saison chaude et en début de saison froide, le premier étant le plus accusé. La similitude entre ces phénomènes et ceux décrits par CUSHING (1975) est intéressante.

Sur la figure 77 nous avons représenté les variations saisonnières de l'abondance du plancton, sur le plateau continental de la région de Dakar, calculées à partir des observations de TOURE (1972) ; il existe deux périodes de production maximum, l'une en fin de saison froide-début de saison chaude et qui correspond au déplacement du front thermique où le contact eaux chaudes-eaux froides est particulièrement fertile. La seconde période de production se situe en fin de saison chaude et trouve son origine dans la brutale oscillation de la thermocline que nous avons décrite dans la deuxième partie (chapitre II.4) et à qui nous attribuons la responsabilité du "bloom" planctonique que l'on observe à cette période de l'année. Nous avons également représenté sur la figure 77 les variations mensuelles de la teneur en chlorophylle "a" à la station côtière de Thiaroye ainsi que les variations saisonnières du pourcentage de femelles mûres. On constate d'une part que la reproduction est la plus importante au moment où la production primaire est maximum et d'autre part que les deux pics de reproduction suivent chacun les périodes où le plancton est le plus abondant. Il apparaît en outre qu'à la forte production planctonique du "printemps" correspond une période d'intense reproduction et qu'à la plus faible production de "l'automne" correspond une période de reproduction moins accusée. Tout ceci suggère une influence du facteur disponibilité de la nourriture à la fois pour les adultes qui se reproduisent et pour les larves qui commencent leur croissance. Il y a concordance avec la théorie de CUSHING (1975).

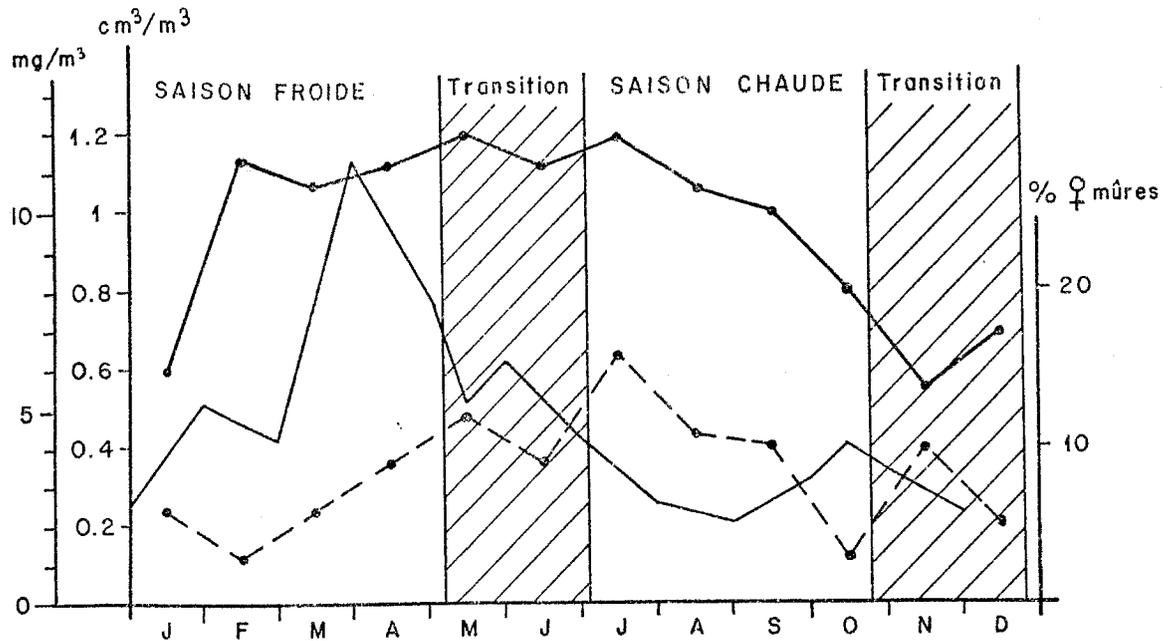


Fig. 77 : Courbe moyenne des variations saisonnières du volume planctonique sur le plateau continental sénégalais entre Kayar et l'embouchure du Saloum et variations du pourcentage mensuel de femelles mûres (espèces intermédiaires + espèces côtières) par rapport au total annuel ; variations saisonnières de la teneur en chlorophylle "a" (cm^3/m^3) en baie de Gorée. (Volume planctonique ———, % femelles mûres : -----, teneur en chlorophylle "a" : ●—●).

Si l'on considère maintenant les espèces en fonction de leur appartenance aux trois principaux peuplements du plateau continental on constate qu'il y a également adaptation au cycle de production biologique des eaux :

- les espèces côtières, d'affinité tropicale, se reproduisent plutôt en saison chaude à l'époque de l'année où, du fait de la décharge des fleuves en crue, la production planctonique est élevée en zone littorale.

- les espèces intermédiaires se reproduisent plutôt en saison froide au moment où les phénomènes d'upwelling fertilisent les eaux du plateau continental.

- les espèces du rebord du plateau et de la pente continentale, situées au niveau du front séparant l'upwelling des eaux chaudes du large c'est-à-dire dans cette zone où, en saison froide, l'accumulation de production est la plus importante (fig. 70 et 71), se reproduisent en saison froide.

III.1.2.2. Facteurs explicatifs à moyen terme.

Les facteurs agissant sur la maturation des gonades sont à rechercher

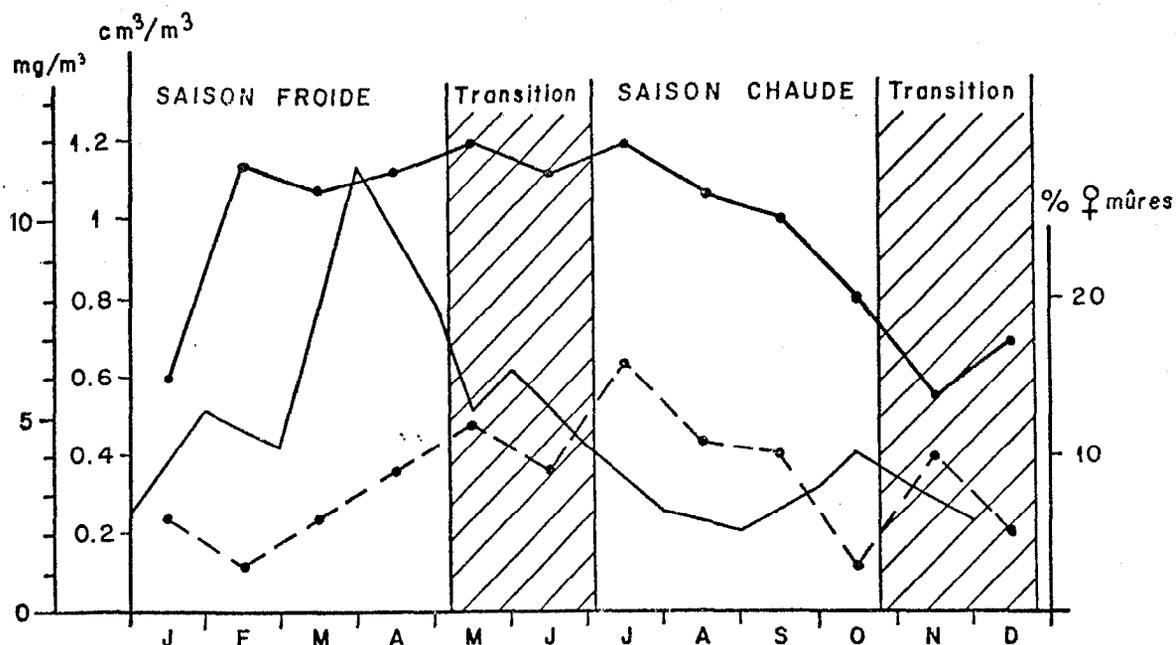


Fig. 77 : Courbe moyenne des variations saisonnières du volume planctonique sur le plateau continental sénégalais entre Kayar et l'embouchure du Saloum et variations du pourcentage mensuel de femelles mûres (espèces intermédiaires + espèces côtières) par rapport au total annuel ; variations saisonnières de la teneur en chlorophylle "a" (cm^3/m^3) en baie de Gorée. (Volume planctonique ———, % femelles mûres : - - - - -, teneur en chlorophylle "a" : ●—●).

Si l'on considère maintenant les espèces en fonction de leur appartenance aux trois principaux peuplements du plateau continental on constate qu'il y a également adaptation au cycle de production biologique des eaux :

- les espèces côtières, d'affinité tropicale, se reproduisent plutôt en saison chaude à l'époque de l'année où, du fait de la décharge des fleuves en crue, la production planctonique est élevée en zone littorale.

- les espèces intermédiaires se reproduisent plutôt en saison froide au moment où les phénomènes d'upwelling fertilisent les eaux du plateau continental.

- les espèces du rebord du plateau et de la pente continentale, situées au niveau du front séparant l'upwelling des eaux chaudes du large c'est-à-dire dans cette zone où, en saison froide, l'accumulation de production est la plus importante (fig. 70 et 71), se reproduisent en saison froide.

III.1.2.2. Facteurs explicatifs à moyen terme.

Les facteurs agissant sur la maturation des gonades sont à rechercher

dans le métabolisme interne de l'animal et ses composantes (nutrition, repos sexuel, photopériode, température ambiante etc...) La maturation des gonades est la résultante d'un ensemble complexe de facteurs internes et externes dont l'étude n'est le plus souvent abordable que par l'expérimentation. C'est la raison pour laquelle le biologiste des pêches s'y réfère très peu et tend à les oublier.

III.1.2.3. Facteurs explicatifs à court terme.

Ils sont responsables du déclenchement de la ponte et ne peuvent agir que lorsque la maturation des gonades a atteint un certain stade. Le rôle de la température est souvent invoqué. De fait, au moment des périodes de transition, on observe au niveau du fond une grande variabilité des conditions thermiques (fig. 72). Chez *Dentex macrophthalmus*, espèce du sommet de la pente continentale qui se reproduit en saison froide, DOMANEVSKY et STEPKINA (1971) observent une concentration des individus en reproduction au niveau des têtes de canyons et montrent un synchronisme entre la ponte et les variations brutales de la température dues aux pulsations des eaux froides d'upwelling à ce niveau.

Il est cependant vraisemblable que les variations rapides de la température ne soient pas la seule cause du déclenchement de la ponte. Dans les périodes de transition entre saisons il se produit une brusque modification du milieu. La température qui est le paramètre le plus aisément mesurable, en est la manifestation la plus apparente. On peut cependant penser que ces variations accompagnent celles d'autres facteurs physico-chimiques et biologiques mal perçus (turbidité, photopériode, gradients divers, libération de substances ectocrines par les organismes etc...) qui agissent conjointement pour déclencher la ponte.

III.1.3. Zones de reproduction.

Au moment de la reproduction la plupart des espèces démersales de la région semblent affectées par des déplacements transversaux de la côte vers le large ou inversement. Au Sénégal, DOMAIN (1979 c) indique les zones de reproduction de quelques espèces (tableau XXXVIII). Trois groupes doivent être considérés :

- espèce côtières
- espèces intermédiaires
- espèces du sommet de la pente continentale.

Tableau XXXVIII : Périodes et zones de reproduction de quelques espèces démersales du plateau continental sénégalais distribuées au-dessus de la thermocline.

ESPECES	Période de reproduction	Distribution bathymétrique	Zone de reproduction	Environnement
<i>Cynoglossus canariensis</i>	mars-avril-mai août-septembre novembre-décembre	20 - 50 m	15 - 20 m	fonds vaso-sableux proximité estuaires
<i>Brachydeuterus auritus</i>	mai-juin septembre-novembre	10 - 75 m	10 - 30 m	" " "
<i>Pseudolithus senegalensis</i>	juin-juillet octobre-novembre	10 - 75 m	10 m	" " "
<i>Pagrus ehrenbergi</i>	avril-mai août-sept. déc.	20 - 30 m	20 - 40 m	sableux à sablo-vaseux dur
<i>Gerres melanopterus</i>	juin-septembre novembre	10 - 40 m	10 - 30 m	vaso-sableux à sablo-vaseux proximité estuaires
<i>Pteroscion peli</i>	avril-août	20 - 50 m	20 m	" "
<i>Hymnis goreensis</i>	août-novembre	20 - 60 m	30 - 50 m	sableux à sablo-vaseux dur
<i>Drepane africana</i>	juin-août-sept.	10 - 30 m	10 - 20 m	sablo-vaseux à vase sableux
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	juin à août septembre	20 - 75 m	30 - 50 m	sableux dur
<i>Vomer setapinnis</i>	août	20 - 75 m	50 m	sableux à sablo-vaseux dur
<i>Sphyræna sp.</i>	avril à septembre	20 - 75 m	20 - 70 m	tous fonds meubles
<i>Galeoides decadactylus</i>	mai à août septembre	10 - 40 m	10 - 20 m	vaso-sableux à sablo-vaseux proximité estuaires
<i>Pagellus coupei</i>	avril-juin septembre-janvier	20 - 100 m	20 - 50 m	sableux à sablo-vaseux dur

III.1.3.1. Espèces côtières.

On observe une concentration au moment de la reproduction sur les petits fonds, généralement au voisinage des estuaires. Ce comportement, signalé par la plupart des auteurs dont LE GUEN (1971) TROADEC (1971) et FONTANA (1979), semble pouvoir être généralisé à l'ensemble des espèces de la famille des Sciaenidae (LONGHURST, 1964 b). Au Sénégal il a également été observé chez *Galeoides decadactylus* (LOPEZ, 1979), *Cynoglossus spp.*, *Pentanemus quinquarius*, et *Arius spp.*

Il n'est pas impossible que ce type de migration qui concentre les espèces sur la seule partie du plateau continental qui restera "fertile" en saison chaude, corresponde à un comportement visant à les maintenir le plus longtemps possible dans des conditions de milieu favorables à leur reproduction et à la survie des larves.

III.1.3.2. Espèces intermédiaires.

Chez ces espèces il semble également exister un mouvement transversal en relation avec la reproduction. On assiste en effet à un regroupement des individus dans une frange bathymétrique qui pour certaines espèces se situerait sensiblement vers le milieu de leur distribution normale : au Sénégal vers 50 m chez *Pagellus coupei*, *Pseudupeneus prayensis*, et *Diagramma mediterraneum* (ISRA-ORSTOM, Anon.,

1979). Ce comportement, également signalé au Ghana par RIJAVEC (1973) chez *P. coupei*, *Pagrus ehrenbergi* et *Dentex canariensis*, est essentiellement perceptible en fin de saison froide. Il prélude à la migration de la plupart des espèces intermédiaires vers le nord (voir 3ème part. chap. II), migration au cours de laquelle aura lieu la ponte.

L'hypothèse d'un comportement visant à maintenir ces espèces dans un milieu satisfaisant au mieux leurs exigences écologiques est également séduisante. En fin de saison froide, en effet, on observe généralement la présence d'un upwelling résiduel, largement décollé de la côte. La distribution bathymétrique des espèces intermédiaires, qui sont, rappelons-le, d'affinité d'eaux froides, se trouve de ce fait rétrécie. A cette époque ces espèces trouveraient dans ce milieu les conditions optimales à la fois pour leur nourriture et leur reproduction.

III.1.3.3. Espèces du sommet de la pente continentale.

La biologie de ces espèces est encore mal connue. Nous avons déjà signalé le comportement de *Dentex macrophthalmus* lors de sa reproduction (DOMANEVSKY et STEPKINA, 1971). Il n'est pas invraisemblable de penser que la majorité des *Dentex* profonds aient le même comportement. Chez *Merluccius sp.* nous avons aussi observé un regroupement au moment de la reproduction.

III.1.4. Conclusion.

L'étude des variations saisonnières de divers indices de reproduction (pourcentages de femelles mûres, abondance larvaire, juvéniles des sennes de plage) a permis de délimiter les périodes de reproduction des principales espèces démersales du plateau continental sénégal-mauritanien et de mettre en évidence l'importance des saisons de transition. Le schéma décrit dans la région (deux saisons de reproduction avec un maximum lors de la transition saison chaude-saison froide) semble pouvoir être généralisé à l'ensemble du golfe de Guinée.

Dans la région sénégal-mauritanienne où s'effectue la transition entre une faune d'eaux chaudes et une faune d'eaux froides, les espèces d'eaux chaudes ont leur période de reproduction centrée sur la saison chaude et les espèces d'eaux froides, telles la plupart des Sparidae, se reproduisent en saison froide. Ce comportement qui paraît être une adaptation des espèces à tirer le meilleur profit du cycle de production biologique des eaux, semble conforme à la théorie de CUSHING (1975). Cet auteur (CUSHING, 1978), comparant les niveaux de production dans les

zones d'upwelling indique cependant que le plus important dans les cycles de production n'est pas l'intensité de la production mais sa durée. Dans la région, les importantes modifications hydro-climatiques enregistrées au cours de la dernière décennie n'ont vraisemblablement pas été sans conséquence sur la production. Il n'existe malheureusement aucune série de données permettant de le contrôler. Les moyens nouveaux que met à notre disposition la technologie moderne et notamment l'usage de la télédétection par satellite (voir volume annexe) devraient permettre de mieux suivre l'évolution des conditions hydrologiques et de la production. On disposerait ainsi d'un outil précieux permettant, peut-être à partir de la mesure de la durée et de l'intensité de l'upwelling, ainsi que des teneurs en chlorophylle des eaux de surface, de prévoir le recrutement des espèces dans la pêcherie.

III.2 - MIGRATIONS DES POISSONS DEMERSAUX LE LONG DES COTES OUEST-AFRICAINES DE 10°a 24° DE LATITUDE NORD*.

Les migrations saisonnières, le long du plateau continental ouest-africain, des petites espèces pélagiques côtières (*Sardinella aurita*, *Caranx rhonchus*, *Trachurus trachurus*, *T. trecae*) sont maintenant admises, notamment après les travaux de ELWERTOWSKI et BOELY (1971), CONAND (1977). Un doute subsiste toutefois pour le maquereau *Scomber colias* qui, selon certains auteurs dont DOMANEVSKY (1970), migrerait saisonnièrement du large vers la côte.

MAURIN (1968) évoque la possibilité de migrations pour certaines espèces démersales le long du plateau continental et, pour les espèces de la pente continentale, de déplacements saisonniers verticaux.

ELWERTOWSKI et MAURIN (1963) ont montré l'existence de tels mouvements pour *Dentex macrophthalmus*.

Nous nous proposons ici, à partir d'une analyse détaillée des captures réalisées par les pêcheries artisanales sénégalaises de Kayar et de Saint-Louis depuis 1972, ainsi que des résultats des campagnes de chalutage effectuées à bord du N.O. LAURENT-AMARO depuis 1970 entre 11° et 21° de latitude nord, de définir un schéma d'ensemble des mouvements affectant les populations ichthyologiques de cette région, zone de transition entre les peuplements atlanto-méditerranéen et guinéens. MAURIN (1968) propose d'ailleurs d'appeler saharienne la faune ichthyologique du Rio de Oro à affinités atlanto-méditerranéennes, et sénégalienne celle de la région s'étendant du cap Vert au cap Blanc à affinités guinéennes.

Nous utiliserons également quelques résultats de marquages et de campagnes d'écho-intégration.

Dans une dernière partie nous évoquerons enfin la contribution que peuvent apporter des techniques modernes, comme la télédétection à partir de satellites, à l'étude et à l'interprétation des schémas migratoires.

* Une partie de ce chapitre a été rédigée en collaboration avec C. CHAMPAGNAT (notamment pour ce qui concerne la pêche artisanale) et publié sous le même titre (CHAMPAGNAT et DOMAIN, 1978).

III.2.1. Mise en évidence de déplacements saisonniers chez les espèces démersales de la région.

DOMAIN (1972), à partir des résultats des chalutages du LAURENT-AMARO sur la radiale 15° 40', et repris dans ce mémoire (chapitre II.2, paragraphe II.2.1.), concluait à l'absence de variations saisonnières dans la structure des populations démersales échantillonnées sur le plateau continental. Cette constatation étonnait alors POSTEL qui, quelque peu ironiquement, écrivait dans "La Pêche Maritime" 1972, n° 1135) : "Il faut avouer que cette conclusion est assez déroutante. Les biologistes s'étonneront de la stabilité des niveaux suprathermoclinaux, auxquels ils auraient accordé d'emblée une importante variabilité. Les géographes se poseront le pourquoi des migrations de pêcheurs sénégalais qui tous les ans, suivant un rythme immuable, élèvent temporairement leurs campements aux mêmes dates sur les mêmes points de la côte".

"Cependant, le calcul statistique étant suivant le mot de Borel d'une totale impartialité et la méthodologie parfaitement rigoureuse, il convient de faire confiance aux résultats communiqués en soulignant qu'il y a dans cette première approche le germe d'une étude écologique d'un très gros intérêt".

Les connaissances sur la biologie des espèces de la région se sont précisées depuis. Il est possible aujourd'hui, notamment à partir des travaux du groupe de travail ISRA-ORSTOM (1979) sur la reproduction, de reconsidérer les données utilisées et les conclusions de la première approche d'écologie mathématique (DOMAIN, 1972). Le problème est de savoir si on peut considérer comme paramètres mathématiques identiques des poissons immatures dont le nombre peut masquer l'absence des autres et des poissons matures plus directement responsables de la pêche et de la reproduction.

III.2.1.1. Analyse des résultats des échantillonnages effectués par le LAURENT-AMARO.

III.2.1.1.1. Mise en évidence de variations saisonnières dans la structure des populations échantillonnées sur la radiale 15° 40

III.2.1.1.1.1. Application de l'analyse en composantes principales.

L'analyse en composantes principales présentée dans la deuxième partie a

été reprise afin de comparer entre eux les effectifs des stations au cours de l'année après élimination des jeunes individus*. L'analyse n'a porté que sur les stations 20, 30, 40, 50 et 60 m, profondeurs où les variations hydroclimatiques sont les plus accusées et où l'on peut s'attendre à observer des variations saisonnières plus sensibles de la composition spécifique des peuplements. Les données ont préalablement subi la transformation en $\log(x + 1)$. Les résultats ont été représentés graphiquement dans le plan des axes I et II (fig. 78 a) et II et III (fig. 78 b). On trouvera dans le tableau XXXIX les valeurs propres et les pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes.

Tableau XXXIX : Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes.

AXES	I	II	III
Valeurs propres	18,5	8,7	3,5
% expliqué	37,1	17,4	7,0

La grande dispersion des points dans le plan des axes I et II ainsi que II et III interdit toute tentative de regroupement des stations. Ceci suggère l'existence de variations saisonnières dans la composition spécifique des peuplements échantillonnés à ces stations.

La signification de l'axe I qui explique pourtant 37 % de l'inertie ne nous est pas apparue. Sa figuration sur un plan (fig. 79 a), en fonction des différents mois de l'année, laisse deviner un phénomène cyclique où l'on observe une opposition entre la saison froide (janvier-février-mars) et la saison chaude. Aux périodes de transition, en avril** et en novembre les stations apparaissent regroupées et occupent une position particulière. Nous verrons qu'en avril-mai les poissons entament leur migration vers le nord et qu'en novembre s'effectue la descente vers le sud. Les regroupements de points observés à ces époques traduisent une composition spécifique identique des peuplements échantillonnés. Ceci pourrait correspondre au passage "à l'aller" (avril) et "au retour" (novembre) des poissons sur la radiale.

* Les individus jeunes peuvent être définis comme ceux n'ayant pas atteint leur taille moyenne à la première maturité.

** Les effets de la saison chaude se font toujours sentir plus tôt au nord de Dakar qu'au sud. Il en résulte que dès le mois d'avril la radiale 15° 40' se trouve en période de transition.

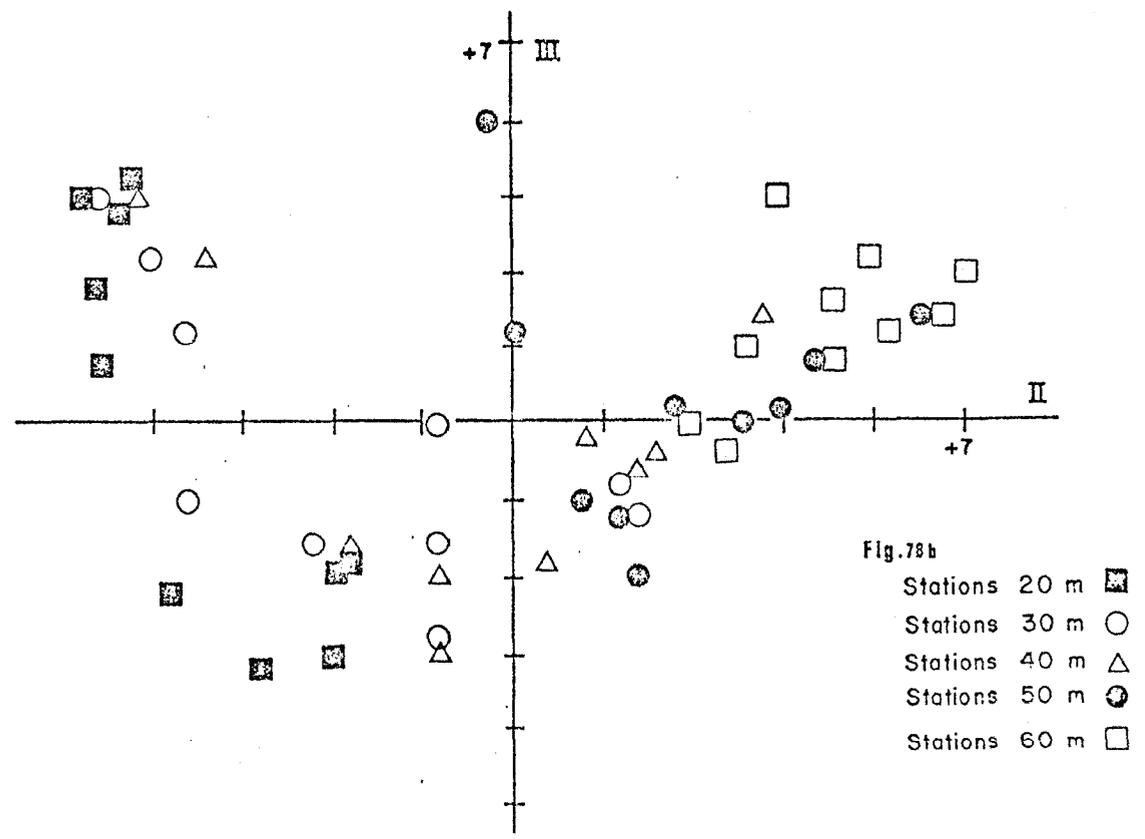
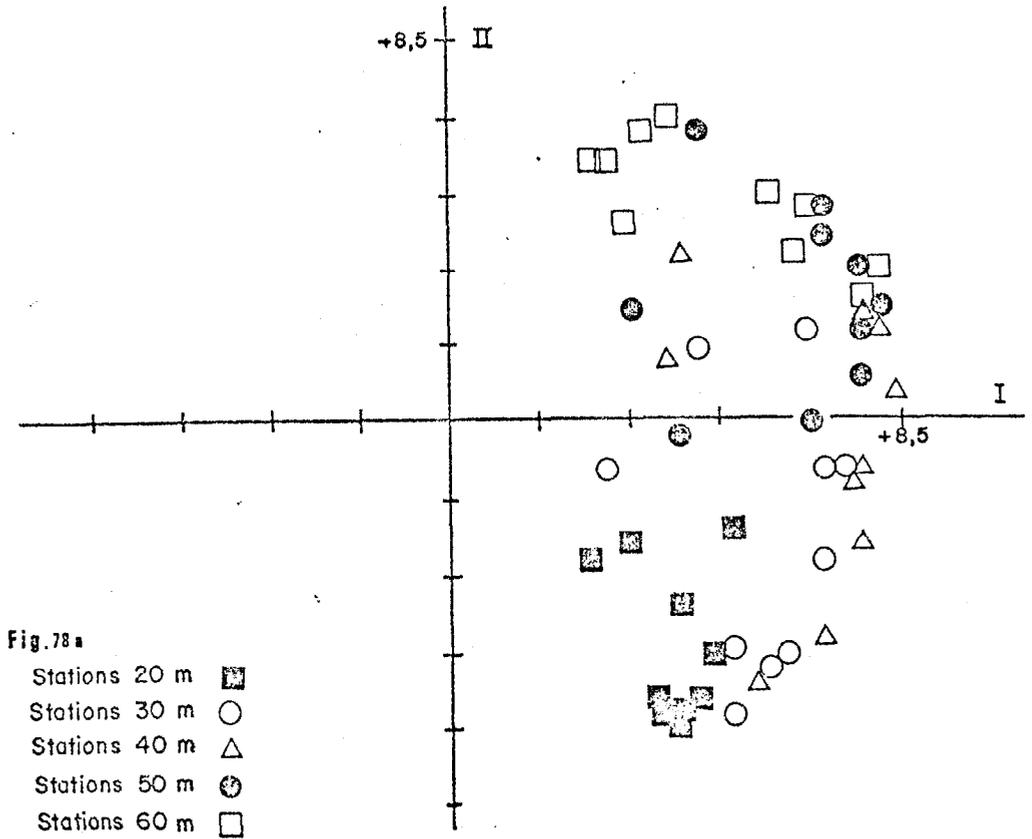


Fig. 78- Projection des points stations(20 à 60 m) dans le plan des axes I et II(78a) et II et III(78b).

Il n'est pas impossible que l'axe I traduise l'influence d'un processus sous la dépendance des conditions hydrologiques : à ce sujet la comparaison des fig. 79 et 57 est intéressante. Elle montre que l'"accident" hydrologique observé en septembre et qui est surtout perceptible au-delà de 50 m, semble se répercuter essentiellement sur la station 60 m du même mois.

La signification de l'axe II apparaît mieux et le rôle du gradient bathymétrique semble incontestable. La répartition des points stations par rapport à cet axe (fig. 79 b) varie selon le mois d'échantillonnage. Ceci pourrait traduire l'existence de déplacements en profondeur de certaines espèces à certaines périodes de l'année. Ces mouvements sont difficilement interprétables. Ils semblent moins intéresser les stations 20 m.

L'axe III paraît traduire des variations saisonnières liées aux conditions hydrologiques. Il existe une corrélation inverse significative (tableau XL) entre les coordonnées des points stations par rapport à l'axe III et par tranche de profondeur, et les variations saisonnières des températures observées sur le fond à ces stations. Ceci suggère l'existence de variations saisonnières dans la structure spécifique des populations échantillonnées au cours de l'année et laisse pressentir la présence de peuplements différents en saison froide et en saison chaude.

Tableau XL : Coefficients de corrélation calculés entre les coordonnées des points stations par rapport à l'axe III et les températures mesurées sur le fond à ces stations lors de chaque échantillonnage.

Stations	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m
Valeurs de r	-0,75	-0,79	-0,62	-0,60	-0,70
Seuil de signification (N = 10)	Pour 5 %, r = 0,57. Pour 1 %, r = 0,70				

III.2.1.1.1.2. Analyse des variations saisonnières de la composition spécifique des peuplements échantillonnés sur la radiale 15° 40'

Dans le tableau XLI, on trouvera le nombre d'espèces capturées, entre -20 et -200 m, lors de chaque mission pour les poissons pélagiques, l'ensemble des dé-

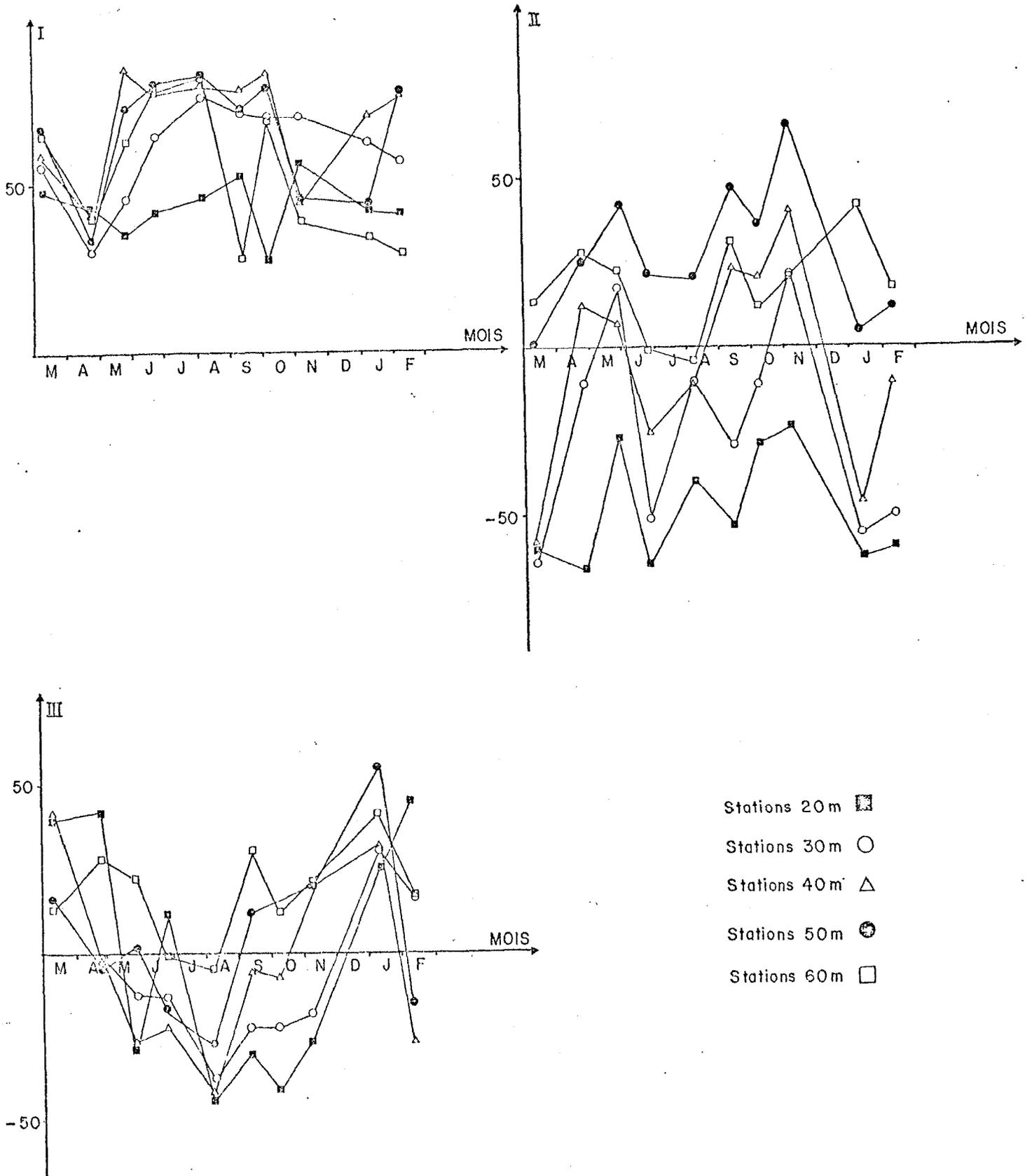


Fig. 79- Variations saisonnières des coordonnées des points stations par rapport à l'axe I (79a) , à l'axe II (79b) et à l'axe III (79c).

mersaux et les démersaux adultes. On observe, en saison chaude, une diminution du nombre des espèces présentes sur le plateau continental tant pour les pélagiques que pour les démersales, celles-ci étant nettement moins nombreuses d'août à novembre.

Tableau XLI : Nombre d'espèces capturées sur la radiale 15° 40' entre -20 et - 200 m.

Espèces	Mois										
	M	A	M	J	A	S	O	N	J	F	
Pélagiques	13	14	14	16	16	12	8	7	8	13	
Démersales (total)	90	90	86	79	56	66	60	60	74	97	
Démersales (adultes)	89	86	82	73	59	60	52	54	69	97	

Si l'on considère uniquement les adultes, le nombre d'espèces présentes est moins important : certaines espèces ne sont représentées sur le plateau à certaines périodes de l'année que par de jeunes individus.

On a calculé, pour un certain nombre d'espèces et sur la radiale 15° 40', le nombre moyen d'individus capturés par mois et par heure de trait dans l'aire de distribution bathymétrique de chaque espèce considérée. On met ainsi en évidence deux types de variations saisonnières d'abondance intéressant deux groupes d'espèces :

- espèces à affinité saharienne dont les adultes apparaissent au niveau de la radiale 15° 40' N à partir du mois de décembre et dont l'abondance est maximale en saison froide (fig. 80). Les valeurs données pour les mois de juillet et décembre ont été obtenues en faisant la moyenne des valeurs obtenues pour les mois de juin-août et novembre-janvier. En saison chaude, certaines de ces espèces ne sont plus représentées que par des individus jeunes (*Umbrina canariensis*, *Zeus faber*). Notons que *Pomadasys jubelini* obéit à un schéma de migration (qui sera précisé plus loin) différent de celui des espèces auxquelles nous l'avons associé sur la figure 80, et doit être rattaché aux espèces à affinité guinéenne.

- espèces à affinité guinéenne qui n'apparaissent, sur la côte nord du Sénégal, qu'en saison chaude (fig. 80).

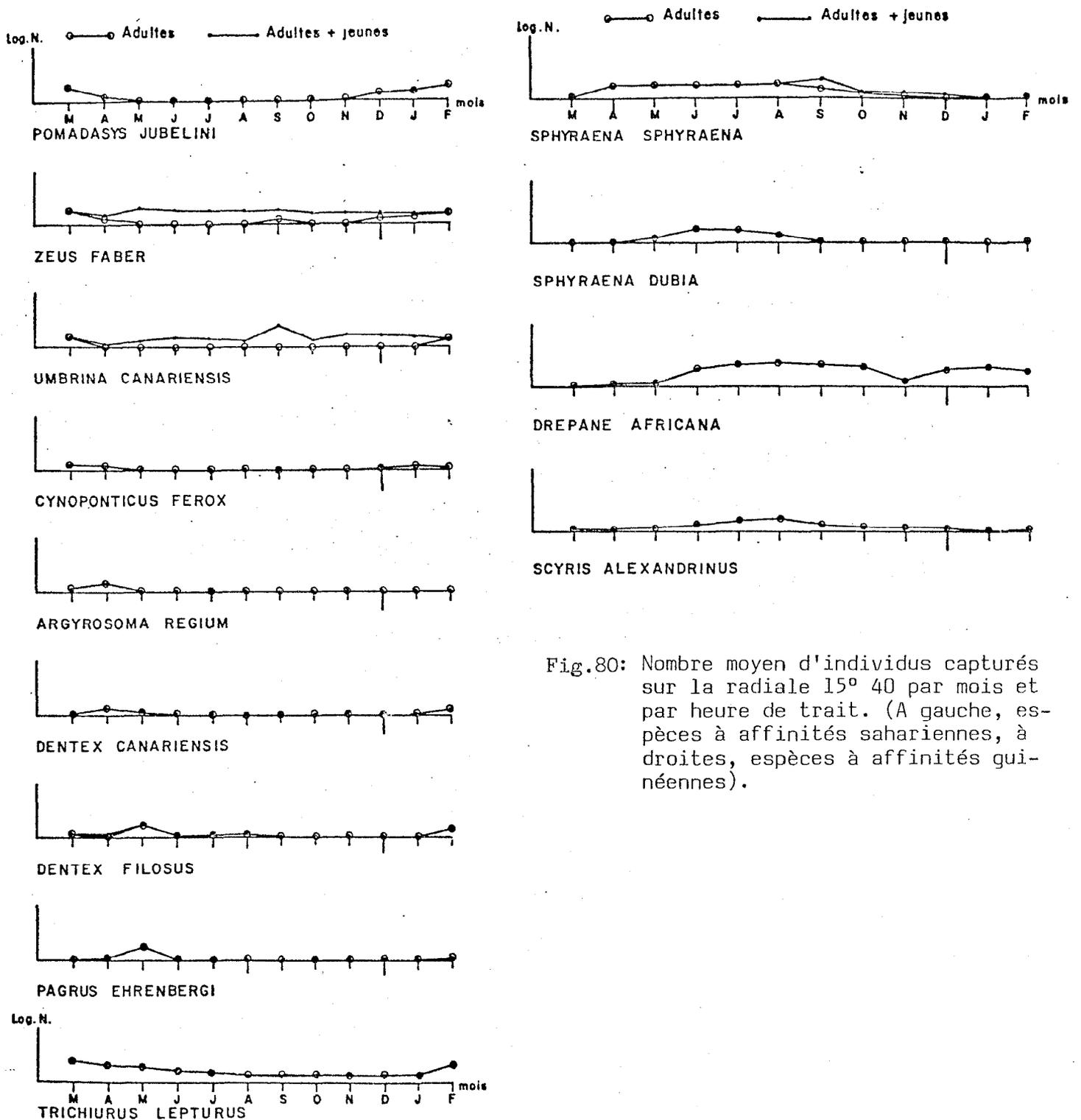


Fig.80: Nombre moyen d'individus capturés sur la radiale 15° 40 par mois et par heure de trait. (A gauche, espèces à affinités sahariennes, à droites, espèces à affinités guinéennes).

III.2.1.1.1.3. Conclusion.

A partir des résultats des échantillonnages effectués au niveau de la radiale 15° 40' il est possible de mettre en évidence l'existence de variations saisonnières dans la composition spécifique des peuplements et de pressentir l'existence de migrations chez certaines espèces démersales en relation avec les

variations saisonnières des conditions hydrologiques.

La comparaison des résultats d'une analyse en composantes principales appliquée à l'ensemble des effectifs avec celle effectuée uniquement sur la population adulte montre que seule celle-ci semble affectée par des déplacements saisonniers.

D'un point de vue biologique ces résultats soulignent la prudence avec laquelle l'écologiste doit aborder l'interprétation des résultats des analyses d'inertie. Ici un phénomène important, la migration de populations adultes vers le nord en saison chaude, a été totalement masqué par le recrutement des jeunes à la même période, ce qui a pour conséquence de conserver une structure identique aux populations toute l'année. Une analyse appliquée à la composition pondérale des échantillons eut peut-être mis en évidence, dès le début, l'existence de variations saisonnières.

Il convient cependant de souligner que la "rigueur de la méthode" n'est pas en cause mais, qu'avant d'aborder le stade de l'interprétation, il paraît indispensable que le biologiste ou l'écologiste fasse, lui aussi, preuve de rigueur scientifique dans le choix de ses paramètres, ce qui implique une excellente connaissance du milieu étudié.

III.2.1.1.2. Observation des déplacements saisonniers des espèces à partir des chalutages effectués entre 21° N et 12° N ("sept radiales").

A partir des chalutages effectués en 1971-1972 par le LAURENT-AMARO entre 21° N et 12° N, on peut tenter de suivre les déplacements en latitude d'un certain nombre d'espèces.

- Espèces à affinité saharienne : l'observation des variations du pourcentage d'individus adultes capturés par heure de trait par rapport au total annuel (fig. 81) montre que l'abondance maximale ainsi que l'extension en latitude la plus méridionale se situent en saison froide, de février à mai. On observe une stratification latitudinale des espèces et il semble que, pour certaines d'entre elles (*Pomadasys incisus*, *Umbrina canariensis*), le secteur fosse de Kayar-presqu'île du cap Vert constitue un obstacle à leur déplacement vers le sud.

Les variations annuelles du poids moyen des individus capturés (fig. 82) indiquent que pour chaque espèce les plus gros sont présents dans la partie sud de leur aire de distribution de février à mai, époque de l'année correspondant au début de leur période de reproduction. Au mois de septembre, généralement le plus chaud, ne subsistent plus au sud du cap Vert que les individus les plus petits de

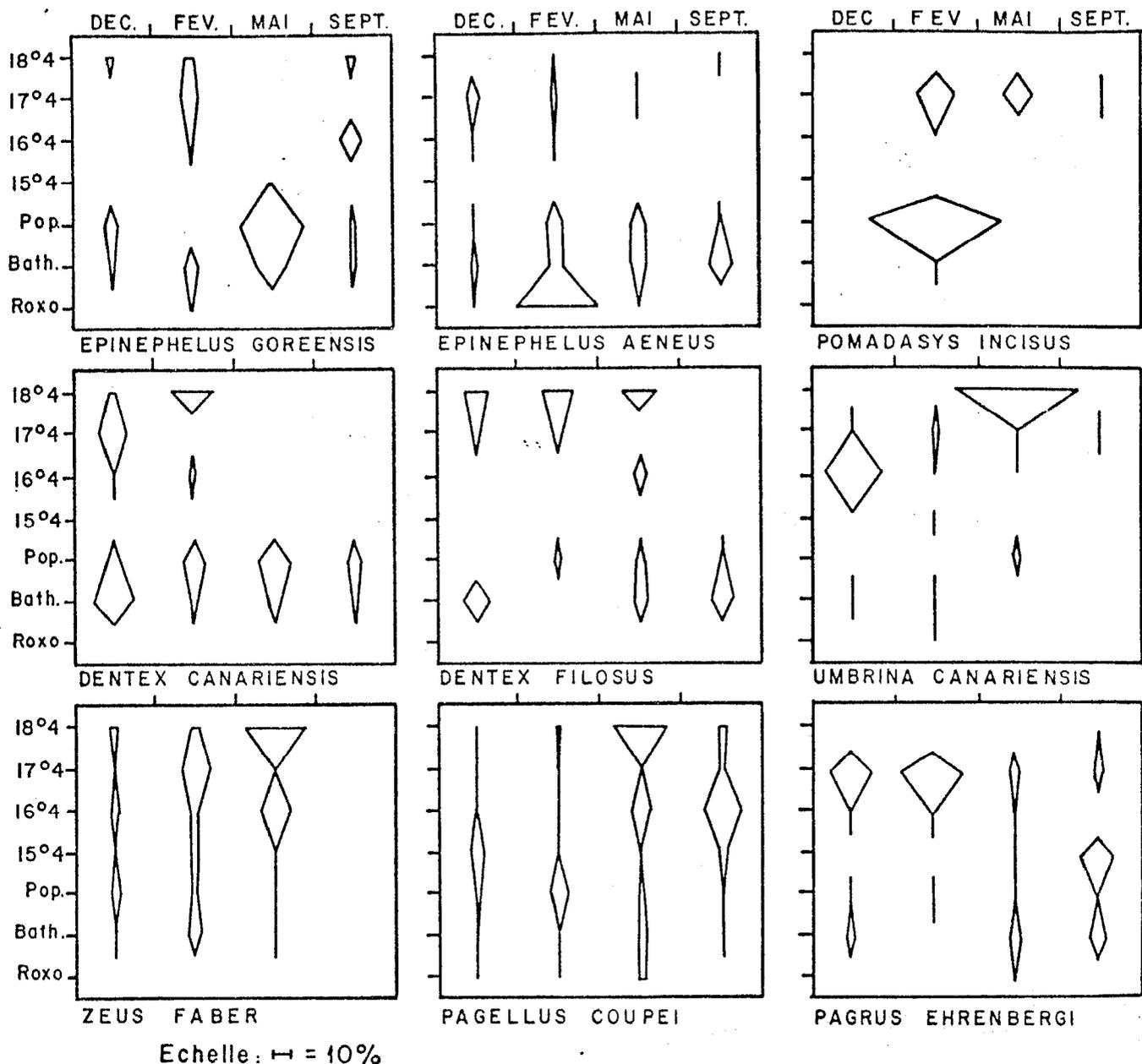


Fig. 81 : Espèces à affinité saharienne : variations du pourcentage d'individus adultes capturés par heure de trait par rapport au total annuel (\rightarrow 10 %). (La dénomination des radiales a été conservée : Pop = Popen-guine, Bath. = Bathurst).

la plupart des espèces. Cependant, pour certaines d'entre elles, la persistance d'un poids moyen relativement élevé traduit le maintien dans cette zone, à cette époque, d'un certain nombre d'individus adultes (ce qui peut également être observé sur la figure 81). Ils pourraient être impliqués dans la petite période de reproduction que l'on observe en fin de saison chaude (DOMAIN, 1979 c).

Les variations des distributions des tailles selon la latitude, au cours de l'année, chez *Pagrus ehrenbergi* et *Pagellus coupei* (fig. 83 et 84), montrent bien ce phénomène pour ces deux espèces. On note en outre chez celles-ci, en février,

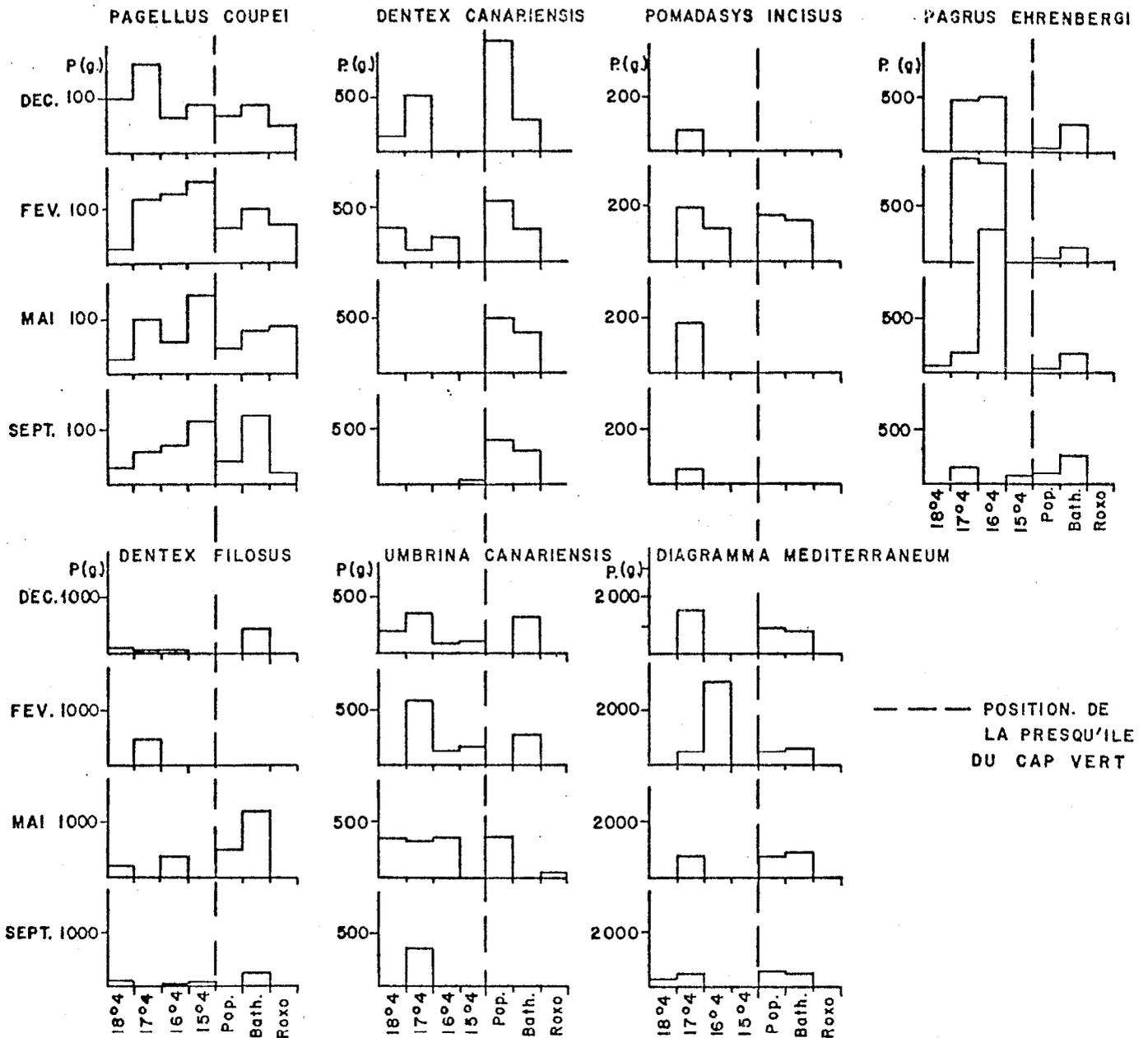
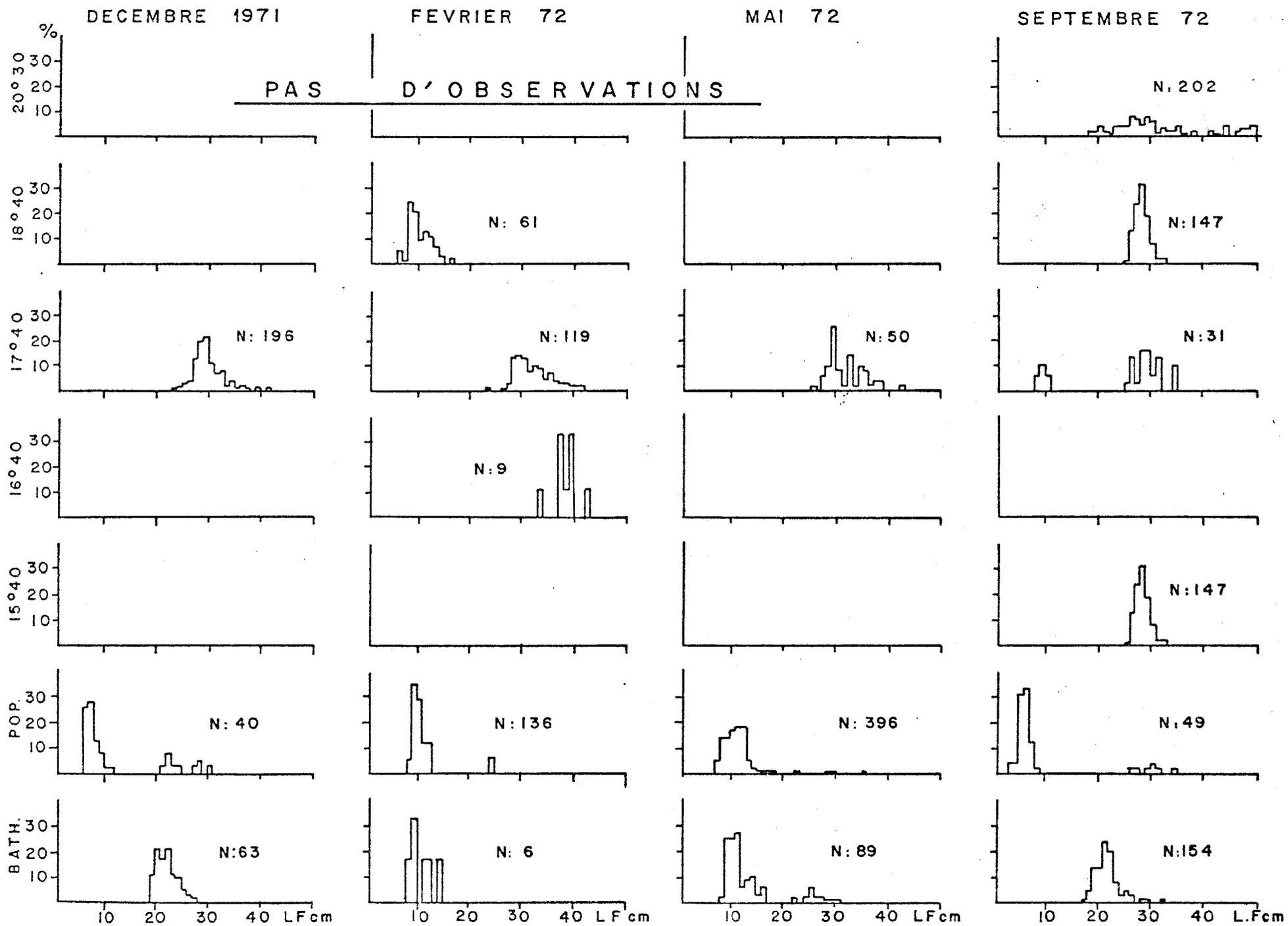


Fig. 82 : Espèces à affinité saharienne : variations saisonnières du poids moyen des captures entre 18° 40' N et le cap Roxo.

une augmentation des tailles de 18° 40' N à 15° 40' N. Immédiatement au sud du cap Vert, les individus capturés sont toujours plus petits, ce qui corrobore la remarque faite plus haut sur le rôle particulier de la zone Kayar-cap Vert dans le déplacement vers le sud des espèces.

- Espèces à affinité guinéenne : les variations du pourcentage d'individus adultes capturés par heure de trait (fig. 85) traduisent l'existence de déplacements saisonniers du sud vers le nord en saison chaude, avec également stratification en latitude des espèces. La zone fosse de Kayar-cap Vert ne semble pas ici affecter le déplacement de ces espèces dont le comportement se rattache plutôt au type pélagique.

Fig. 83 : variations saisonnières des distributions de tailles selon la latitude chez *Pagrus ehrenbergi*.



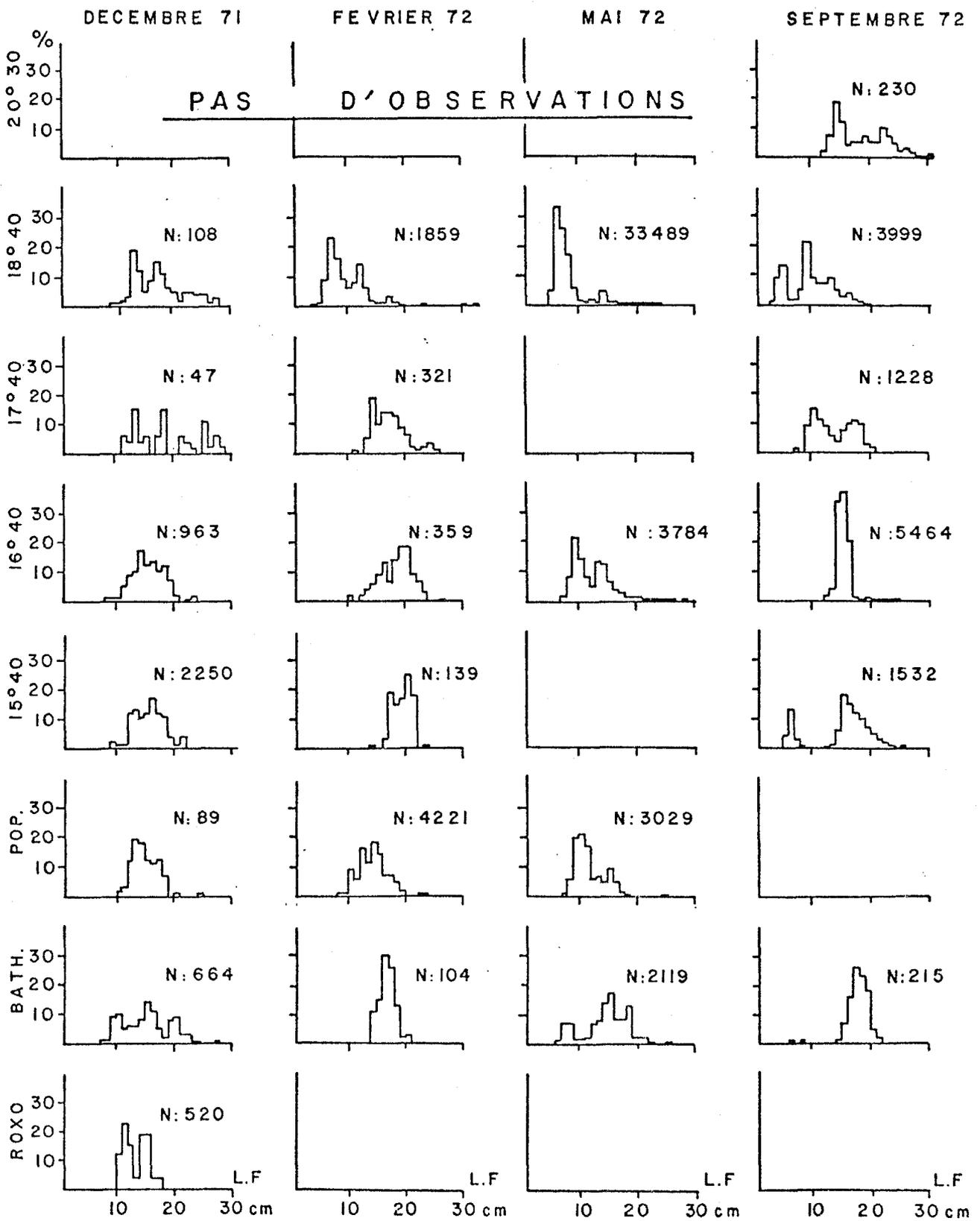


Fig. 84 : Variations saisonnières des distributions de tailles selon la latitude chez *Pagellus couplei*.

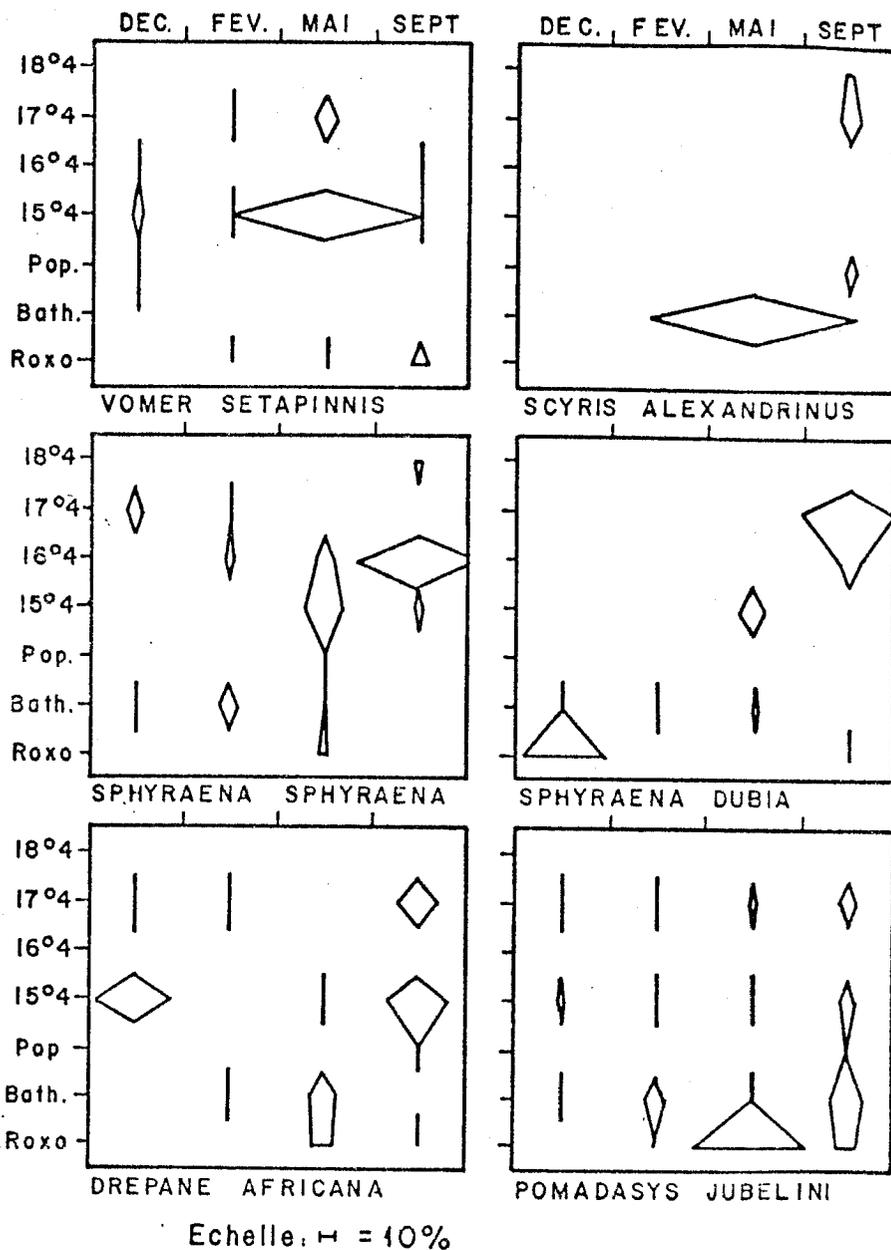


Fig. 85 : Espèces à affinité guinéenne : variations du pourcentage d'individus adultes capturés par heure de trait par rapport au total annuel (H:10%).

III.2.1.2. Analyse des pêcheries artisanales de la grande côte du Sénégal.

Au nord de la presqu'île du cap Vert, la pêche artisanale, mettant surtout en oeuvre des palangres à main et, à un degré moindre, des filets maillants, est concentrée à Kayar et Saint-Louis. Depuis 1970, le Centre de Recherche Océanographiques de Dakar-Thiaroye a mis en place un système d'enquêtes afin d'évaluer l'effort de pêche, le volume des captures par espèces et leur structure démographique.

Le rayon d'action limité de ces pêcheries (50 Km) les rend particulièrement sensibles à toute variation de disponibilité des espèces, et les prises par

unité d'effort pour de très courtes périodes donnent une bonne image de la composition instantanée de la faune ichthyologique présente.

Les variations saisonnières des prises par unité d'effort spécifiques (nombre de poissons par sortie de pirogue), les décalages dans les périodes d'apparition des différentes cohortes entre les deux centres distants d'environ 140 Km permettent d'établir l'existence de déplacements saisonniers affectant un grand nombre d'espèces aussi bien démersales que pélagiques.

Sur la figure 86 nous avons représenté les variations de la p.u.e. à Kayar et Saint-Louis par périodes de 7 jours, de novembre 1974 à décembre 1975, pour *Epinephelus goreensis*, *E. aeneus*, *Pomatomus saltatrix*, *Pagrus ehrenbergi* et *Scyris alexandrinus* (= *Hynnix goreensis*).

Pour chaque espèce la p.u.e. présente 1 ou 2 maxima : les maxima de début de saison froide (novembre-décembre) s'observent légèrement plus tôt à Saint-Louis qu'à Kayar, ceux de fin de saison froide (mai-juin) légèrement plus tôt à Kayar qu'à Saint-Louis. Ceci suggère l'existence d'un mouvement du nord vers le sud dans le premier cas, du sud vers le nord dans le second.

D'une année à l'autre la succession des maxima d'abondance des différentes espèces est remarquablement stable et, pour une espèce donnée, les périodes d'apparition et de disparition varient peu et sont très fortement liées aux conditions hydrologiques.

Nous avons illustré cette régularité dans la répétition des phénomènes sur la figure 87 où sont représentées les variations hebdomadaires de la p.u.e. de *Epinephelus aeneus* et de *Pomatomus saltatrix* à Kayar, de 1972 à 1974.

L'existence de mouvements que nous pressentons à partir des variations saisonnières de l'abondance et de leurs déphasages entre Saint-Louis et Kayar est confirmée par un examen détaillé de la structure de la taille des captures.

Nous avons reporté sur la figure 88 les distributions bimensuelles de fréquence de tailles du tassergal (*Pomatomus saltatrix*) à Kayar en 1972. On remarque, d'une quinzaine à l'autre, l'apparition de cohortes de plus en plus âgées de janvier à mai, puis leur brusque disparition en juin où ne subsistent plus que de jeunes individus. Ce phénomène est très général chez les espèces à affinité saharienne et nous l'avons illustré sur la figure 89 où sont représentées pour 1972 les structures bimestrielles de taille des captures de *Epinephelus aeneus*, *Pagrus ehrenbergi* et *Pomatomus saltatrix*.

Les individus les plus âgés apparaissent au milieu ou à la fin de la saison froide. Ils disparaissent rapidement lors du réchauffement des eaux et pendant la saison chaude ne subsistent que de jeunes individus.

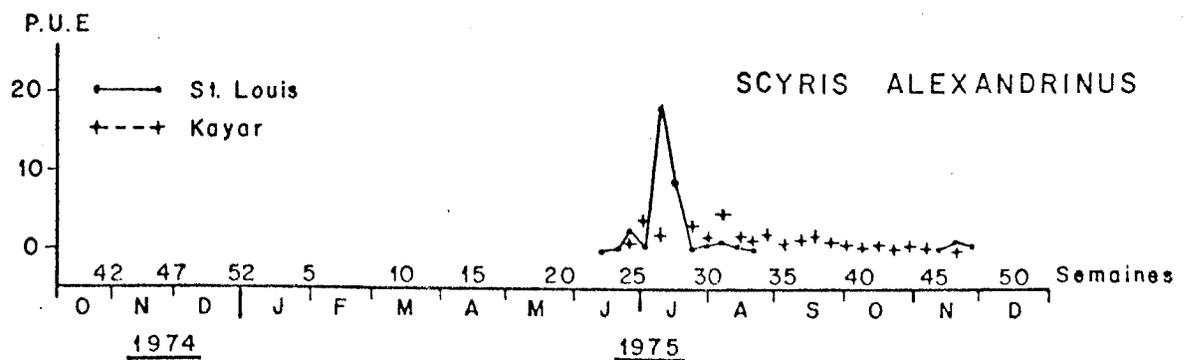
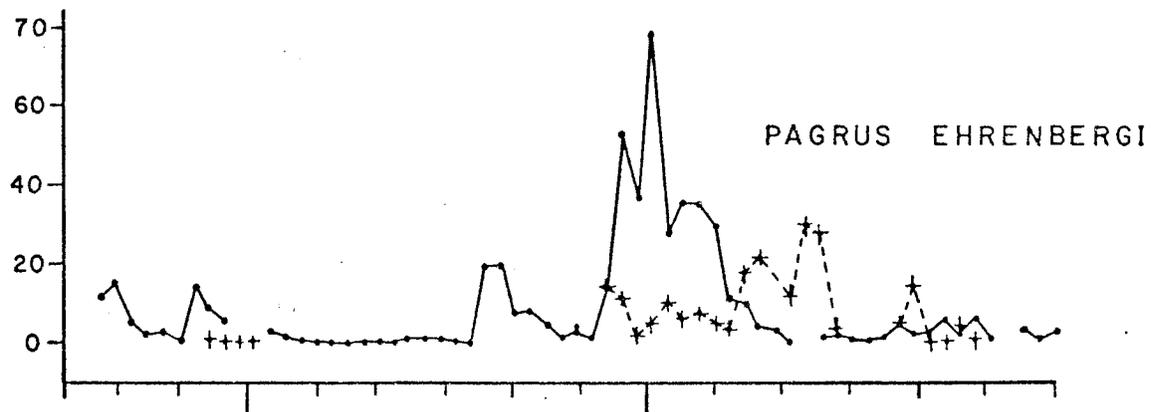
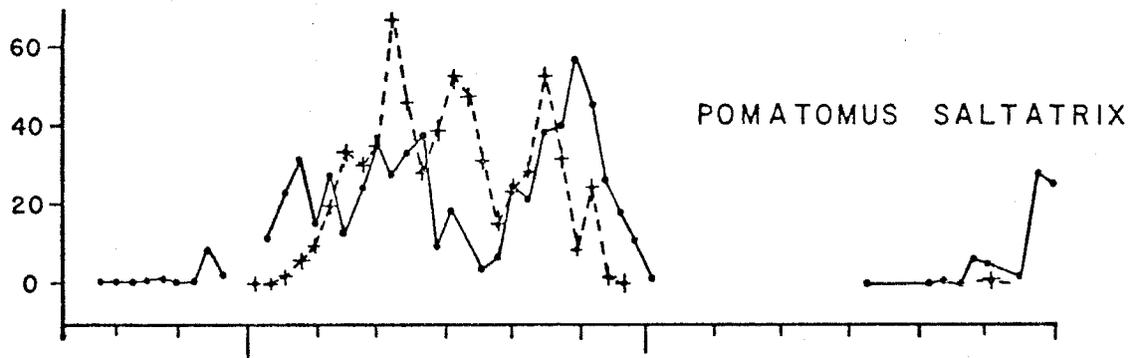
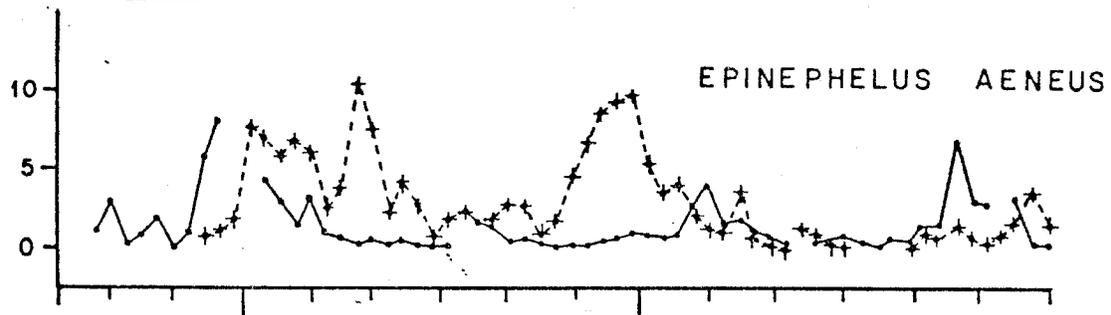
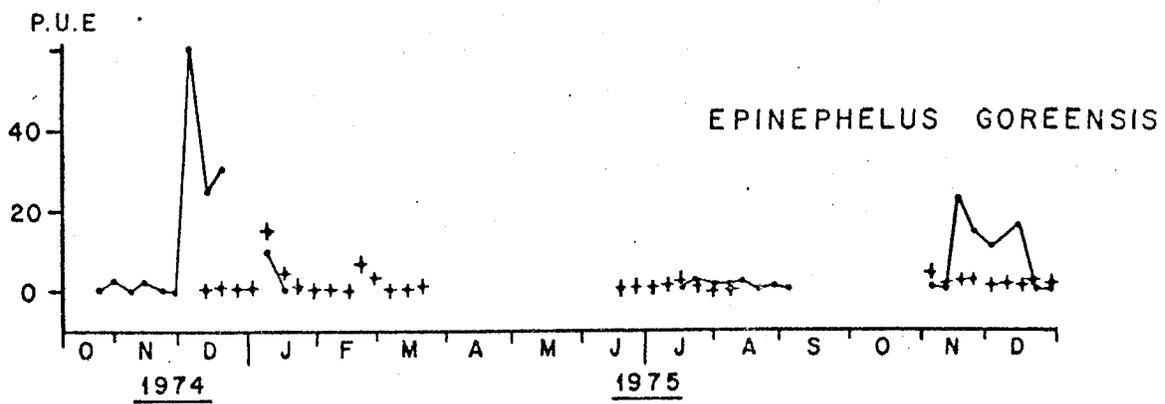


Fig. 86 : Prises par unité d'effort (nombre de poissons par sortie et par pirogue à moteur, par période de 7 jours, de novembre 1974 à décembre 1975) à Kayar et à St-Louis.

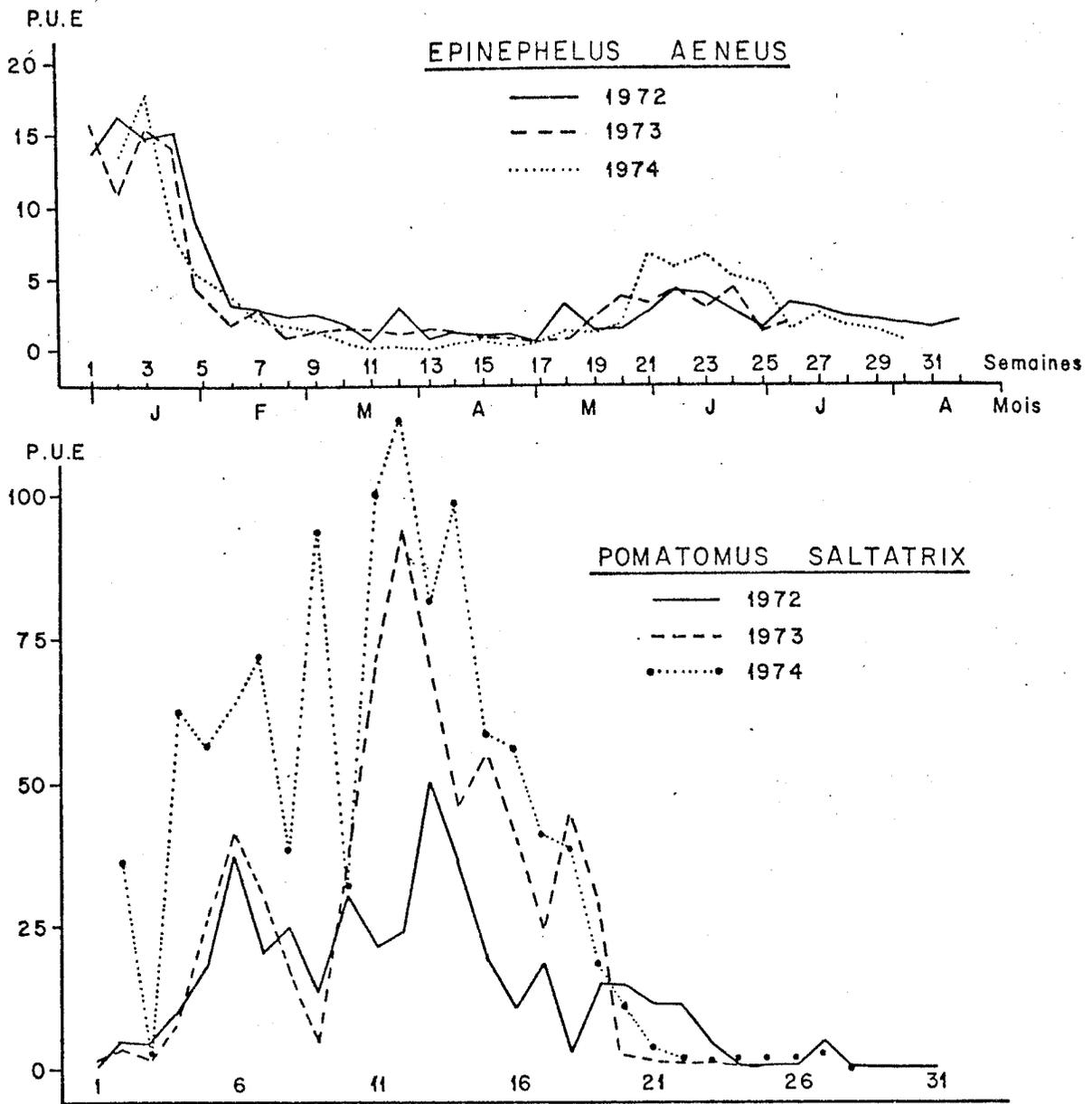


Fig.87 : Variations hebdomadaires de la P.U.E. de *Epinephelus aeneus* et de *Pomatomus saltatrix* à Kayar de 1972 à 1974 (d'après CHAMPAGNAT, 1975).

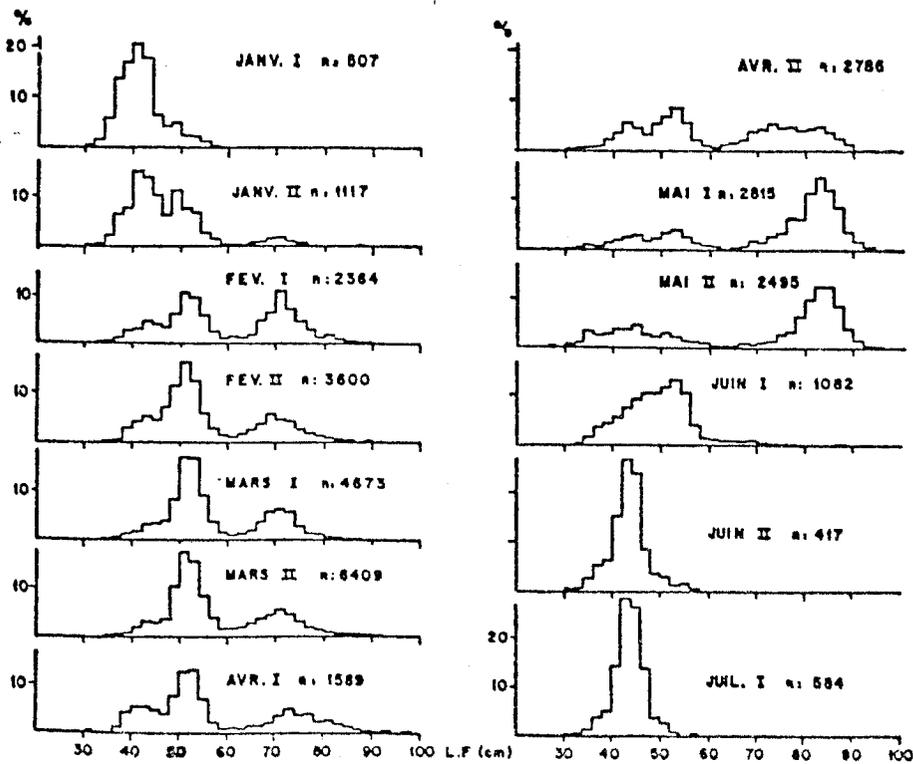


FIG. 88: Distribution de fréquences de tailles bimensuelles de *Pomatomus saltatrix* en 1972 à Kayar. (d'après CHAMPAGNAT, 1978)

Le schéma est différent pour les espèces à affinité guinéenne comme *Scyris alexandrinus* qui ne présentent qu'un seul maximum d'abondance, en général fugace, en juin-juillet. Les biomasses concernées sont toujours faibles et composées uniquement d'individus adultes (fig. 89).

III.2.1.3. Marquages et campagnes d'écho-intégration.

Des preuves directes de migrations ont pu être obtenues par marquages, notamment pour le tassergal, *Pomatomus saltatrix*. Les résultats de ces opérations de marquages ont fait l'objet d'une analyse plus approfondie (CHAMPAGNAT, 1978). Les tassergals marqués en janvier devant Saint-Louis sont recapturés de février à début mai dans la région de Kayar (à 150 Km de Saint-Louis), de fin mai à mi-juin au large de Saint-Louis, fin juin à Timiris (à 400 Km de Saint-Louis), en août au nord du cap Blanc (à 650 Km de St-Louis). Un thiof (*Epinephelus aeneus*), marqué en décembre à Kayar, a été recapturé deux mois plus tard au large du cap Roxo (330 Km). Une thonine (*Euthynnus alleteratus*), marquée en novembre devant Nouakchott, fut recapturée en janvier près du cap Vert (460 Km).

En outre, les campagnes d'écho-intégration conduites à partir de 1973 à bord du N.O. CAPRICORNE ont permis de mettre en évidence la présence, en saison froide, au sud de la presqu'île du cap Vert, d'une biomasse de poissons de 1,2 million de tonnes commençant à se déplacer vers le nord à partir de fin avril. Les évaluations de biomasses données par MARCHAL et BOELY (1977) montrent l'existence de variations saisonnières importantes sur le plateau continental de la zone sud-Sénégal. Ces auteurs évaluent, en effet, la biomasse en poissons démersaux, entre 13° 25' N et 12° 15' N, à 75 000 t en saison froide (janvier 1974) et 44 000 t en saison chaude (octobre 1974).

III.2.2. Synthèse des observations : schémas généraux des migrations.

Nous sommes maintenant en mesure, en regroupant les résultats des paragraphes précédents, d'établir des schémas d'ensemble des migrations dans la zone de notre étude.

III.2.2.1. Cycle des espèces à affinité saharienne.

Sans vouloir citer toutes les espèces, nous retiendrons les Pomadasyidés *Diagramma mediterraneum*, *Pomadasys incisus*, *Parapristipoma octolineatum*, les Spa-

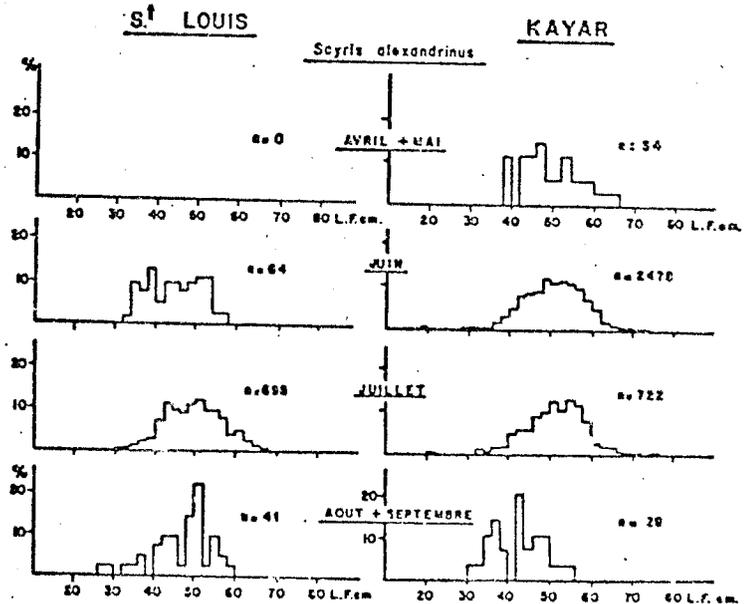
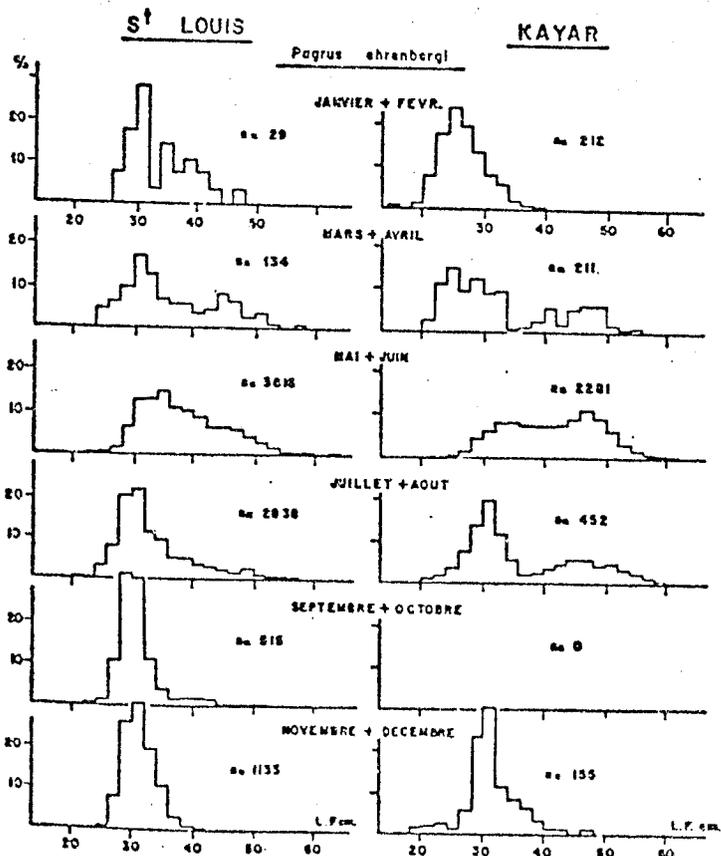
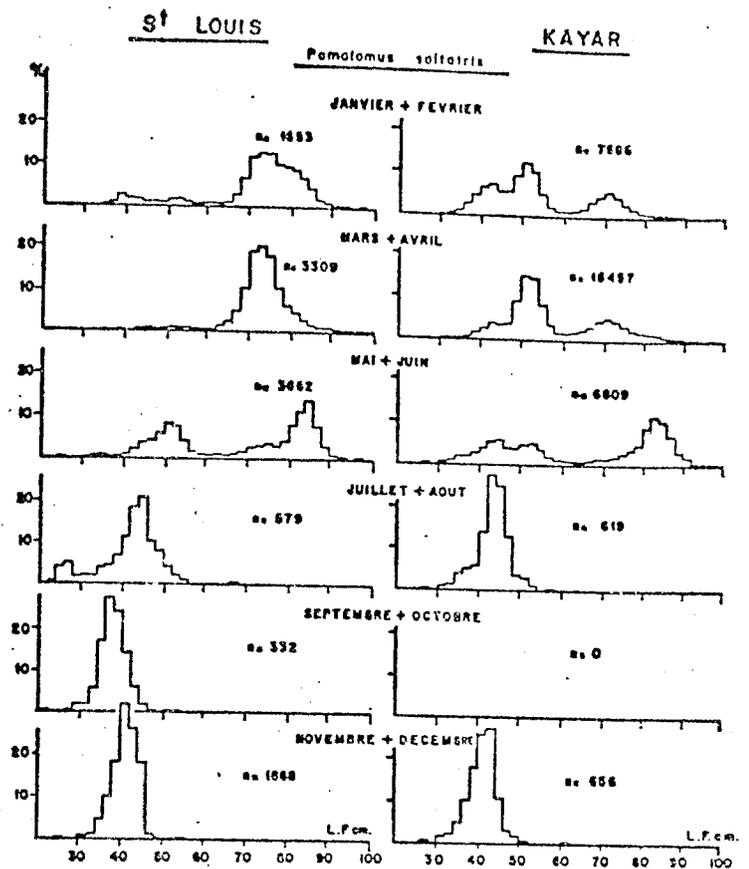
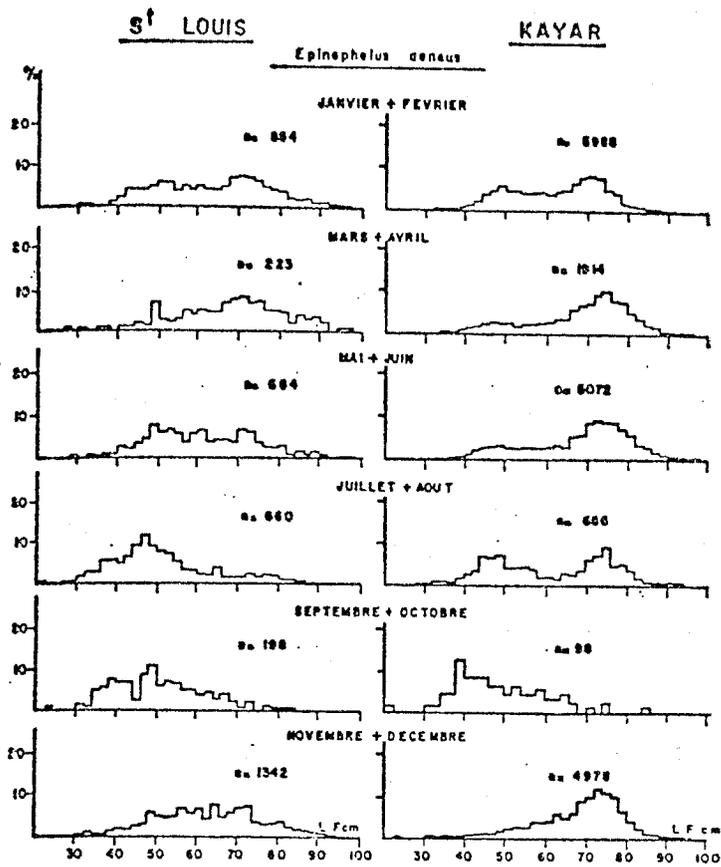


Fig. 89 : Distributions de fréquences de taille (L.F.) de *Epinephelus aeneus*, *Pagrus ehrenbergi*, *Pomatomus saltatrix* et *Seyris alexandrinus* à St Louis et Kayar en 1972.

ridés *Pagrus ehrenbergi*, *Pagellus coupei*, *Dentex filusus*, *D. canariensis*, les Serranidés *Epinephelus aeneus*, *E. goreensis*, *E. gigas*, *E. caninus*, *Cephalopholis taeniops*, les Carangidés *Lichia vadigo*, *L. amia*, le Pomatomidé *Pomatomus saltatrix*, les Sciaenidés *Argyrosoma regium*, *Umbrina canariensis*, le Muraenesocidé *Cynoponticus ferox* (= *Phyllogramma regani*).

Les centres de gravité des populations de ces espèces se situent entre 20° et 23° N d'août à octobre. A partir de novembre, ils se déplacent vers le sud pour se stabiliser, en février-mars, entre 10° et 16° N. Il existe alors une stratification latitudinale des espèces et, à l'intérieur des espèces, une stratification en fonction de l'âge, les jeunes ayant une distribution plus méridionale que les adultes. A partir d'avril, avec la remontée des eaux chaudes, un mouvement d'ensemble de ces espèces, vers le nord, s'amorce. C'est en général à ce moment que se déclenche la reproduction qui se propage vers le nord pour atteindre un maximum de mi-juin à mi-août entre 19° et 21° N. De juillet à novembre ne subsistent au sud de 19° N, que les jeunes individus dont certains se reproduisent alors pour la première fois, particulièrement en octobre-novembre au début de la phase de refroidissement.

Nous avons déjà signalé la différence de taille que l'on observe entre les individus d'une même espèce capturés au nord et au sud de la presqu'île du cap Vert, ces derniers étant généralement plus petits. Nous savons, d'autre part, que la pêche artisanale des espèces démersales est beaucoup plus réduite sur la côte sud du Sénégal et que l'on n'y observe jamais les importantes concentrations de poissons de fond que l'on trouve au nord en saison froide. Enfin, nous avons remarqué qu'en saison chaude un certain nombre d'individus adultes restaient au sud de Dakar et ne prenaient pas part à la migration vers le nord. Il semble donc que la zone comprise entre la fosse de Kayar et la presqu'île du cap Vert joue un rôle prépondérant dans la limitation de l'intensité des migrations, qu'elles viennent du nord en saison froide ou du sud en saison chaude. De Kayar à Dakar, en effet, l'exiguïté du plateau continental (DOMAIN, 1977) et le changement d'orientation de la côte favorisent l'existence, dans cette zone, de conditions hydrologiques instables en saison froide. A cette époque de l'année, elle n'est en effet refroidie que par advection des eaux froides de l'upwelling que l'on trouve plus au nord sur le plateau continental. Les alizés qui induisent cet upwelling soufflent généralement par intermittence, surtout en début et en fin de saison froide où l'on peut observer des périodes assez longues de calme. Entre deux phases d'alizés, cette zone, plus ouverte aux conditions du large, a tendance à se réchauffer plus rapidement que les secteurs adjacents et l'on observe souvent la pénétration dans les eaux

froides environnantes d'un coin d'eaux plus chaudes. Ceci est confirmé par les observations par télédétection.

Ces observations suggèrent l'existence à ce niveau de la côte, surtout aux périodes de transition hydrologique, de conditions alternativement favorables et défavorables aux poissons qui ont tendance à limiter leurs migrations. De plus, entre Kayar et Dakar, l'isobathe 50 m ne se trouve qu'à 2 Km de la côte, voire même à quelques centaines de mètres au droit de Kayar. On peut même penser que la fosse représente un obstacle particulièrement difficile à franchir pour la plupart des espèces démersales migratrices qui sont distribuées entre -10 et -80 m. Il est vraisemblable que la pêche artisanale s'est développée à Kayar pour tirer avantage de cette situation en exploitant ces espèces qui ont tendance à se concentrer au nord de la fosse.

Ces individus, dont la migration s'arrêterait à ce niveau, pourraient malgré tout participer indirectement au renouvellement de la population démersale que l'on trouve au sud de Dakar. Il n'est pas en effet invraisemblable de penser que, lors de leur reproduction, à l'époque de transition saison froide-saison chaude, la dynamique des masses d'eau et le régime des courants, notamment l'existence d'une zone frontale à la limite du plateau continental, s'opposent à la dispersion des larves vers le large. Celles-ci seraient entraînées par le courant de dérive au sud du cap Vert où un système de courants tourbillonnaires les rapprocherait de la côte. Elles contribueraient ainsi à alimenter les nurseries dont nous avons déjà signalé l'existence sur cette partie du plateau continental.

En fin de saison froide, lorsque les espèces entament leur mouvement vers le nord, cette zone constituerait également un obstacle aux migrations. Ainsi que nous l'avons vu, les conditions de saison chaude ont tendance à apparaître plus rapidement au nord qu'au sud de Dakar où l'on note d'ailleurs la persistance d'eaux froides pendant quelques temps (fig. 93). Un certain nombre d'individus adultes seraient alors piégés au large de la côte sud du Sénégal où ils participeraient, en fin de saison chaude, à la deuxième période de reproduction que l'on observe dans cette zone.

III.2.2.2. Cycle des espèces à affinité guinéenne.

Les schémas sont ici moins nets. Les déplacements semblent affecter un nombre d'espèces appartenant surtout à la communauté des Sciaenidés décrite par LONGHURST (1963 et 1969). On a toutefois noté des mouvements de *Pomadasys jubelini*, *Scyris alexandrinus*, *Caranx carangus*, *Sphyraena piscatorum*, *Sphyraena sphyraena*, *Rachycentron canadum*. De janvier à juin, ces populations sont concentrées dans une

frange très côtière de l'embouchure du Sénégal, et surtout dans le complexe estuarien qui s'étend du Saloum à la Guinée. En juin se développe un rapide mouvement vers le nord. Il n'affecte que les adultes d'espèces au comportement semi-pélagique se déplaçant très près de la côte, ce qui explique que la fosse de Kayar ne gêne en rien la progression de ces migrateurs qui seront alors capturés en quantités parfois élevées à la senne de plage sur toute la côte nord de la presqu'île du cap Vert et jusqu'à une trentaine de kilomètres au nord de Kayar. Ces poissons se reproduisent entre l'embouchure du fleuve Sénégal et le cap Timiris, puis se dispersent dans cette région. Ils regagnent les zones d'estuaires à partir de décembre.

Nous avons représenté, sur des cartes regroupées à la fin du présent chapitre (fig. 96 à 105), les cycles biologiques d'un certain nombre d'espèces tels que nous avons pu les reconstituer à partir de nos observations complétées éventuellement par celles d'autres auteurs, en particulier la synthèse de BLACKBURN (1975) sur les données disponibles sur le necton du Rio de Oro et des régions adjacentes, et les travaux de CONAND, en partie non publiés, sur les larves de poissons des côtes sénégalaises ainsi que les observations de TIXERANT (1968) et de KARNIKI (1970).

III.2.3. Contribution de la télédétection à partir de satellites à l'étude des migrations.

Nous présentons en annexe un document concernant l'étude, à partir du satellite METEOSAT (DOMAIN, 1979 b), des températures de la mer au voisinage des côtes de Mauritanie et du Sénégal. L'intérêt des observations par télédétection à partir de satellites est qu'elles permettent l'étude de grandes étendues et, par la répétition des observations, de suivre l'évolution des phénomènes qui s'y déroulent. Un second intérêt réside dans le fait que l'information est disponible rapidement, pratiquement en temps réel. Cette technique qui, en mer, n'en est encore qu'à ses débuts semble prometteuse notamment pour ce qui concerne l'observation des déplacements des masses d'eaux, l'apparition et l'évolution des upwellings. Permettant de suivre les mouvements des zones frontales dont nous avons déjà souligné le rôle, elle semble particulièrement adaptée à l'interprétation et à la prévision des mouvements migratoires chez les poissons. Elle peut ainsi également contribuer à l'amélioration des stratégies de pêche.

III.2.3.1. Contribution à l'étude des migrations.

III.2.3.1.1. Observations effectuées en période de transition saison froide-saison chaude.

Sur les figures 90 et 91 l'évolution des conditions thermiques de surface* en période de transition saison froide-saison chaude apparaît bien. L'écoulement des eaux chaudes sur les eaux froides, auquel, en mai-juin, s'opposent de moins en moins les alizés, est nettement perceptible sur les images 1 à 3 où l'on observe un brusque réchauffement des eaux et une rapide remontée du front thermique vers le nord. Simultanément, on assiste à la régression puis à la disparition de l'upwelling situé au sud-ouest du cap Timiris. Celui du cap Blanc, qui apparaît très important en mai ainsi que le soulignent d'ailleurs BRULHET (1974) et TIXERANT (1974), se résorbe à son tour. La zone intéressée par les eaux froides se réduit progressivement. Bientôt les seules eaux froides de la région ne se trouvent plus qu'au nord du cap Blanc.

Il existe un bon synchronisme entre le déplacement vers le nord du front thermique ainsi observé et le schéma que nous donnons des déplacements des espèces démersales dans la région à la même époque de l'année.

Simultanément aux observations par télédétection nous avons suivi (fig. 92) en mai, juin et juillet, pour trois ports piroguiers sénégalais qui sont, du sud vers le nord, Soumbédioune, Kayar et St-Louis, l'évolution de l'effort de pêche (nombre de sorties hebdomadaires des pirogues) qui est lié à la présence du poisson. A Soumbédioune, situé au niveau de la presqu'île du cap Vert à l'ouest de Dakar, le nombre de sorties varie peu et reste compris entre 500 et 600. Cette pêche concerne en effet essentiellement une population de poissons relativement sédentaires qui vivent sur les fonds rocheux proches de Dakar. Elle n'est que peu affectée par les déplacements saisonniers des espèces.

En revanche, plus au nord, on observe le transfert de l'effort de pêche de Kayar vers St-Louis simultanément à la progression du front vers le nord. Ceci apparaît particulièrement bien au cours des semaines du 21 au 28 mai et du 28 mai au 4 juin qui correspondent aux situations décrites sur les images 1 et 2. Le déplacement rapide du front et des poissons qui l'accompagnent a pour conséquence que la saison de pêche à St-Louis, en mai-juin, est très courte. En juillet la zone frontale se trouve assez loin vers le nord devant les côtes de Mauritanie et le poisson devient inaccessible aux piroguiers sénégalais. On observe alors une stagnation de l'effort de pêche aux environs de 400 à 500 sorties hebdomadaires.

* Chaque plage de couleur correspond à une classe relative de température. Les couleurs sont agencées dans l'ordre du spectre, le violet correspondant aux classes les plus froides (voir volume annexe).

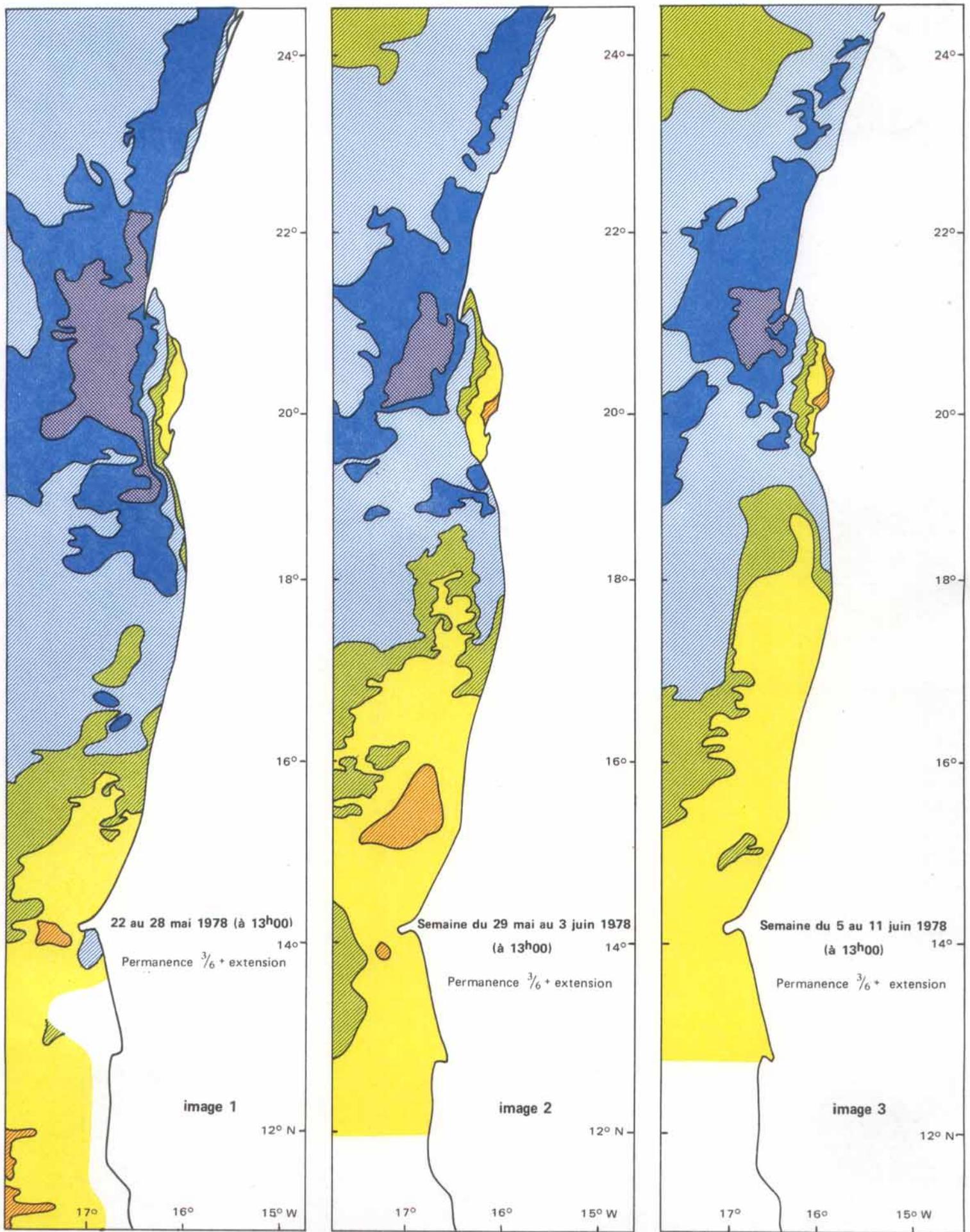


Fig.90- Observations de la température de la surface de la mer par télédétection à partir du satellite "METEOSAT", en période de transition saison froide-saison chaude.

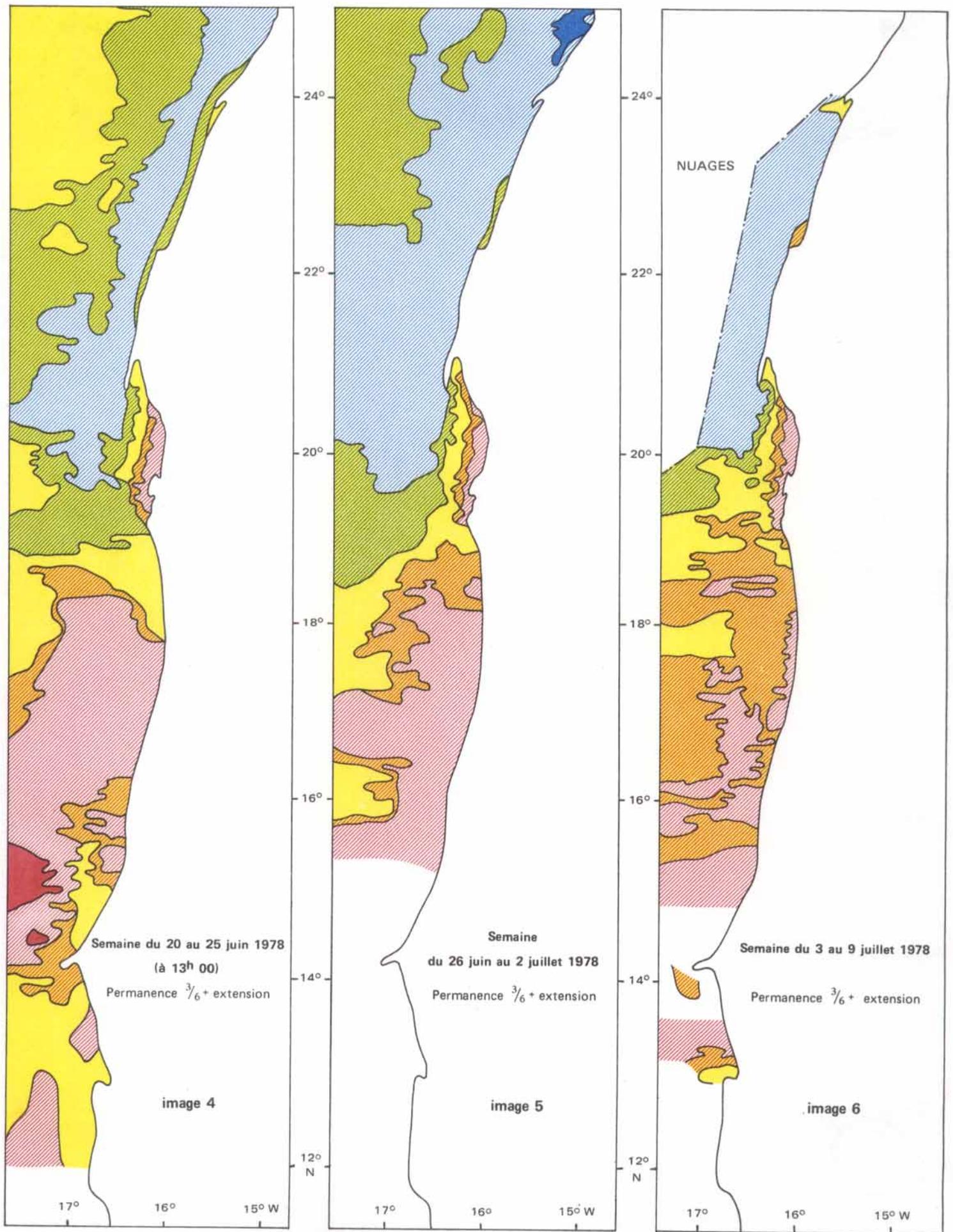


Fig.91- Observations de la température de la surface de la mer par télédétection à partir du satellite "METEOSAT", en période de transition saison froide-saison chaude.

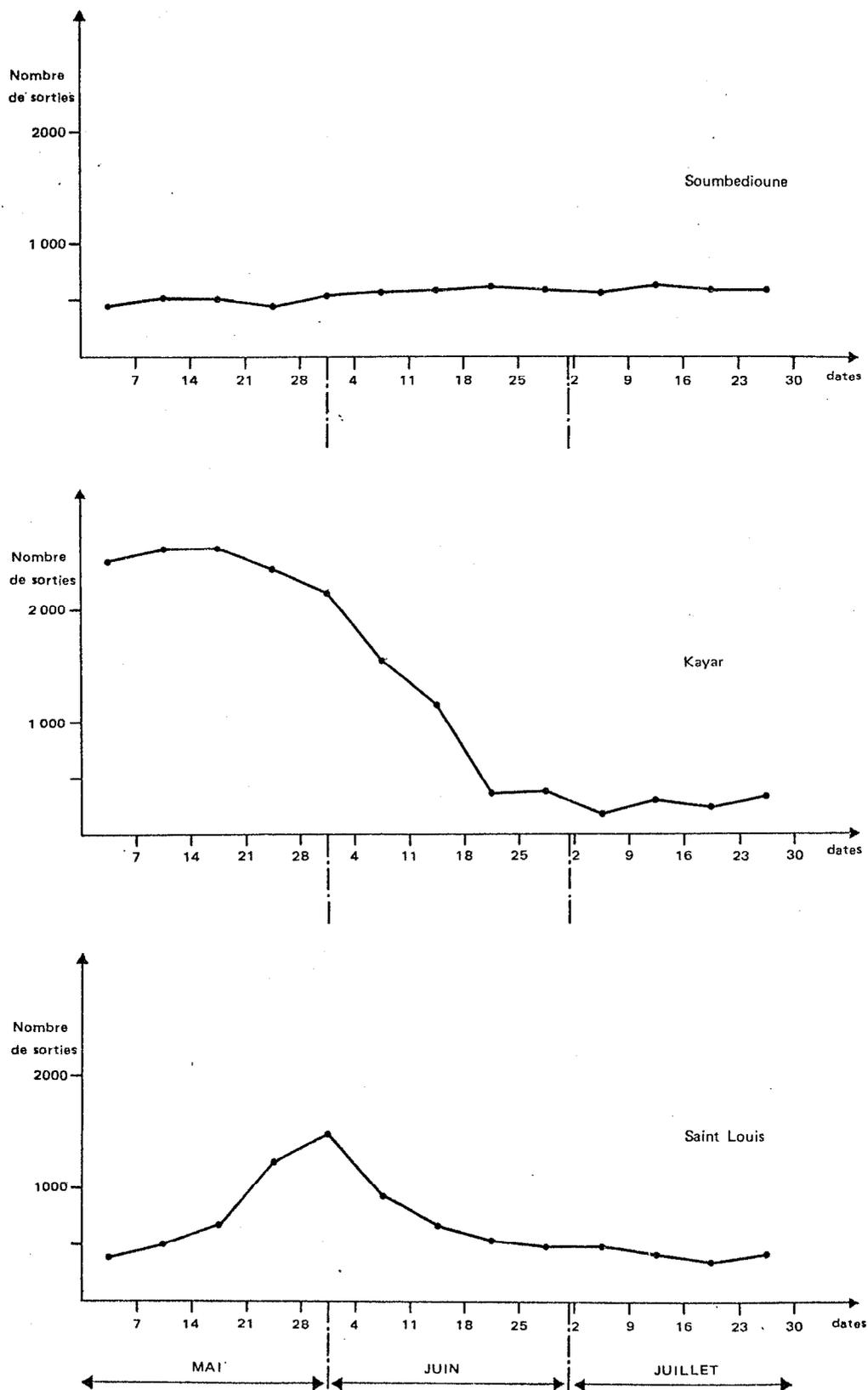


Fig. 92 : Evolution de l'effort de pêche, en nombre de sorties hebdomadaires des pirogues, du 1er mai au 30 juillet 1978 dans les ports de Soumbédioune, Kayar et St-Louis.

Les observations effectuées l'année suivante en période de transition saison froide-saison chaude, du 6 au 11 mai et du 12 au 18 mai 1979 (fig. 93) montrent une évolution identique des conditions thermiques avec également une offensive des eaux chaudes à partir du large. Sur ces deux images on note en outre la persistance d'eaux froides au sud de Dakar tandis qu'au nord ne subsistent que des upwelling résiduels. On observe également qu'il existe bien une coupure hydrologique de Dakar à la fosse de Kayar, cette zone étant toujours intéressée par des eaux plus chaudes. Ces observations vont dans le sens du rôle critique que nous avons attribué à cette région dans la limitation du déplacement des espèces démersales et contribuent à renforcer l'hypothèse selon laquelle un certain nombre d'individus se trouveraient piégés à cette époque au sud du cap Vert dans les eaux froides qui y persistent encore.

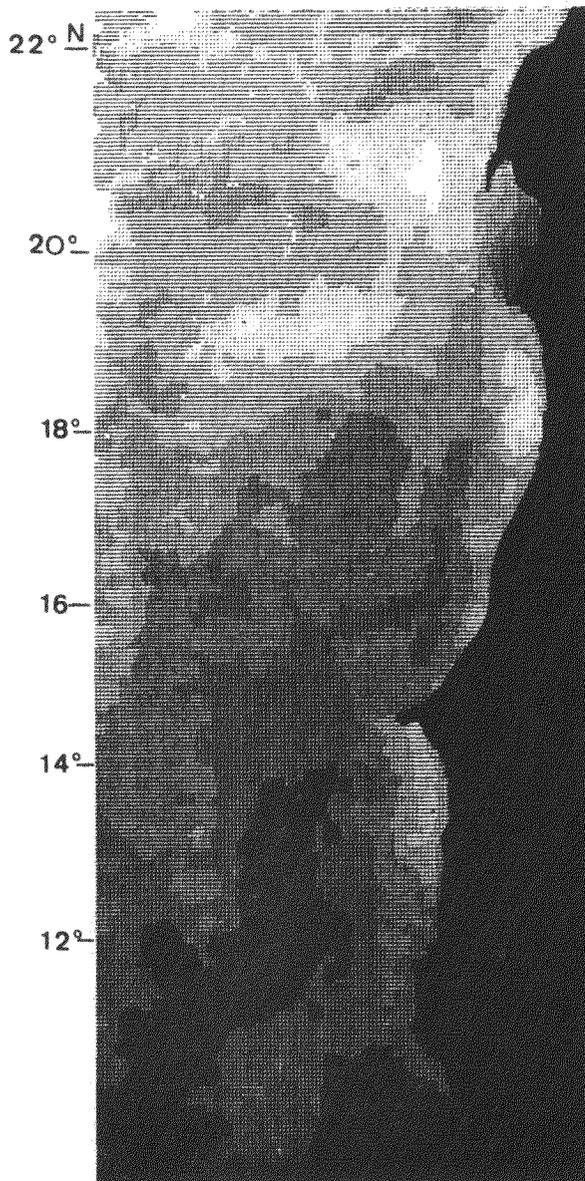
Un phénomène identique a été mis en évidence lors des radiales de chalutage effectuées par l'ORSTOM, de 1964 à 1966, au Congo. Des lentilles d'eaux froides demeuraient sur les fonds de 20 à 30 m après l'installation des eaux guinéennes, en début de saison chaude, expliquant la présence sur ces mêmes fonds de poissons de la communauté des Sparidés (LE GUEN, comm. pers.).

III.2.3.1.2. Observations en période de transition saison chaude-saison froide.

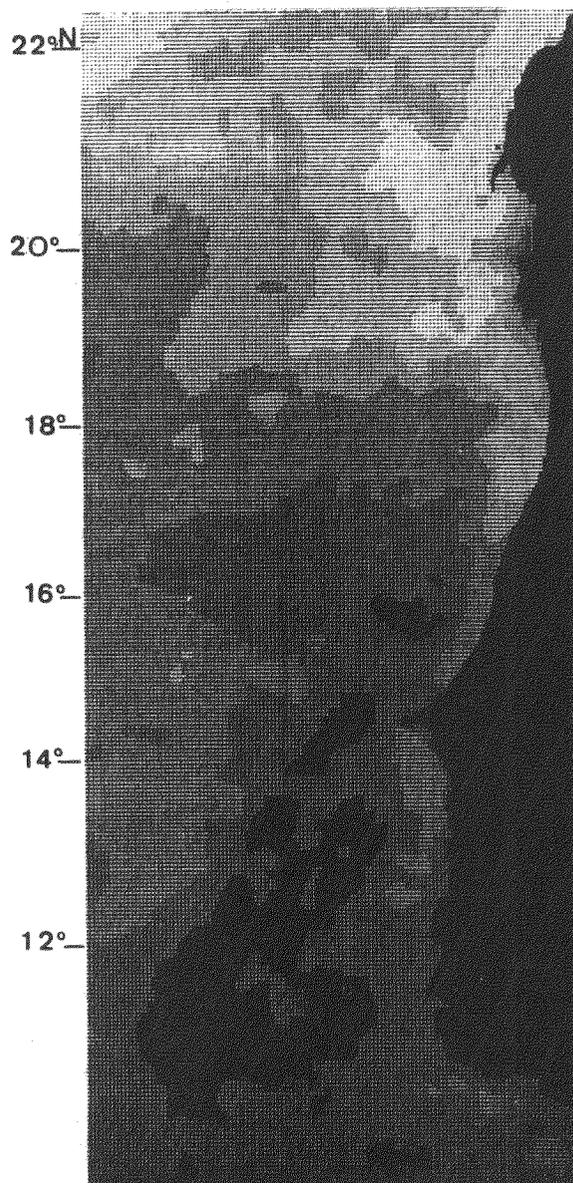
Un certain nombre d'incidents techniques dans le fonctionnement du radiomètre de METEOSAT ainsi qu'une importante nébulosité ne nous ont pas permis d'obtenir des images de qualité satisfaisante lors de la transition saison chaude-saison froide. Il semble cependant, à partir des quelques observations ponctuelles que nous avons pu réaliser, qu'à cette période de l'année on n'assiste pas à un véritable reflux du front vers le sud mais plutôt à un refroidissement des eaux par le jeu des upwellings qui semblent se succéder en position de plus en plus méridionale simultanément à la progression des alizés vers le sud. Ce processus qui semble se propager rapidement, expliquerait la persistance en début de saison froide de lentilles d'eaux chaudes le long de la côte entre Dakar et le cap Timiris. Ceci pourrait contribuer à l'interprétation de l'existence d'"eaux chaudes" en saison froide au nord de Dakar : on assisterait ainsi à un phénomène de piègeage identique à ce qui se produit pour les espèces d'"eaux froides" en début de saison chaude au sud de Dakar.

III.2.3.1.3. Observations en saison froide.

Les quatre situations observées du 1er au 5 février 1979 (fig. 94)



6 au 11 mai 1979



12 au 18 mai 1979

Fig. 93 - Observations des températures de la surface de la mer, en mai 1979, au large de la Mauritanie et du Sénégal. (Restitution de l'image sur imprimante electrostatique. Les températures les plus froides sont représentées par les plages les plus claires. Il existe un degré d'écart entre chaque gradation de gris.)

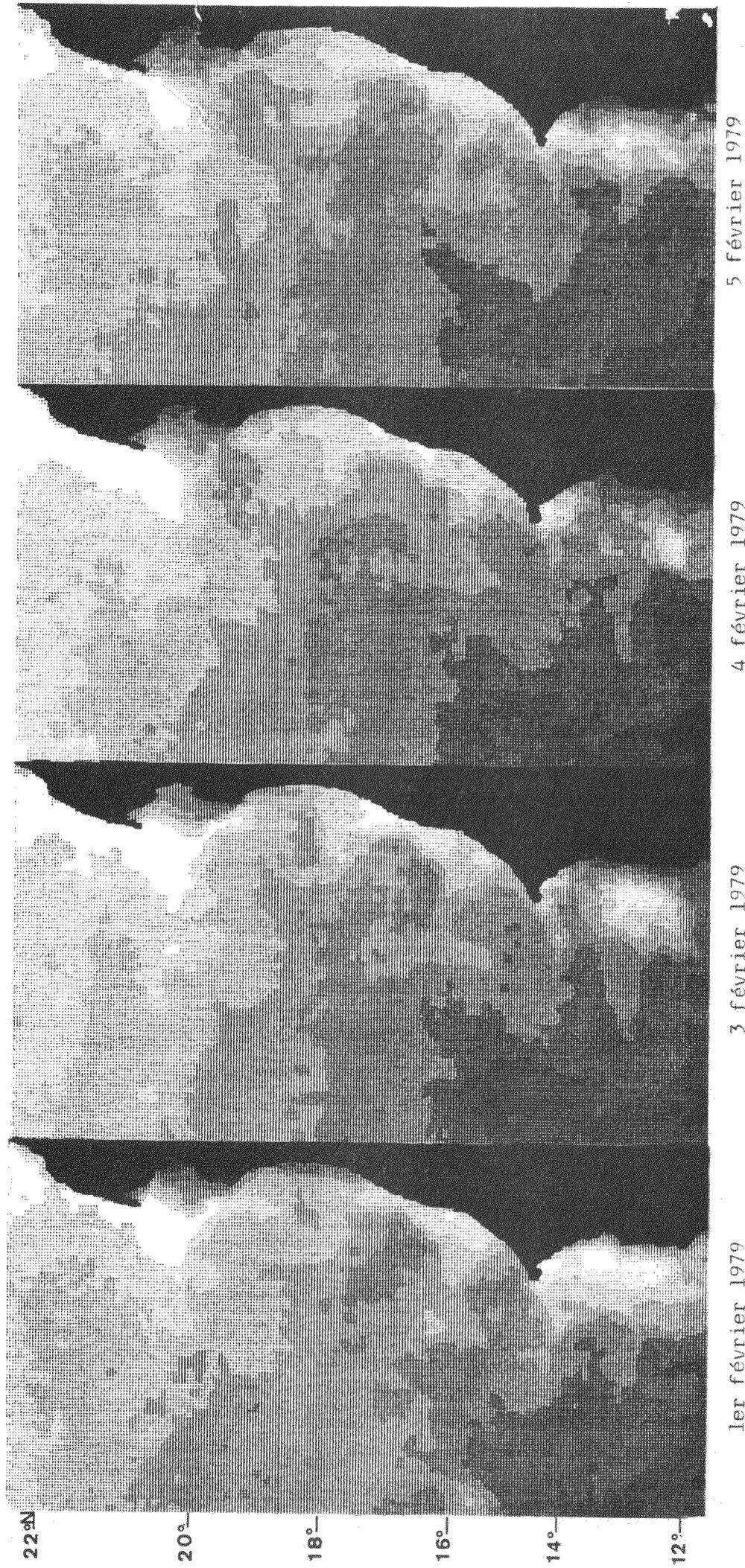


Fig. 94 -Quatre situations thermiques de surface en saison froide (février 1979).

illustrent la contribution que peut apporter la télédétection à partir de satellites à l'interprétation de la répartition des espèces démersales sur le plateau continental.

Ces images montrent d'abord que les modifications du milieu peuvent être très rapides ce qui est vraisemblablement la cause des déplacements bathymétriques à courte période que nous avons déjà signalés chez certaines espèces comme *Pseudotolithus senegalensis* ou *Brachydeuterus auritus*.

On y observe également un net décollement par rapport à la côte de l'upwelling au sud de Dakar permettant à des eaux plus chaudes de persister durant pratiquement toute la saison froide le long de la côte, expliquant ainsi la permanence à cette époque de l'année et dans cette région du peuplement littoral que nous avons déjà décrit.

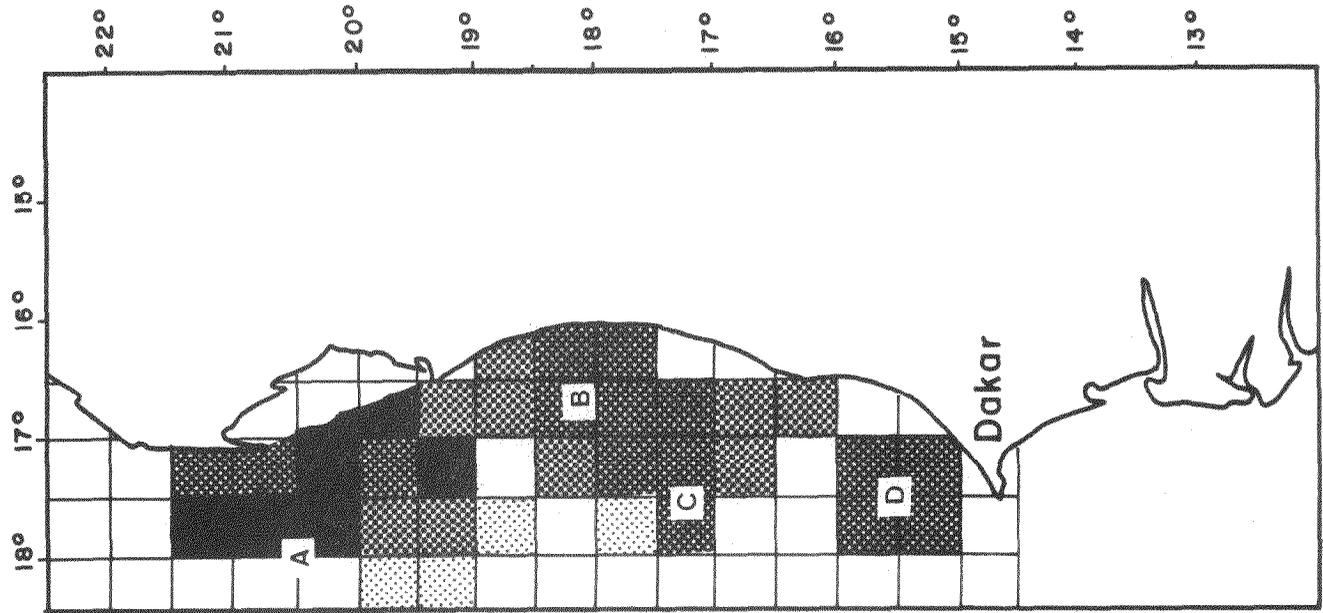
Ces images soulignent enfin le caractère instable des conditions hydrologiques de la zone presqu'île du cap Vert-fosse de Kayar.

III.2.3.2. Aide à la pêche.

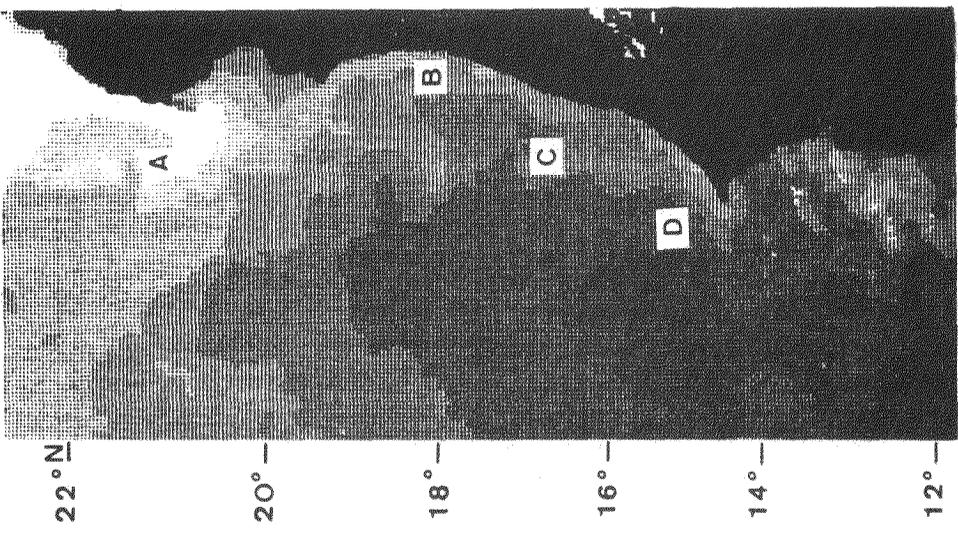
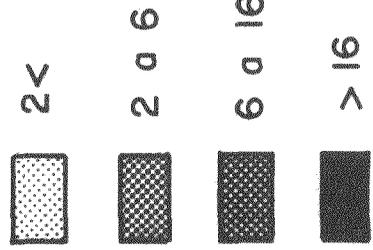
La télédétection par satellite permet de suivre de façon synoptique l'évolution des structures hydrologiques, dans la mesure où elles sont connues, où se concentrent les poissons et délivre cette information très rapidement, pratiquement en temps réel. Il en résulte que le pêcheur a la possibilité de connaître à tout moment les zones à forte probabilité de pêche et ainsi d'améliorer considérablement sa stratégie. L'impact économique est double : on améliore les tonnages capturés en diminuant le prix de revient, notamment la consommation de carburant proportionnelle au temps de recherche du poisson.

Il nous a été possible d'observer, durant la première quinzaine du mois de décembre 1978, la situation des bateaux de pêche au large de la Mauritanie et du Sénégal et de calculer leur densité, exprimée en nombre de bateaux par jour d'observation et par carré de un demi degré (figure 95). Il existe une bonne concordance entre la répartition des flottilles de pêche, donc des concentrations de poissons, et les structures thermiques observées : upwellings du cap Blanc et du cap Timiris (pêche chalutière) et zone frontale entre eaux chaudes et eaux froides au large de la côte Mauritanienne ainsi qu'au nord de Dakar (pêche thonière).

Pour terminer nous signalerons que la télédétection par satellite est déjà utilisée par la pêche thonière dans le golfe de Guinée et qu'elle semble être la seule méthode possible à grande échelle pour la prospection des thons dans le Pacifique. Nous pensons enfin qu'elle pourrait contribuer largement à l'amélioration de la stratégie d'échantillonnage lors des opérations de mesure de biomasse par écho-intégration.



NOMBRE DE BATEAUX PAR
JOUR D'OBSERVATION:



10 au 15 décembre 1978

Fig. 95 - Densité des bateaux de pêche au nord de
Dakar pendant la première quinzaine de
décembre 1978.
A et B: chalutiers
C et D: thoniers

III.2.4. Conclusion.

CUSHING (1975) a montré, pour les mers des hautes latitudes, l'adaptation des poissons à tirer le meilleur parti du cycle de production des eaux.

Nous nous trouvons ici dans une situation analogue : de août à octobre, les espèces sahariennes se trouvent entre 20° et 23° N, zone la plus productive de la région (SCHEMAINDA et al., 1975), et elles s'y nourrissent activement après une période de reproduction. Elles migrent vers le sud à partir de novembre, au fur et à mesure de l'extension de l'upwelling, et se stabilisent entre 10° et 16° N en février-mars. C'est une période d'alimentation intense et de maturation des produits sexuels. En mai-juin un mouvement vers le nord s'amorce alors que la reproduction débute. Elle atteindra son maximum entre 19° et 21° N de fin juin à mi-août.

Sous l'action de la dynamique des eaux et de l'influence de la topographie du plateau continental ainsi que de la configuration littorale, les jeunes se concentrent dans des zones privilégiées où, même en saison chaude, la nourriture reste abondante (embouchure des fleuves, sud du cap Vert, sud du cap Timiris, banc d'Arguin où des upwellings localisés persistent en saison chaude). Ils y restent de 1 à 3 ans jusqu'à leur première reproduction et participent ensuite au cycle des adultes. Les espèces guinéennes, moins abondantes, migrent moins et tirent parti de la production induite par l'upwelling en saison froide et de celle liée à la décharge des fleuves en saison chaude.

Pour NIKOLSKI (1963), cité par HARDEN JONES (1968), les espèces abondantes sont celles qui migrent. Cette hypothèse est confortée par le schéma que nous venons d'établir où les biomasses ichtyologiques se concentrent dans les zones saisonnièrement les plus productives : de janvier à mai de 16° N à 12° N, d'août à septembre au nord de 20° N pour les espèces sahariennes.

Ces biomasses sont bien supérieures à celles des espèces guinéennes dont une fraction très réduite quitte en saison chaude le secteur Gambie-Guinée où les productions zooplanctoniques sont moins élevées mais plus continues.

En raison de la continuité dans les observations qu'elle permet d'obtenir, la télédétection par satellite devrait se révéler être un outil intéressant pour l'interprétation de la répartition et surtout des déplacements des poissons, processus qui paraissent résulter de modifications rapides des caractéristiques hydrologiques du milieu que les observations ponctuelles de l'océanographie classique ne permettent souvent pas de percevoir.

Un programme international d'étude des migrations des espèces démersales à partir d'opération de marquages de la Sierra Leone au Maroc est actuellement en cours de gestation sous l'égide de la F.A.O. Il nous semble intéressant qu'y soient associées des observations par télédétection, la zone intéressée par cette étude se prêtant en outre particulièrement bien à l'usage de cette technique en raison de sa faible nébulosité.

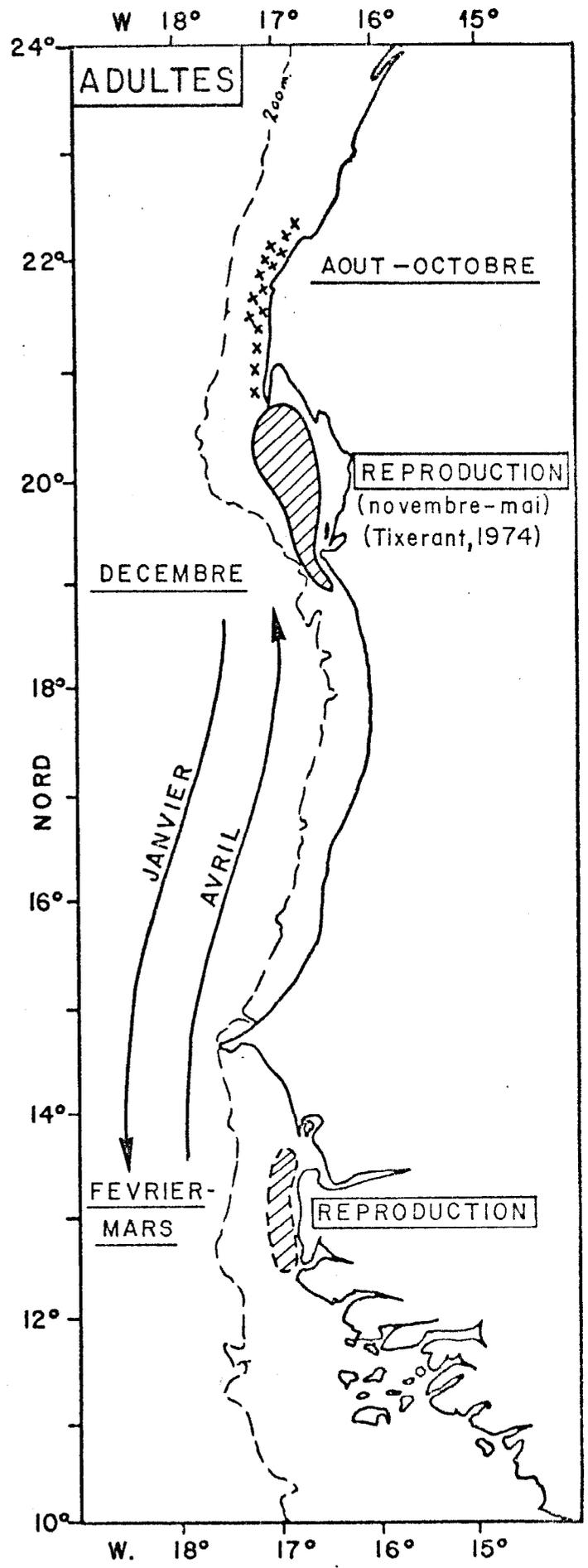
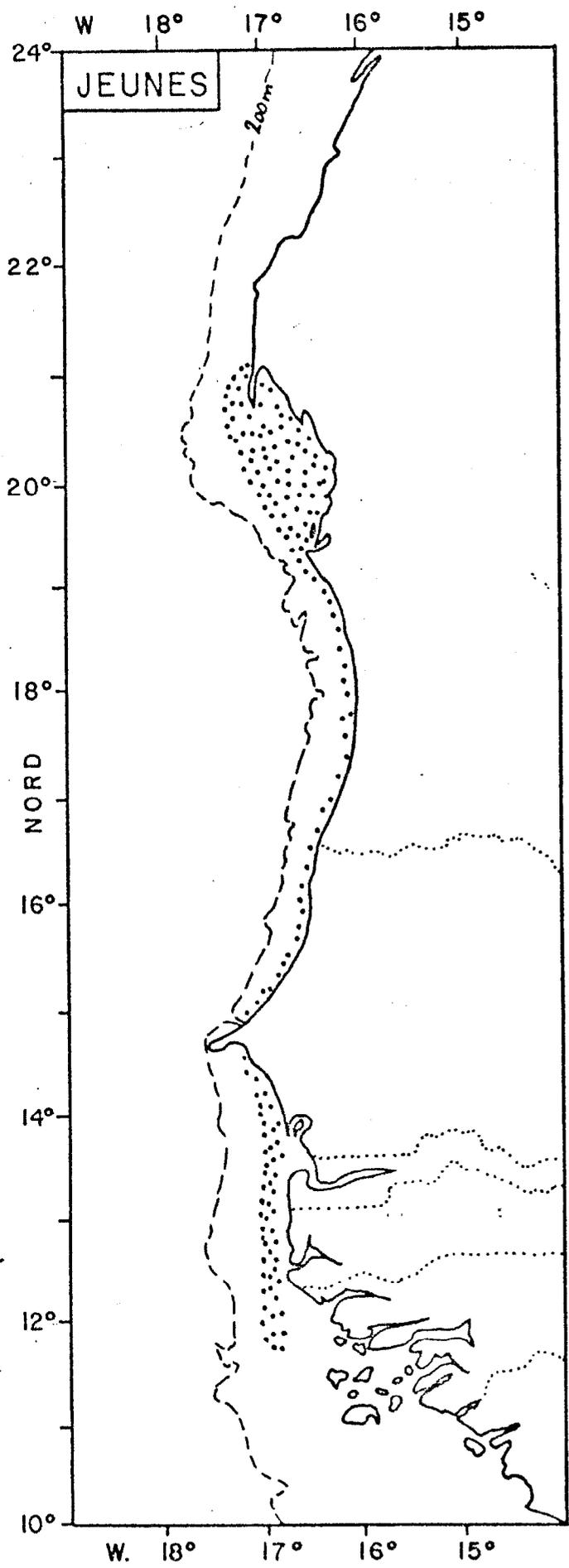


Fig.96 - ARGYROSOMA REGIUM

- Centre de la population
- Distribution temporaire
- Adultes
- Jeunes
- Sens de mouvements
- Dispersion des adultes

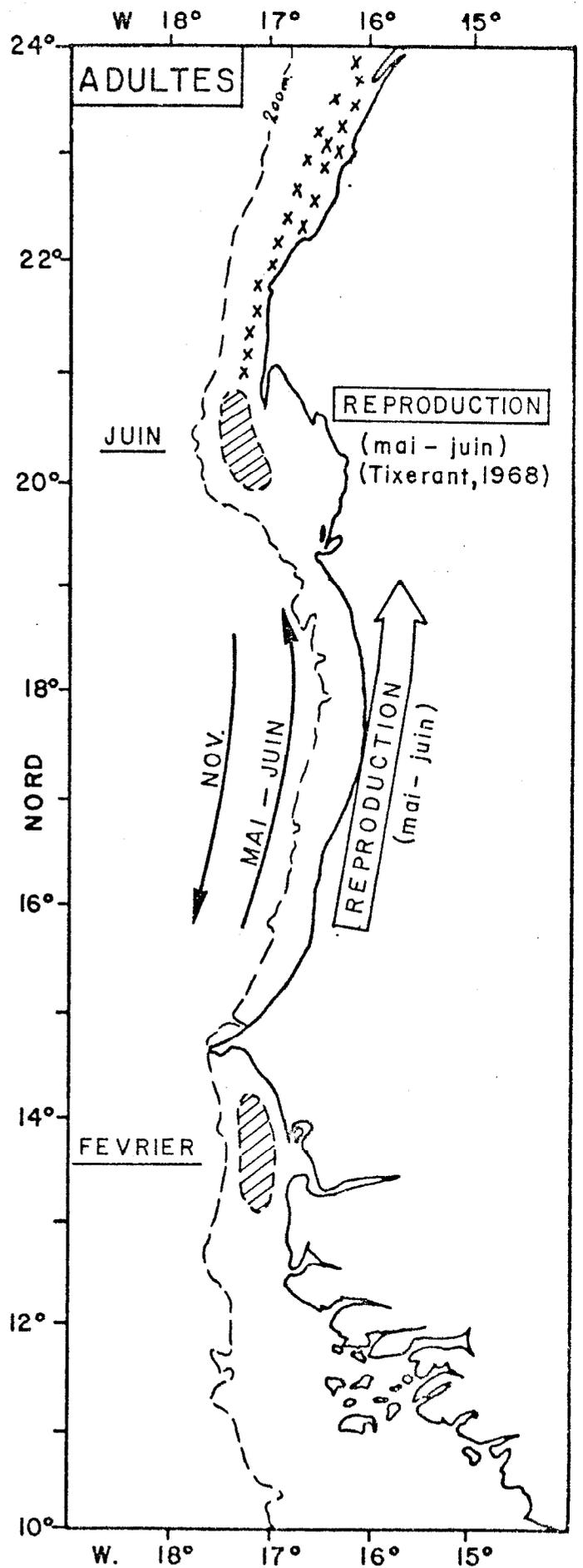
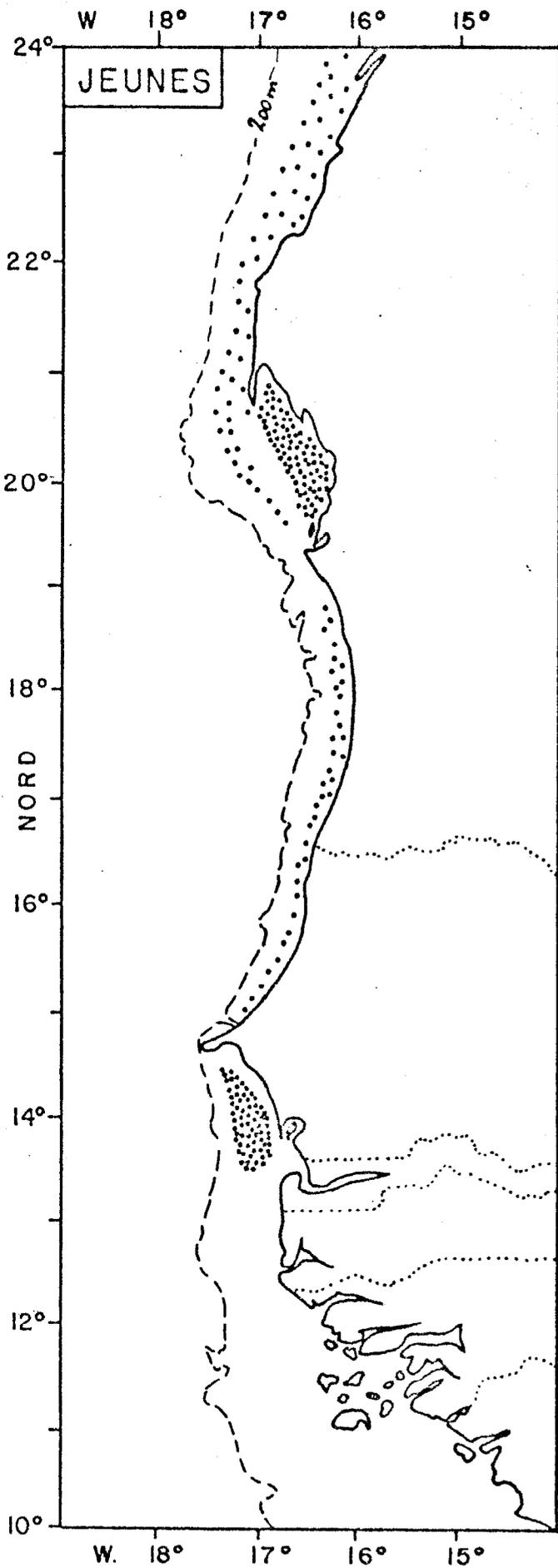


Fig.97 - DIAGRAMMA MEDITERRANEUM

- | | | | |
|---|-------------------------|---|------------------------|
|  | Centre de la population |  | Jeunes |
|  | Distribution temporaire |  | Sens de mouvements |
|  | Adultes |  | Dispersion des adultes |

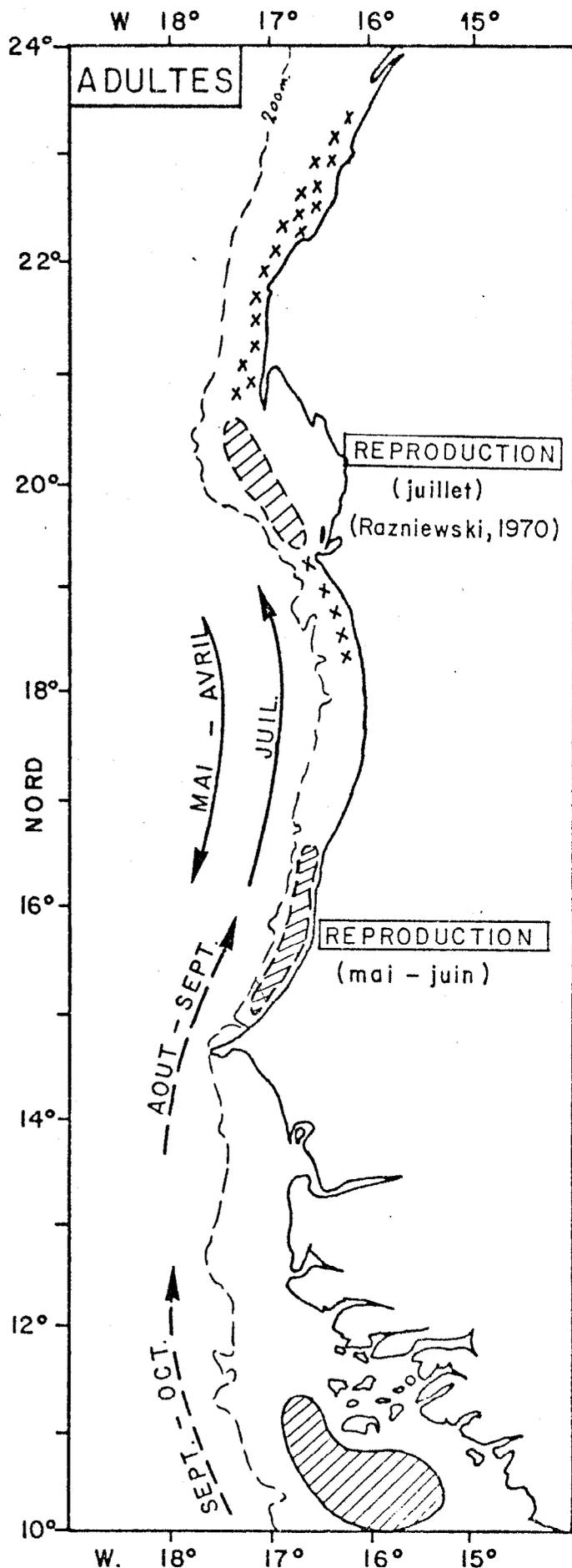
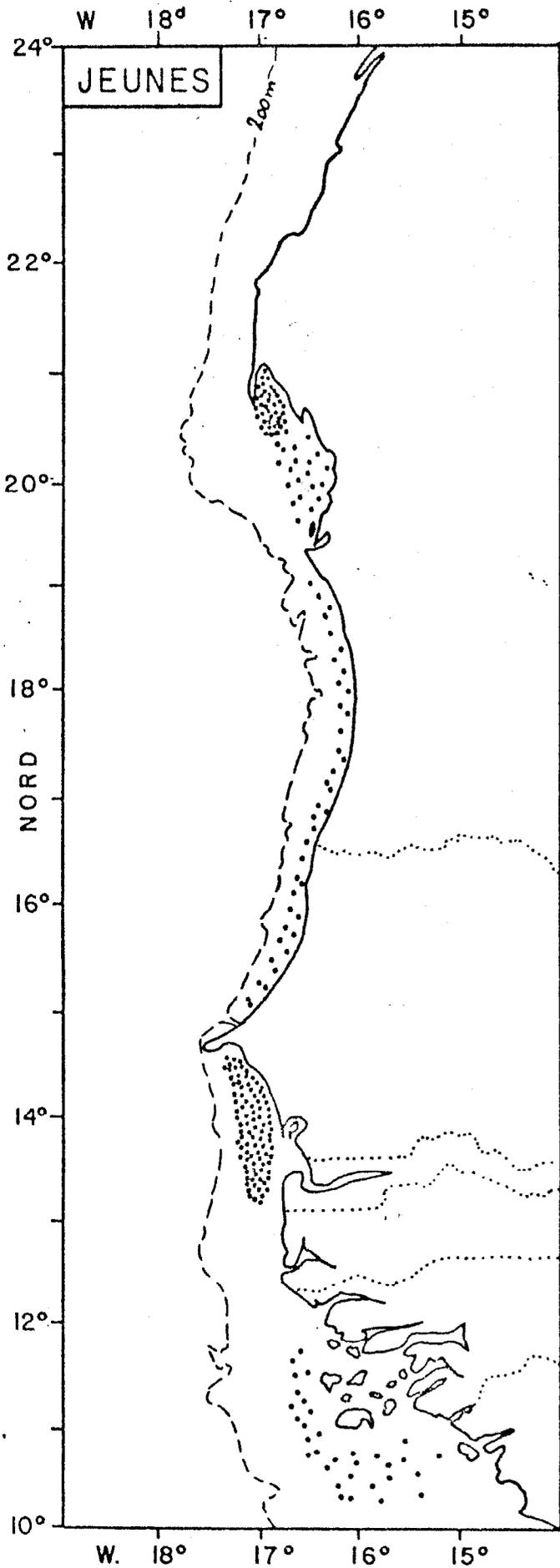


Fig.98 - PAGRUS EHRENBergi

- | | | | |
|---|-------------------------|---|------------------------|
|  | Centre de la population |  | Jeunes |
|  | Distribution temporaire |  | Sens de mouvements |
|  | Adultes |  | Dispersion des adultes |

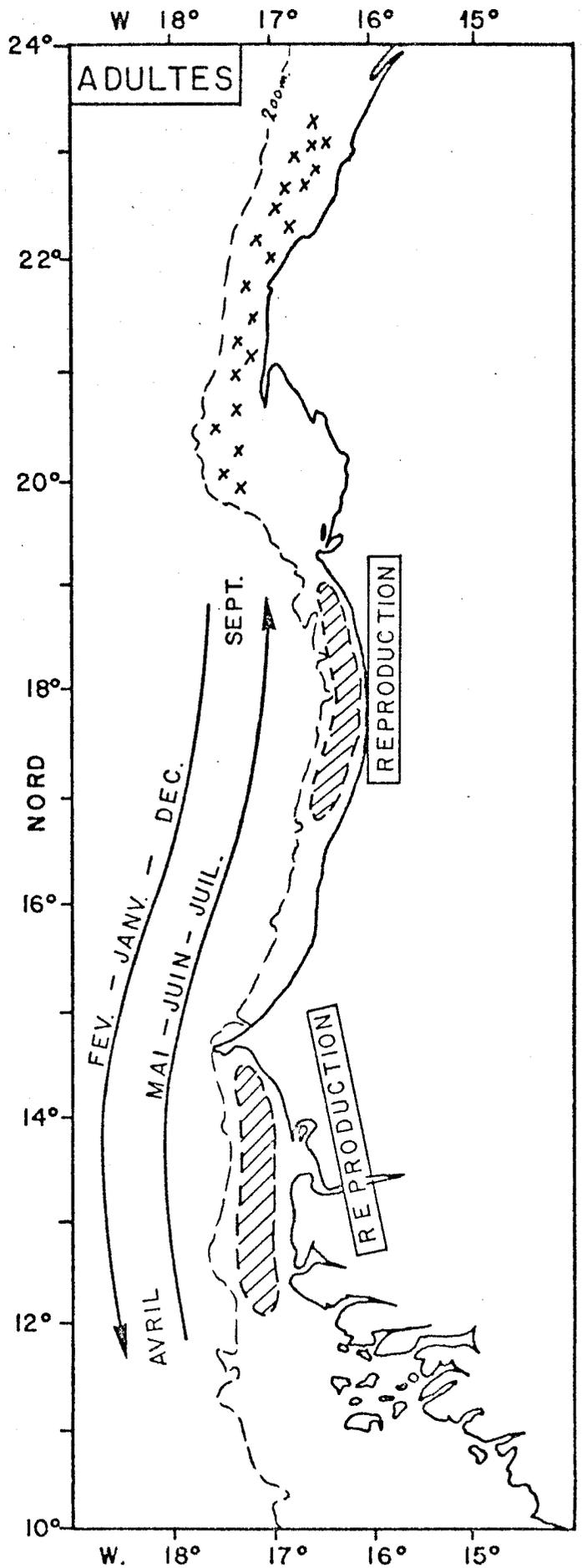
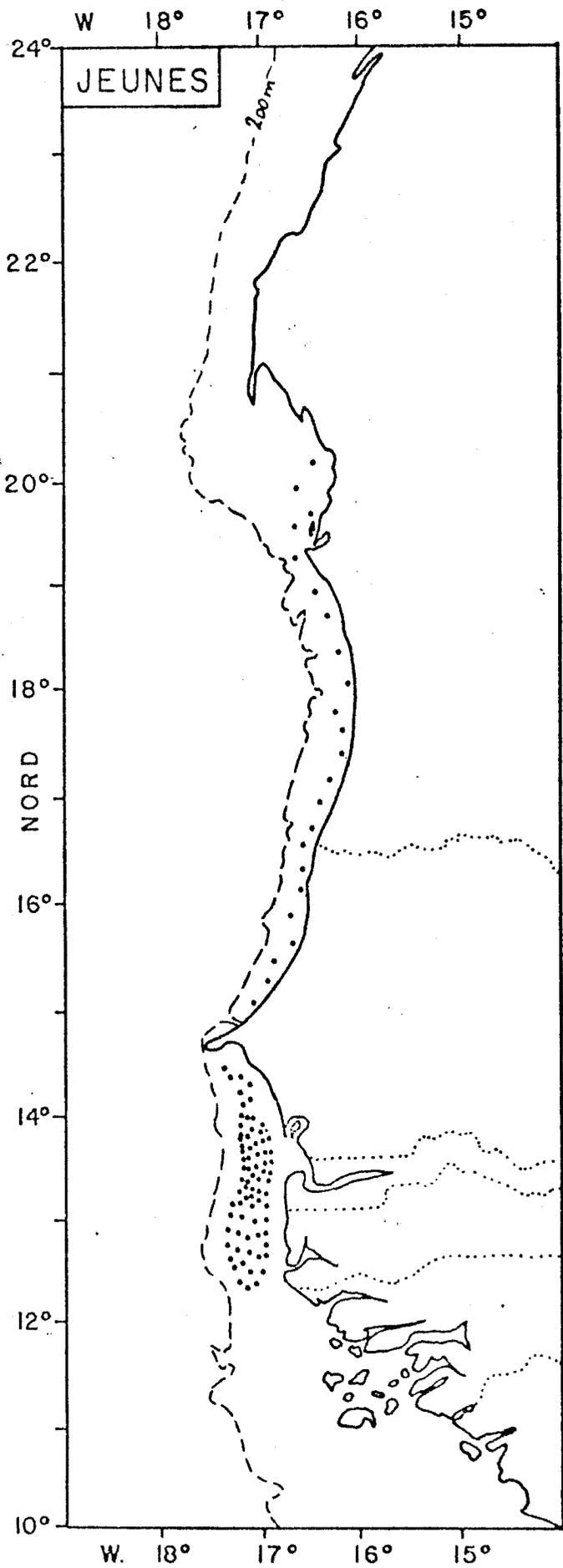


Fig.99 - EPINEPHELUS AENEUS

- | | | | |
|---|-------------------------|---|------------------------|
|  | Centre de la population |  | Jeunes |
|  | Distribution temporaire |  | Sens de mouvements |
|  | Adultes |  | Dispersion des adultes |

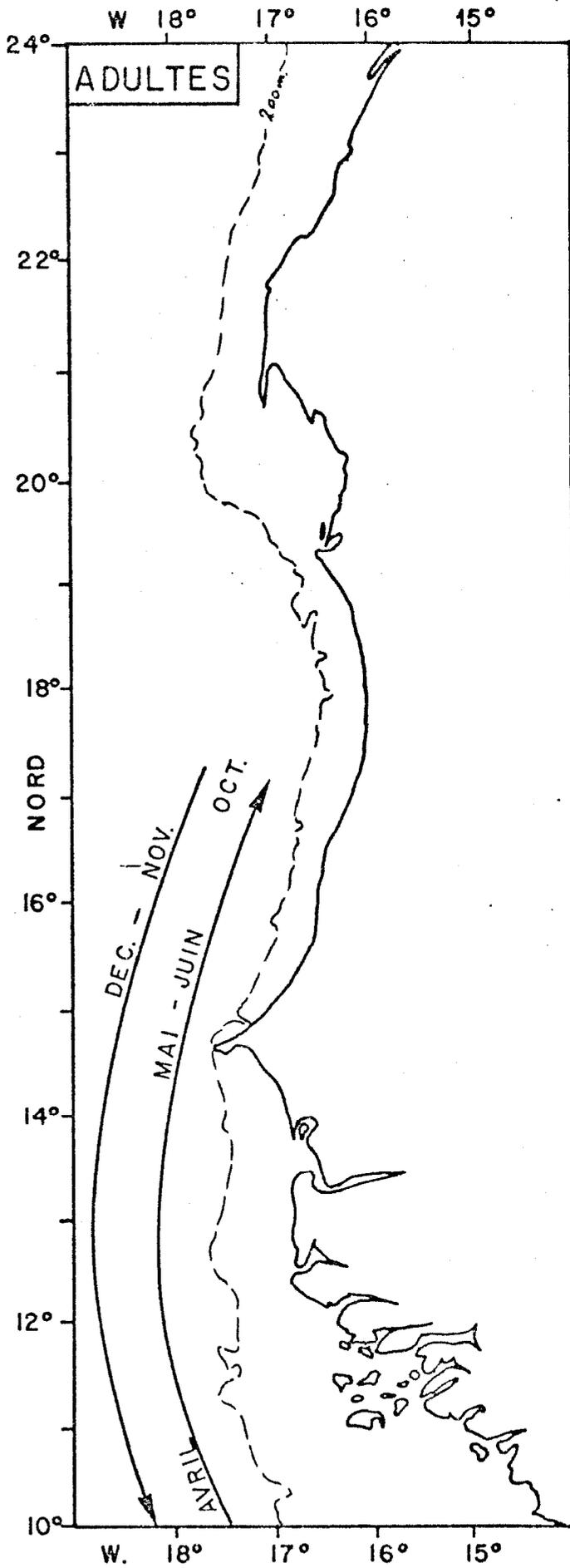
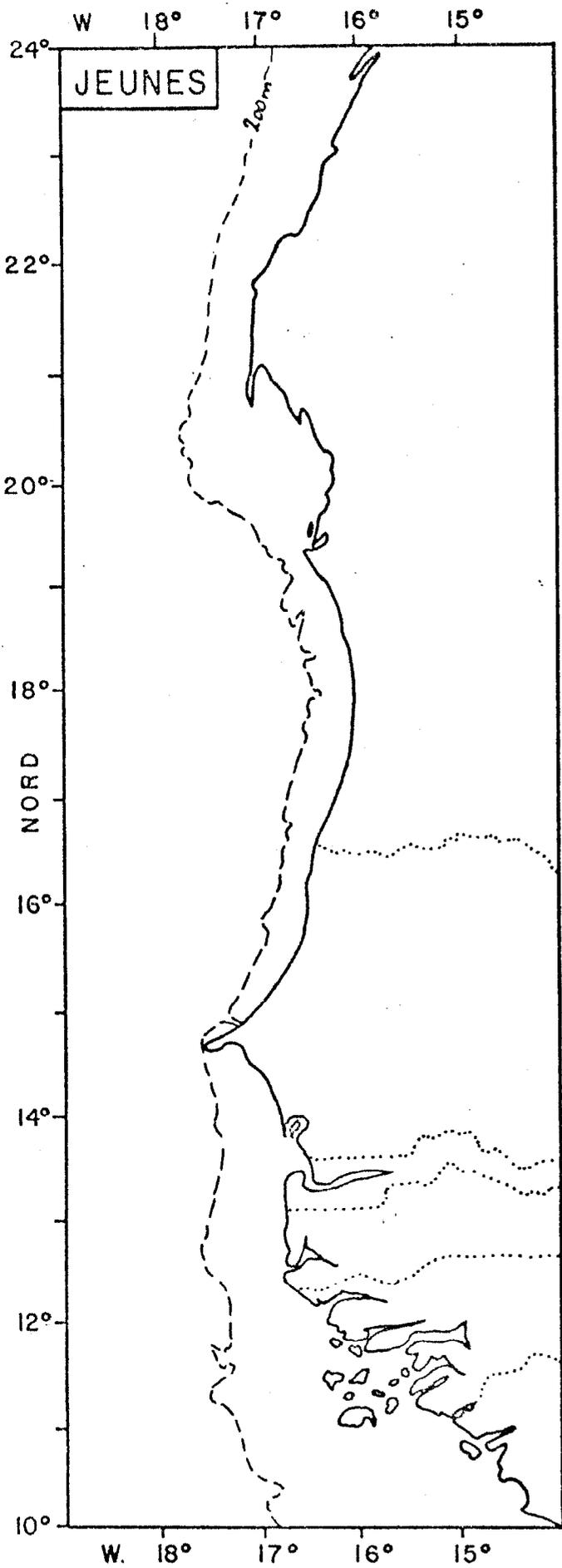


Fig.100 - EPINEPHELUS GOREENSIS

- | | | | |
|---|-------------------------|---|------------------------|
|  | Centre de la population |  | Jeunes |
|  | Distribution temporaire |  | Sens de mouvements |
|  | Adultes |  | Dispersion des adultes |

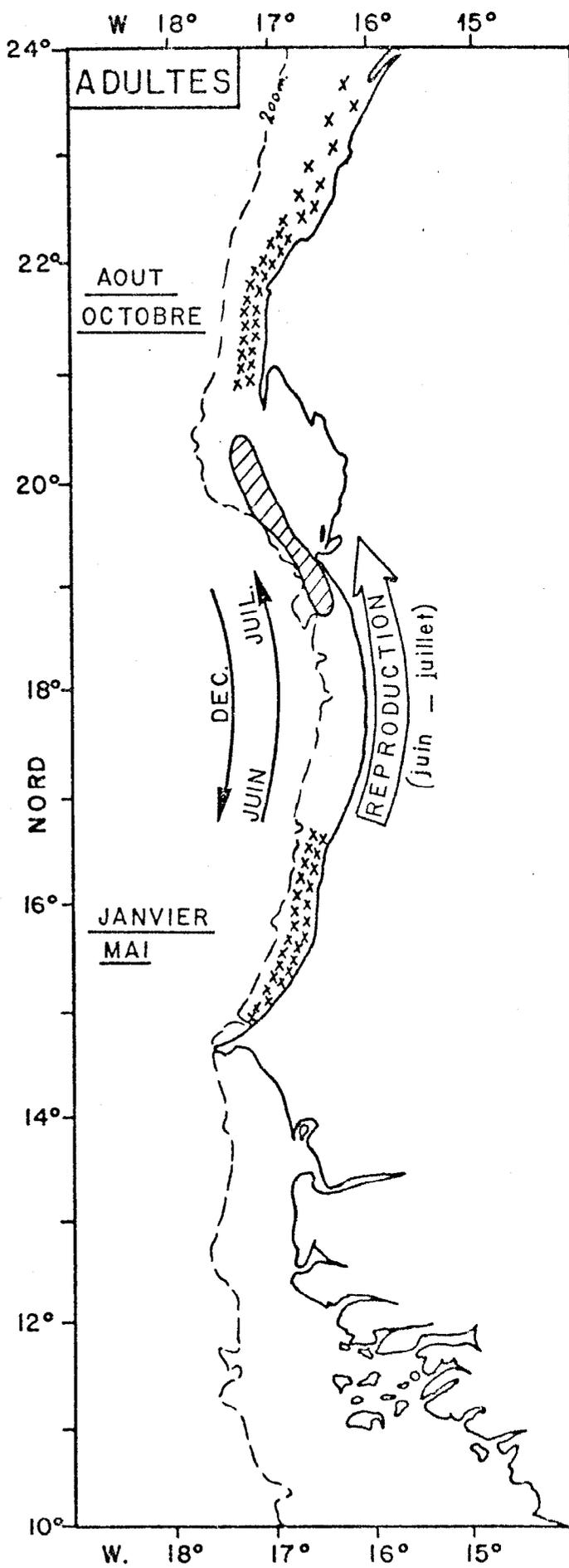
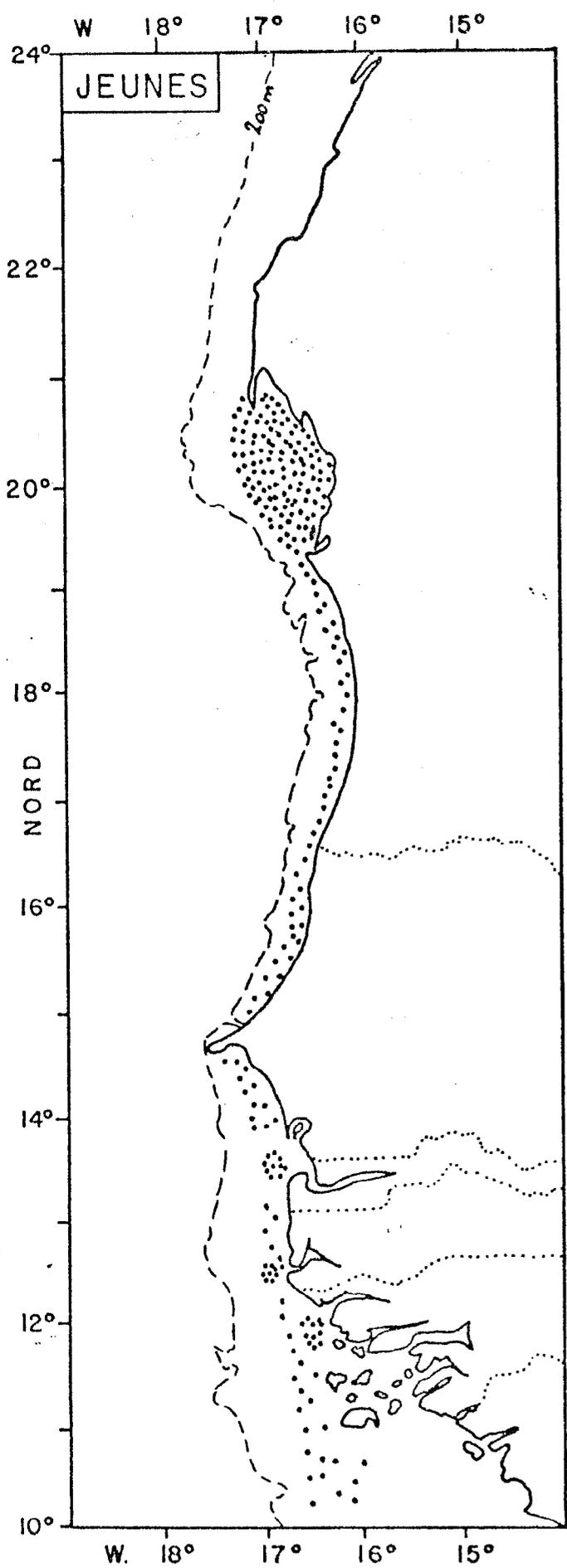


Fig.101 - POMATOMUS SALTATRIX

- | | |
|---|--|
|  Centre de la population |  Jeunes |
|  Distribution temporaire |  Sens de mouvements |
|  Adultes |  Dispersion des adultes |

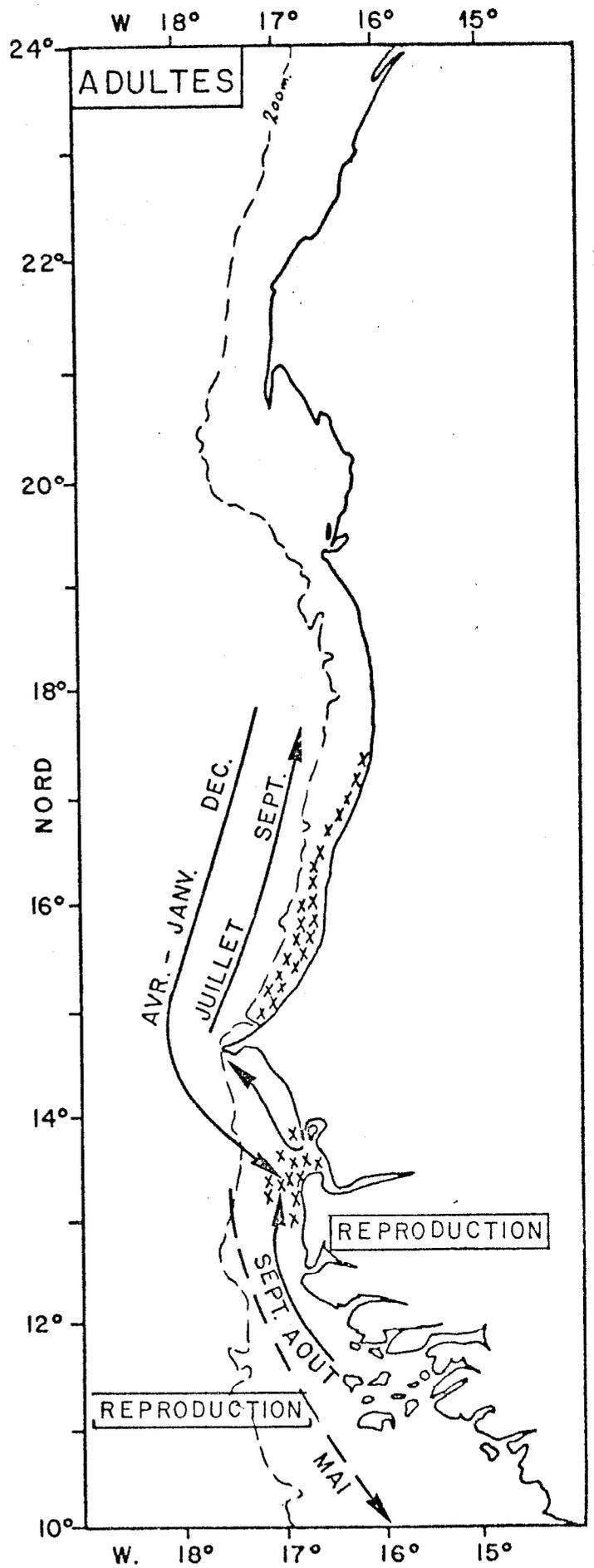
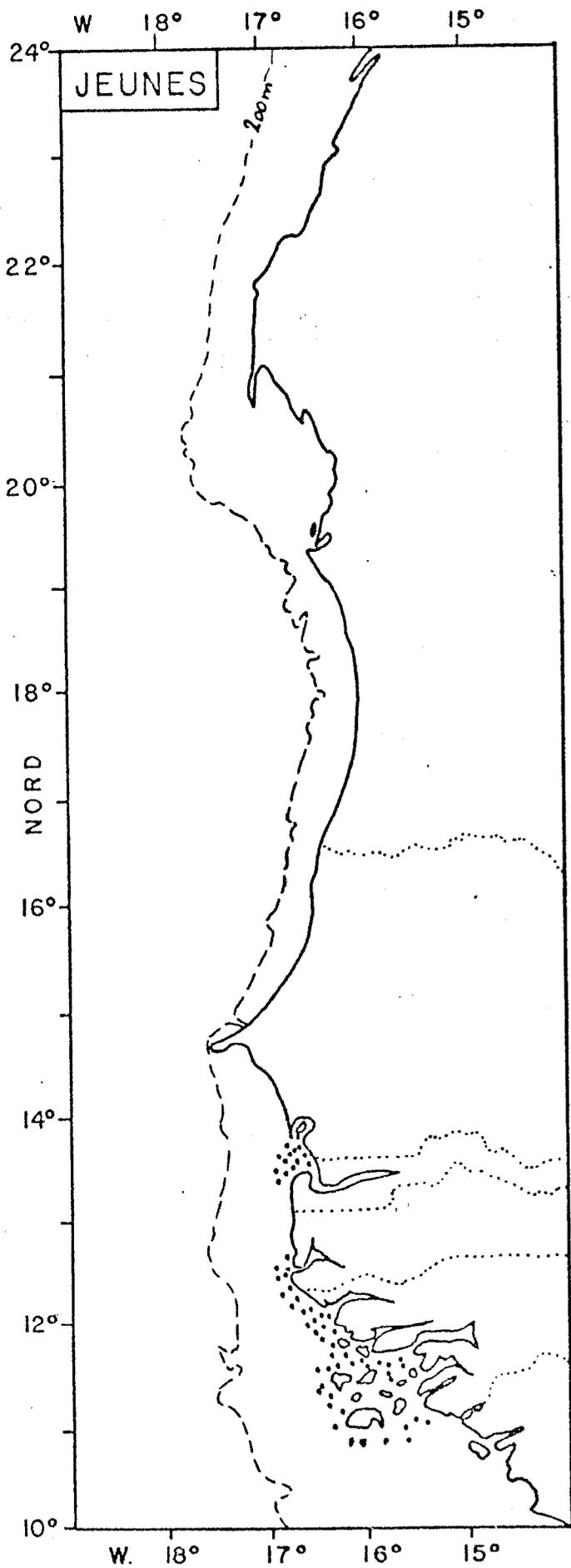


Fig.102 - POMADASYS JUBELINI

- | | | | |
|--|-------------------------|--|------------------------|
| | Centre de la population | | Jeunes |
| | Distribution temporaire | | Sens de mouvements |
| | Adultes | | Dispersion des adultes |

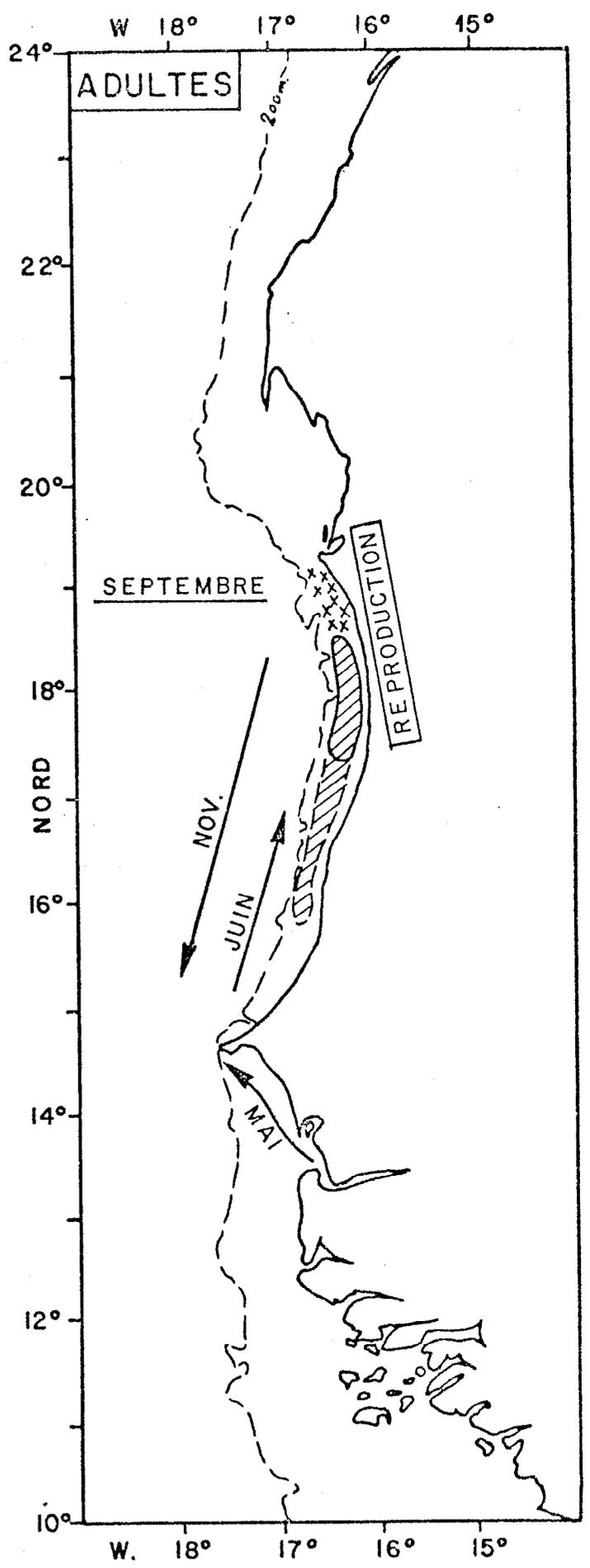
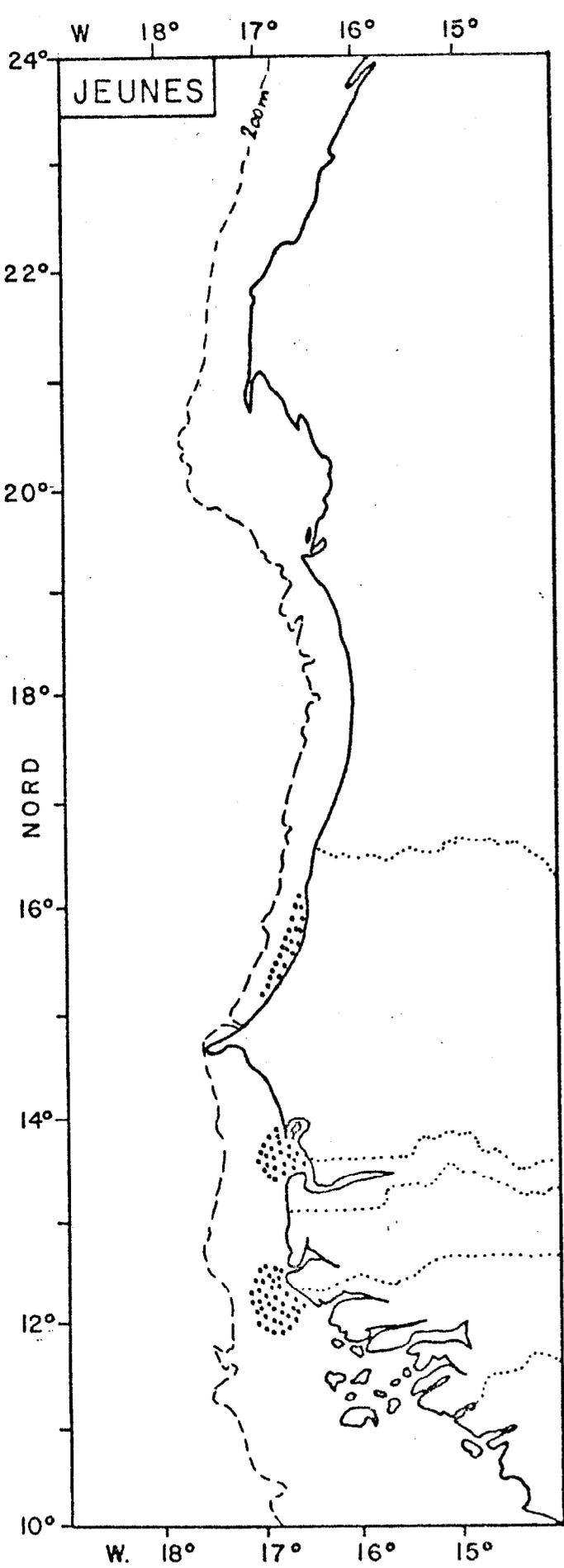


Fig.103 - SCYRIS ALEXANDRINUS

- | | |
|---|--|
|  Centre de la population |  Jeunes |
|  Distribution temporaire |  Sens de mouvements |
|  Adultes |  Dispersion des adultes |

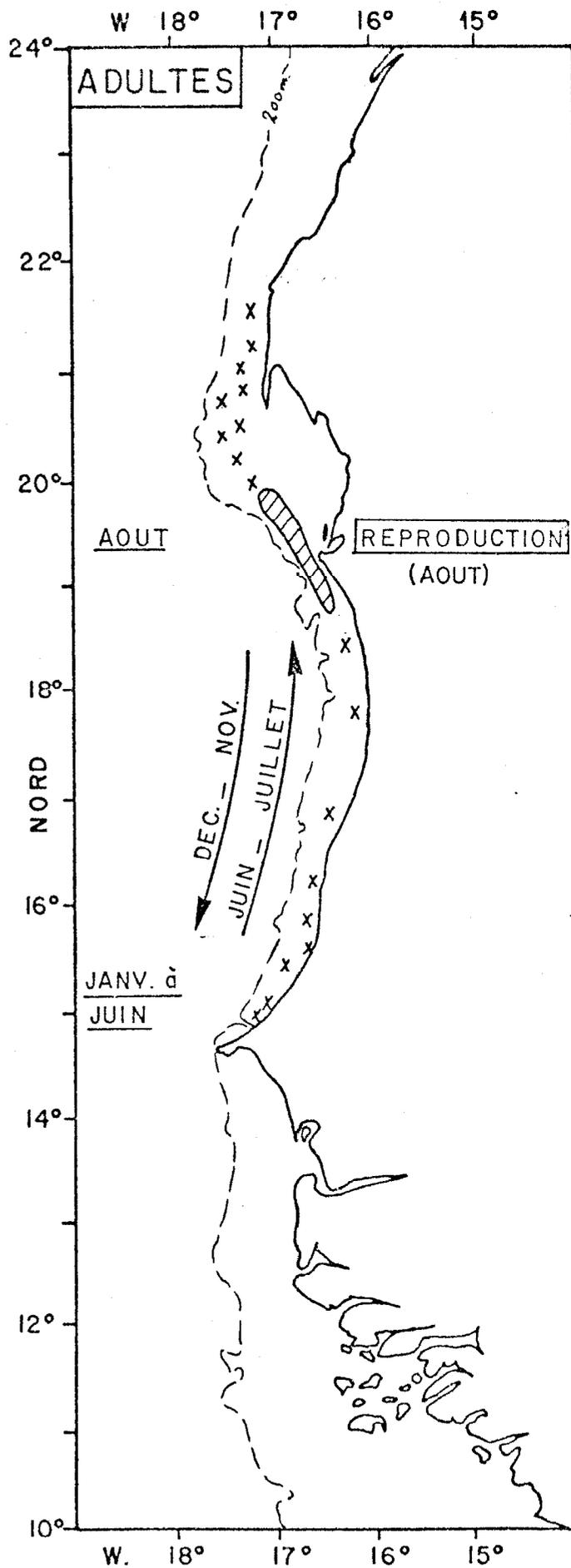
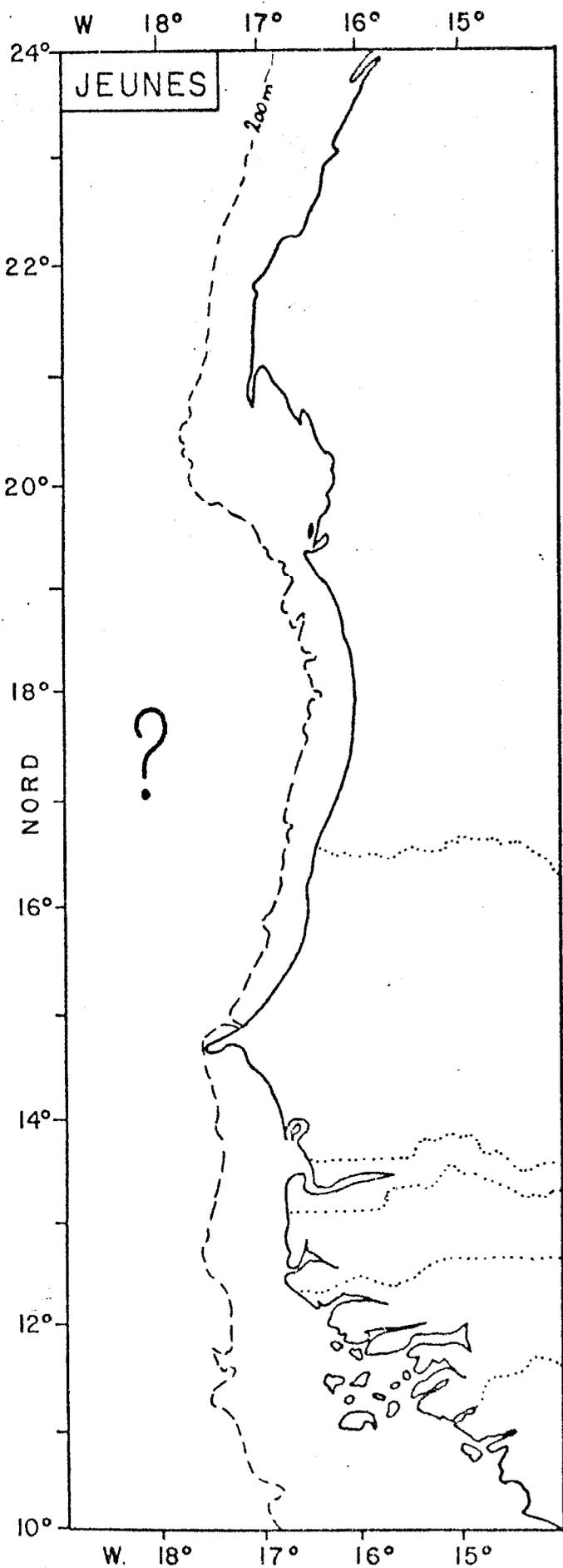


Fig.104 - LICHIA VADIGO

- | | |
|---|--|
|  Centre de la population |  Jeunes |
|  Distribution temporaire |  Sens de mouvements |
|  Adultes |  Dispersion des adultes |

IV^{ème} PARTIE : LES RESSOURCES DEMERSALES
DANS LE CONTEXTE GENERAL DU GOLFE DE GUINEE.

A V A N T - P R O P O S

Cette dernière partie de notre mémoire est très largement extraite d'un travail que nous avons réalisé sous la direction de J.P. TROADEC et S. GARCIA (FAO-Rome) et publié sous le titre "Les ressources démersales" (du golfe de Guinée) *in* "Les ressources halieutiques de l'Atlantique Centre-Est" (DOMAIN, *in* FAO, 1979 - TROADEC et GARCIA édit.). Il nous paraît intéressant de le présenter ici, essentiellement pour deux raisons :

- d'une part il met en évidence la relation qui existe entre la productivité biologique des eaux et la présence d'upwellings.

- d'autre part il souligne la contribution que peut apporter la connaissance de l'environnement physique ou hydroclimatique à l'évaluation des ressources d'une région où les statistiques de pêche sont souvent de qualité médiocre.

Cette dernière remarque nous amène à commencer notre exposé par un bref rappel des conditions hydrologiques régnant sur le plateau continental du golfe de Guinée et leurs conséquences sur la répartition des espèces.

IV.1 - L'ENVIRONNEMENT HYDROCLIMATIQUE DU GOLFE DE GUINEE ET SES CONSEQUENCES SUR LA REPARTITION DES ESPECES DEMERSALES.

IV.1.1. Hydrologie sommaire (d'après BERRIT, 1961, 1962 et 1973).

Le secteur couvert par ce travail s'étend du nord de la Mauritanie à l'Angola. Cette région n'est homogène ni par son hydrologie, ni par ses peuplements. Du point de vue hydrologique, le trait caractéristique par ses incidences sur la nature, la répartition spatio-temporelle et la productivité des peuplements est l'existence en surface, au dessus du plateau, d'une couche d'eau tropicale, chaude ($>24^{\circ}\text{C}$) et le plus souvent dessalée, dont l'épaisseur peut atteindre 30 à 40 m. Cette couche repose sur l'eau centrale sud-atlantique, froide et salée, aux niveaux qui nous intéressent, par l'intermédiaire d'une couche de transition (thermocline et halocline). L'extension latitudinale de cette couche chaude superficielle est inférieure à l'aire couverte par cette étude. Aux limites septentrionales et australes d'extension de la couche chaude la thermocline remonte vers la surface pour former deux zones frontales, caractérisées par un resserrement des isothermes de surface (23 à 27°C). Cette couche disparaît en outre saisonnièrement au centre du secteur qu'elle recouvre, devant la Ghana et la Côte d'Ivoire.

En liaison avec l'apparition d'upwellings saisonniers au cours desquels les eaux sous-jacentes plus froides viennent remplacer en surface et sur le plateau la couche chaude, les frontières verticales (fronts) et horizontales (thermocline) sont sujettes à des mouvements saisonniers qui se manifestent, localement, par des pulsations dans l'épaisseur de la couche superficielle chaude allant jusqu'à sa disparition temporaire et, dans l'espace, par des balancements, le long des côtes, de la position des fronts nord et sud et des upwellings qui leur succèdent en direction des pôles (upwelling associé du courant des Canaries et upwelling associé au système du courant de Benguela).

Ces variations saisonnières conditionnent toute l'hydroclimatologie de la région. Nous ferons appel pour préciser sa dynamique et sa chronologie à la description donnée par BERRIT (1973) :

"Deux fois par an, aux périodes dites de transition, les faisceaux d'isothermes se déplacent puis se fixent pour des durées de l'ordre de six mois, en des positions peu variables d'une année à l'autre. Les régions balayées par le passage de ces fronts sont appelées zones d'alternance. L'une, au nord, s'étend du cap Verga (Guinée) au cap Blanc (Mauritanie). Son homologue sud couvre la région qui va du cap Lopez (Gabon) au cap Frio (Angola). Les positions des fronts paraissent en relation au moins indirecte avec les mouvements du front inter-tropical et le renforcement des alizés".

"En période d'hiver boréal, le front nord se place aux environs du cap Verga, celui du sud vers le cap Frio (fig. 105). Six mois plus tard, durant l'hiver austral, ces deux zones frontales se sont déplacées, la première jusqu'au cap Blanc, la seconde jusqu'au cap Lopez (fig. 106)".

"A cette période où l'alizé sud, traversant l'Equateur, se transforme en mousson du sud-ouest, l'orientation de la côte, du cap des Palmes aux bouches du Niger, offre des conditions favorables à l'apparition d'upwellings (Côte d'Ivoire, Ghana). Ces upwellings déterminent deux fronts supplémentaires, l'un très net au cap des Palmes, l'autre diffus vers 2° N entre Cotonou et Lomé".

"L'apparition ou les mouvements des fronts (et de la thermocline) déterminent des zones hydroclimatiques de deux types principaux, contrasté ou uniforme. Le type contrasté se rencontre dans les zones d'alternance et dans celles des upwellings ; température et autres caractères (salinité, sels nutritifs, productivité, etc...) y varient fortement le long de l'année ; l'amplitude thermique peut dépasser 12°C. La variation haline atteint parfois 5 ‰ en surface. Dans le type uniforme qui règne en zones de permanence, les températures, toujours élevées, varient peu dans le temps (environ 4°C), tandis que les salinités gardent des valeurs relativement faibles, en relation avec les fortes précipitations. On trouve ce type d'hydroclimat le long de la côte des Graines et en baie de Biafra".

En ce qui concerne les productivités primaire et secondaire, la dynamique des structures frontales et de la thermocline conduisent à l'existence de zones privilégiées dont la richesse est exceptionnelle. Les valeurs avancées par divers auteurs diffèrent souvent entre elles et ne sont pas toujours comparables du fait des différences dans les méthodologies utilisées. Pour l'essentiel, il existe deux zones riches correspondant, au nord du cap Verga et au sud du cap Lopez, aux zones

TEMPERATURES COTIERES

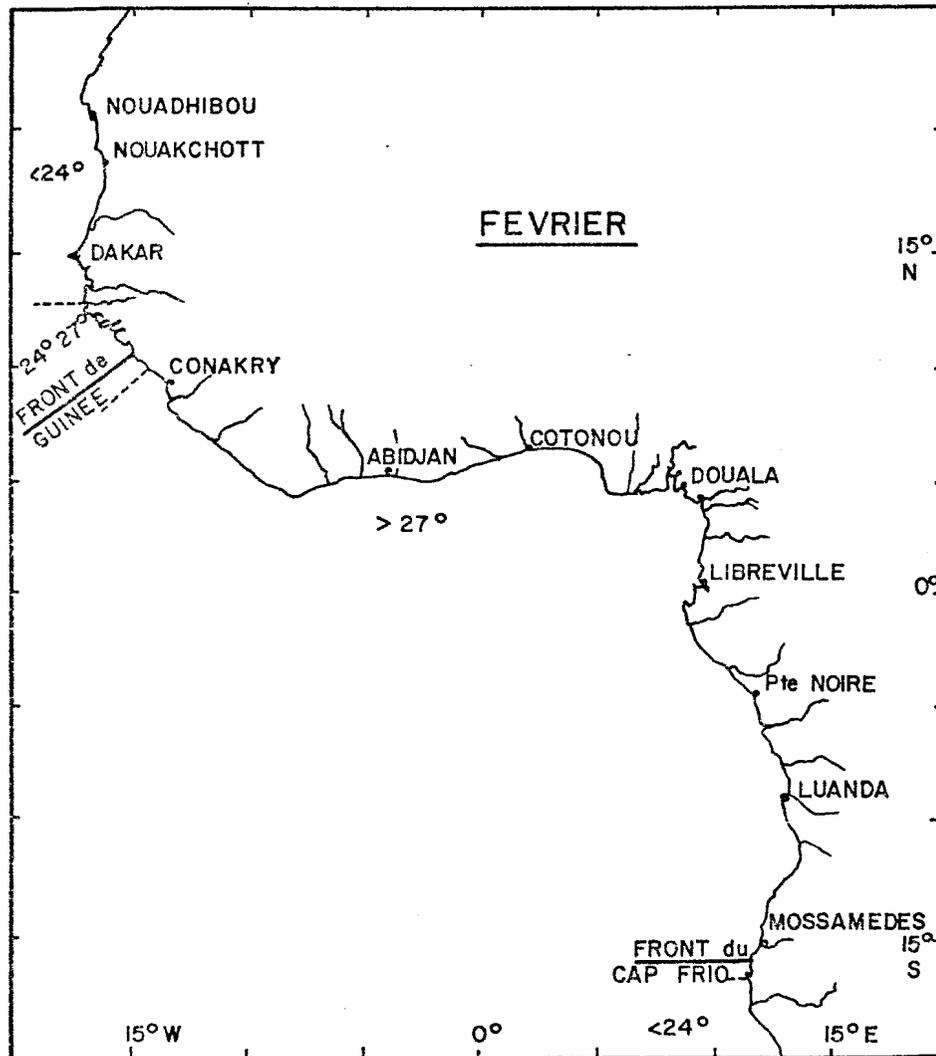


Fig.105 - Fronts thermiques et températures de surface pendant l'hiver boréal (D'après BERRIT, 1973)

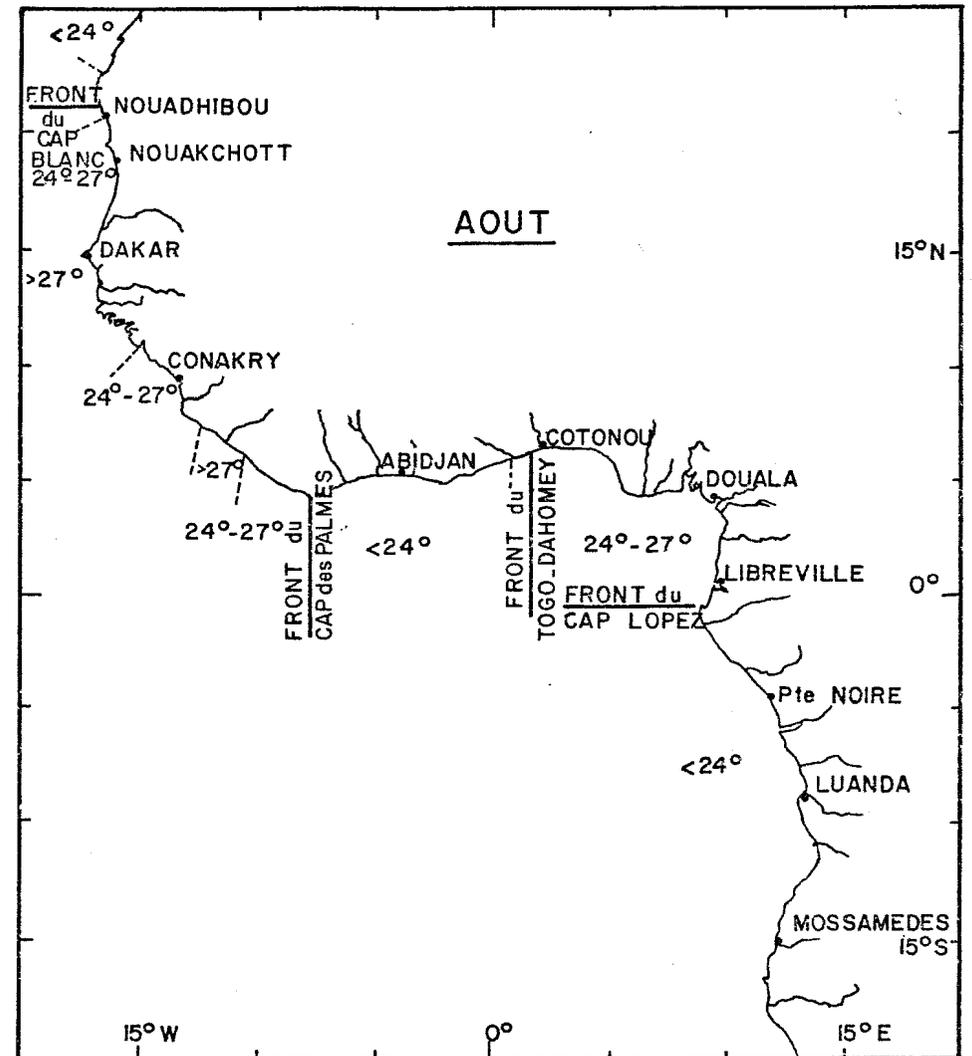


Fig.106 - Fronts thermiques et températures de surface pendant l'été boréal (D'après BERRIT, 1973).

de balancement des fronts subtropicaux nord et sud. Ces deux secteurs encadrent un golfe de Guinée nettement plus pauvre, enrichi saisonnièrement par des upwellings locaux dans le secteur ivoiro-ghanéen. Les zones à permanence d'eaux chaudes comme la côte des Graines (sud Sierra Leone et Libéria) et la baie de Biafra (Nigeria, Cameroun, Guinée équatoriale et nord Gabon) sont pauvres bien que, par manque de données appropriées, le rôle fertilisateur des apports terrigènes dans la bande littorale reste à apprécier.

IV.1.2. Distribution des espèces.

IV.1.2.1. Distribution bathymétrique des peuplements.

Nous avons déjà décrit la distribution des peuplements de la région sénégal-mauritanienne en relation avec les caractéristiques climatiques et édaphiques de l'environnement et indiqué que ce type de distribution se retrouve sensiblement le même tout au long du plateau continental du golfe de Guinée en accord avec les observations de FAGER et LONGHURST (1968) et de LONGHURST (1969). Nous en rappellerons simplement les grands traits.

Au niveau du golfe de Guinée les espèces démersales se répartissent en deux grands ensembles de communautés :

- d'une part, celles vivant entre le littoral et la thermocline (-40 m environ). Elles correspondent aux zones de présence ou de balancement de la couche superficielle chaude et dessalée. La communauté la plus caractéristique est celle à Sciaenidés (*Pseudolithus senegalensis*, *P. typus*, *Galeoïdes decadactylus*, *Pteroscion peli*, *Pentanemus quinquarius*, etc...) qui occupe tous les fonds meubles ; une variante de celle-ci - avec notamment *Pseudolithus (Fonticulus) elongatus*, *Elops spp.*, *Polynemus quadrifilis*, etc... - occupe les faciès dessalés (zones d'estuaires) ;

- d'autre part, un groupe de communautés qui occupe, sous la thermocline, les divers niveaux, meubles comme durs, du plateau et du talus continental. La communauté profonde à Sparidés (*Dentex angolensis*, *Pentheroscion m'bizi*, *Brotula barbata*) domine les autres : communauté à Lutjanidés, communauté de la partie profonde du plateau, communauté du talus, etc... ;

- entre les deux, dans la zone de la thermocline (zone de discontinuité), se rencontrent simultanément, associées à une communauté typiquement eurybathique

(*Trichiurus lepturus*, *Cynoglossus canariensis*), certaines espèces côtières (*Penaeus duorarum*, *Brachydeuterus auritus*, *Balistes capriscus*) et d'autres à la limite supérieure de leur répartition (*Pagellus coupei*). Dans cette zone, les conditions de milieu (température et salinité) sont, à un instant donné, les plus contrastées.

A l'intérieur de chacun de ces peuplements on observe le contraste décrit au Sénégal entre les peuplements de fonds durs et ceux de fonds meubles.

IV.1.2.2. Distribution géographique.

Ces différentes communautés tropicales occupent tout le golfe de Guinée, débordant même largement, au nord jusque vers la latitude du cap Blanc (Mauritanie) où la faune guinéenne laisse le pas à une faune à affinités sahariennes et tempérées chaudes, ainsi qu'au sud jusqu'aux latitudes méridionales (cap Frio) de l'Angola. Toute l'aire couverte dans cette section est donc peuplée d'une faune dont la composition est homogène, quoique plusieurs espèces à affinités d'"eaux froides" pénètrent au nord dans le secteur sénégal-mauritanien, comme au sud devant la partie méridionale de l'Angola.

Leur abondance n'est toutefois pas homogène. Parallèlement aux variations spatiales de la productivité océanique, des fortes différences apparaissent dans la répartition le long de la côte de la biomasse. La figure 107 représente les rendements (toutes espèces démersales comprises) obtenus, de 0 à 50 mètres d'une part et de 50 à 200 mètres de l'autre, à chacune des 63 radiales couvertes lors de la campagne GTS. Ces radiales, qui ont chacune été visitées deux fois à six mois d'intervalle pour tenir compte des variations saisonnières, couvrent la totalité du golfe de Guinée de la Gambie à l'embouchure du Congo. Bien que le phénomène eut été encore plus évident si la zone couverte s'était étendue plus au sud devant les côtes de l'Angola, on observe une bipolarité dans la répartition de la biomasse démersale. Dans les zones de balancement des fronts intertropicaux nord (21° N - 10° N environ) et sud (0° - 17° S environ) les densités sont de plusieurs fois supérieures à celles obtenues dans la partie tropicale du golfe de Guinée. Ce contraste est encore renforcé dans la zone nord par le fait de la grande extension du plateau continental qui dépasse 100 milles au niveau des îles Bissagos, alors que partout ailleurs sa largeur reste comprise entre 10 et 30 milles environ. A l'intérieur du golfe toutefois, on observe un maximum secondaire devant la Côte d'Ivoire et le Ghana. Il correspond très exactement au secteur influencé par un upwelling

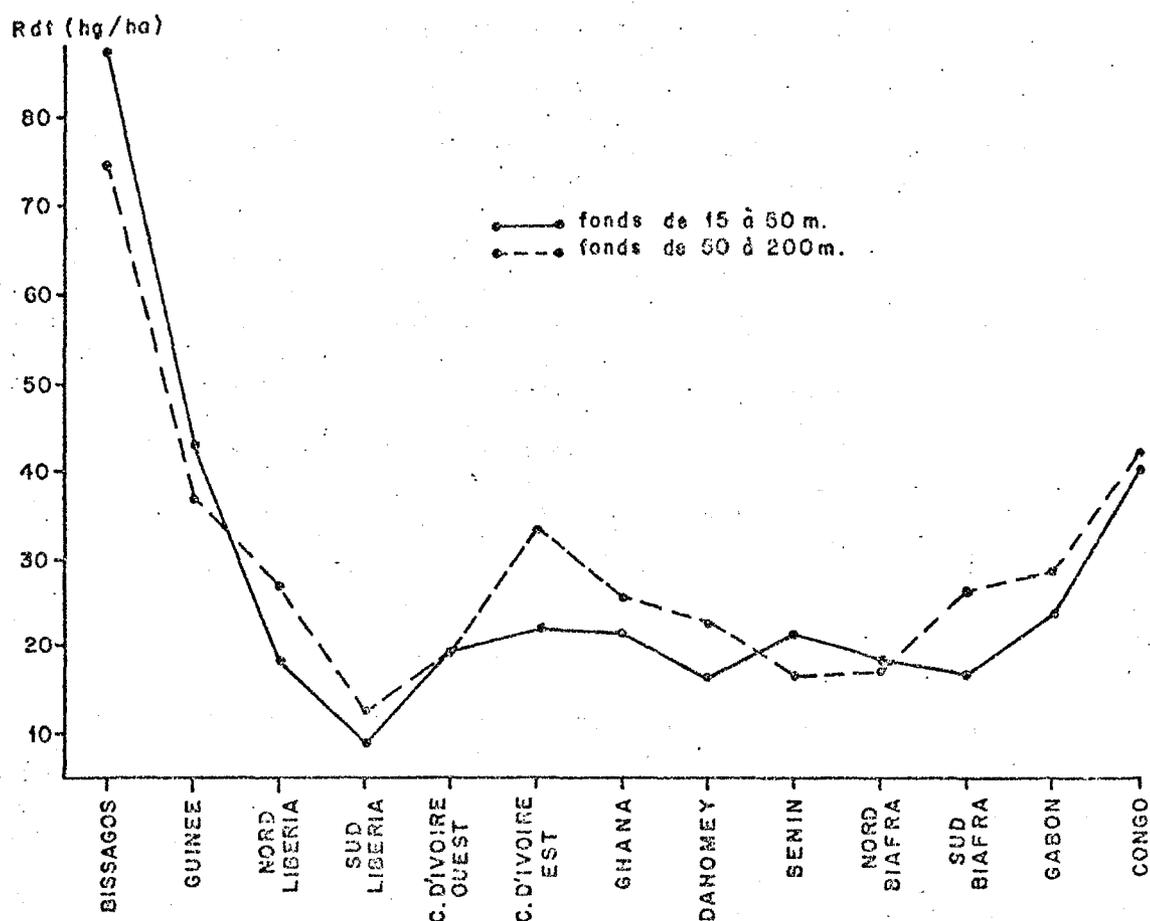


Fig.107 - Variation de la biomasse des stocks demersaux le long du golfe de Guinée (d'après les rendements obtenus lors de la campagne GTS; Williams, 1968)

saisonnier (division statistique golfe de Guinée (Ouest), (fig. 108). Entre ces trois secteurs, c'est-à-dire devant la Sierra Leone et le Libéria d'une part et du Nigéria au Gabon d'autre part, la couche superficielle, chaude et dessalée, est présente en permanence. Il en résulte une productivité basse en moyenne.

IV.1.3. Les migrations.

IV.1.3.1. Migrations parallèles à la côte.

Aux déplacements en latitude des zones frontales, qui représentent des milieux à fortes productivités primaire et secondaire, correspondent des déplacements des stocks parallèles à la côte. On observe ainsi des migrations d'amplitude appréciable là où les oscillations en latitude des fronts sont importantes, par

exemple le long des côtes de la Mauritanie à la Guinée. Par contre, dans la partie centrale du golfe de Guinée, on n'observe pas de façon bien nette d'extension progressive des nouvelles conditions saisonnières par avancée ou recul le long de la côte d'une zone frontale. Ou bien, les variations saisonnières restent toute l'année de faible amplitude; c'est le cas des deux secteurs où la couche superficielle chaude est présente en permanence; ou bien, devant le Ghana et la Côte d'Ivoire, les conditions d'upwelling atteignent rapidement, sur toute l'étendue du secteur, leur extension maximale et disparaissent de même. De fait, nulle part dans la zone tropicale les migrations parallèles à la côte des espèces démersales n'atteignent une envergure qui soit comparable à celle que l'on a mis en évidence dans les zones subtropicales périphériques.

Nous avons déjà décrit (chapitre III.2) les migrations des espèces démersales dans la zone d'oscillation du front intertropical nord et indiqué que les espèces à affinité guinéenne migrent moins. Ce schéma de mouvements limités chez ces espèces est en accord avec les observations de TROADEC (1971). Dans la partie centrale du golfe de Guinée, il constate que les *Pseudotolithus*, et probablement la plupart des espèces d'eaux chaudes, manifestent une grande tolérance vis-à-vis des conditions de milieu puisqu'elles supportent, apparemment sans migration de grande amplitude le long de la côte, l'arrivée des eaux froides qui couvrent leur biotope en période d'upwelling, se contentant de déplacements bathymétriques d'amplitude inférieure à celle des isothermes. Pour le même secteur, GARCIA (1977) arrive à la même constatation pour la crevette *Penaeus duorarum*.

Ces observations sur l'amplitude des migrations géographiques ont une incidence immédiate sur l'aménagement. En effet, dans le cas où les déplacements sont limités, des mesures d'aménagement qui seraient prises unilatéralement par les états riverains pourraient être suivis d'effets suffisants, au moins pour ceux dont la façade maritime n'est pas trop réduite (TROADEC, 1971). Dans le cas contraire, l'efficacité des actions prises en matière d'aménagement passe évidemment par l'harmonisation des politiques nationales en matière de réglementation.

IV.1.3.2. Déplacements perpendiculaires à la côte.

Pour les espèces côtières, la thermocline constitue une frontière limitant leur extension en profondeur. Les battements verticaux saisonniers entraînent des mouvements perpendiculaires à la côte. Toutefois, la thermocline n'est pas infranchissable par les espèces côtières puisque, nous l'avons vu, dans les condi-

tions particulières des secteurs à upwelling saisonnier de la partie centrale du golfe de Guinée, ces espèces, après s'être concentrées à la côte, subissent des conditions infrathermoclines lorsque la couche superficielle disparaît. L'analyse de ces déplacements des espèces en fonction de celles du milieu a été abordée par chalutages systématiques sur des radiales visitées périodiquement au Congo (DURAND et al., 1965 et DURAND, 1967) et en Côte d'Ivoire (TROADEC et al., 1969). En fait les communautés côtières comme les communautés profondes peuvent amortir fortement, dans leurs déplacements perpendiculaires à la côte, les pulsations saisonnières sur le plateau de la thermocline et des masses d'eau.

L'étude de ces phénomènes par un programme de chalutages systématiques n'est pas aisée car des variations dans la disponibilité, résultant par exemple de changements dans la répartition verticale du poisson, peuvent interférer. Ainsi, TROADEC (1971) a fait observer que les *Pseudolithus* pourraient, en fin d'upwelling, venir entre deux eaux et éviter ainsi la couche d'eau très pauvre en oxygène présente près de la côte et sur le fond à cette époque. De même, le rôle respectif d'une concentration en saison froide des *Dentex angolensis* aux immersions comprises entre 70 et 120 mètres et d'une plus grande vulnérabilité au chalut de l'espèce à cette époque restent à préciser pour expliquer l'accroissement net de ses captures à ce moment là. En fait, en plusieurs points du golfe de Guinée (Congo par exemple), la saison de pêche des *Dentex* est limitée à cette période et à ces fonds. Plus généralement on observe souvent que plusieurs espèces démersales se regroupent saisonnièrement lors de la reproduction à des immersions privilégiées (ISRA/ORSTOM, 1979).

L'étude de ces phénomènes est compliquée par le fait que la réponse des espèces aux conditions de milieu varie avec l'âge. Ainsi, les jeunes, souvent concentrés près des côtes avant le recrutement, gagnent progressivement le large en grandissant. C'est sans doute sur la crevette *Panaeus duorarum* que l'étude du rôle des facteurs écologiques sur les déplacements perpendiculaires à la côte et le comportement, notamment nycthémeral, des individus est la plus avancée (LE GUEN et CROSNIER, 1968 - GARCIA, 1977).

IV.2 - REPARTITION DES CAPTURES DANS LA ZONE ETUDIEE.

IV.2.1. Données disponibles.

En l'absence d'informations sur l'identité et la distribution des stocks, leur potentiel et leur état d'exploitation seraient le plus commodément étudiés en suivant le découpage par divisions géographiques adoptées par le COPACE* pour la compilation des statistiques. Cès divisions ont été délimitées sur la base des grandes unités hydrologiques relativement homogènes du golfe de Guinée : secteurs à upwelling saisonnier et secteurs où la couche superficielle chaude reste en permanence. Elles sont représentées sur la figure 108. Jusqu'à évidence contraire on admet qu'il existe, pour chaque espèce, un stock par division. Il existe quelques exceptions où cette hypothèse n'est pas totalement satisfaisante. Par exemple, les ressources de céphalopodes, particulièrement importantes dans la partie nord de la région COPACE, sont à cheval sur les divisions Sahara (littoral) et cap Vert (littoral), en pratique entre 26° N et 13° N. Dans ces cas, on sera évidemment amené à analyser ensemble des données relatives à deux divisions contigües.

Les aires du plateau continental, mesurées au planimètre par tranches de profondeur et secteurs nationaux pour chacune des divisions, sont données dans le tableau XLII . Cette information est intéressante à deux titres. Tout d'abord, l'étendue du plateau constitue, avec la productivité océanique, un facteur essentiel de la richesse halieutique d'une région. En général, le plateau continental est relativement étroit : sa largeur ne dépasse guère 30 milles au nord du cap Vert et 20 milles dans le golfe de Guinée. Une seule exception : le secteur de l'archipel des Bissagos où la largeur du plateau dépasse 100 milles. L'extension du plateau va encore accuser les différences déjà signalées dans la répartition géographique de la densité des populations démersales (fig. 107) ; de ce fait, il faut s'attendre à ce que le potentiel de la division cap Vert (littoral), où le plateau a une aire deux à trois fois supérieure à celles des divisions situées plus au sud dans le golfe de Guinée (tableau XL II), dépasse très largement ceux des autres divisions.

* C.O.P.A.C.E. : Comité pour les Pêches de l'Atlantique Centre Est.

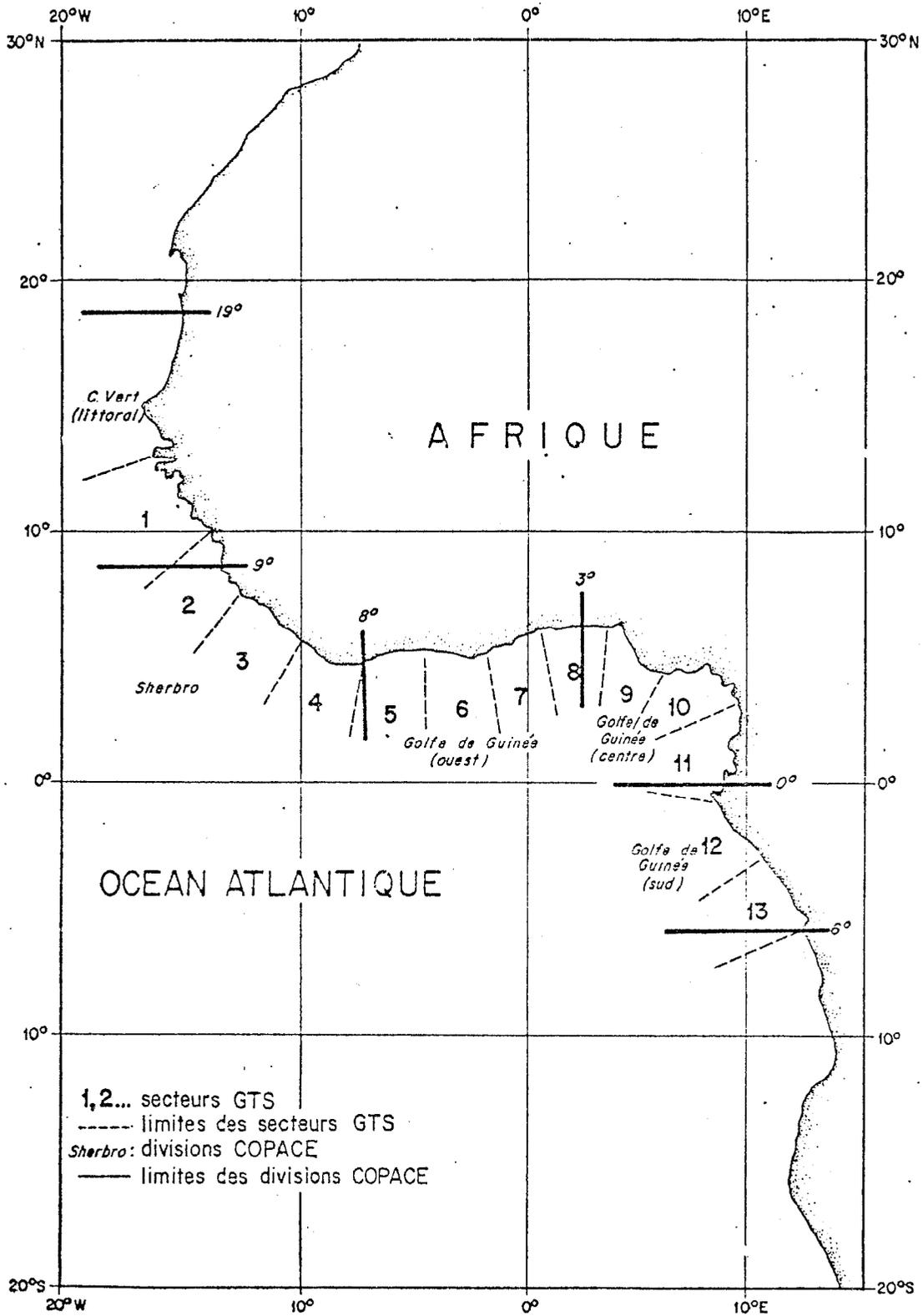


Fig. 108 - Limites géographiques des divisions statistiques du COPACE et des secteurs retenus pour le traitement des résultats des prospections GTS

Tableau XLII : Golfe de Guinée : aire (km²) des divisions statistiques du COPACE.

Divisions COPACE	Pays riverains	Surface des plateaux continentaux (km ²)			Surface totale (km ²)	Surface de l'ensemble de la division (km ²)
		0-10 m	10-50 m	50-200 m		
CAP VERT (LITTORAL) (COPACE 34.3.1)	MAURITANIE 19°N à 17°N		4 800	6 200	11 000	123 000 (39%)
	17°N au Sénégal		2 200	1 800	4 000	
	SENECAL	3 600	11 600	8 400	23 600	
	GAMBIE	1 100	2 600	1 400	5 100	
	GUINEE-BISSAU	16 300	14 000	6 800	37 100	
	GUINEE	5 600	28 700	7 900	42 200	
SHERBRO. (COPACE 34.3.3)	SIERRA LEONE	5 000	16 200	6 300	27 500	45 900 (15%)
	LIBERIA	1 500	5 300	11 600	18 400	
GOLFE DE GUINEE (OUEST) (COPACE 34.3.4)	COTE-D'IVOIRE		4 700	7 600	12 300	37 100 (12%)
	GHANA		11 700	8 500	20 200	
	TOGO		1 100	500	1 600	
	BENIN		2 100	900	3 000	
GOLFE DE GUINEE (CENTRE) (COPACE 34.3.5)	NIGERIA	5 100	21 600	14 300	41 000	60 100 (19%)
	CAMEROUN	3 400	5 700	6 300	15 400	
	GUINEE EQUATORIALE		2 000	1 700	3 700	
GOLFE DE GUINEE (SUD) (COPACE 34.3.6)	GABON ^{1/}	3 100	17 000	18 400	38 500	48 800 (15%)
	CONGO		3 700	6 600	10 300	

1/ La partie du plateau continental gabonais située au nord du cap Lopez appartient à la division COPACE 34.3.5

En outre, ces aires serviront à extrapoler à des ensembles plus vastes les évaluations de stocks disponibles, selon les principes qui seront discutés au chapitre IV.3.

La plupart des statistiques de capture utilisées proviennent du Bulletin statistique du COPACE (FAO, 1976 a et 1979 a). Ces données souffrent d'un certain nombre de carences qui ont déjà été analysées (ANSA-EMMIN et LEVI, 1975). Certains pays, comme l'URSS ou le Portugal, ne déclarent pas encore leurs chiffres de capture ventilés par divisions statistiques. Pour estimer leurs captures par divisions et, ainsi, les prises totales correspondantes, on a dû recourir à des approximations fondées sur les rapports des surfaces exploitées des divisions où les navires de ces pays sont supposés opérer de façon régulière.

Il convient aussi de considérer avec prudence les chiffres publiés pour la division golfe de Guinée (centre) qui paraissent excessifs pour certaines espèces. Selon toute vraisemblance, il s'agirait d'un artefact attribuable aux statistiques nigérianes dont le mode d'établissement a été modifié après 1970. A partir de cette date, les estimations ont été établies sur la base d'évaluations fondées non plus uniquement sur l'échantillonnage de la production mais aussi sur une évaluation de la consommation nationale. La consommation de poisson ainsi estimée était largement supérieure aux estimations de la production. Cependant, la comparaison des productions par unité de surface de secteurs voisins du plateau continental (Cameroun, Ghana, Togo) indique que la production du plateau continental ne devrait guère être supérieure aux valeurs déclarées avant 1970. Les nouvelles évaluations présentées au paragraphe IV.3.3. confirment cette observation. Il y a toutes les chances pour que les captures réalisées par les navires étrangers, affrétés par le Nigéria et travaillant donc sous pavillon nigérian mais ne pêchant pas devant le Nigéria, dans la division golfe de Guinée (centre), aient été comptabilisées par erreur dans cette rubrique.

IV.2.2. Captures globales par divisions.

Les données du tableau XLIII, tirées des Bulletins statistiques du COPACE, confirment la très grande richesse de la division cap Vert (littoral) par rapport aux autres divisions du golfe de Guinée. Avant 1970, année à partir de laquelle les données nigérianes et donc les captures de la division golfe de Guinée (centre) sont vraisemblablement surestimées, les captures dans la division cap Vert

Tableau XLIII : Captures totales annuelles (milliers de tonnes) des espèces démersales dans l'ensemble du golfe de Guinée (19° N à 6° S).

Espèces	Années										
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Pleuronectiformes	3 107	4 014	3 751	(13 726)	(16 027)	6 558	8 029	8 697	10 712	9 272	10 715
Gadiformes	8 677	9 164	9 081	7 142	11 772	9 347	25 943	30 135	26 185	23 906	11 845
Sparidae	34 558	34 117	41 698	56 798	62 297	70 537	79 357	63 788	71 863	59 685	57 272
Sciaenidae	20 757	26 481	21 854	(54 931)	(68 515)	37 593	48 594	38 497	43 066	45 890	36 801
Pomadasyidae	1 155	6 207	11 501	9 544	11 795	25 387	24 838	25 356	25 949	28 492	32 975
Belontiidae	0	0	0	0	500	500	519	662	9 442	9 520	10 498
Mullidae	846	587	438	1 033	1 192	1 073	738	768	1 264	1 455	1 805
Trichiuridae	1 968	3 530	4 285	6 475	9 079	13 903	8 919	14 084	10 013	13 220	27 524
Démersaux percomorphs	14 315	14 833	15 702	80 555	96 976	82 745	93 480	99 140	92 618	90 928	128 079
Requins, raies	4 713	5 611	5 829	(36 356)	(41 693)	24 144	28 946	31 508	31 377	29 614	29 753
Crevettes	7 341	17 923	22 362	19 461	21 056	26 715	18 429	22 989	24 310	22 816	25 476
Céphalopodes	6 827	7 031	13 350	10 327	16 819	19 491	21 303	26 299	29 034	29 977	22 717
Total démersaux identifiés	104 918	130 518	151 467	298 917	362 335	325 562	366 225	370 976	386 476	377 853	404 316
Non identifiés (y comp. pélag.)	137 982	134 877	195 939	(220 319)	(230 876)	235 051	189 028	200 930	236 926	178 886	197 207

Source: Bulletin statistique du COPACE n° 2 (FAO, 1979a); les chiffres indiqués correspondent à la somme des captures déclarées dans les divisions 34.1.3, 34.3.1, 34.3.3, 34.3.4, 34.3.5 et 34.3.6 + 1/3 des captures déclarées (Grèce, Portugal, URSS) pour l'ensemble des divisions 34.1.1, 34.1.3 et 34.3.1 + 1/2 des captures déclarées (Espagne) pour l'ensemble des divisions 34.3.1 et 34.1.3

() Valeurs probablement surestimées

(littoral) représentaient à elles seules entre les deux-tiers et les trois-quarts du total des prises identifiées comme démersales. Il est probable que ce rapport soit resté très élevé, car la pêche démersale a continué de progresser dans la division cap Vert (littoral), alors qu'elle stagnait dans les autres, à l'exception de la division golfe de Guinée (ouest). C'est le cas, en particulier, des deux divisions qui ne bénéficient pas d'un upwelling saisonnier. Il faut cependant remarquer que ces statistiques ne sont pas toutes exactement comparables. Elles correspondent en effet aux captures déclarées comme démersales dans les données transmises au COPACE. Or on ignore si l'importance relative des prises non identifiées, comme celles des espèces démersales par rapport à ces dernières, est restée stable d'une pêcherie à l'autre et donc d'une division à l'autre.

Le tableau XLIV donne l'évolution des captures totales de quelques grands groupes d'espèces, généralement mieux identifiés dans les statistiques, et figurant parmi les plus appréciés. C'est notamment le cas des Sciaenidés (*Pseudotolithus* en particulier), des cynoglosses, et des représentants de la communauté côtière en général, sur laquelle les flotilles locales de chalutiers concentrent leurs opérations. L'expansion de ces captures est très lente, l'augmentation ne dépassant pas 200 à 300 pour cent sur l'ensemble de la période considérée (1964-1977). Si l'on se rappelle que la couverture statistique a dû simultanément s'améliorer et que tous les pays du golfe de Guinée souffrent d'un déficit d'approvisionnement, on a là l'indice que ces stocks offrent des perspectives d'expansion restreintes et doivent être intensément exploités depuis déjà plusieurs années. La plupart des auteurs qui ont étudié au cours des années soixante les diverses pêcheries chalutières locales dont les opérations étaient concentrées sur la communauté côtière à Sciaenidés, étaient arrivés à des conclusions voisines : Sierra Leone (WATTS, 1962), Côte d'Ivoire (FONTENEAU, 1970, 1971), Nigeria (LONGHURST, 1964 a, 1965 ; BAYAGBONA, 1965), Congo (POINSARD, 1966 ; LE GUEN, 1971 et TROADEC, 1971), en particulier.

Une seule espèce, le pelon (*Brachydeuterus auritus*), s'écarte de cette évolution. Ses captures déclarées ont augmenté de 18 fois de 1964 à 1976. Cette espèce, de petite taille, fournit un bon indice du déficit des apports puisqu'elle n'est commercialisée que quand et là où les débarquements en espèces plus appréciées ne peuvent satisfaire la demande. La commercialisation progressive du pelon est l'indice que ce déficit en poisson a dû peu à peu s'accroître et se généraliser dans l'ensemble du golfe de Guinée.

Tableau XLIV : Captures démersales (crustacés et céphalopodes exclus) annuelles (en milliers de tonnes) par divisions statistiques.

Divisions	Années													
	1964 ^{1/}	1965 ^{1/}	1966 ^{1/}	1967 ^{2/}	1968 ^{2/}	1969 ^{2/}	1970 ^{2/}	1971 ^{2/}	1972 ^{2/}	1973 ^{2/}	1974 ^{2/}	1975 ^{2/}	1976 ^{2/}	1977 ^{2/}
CAP VERT (LITTORAL) (A+B+C) ^{3/}	69101	66561	65243	77145	95734	117707	123823	160245	179612	223224	230157	221662	193781	134479
SERRERO ^{4/}	3351	1365	1461	1670	1428	542	3140	4292	9679	5843	6263	5394	4972	5830
GOLFE DE GUINEE (OUEST)	6110	4483	21865	6041	12252	18477	22889	22866	33754	35308	32783	50885	48791	119040
GOLFE DE GUINEE (CENTRE)	19824	19995	22013	24144	25607	18246	142437	172864	101776	106305	106532	108431	114717	116520
GOLFE DE GUINEE (SUD)	-	-	-	7500 ^{5/}	7600 ^{5/}	6700 ^{5/}	4696	2810	5252	3962	5444	6969	4941	7200
TOTAL	98386	92404	110582	116500	142621	161672	296985	363077	330073	374642	381179	393341	367202	383069

Sources: ^{1/} Bulletin statistique du COPACE n° 1 (FAO, 1976 α)

^{2/} Bulletin statistique du COPACE n° 2 (FAO, 1979 α)

^{3/} Les chiffres relatifs à la Division Cap Vert (littoral) correspondent à la somme des captures déclarées pour cette division + 1/3 des captures déclarées (Grèce, Portugal, URSS) pour l'ensemble des divisions 34.1.1, 34.1.3 et 34.3.1 + 1/2 des captures déclarées (Espagne) pour l'ensemble des divisions 34.3.1 et 34.1.3

^{4/} Valeurs probablement nettement sous-estimées

^{5/} Seulement prises des chalutiers basés à Pointe-Noire, Congo (statistiques du CRO, Pointe-Noire)

IV.3 - ETAT DES RESSOURCES.

IV.3.1. Méthodes d'évaluation.

Trop souvent, les données nécessaires à l'évaluation des stocks démersaux du golfe de Guinée sont, soit indisponibles, soit trop imprécises pour qu'il soit possible de tenter des évaluations par les modèles classiques. Les stocks pour lesquels on dispose de données suffisamment détaillées pour pouvoir employer des modèles analytiques sont l'exception. Parmi celles-ci, il faut citer les évaluations de Sciaenidés congolais (bossus, *Pseudotolithus elongatus* (LE GUEN, 1971) bars, *Pseudotolithus senegalensis* (TROADEC, 1971) et *P. typus* (POINSARD, 1973); du stock ivoirien de crevette rose (GARCIA, 1977) et du stock démersal congolais (FONTANA, 1979). Chaque fois que la qualité des données de prise par unité d'effort le permettait, les évaluations à l'aide d'un modèle global de production ont été tentées. En général, ces estimations portaient sur l'ensemble des espèces d'une communauté, comme la communauté côtière (0-50 m) de fonds meubles, ou sur toutes celles présentes sur une portion de plateau continental et exploitées simultanément par la même flottille (voir par exemple FONTENEAU, 1970).

On dispose également d'estimations de biomasse instantanée, obtenues soit par chalutage (données de la campagne G.T.S. notamment), soit par écho-intégration. Le fait que le taux d'exploitation subi par les stocks, au moment des prospections, n'est en général pas connu rend extrêmement subjectif l'emploi de la formule approchée de GULLAND (1971), $C_{\max} = 0,5 MB_0$ (où C_{\max} est le potentiel maximum de capture, M le coefficient de mortalité naturelle et B_0 la biomasse existante), pour passer de la biomasse au potentiel maximum de capture. Aussi serait-il, en toute rigueur, préférable de l'appeler "potentiel immédiat de capture". Par ailleurs il ne faut pas perdre de vue qu'un navire de recherche en pêche sur les mêmes fonds qu'un vrai chalutier professionnel n'a presque jamais les mêmes rendements que ce dernier. Captures et structures démographiques varient pendant le même temps de pêche sur les mêmes fonds entre un navire de recherche et un chalutier. LE GUEN (1971) a souligné cet aspect en ce qui concerne les chalutages au Congo. Ceci a été particulièrement mis en évidence lors des radiales faites à POINTE NOIRE de 1964 à 1966 avec le N.O. "OMBANGO" lorsque, du fait d'avaries, les chalutiers de l'armement Cotonnec ont été

utilisés pour remplacer le navire de recherche (LE GUEN, comm. pers.). Mais cette source de biais est certainement moins grave pour l'estimation des potentiels que les variations saisonnières de présence du poisson. La définition du stock exploitable au Congo, par exemple par les campagnes G.T.S., ne tiendrait absolument pas compte du changement de communauté de poissons démersaux entre la saison froide et la saison chaude (l'échantillonnage en saison froide était pratiquement inexistant). Il serait donc nécessaire, en toute rigueur, de pouvoir corriger les estimations de potentiels halieutiques par le pourcentage de temps de présence sur la zone pendant l'année. Il faut souligner le danger de sous-estimation si les campagnes se font "hors saison" et de surestimation si elles ont lieu en pleine saison de pêche. Ces réserves étant faites, on peut admettre par contre que le taux d'exploitation n'est pas responsable d'une chute de la biomasse à un niveau plus bas que 30 % du niveau du stock vierge. En 1963-1964, au moment de la campagne GTS, aucun secteur n'était lourdement surexploité. Or la densité relative de la biomasse démersale dans les différents secteurs varie, toujours selon les données GTS (figure 107), par un facteur supérieur à 10 et la surface du plateau dans les différentes divisions par un facteur supérieur à 3, le secteur le plus riche (Bissagos) étant aussi celui où le plateau est le plus large. Malgré l'imprécision de l'estimation du taux d'exploitation, les résultats des prospections devraient donc permettre d'apprécier l'ordre de grandeur du potentiel des différents secteurs du golfe de Guinée.

Enfin, lorsque la pauvreté des données interdisait de recourir à l'une ou l'autre de ces méthodes, on a procédé par analogie, en extrapolant à des ensembles plus vastes les évaluations disponibles pour certains stocks ou portions de plateau continental. Les principes d'application de cette méthode ont été passés en revue par TROADEC (1977) et un exemple de cette démarche est donné par GARCIA et LHOMME (1979) pour l'évaluation des ressources en crevette rose (*Penaeus duorarum*).

Pour ne pas rajouter d'autres sources d'erreurs trop criantes, les extrapolations ont été restreintes à des secteurs géographiques (divisions statistiques) ou à des communautés (0-50 mètres par exemple) à l'intérieur desquels la productivité devrait varier nettement moins qu'entre les différents ensembles ainsi obtenus. Dans la mesure où les hypothèses initiales sur l'importance relative de la variabilité de la productivité à l'intérieur des secteurs et entre ceux-ci sont correctes, cette méthode doit permettre d'atteindre l'ordre de grandeur de la ri-

chasse relative des diverses portions du plateau continental dans le golfe de Guinée. Pouvoir chiffrer, selon les zones, en dizaines ou en centaines de milliers de tonnes est un objectif déjà intéressant en soi dans une zone inconnue. Il faut garder ceci en mémoire pour comprendre l'intérêt de cette approche quantitative que l'on pourrait trouver, sans cela, trop grossière.

IV.3.2. Division cap Vert (littoral).

Une description détaillée des différentes pêcheries présentes dans cette division, c'est-à-dire des flotilles (artisanales, semi-industrielles et industrielles locales, étrangères) et des principaux fonds de pêche et espèces capturées, est donnée dans le rapport du Groupe de travail *ad hoc* COPACE sur les stocks côtiers démersaux entre le sud de la Mauritanie et le Libéria (FAO, 1979 b).

La division cap Vert apparaît comme la zone la plus riche du golfe de Guinée. Les données de prise et d'effort des chalutiers polonais du type 5,53 GRT entre 1964 et 1974 (FAO, 1976 a) permettent d'évaluer, à l'aide d'un modèle de Fox, à 135 000 tonnes le potentiel annuel de captures des espèces démersales de la division (tableau XLV). Une démarche analogue conduit, à partir de données japonaises (de 1964 à 1971 - FAO, 1976 a), à une évaluation de 154 000 tonnes (tableau XLVI). Ces 2 résultats peuvent être considérés comme identiques. L'évolution des prises au cours des dernières années indique que ce résultat est peut-être sous estimé.

Les données d'écho-intégration permettent de tester la validité de ces résultats. Une campagne effectuée devant le Sénégal en avril-mai 1976 a évalué la biomasse démersale à environ 400 000 tonnes (GERLOTTO et al., 1976). A cette époque de l'année, la majeure partie du stock démersal de la division cap Vert (littoral) se trouve dans le secteur sénégalais. 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 tonnes serait voisine de celle du stock exploité. Les captures possibles seraient alors égales au produit de la mortalité due à la pêche, par la biomasse B :

$$C = F \times B.$$

En 1976, les captures totales réalisées dans les eaux sénégalaises ont été, d'après les statistiques disponibles (FAO, 1979 a) de 204 000 tonnes. Cette

Tableau XLV : Relation entre prise, effort et prise par unité d'effort (pue) pour l'ensemble des poissons démersaux dans la division cap Vert (littoral) ; pue des chalutiers polonais type 5,53 GRT.

Année	pue (tonnes/jour de pêche)	Prise totale ^{1/} (milliers de tonnes)	Effort théorique (jours de pêche)	Effort moyen $\frac{\text{Année } n + \text{Année } n-1}{2}$
1965	14,2	66,6	4 690	
1966	13,3	65,2	4 902	4 796
1967	13,9	77,1	5 547	5 224
1968	10,5	95,7	9 114	7 330
1969	7,4	117,7	15 905	12 509
1970	6,7	123,8	18 478	17 191
1971	6,2	160,2	25 838	22 158
1972	7,0	179,6	25 657	22 747

1/ Source : Voir tableau XLIV.

$$\log e \left(\frac{Y_E}{f_E} \right) = 2,7161 - 0,00041 f_E$$

$$f_{MSY} = 24\ 390 \text{ jours de pêche}$$

$$MSY \approx 136\ 000 \text{ tonnes}$$

Tableau XLVI : Relation entre prise, effort et prise par unité d'effort (pue) pour l'ensemble des poissons démersaux dans la division cap Vert (littoral) pour des chalutiers japonais.

Année	pue (kg/heure de pêche)	Prise totale ^{1/} (milliers de tonnes)	Effort théorique (milliers d'heures)	Effort moyen $\frac{\text{Année } n + \text{Année } n-1}{2}$
1964	1 482	69,1	46,6	
1965	977	66,6	68,2	57,4
1966	867	65,2	75,2	71,7
1967	1 113	77,1	69,3	72,2
1968	789	95,7	121,3	95,3
1969	703	117,7	167,4	144,3
1970	486	123,8	254,7	211,0
1971	465	160,2	344,5	299,6
1972	881	179,6	203,8	191,7
1973	831	223,2	268,6	236,2
1974	870	230,2	264,6	266,6

1/ Source : Voir tableau XLIV.

$$\frac{Y_E}{f_E} = 1\ 154,2 - 2,1627 f_E$$

$$f_{MSY} = 267\ 000 \text{ heures de pêche}$$

$$MSY \approx 154\ 000 \text{ tonnes}$$

quantité est très voisine de la moyenne des prises annuelles réalisées au cours des quatre années précédentes (1972 à 1975 ; céphalopodes et crustacés compris). On peut donc admettre que le taux d'exploitation et le stock s'étaient stabilisés en 1976. La mortalité par pêche F aurait donc été voisine de $200\ 000/400\ 000 = 0,5$ en 1976. 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 $0,5-0,6$. Les estimations de mortalité portant sur les Sciaenidés (par exemple LE GUEN, 1971 ; TROADEC, 1971) indiquent un coefficient de mortalité naturelle inférieur (de l'ordre de $0,2$ à $0,4$, la mortalité augmentant avec l'âge). En l'absence d'informations plus précises pour les autres espèces, on admettra que le taux moyen du coefficient de mortalité naturelle pour l'ensemble des espèces démersales exploitées par les chalutiers pourrait être de l'ordre de $0,4$. F pourrait donc être égal ou légèrement supérieur à M . Dans les conditions actuelles d'exploitation, le stock démersal exploité au large des côtes sénégalaises se trouverait au voisinage du maximum de production équilibrée, ou peut-être même légèrement surexploité pour les espèces de plus grande taille qui sont aussi en général les plus recherchées. Compte tenu de l'imprécision des méthodes utilisées, on peut admettre que la concordance des résultats obtenus par ces trois évaluations est excellente.

Une estimation contradictoire peut être obtenue à partir des données G.T.S. Celles-ci présentent l'avantage de permettre une ventilation des potentiels par secteurs géographiques et, ainsi que nous l'avons déjà signalé, le désavantage certain de ne couvrir qu'une seule saison dans certaines zones. A cette époque (1963-1964) les fonds de pêche du secteur Casamance-Guinée Bissau couverts par la campagne GTS étaient peu exploités. La biomasse estimée alors (moyenne saison froide + saison chaude) peut donc être considérée comme satisfaisant à la condition d'application de la formule de GULLAND $C_{\max} = 0,5 MB_0$. Pour le secteur Casamance-Guinée Bissau -nord Guinée ($13^\circ - 10^\circ N$) la biomasse estimée (WILLIAMS, 1968) est de 359 000 tonnes (sans les prises d'espèces pélagiques ni celle de *Brachydeuterus*). Si l'on admet toujours que $M = 0,4$, le potentiel serait de 72 000 tonnes. Par interpolation proportionnelle au rapport des surfaces respectives du plateau continental (de 10 à 200 m), le potentiel du seul secteur bordant la Guinée Bissau serait de

$$72\ 000\ \text{tonnes} \times \frac{21\ 000\ \text{Km}^2}{37\ 000\ \text{Km}^2}, \text{ soit } 40\ 000\ \text{tonnes.}$$

Les prospections GTS se sont malheureusement arrêtées, au nord, au niveau

de la Casamance. On ne dispose donc pas d'estimations de biomasse pour les parties du plateau situées devant la Sénégambie et la Mauritanie. On peut tenter d'extrapoler l'estimation précédente du potentiel propre à la Guinée Bissau proportionnellement à la surface du plateau. Il faudrait pour cela tenir également compte des variations probables de la densité moyenne annuelle des stocks lorsqu'on remonte vers le nord et donc de leur productivité. Des mesures d'écho-intégration effectuées, en saison froide, de la Mauritanie à la Guinée (MARCHAL et BOELY, 1977) fournissent, pour les zones Guinée Bissau, Sénégambie et Mauritanie, les rapports de densité suivants (toutes espèces comprises) :

$$\frac{\text{Sénégambie}}{\text{Guinée Bissau}} = 1,14 \quad ; \quad \frac{\text{Mauritanie}}{\text{Sénégambie}} = 0,65.$$

Si la répartition de la biomasse à cette saison ne diffère pas trop nettement de la distribution moyenne annuelle et si les rapports des densités dans les divers secteurs sont suffisamment voisins pour les espèces pélagiques et les espèces démersales, ces derniers peuvent servir à corriger les extrapolations basées sur les seuls rapports des aires du plateau. On aboutit ainsi aux estimations, très approximatives, suivantes :

potentiel Sénégambie..... 56 000 tonnes
potentiel sud Mauritanie (sud 19° N). 22 500 tonnes.

Si, lors de la prospection, le poisson était, relativement à la moyenne annuelle, concentré dans la partie sud (Sénégambie, Guinée Bissau) - ce qui paraît probable -, ces chiffres surestimeraient le potentiel de la Sénégambie au détriment de celui du secteur sud mauritanien.

A partir de chalutages effectués en 1971 et 1972 sur le plateau continental entre le cap Timiris (19° 20' N) et le cap Roxo (12° 20' N), DOMAIN (1974) évalue la biomasse démersale totale à 60 000 tonnes pour la partie mauritanienne (cap Timiris-frontière sénégalaise) et à 208 000 tonnes celle située au large de la Sénégambie. 18 % de cette biomasse était constituée d'espèces non commercialisables. La biomasse des poissons commercialisables peut donc être estimée à 50 000 tonnes et à 170 000 tonnes, si l'on inclut le *Brachydeuterus auritus*. Si l'on considère qu'à l'époque les stocks de la région n'étaient encore que moyennement exploités, on peut admettre (cet aspect sera repris au paragraphe IV.3.3) que le potentiel représente environ 30 % de la biomasse observée. On aboutit aux estimations suivantes:

potentiel sud-Mauritanie : 15 000 tonnes
potentiel Sénégambie : 51 000 tonnes.

Ces valeurs sont du même ordre que les estimations précédentes.

Les résultats des prospections GTS sont données globalement par secteurs géographiques dont les limites ne correspondent pas aux frontières terrestres entre les pays. Par exemple, le secteur Bissagos s'étend de la Gambie au tiers nord de la Guinée et le secteur Guinée, de cette limite à la moitié de la Sierra Leone (fig. 108). En première approximation, on peut admettre que la densité devant la Guinée était égale à la moyenne des densités dans ces deux secteurs, pondérés proportionnellement au nombre respectif de radiales de chaque secteur effectuées devant le littoral guinéen. On peut, à partir des densités ainsi obtenues et connaissant les aires (tableau XLVII), calculer les biomasses et de là estimer les potentiels. On admet pour cela que les fonds hauturiers (50-120 m) étaient à l'époque inexploités ($Y_m/B_0 = 0,5 \times MB_0 = 0,2 B_0$) ; pour les fonds côtiers, on admet que le potentiel pourrait être égal à 30 % de la biomasse étant donné l'exploitation déjà existante (pêche artisanale, pêche au chalut).

Tableau XLVII : Estimation du potentiel démersal de la Guinée.

Tranches de profondeur	Densités (t/km ²)	Aires (km ²)	Biomasses (tonnes)	$\frac{C_{max}}{B}$	Potentiels estimés
0 - 50 m	6,1	34 300	210 000	0,3	60 000 t
50 - 120 m	5,0	39 000	194 000	0,2	40 000 t
Total		73 300	400 000		100 000 t

Comme la plupart des potentiels tirés d'estimations de biomasse, il est probable que les résultats ci-dessus doivent être considérés comme un maximum théorique qui ne peut être atteint que si les espèces sont pleinement exploitées, ce qui implique une distribution optimale de l'effort dans l'espace et le temps et une gestion rationnelle loin d'être atteintes dans la pratique. Une partie des fonds, rocheux par exemple, est difficile à mettre pleinement en valeur. Partout les flottilles tendent à concentrer leurs activités sur les espèces les plus chères et les plus abondantes. Les estimations obtenues à l'aide de modèles globaux de production appliqués à une pêcherie plurispécifique tiennent, elles, compte des conditions réelles d'exploitation et correspondent donc à des maxima réalisables dans ces conditions. Dans la mesure où l'effort de pêche peut être mieux réparti entre les espèces c'est-à-dire, en pratique, entre les profondeurs et les saisons,

les potentiels tels qu'ils sont estimés par les modèles globaux devraient donc pouvoir être améliorés.

Toutes ces estimations souffrent des hypothèses simplificatrices que l'on a dû faire, la moins satisfaisante étant *a priori* l'extrapolation du potentiel guinéen aux secteurs sénégalais et sud-mauritanien sur la base du rapport des densités relatives correspondant à une saison particulière (froide) et à l'ensemble des espèces démersales et pélagiques.

On peut néanmoins penser que si la répartition des potentiels par secteurs nationaux risque d'être nettement biaisée, l'estimation globale pour l'ensemble de la division cap Vert (littoral) devrait être plus correcte. Les valeurs de biomasse telles qu'elles ont été mesurées au cours de la campagne GTS conduisent à un potentiel global de 220 000 tonnes. Compte tenu des remarques faites auparavant sur la signification des estimations tirées d'un modèle global de production et de celles déduites de prospections de biomasse, on peut considérer comme bonne la concordance de ces diverses évaluations (tableau XLVIII). (Tous ces chiffres s'entendent sans le *Brachydeuterus* dont l'importance numérique mérite d'être soulignée).

Une dernière estimation du potentiel de capture de la division cap Vert (littoral) peut être tentée par extrapolation de l'évaluation disponible pour le secteur ivoirien (FONTENEAU, 1970 et 1971). Le facteur d'extrapolation retenu est égal au produit du rapport des surfaces du plateau continental dans les deux secteurs et de celui de la densité moyenne des peuplements telle que l'a calculée CAVERIVIERE (1978) à partir des prises moyennes annuelles des chalutiers ivoiriens opérant dans ces deux zones. Cette évaluation se rapporte presque uniquement à la bande côtière (0 - 50 m) (le stock ivoirien dont l'évaluation sert de référence inclut néanmoins une faible proportion d'espèces capturées au-delà de 50 mètres) et exclut donc la plus grande partie des peuplements profonds, de Sparidés notamment. Dans ces calculs, le rapport des densités est apprécié de façon beaucoup plus exacte que précédemment, puisqu'il est basé sur des statistiques détaillées se rapportant aux opérations sur toute l'année de la même flottille. En revanche, cette extrapolation admet implicitement que la proportion de fonds chalutables est la même dans les deux secteurs, de même que les taux d'exploitation et les schémas d'exploitation (sur les espèces) et de rejet. Il est peu probable que ces conditions soient remplies. Par la même occasion, le potentiel de la division Sherbro (Sierra Leone et Libéria) peut être évalué. Les calculs et les résultats sont résumés dans le tableau IL.

Tableau XLVIII : Différents potentiels maxima de capture (tonnes) relatifs à l'ensemble du stock démersal et à quelques espèces particulières dans les divisions COPACE cap Vert (littoral) et Sherbro

Secteur	Stock démersal total					Espèces particulières		
	A partir d'estimations de biomasse		Extrapolation potentiel ivoirien	Modèle global de production		Brachydeuterus	Cynoglossidés	Sparidés
	GTS	Echo-intégration		Données polonaises	Données japonaises			
Sud Mauritanie (sud 19°N)	78500 ^{1/}							
Sénégal	66000 ^{1/}							
Guinée-Bissau	40000 ^{1/}							
Guinée	100000 ^{1/}							
Total Division Cap Vert (littoral)	210-220000 ^{1/}	= 200000 ^{2/}	180000 ^{1,3/}	180000 ^{1/}	150000	50000 ^{4/}	3000	70000
Sierra Leone	16000 ^{1/}							
Libéria	9000 ^{1/}							
Total Division Sherbro	25000 ^{1/}		45000 ^{1,3/}					

1/ *Brachydeuterus* exclu

2/ Secteur inférieur à l'ensemble de la division Cap Vert (littoral)

3/ Essentiellement communauté côtière (0-50 m)

4/ Potentiel calculé à partir d'une estimation de biomasse par écho-intégration

5/ Et autres petits pélagiques, déduit des mesures de biomasse GTS

Tableau IL : Estimation des potentiels de capture, pour les espèces démersales et essentiellement dans la bande 0 - 50 mètres des divisions cap Vert (littoral) et Sherbro, obtenue par extrapolation du potentiel côtier ivoirien proportionnellement aux surfaces de plateau et aux densités relatives des peuplements déduites de la comparaison des rendements des chalutiers ivoiriens.

Secteurs	Densité ^{2/} relative (moyenne annuelle)	Aire (km ²) (10-50 m)	Aire relative	Indice de potentiel	Potentiel estimé (tonnes)
Plateau ivoirien ^{1/} (essentiellement 0-50 m)	1	4 700	1	1	7 000 ^{3/}
Division Sherbro (Sierra Leone, Libéria)	1,4	21 500	4,6	6,4	45 000
Division Cap Vert (littoral) (sud Mauritanie, Sénégal, Guinée Bissau, Guinée)	1,9 ^{4/}	63 900	13,6	25,8	180 000*

1/ Secteur de référence

2/ Calculée par la méthode de Robson à partir des pue de la flottille ivoirienne (Caverivière, 1978)

3/ Potentiel de référence (Fonteneau, 1970 et 1971)

4/ Les chalutiers ivoiriens opèrent essentiellement au sud du cap Vert; le chiffre de densité relative de 1,9 correspond à la pêche dans cette partie de la division; il peut ne pas refléter correctement la densité de l'ensemble de la division dans la mesure où le brassage à l'intérieur des stocks serait insuffisant

* Compte-tenu du fait que l'estimation de 180 000 tonnes à laquelle on aboutit exclut pratiquement le potentiel des fonds supérieurs à 50 mètres, ce résultat concorde bien avec les autres estimations (tableau XLVIII) obtenues à partir de données totalement différentes.

De toutes ces évaluations sont exclus le pelon (*Brachydeuterus*) et les autres petites espèces le plus souvent pélagiques comme le rasoir (*Ilisha africana*) dont la biomasse est importante mais qui sont presque toujours rejetées par les chalutiers. Il est possible d'avancer l'ordre de grandeur du surcroît de capture que devrait permettre la commercialisation simultanée de ces espèces.

Les résultats de la campagne GTS distinguent les biomasses "réduites" (c'est-à-dire sans *Brachydeuterus* et les prises de petits pélagiques) des biomasses totales (correspondant à la totalité des espèces capturées lors des prospections). Le rapport biomasse totale/biomasse réduite est égal à

$$\frac{406}{359} = 1,13 \text{ pour le secteur Bissagos (Casamance, Guinée Bissau et nord Guinée) et à}$$

$$\frac{228}{192} = 1,19 \text{ pour le secteur Guinée (sud Guinée, nord Sierra Leone)}$$

(tableaux 993 et 994, *in* WILLIAMS, 1969). Les potentiels donnés dans le tableau XLVIII devraient donc être accrus dans la même proportion, soit de 25 à 40 000 tonnes en valeur absolue, si ces espèces étaient utilisées.

Une étude de DOMAIN (1974) évalue la production potentielle du pelon à 10 - 12 000 tonnes pour l'ensemble du plateau continental sénégalais sur lequel il distingue deux zones de concentrations principales, l'une devant Saint-Louis et l'autre au large de la Casamance. Compte tenu de la méthode utilisée (aire balayée), ce potentiel doit être sous-estimé et cela d'autant plus que l'évitement et l'échappement sont élevés pour cette espèce et l'engin utilisé.

Par écho-intégration, MARCHAL et BOELY (1976) ont évalué à 100 000 tonnes la biomasse de *Brachydeuterus* située devant la Casamance et à 115 000 tonnes celle située devant la côte nord du Sénégal. Ce stock est peu exploité : les sardiniers l'évitent et les captures des crevettiers qui sont rejetées paraissent faibles comparativement aux estimations de biomasse. En admettant un coefficient de mortalité naturelle de 0,5, le potentiel pourrait être de l'ordre du quart de cette biomasse, soit 50 000 tonnes environ, s'il peut être réellement considéré comme vierge. Ce chiffre ne correspond qu'au plateau sénégalais. Le potentiel de l'ensemble de la division cap Vert (littoral) devrait donc être nettement supérieur.

D'autres évaluations partielles, relatives à des stocks ou des portions de plateau continental particuliers, ont été publiées. Pour les cynoglosses du pla-

teau continental sénégalais, la production potentielle maximale a été estimée à environ 3 000 tonnes (CRODT, non publié). Les captures ont atteint 3 200 tonnes en 1974. A moins que de nouveaux fonds de pêche ne soient découverts, ce stock doit être considéré comme pleinement exploité.

Les pue relatives aux chalutiers japonais du type 5,53 GRT permettent d'évaluer le potentiel du stock de Sparidés de la division cap Vert (littoral) à 66 000 tonnes (tableau L). Ce chiffre a été dépassé en 1973 (73 600 tonnes). A

Tableau L : Relation entre prise, effort et prise par unité d'effort (pue) pour les Sparidés dans la division cap Vert (littoral).

Année	pue ^{1/} (kg/heure de pêche)	Prise totale ^{2/} (milliers de tonnes)	Effort théorique (milliers d'heures de pêche)	Effort moyen $\frac{\text{Année } n + \text{Année } n-1}{2}$
1964	361	41,1	113,8	
1965	387	37,9	97,9	105,8
1966	428	36,7	85,7	91,8
1967	438	31,8	72,6	79,1
1968	417	30,1	72,2	72,4
1969	376	38,6	102,7	87,5
1970	142	47,7	335,9	219,3
1971	126	58,4	463,5	399,7
1972	340	61,0	179,4	321,4
1973	587	73,6	125,4	152,4
1974	392	55,5	141,6	133,5

1/ Chalutiers japonais de type 5,53 GRT
2/ Source : Bulletin statistique du COPACE (FAO, 1976)

$F_{MSY} = 232\ 000$ heures de pêche
 $MSY \approx 66\ 000$ tonnes

$$\frac{y_E}{f_E} = 565,8 - 1,2189 f_E$$

l'intérieur de la famille des Sparidés, une diminution nette des rendements de pageot (*Pagellus coupei*) a été enregistrée. Ceux-ci sont passés de 600 kg/jour de pêche (chalutier standard de 250 CV) en 1973 à 300 kg/jour de mer trois ans plus tard (FAO, 1979 b). Il faut donc considérer que, pris globalement ou par espèces principales, le stock de Sparidés est actuellement pleinement exploité dans la division cap Vert (littoral).

IV.3.3. Le golfe de Guinée (9° N - 6° S).

IV.3.3.1. Données et méthodes.

L'évaluation des stocks démersaux pour l'ensemble des divisions Sherbro et golfe de Guinée (ouest, centre et sud) a été abordée globalement. En effet, à l'exception de la pêche (sur le plateau continental ivoirien, sur celui du Congo et, à un degré moindre, sur celui du Nigéria) pour laquelle on dispose de statistiques permettant une estimation des potentiels maxima selon les modèles classiques, pour tout le reste de la région seuls les résultats de la campagne G.T.S. peuvent servir pour estimer la production instantanée des divers secteurs du golfe de Guinée. Cet ensemble de données a été traité simultanément selon la même méthode.

Depuis 1958, des statistiques sur les captures et les rendements des chalutiers ivoiriens sont régulièrement recueillies et améliorées. A partir de 1968, ces données ont été collectées séparément par secteurs du plateau continental et par tranches de profondeur inférieure et supérieure à 50 mètres, permettant ainsi une évaluation indépendante du potentiel des communautés côtières et profondes. Avec ces statistiques, complétées par les résultats d'une prospection récente de la biomasse démersale du plateau ivoirien, par écho-intégration et par chalutage, il est possible d'étudier l'impact de la prolifération du baliste sur la structure et le potentiel des communautés de poissons démersaux.

IV.3.3.2. La prolifération du baliste.

Le baliste (*Balistes capriscus*) est décrit comme faisant partie de la communauté côtière à Sparidés (LONGHURST, 1969). Jusqu'en 1970, il n'était nulle part signalé en densités appréciables (jamais plus de quelques individus par heure de chalutage), que ce soit lors des prospections couvrant l'ensemble du golfe de Guinée (GTS : WILLIAMS, 1968) ou lors de pêches répétées systématiquement tout au

long de l'année à diverses immersions de radiales perpendiculaires au plateau continental (Congo : DURAND et *al.*, 1965 et DURAND, 1967 ; Côte d'Ivoire : TROADEC et *al.*, 1969 ; Sénégal : DOMAIN, 1970).

CHAMPAGNAT (comm. pers.) a noté que les données GTS révélaiènt trois taches (Guinée-Libéria, Ghana et sud Gabon) où les densités étaient, quoique faibles, supérieures à celles du reste du golfe de Guinée et que ces taches correspondaient aux trois grands secteurs à forte extension des fonds durs. Ce rapprochement confirme l'observation originale de LONGHURST sur l'appartenance du baliste à la communauté côtière à Sparidés de fonds durs. Toutefois, la prolifération du baliste, signalée depuis 1970, n'affecte apparemment que les deux premiers secteurs ; aucun phénomène du même genre n'a encore été signalé devant le Gabon. On constate en outre que le phénomène s'étend bien au-delà des limites des secteurs à fonds durs ; ainsi, la tache ghanéenne couvre maintenant une partie du plateau continental ivoirien et s'étend à l'est jusqu'au niveau de la rivière Dodo au Nigéria (FAO, 1979 c).

Les premiers signes de l'accroissement de la biomasse de baliste se sont manifestés au Ghana en 1970 (ANSA-EMMIM, 1979). Cette augmentation n'est apparue dans les statistiques de débarquement que deux ans plus tard, l'espèce, mal connue des consommateurs, n'étant pas initialement commercialisée. Au Ghana, les prises qui représentaient déjà 25 % de la biomasse capturée par les chalutiers côtiers en 1972, atteignaient respectivement 43 et 53 % en 1973 et 1974. Ce pourcentage montait à 89 % en 1975 et 1976 pour les plus petits bateaux (8-12 m) de cette catégorie (ANSA-EMMIM, 1979). En 1976, le navire de recherche FIOLENT capturait 25 tonnes de balistes en une heure et estimait à 68 300 tonnes la biomasse présente sur le plateau ghanéen (ROBERTSON, 1977). Sur le plateau ivoirien, cette biomasse aurait été de 8 200 tonnes lors d'une campagne de chalutage récente du CRO d'Abidjan (CHAMPAGNAT, com. pers.). La plus grande abondance du baliste sur le plateau ghanéen semble liée à la plus grande extension des fonds durs dans ce secteur. En outre, les deux estimations de biomasse correspondent à des années et à des saisons différentes. Néanmoins, l'écart entre les deux chiffres pourrait bien être excessif.

Devant la Guinée, la prospection au chalut réalisée en août-septembre 1976 par le "E. Hacckel" (RDA) révélait que cette espèce constituait alors un élément essentiel de la biomasse démersale sur les fonds compris entre 20 et 40 mètres d'une

part et entre 9° 30' et 10° 30' N d'autre part (ZUPANOVIC et CISSE, 1977). Au cours d'une prospection acoustique réalisée par le "Capricorne" en novembre 1978, la quasi totalité de la biomasse détectée entre deux eaux au-dessus de la moitié profonde du plateau était composée de baliste et cela sur toute l'aire prospectée, c'est-à-dire entre l'île Sherbro et 11° lat. N. (MARCHAL et al., 1979). Cette biomasse a été évaluée à 400 000 tonnes. Une deuxième campagne effectuée en mars 1979 dans la même zone mais étendue de la frontière du Libéria à 11° N a fourni des résultats tout à fait semblables tant en biomasse qu'en répartition (MARCHAL et al., en préparation). Les limites de l'extension de cette concentration n'ont pu être fixées ni vers le nord, ni vers le sud, mais il est possible qu'elle s'étende vers le sud devant le Libéria où les fonds durs sont particulièrement développés*.

Simultanément à la prolifération du baliste, des modifications profondes sont apparues dans la composition systématique des communautés et dans la répartition bathymétrique de la biomasse. Celles-ci ont essentiellement été étudiées devant la Côte d'Ivoire et le Ghana. Devant la Côte d'Ivoire, au schéma classique (sur les fonds meubles) à deux maxima - vers 25 mètres correspondant aux communautés côtières et l'autre, inférieur, vers 80-100 mètres correspondant à la communauté profonde - a succédé un schéma à un seul maximum, localisé vers 40 mètres, lié à l'accroissement exceptionnel de la biomasse de baliste (FAO, 1979 c). Plusieurs rapprochements ont été faits entre cette prolifération du baliste et d'autres perturbations des écosystèmes ou des événements survenus à peu près à la même époque dans leur exploitation :

a) effondrement du stock de sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) (ANON. FRU/ORSTOM, 1976) : en fait la coïncidence n'est pas stricte ; bien qu'un tel décalage ne prouve pas que les deux phénomènes soient indépendants, il faut remarquer que l'effondrement du stock de sardinelle ronde s'est produit deux ans après que l'accroissement du stock de baliste ait commencé à se manifester et que ce dernier phénomène a une extension géographique considérablement plus vaste que l'aire occupée par le stock de sardinelle (TROADEC et al., 1978) ;

b) le développement de la pêche de la crevette, entamé quelques années plus tôt et centré sur les profondeurs intermédiaires où se localise le baliste

* Selon une communication récente du CRODT, l'expansion des balistes atteint maintenant St-Louis du Sénégal où des rendements importants ont été réalisés par les chalutiers et les sennes de plage en 1979, en saison chaude.

(GARCIA, com. pers.). On notera à ce sujet qu'aucune prolifération n'est signalée au Gabon où aucune pêche spécialisée de la crevette ne s'est développée mais que, d'autre part, aucune prolifération du baliste n'est encore signalée au large du nord-Sénégal où la pêche à la crevette est pourtant ancienne*. Par ailleurs, au nord-Sénégal et au Gabon, on se trouve près des limites nord et sud de l'aire d'abondance de l'espèce.

c) fort déclin des captures de Sparidés côtiers au Ghana où les débarquements sont tombés de 10 000 tonnes en 1970 à 2 000 tonnes en 1974 (FAO, 1976 b) : ce déclin pourrait être, au moins partiellement, dû à un report sur le baliste d'une partie de l'effort de pêche autrefois centré sur les Sparidés. Aucune information ne permet de confirmer ou d'infirmier cette hypothèse.

En fait on ignore tout des causes et de la dynamique de la prolifération du baliste. Il n'en reste pas moins que ce bouleversement est parmi les plus importants que l'on ait décrit à ce jour dans le milieu marin. On a également fait remarquer que l'éclectisme alimentaire du baliste et sa résistance exceptionnelle aux conséquences de la capture** devraient l'avantager dans les phénomènes de compétition interspécifique. Même si cette supériorité est réelle, les causes du déclenchement de la prolifération restent à découvrir.

IV.3.3.3. Evaluation du stock démersal ivoirien.

Des données plus détaillées (séparées pour les pêches des communautés côtières et celles de la communauté profonde du plateau) et plus précises (mesure normalisée de l'effort de pêche (CAVERIVIERE, 1978)) ont permis de reprendre les premières évaluations de FONTENEAU (1970 et 1971).

Les principaux résultats des nouvelles évaluations (FAO, 1976 c) peuvent se résumer ainsi (tableau LI).

* Voir cependant la remarque effectuée à la page précédente.

** Une expérience réalisée sur le N.O Capricorne a montré qu'après 20 minutes d'émersion consécutive à la capture au chalut, l'espèce a survécu au moins quinze jours en vivier. Lors d'essais de l'utilisation de farines de balistes pour l'alimentation du bétail en Côte d'Ivoire, des balistes qui auraient été conservés plusieurs heures sur le pont du navire ont survécu jusqu'à l'arrivée au port (LE GUEN, comm. pers.).

Tableau LI : Résultats des diverses évaluations du potentiel démersal du plateau continental ivoirien.

Tranche de profondeur	Potentiel avant prolifération du baliste	Potentiel après prolifération du baliste	
		Potentiel baliste exclu	+ potentiel baliste
0 - 120 mètres	8-9000 t (FONTENEAU, 1970 ; modèle de Schaefer) 7000 t (FONTENEAU, 1971 ; modèle de Schaefer) 3600 t FAO, 1979 c ; modèles globaux (programme PROFIT) 9600 t	5 800 t (FAO, 1979 c ; modèles globaux - Programme PROFIT).	+ 2 000 t = 7 800 t
0 - 50 mètres		4 400 t (FAO, 1979 c ; modèles globaux - Programme PROFIT).	+ 900 t = 5 300 t
50 - 120 mètres		2 200 t (FAO, 1979 c ; modèles globaux - Programme PROFIT) 4 500 t (potentiel biologique possible).	+ 1 100 t = 3 300 t + 1 100 t = 5 600 t

a) avant la prolifération du baliste, le potentiel était compris entre 7 000 et 9 600 tonnes (selon les données et les modèles mathématiques utilisés). Ce résultat est inférieur au potentiel absolu, car la partie profonde (50-200 m) n'est exploitée que quelques mois par an en période d'upwelling et à des profondeurs privilégiées, c'est-à-dire quand et où la disponibilité du pageot (*Pagellus coupei*) et de la dorade (*Dentex spp.*) est suffisante pour assurer la rentabilité de l'exploitation de ces fonds ;

b) à l'aide de modèles globaux appliqués aux statistiques de la pêche ivoirienne, le potentiel de la bande côtière a été estimé à 4 400 tonnes (sans baliste) et à 5 300 tonnes (avec baliste), celui de la tranche profonde à 2 200 et à 2 900 tonnes, également selon que l'on exclut ou non les balistes ;

c) une prospection récente a permis d'évaluer à 11 500 tonnes la biomasse présente sur la partie profonde du plateau et à 9 300 tonnes celle de la tranche côtière. GULLAND (1971) indique qu'au niveau du maximum de production du modèle de SCHAEFFER, $C_{\max} \approx MB_{\max}$. L'évaluation mentionnée ci-dessus indique que le stock serait actuellement proche (mais en deça) de cet état pour lequel on admet également que M est voisin de F . Si l'on admet que $M \approx 0,4$, on a par exemple :

$$C_{\max} = 0,4 B_{\max} = 0,4 \times 9\,300 \text{ tonnes} = 3\,720 \text{ tonnes.}$$

pour la tranche côtière.

Cette estimation admet que l'effort est réparti de façon homogène sur les différentes espèces composant la communauté. La comparaison de ce chiffre à l'estimation obtenue avec un modèle de SCHAEFER (4 400 tonnes), tenant donc compte des conditions actuelles d'exploitation de ce stock plurispécifique, et notamment de la répartition de l'effort de pêche sur les diverses espèces, montre qu'une augmentation de la productivité du stock côtier par modification de cette répartition de l'effort est très peu probable.

En revanche, la comparaison des rapports potentiel maximal (modèle global)
biomasse actuelle

$(\frac{4\,400}{9\,300} \approx 0,5$ pour le stock côtier et $\frac{2\,200}{11\,500} \approx 0,2$ pour le stock profond), montre qu'il devrait être biologiquement possible d'accroître le niveau d'exploitation du stock profond. Cette conclusion confirme les observations sur l'exploitation épisodique et localisée en profondeur de ce stock. Pour pouvoir l'utiliser pleinement, il faudrait d'une part améliorer la répartition de l'effort sur l'ensemble des espèces composant l'écosystème et, d'autre part, commercialiser la quasi totalité des captures. Cela ne semble malheureusement pas possible actuellement pour des raisons économiques ;

d) pour l'ensemble du plateau, la prolifération du baliste correspond à une chute de 30 à 40 % du potentiel actuellement réalisable avec les espèces traditionnellement commercialisées (l'utilisation du programme PRODFIT en faisant varier M donne une estimation comprise entre 5 800 t après baliste contre 9 600 avant et 4 400 t + 2 200 t, soit 6 600 t, après contre 8 600 t avant). Le potentiel du stock de baliste que l'on peut approximativement estimer à au moins 2 000 tonnes à partir de sa biomasse, (évaluée par prospection à 8 200 tonnes), équivaut approximativement à cette perte de potentiel effectif. La productivité de l'écosystème serait donc restée nettement plus stable que sa composition ;

e) sous les conditions actuelles d'exploitation, la productivité (potentiel maximum par unité de surface) des communautés démersales est la suivante :

Tranche de profondeur	Sans commercialisation du baliste	Avec commercialisation du baliste
0 - 50 m	$\frac{4\ 400\ t}{4\ 700\ km^2} = 1,0\ t/km^2$ environ	1,15 t/km ²
50 - 200 m	$\frac{2\ 200\ t}{7\ 600\ km^2} = 0,25\ t/km^2$ environ	0,4 t/km ²

Au cas où le potentiel biologique pourrait être totalement utilisé, la productivité pourrait atteindre 0,9 t/km² pour l'ensemble du plateau et, peut-être, 0,75 t/km² pour la partie profonde ;

f) le maximum de production correspondant aux conditions actuelles d'exploitation n'est atteint ni pour le stock côtier (prise 1977 : 4 370 tonnes) ni pour le stock profond (prise 1977 : 1 740 tonnes), dans les deux cas apparemment essentiellement pour des raisons économiques. En fait, l'effort de pêche a eu tendance à diminuer de 1969 et surtout de 1973 à 1976. La simultanéité du phénomène dans les deux stocks (ce qui suggère qu'il s'agit là de la conséquence d'un accroissement identique des coûts) et l'amplitude identique de l'amélioration des rendements qui en a résulté donnent à penser que la cause pourrait résider dans le renchérissement de l'énergie ainsi que dans le blocage des cours locaux sous l'effet notamment des importations de poisson.

IV.3.3.4. Le plateau ghanéen.

Au Ghana, RIJAVEC (*in* FAO, 1972 b) a évalué, à partir des résultats de prospections systématiques au chalut, la biomasse démersale présente entre 20 et 70 mètres (c'est-à-dire sur une aire d'environ 15 000 km²) à 34 000 tonnes. La densité correspondante est de 2,3 t/km². Les prises enregistrées étaient alors de 6 000 tonnes, y compris 1 000 tonnes capturées par les chalutiers ivoiriens mais non compris les rejets, inconnus mais sans doute appréciables. La comparaison de ces chiffres, sur la base du raisonnement présenté dans le paragraphe IV.3.3.3., donne à penser que le stock n'était pas encore pleinement exploité et que son potentiel pourrait être de l'ordre du tiers de la biomasse estimée par RIJAVEC, soit un peu au-dessus de 10 000 tonnes (ou 0,7 t/km²).

Cette première estimation est inférieure à celle obtenue pour la Côte d'Ivoire par application d'un modèle global aux statistiques de la pêche au chalut dans la bande côtière. Par comparaison des rendements obtenus par les chalutiers ivoiriens dans les deux secteurs, CAVERIVIERE (1978) a montré que l'abondance dans le secteur ghanéen a toujours été, au cours des quinze dernières années, de 15 à 35 % supérieure à celle du secteur ivoirien. Cette différence peut être due au fait que le secteur ivoirien a toujours été plus intensivement exploité. Si le degré d'exploitation a été comparable, au moins à certaines périodes, cela signifierait que le stock ghanéen est comparativement plus productif. Dans ce cas, compte-tenu de la confiance relative que l'on peut accorder aux deux estimations (celle du stock ivoirien à l'aide d'un modèle de production et celle du stock ghanéen à partir d'estimations de biomasse), il faudrait admettre que le potentiel du stock ghanéen serait sous-estimé (par exemple par le biais introduit par l'évitement du poisson lors des chalutages). L'information disponible ne permet pas de clarifier ce point.

Il faut noter également que dans les secteurs où l'extension des fonds durs dans la partie profonde du plateau est importante, le contraste entre bande côtière riche et tranche profonde pauvre est estompé. Cette observation est en faveur de l'hypothèse d'une productivité globale supérieure pour le secteur ghanéen par opposition au secteur ivoirien.

Extrapolée à l'ensemble du secteur Ghana-Togo-Bénin, l'évaluation tirée de la prospection du plateau ghanéen conduit à un potentiel démersal de 17 000 tonnes. Cette extrapolation admet que la productivité globale n'a pas été profondément altérée par la prolifération du baliste (ce qui paraît avoir été le cas en Côte d'Ivoire) et que les peuplements devant le Togo et le Bénin ne diffèrent pas trop sensiblement de ceux du Ghana (ce que les prospections indiquent).

IV.3.3.5. Le plateau nigerian.

LONGHURST (1974 a) estimait qu'au début des années 60, le secteur compris entre Cotonou (Bénin) et Lekki (Nigeria) était pleinement exploité par la flottille de chalutiers basés à Lagos. BAYAGBONA (1965, 1968) concluait que le stock de bars (*Pseudotolithus spp.*) pêché par la même flottille manifestait des signes de surexploitation et préconisait l'adoption d'un maillage de 75 mm. Dans la partie sud du golfe de Guinée (Congo, Zaïre), LE GUEN (1971) et TROADEC (1968, 1971) montraient qu'à la même époque les stocks de bossu (*Pseudotolithus elongatus*) et de bar (*P.*

senegalensis) pêchés par les chalutiers basés à Pointe-Noire (Congo) étaient déjà pleinement exploités et avec une maille trop petite (40 mm étirée).

LONGHURST (1965) avançait comme ordre de grandeur les chiffres suivants pour le potentiel démersal du plateau continental nigerian :

pêche au chalut - bande côtière (0 - 50 m)	11 000 tonnes (0,4 t/km ²)
- bande profonde (50 - 200 m)	3 500 tonnes (0,25t/km ²)
pêche artisanale (concentrée dans la bande littorale) :	<u>25 000 tonnes</u>
Total :	40 000 tonnes environ.

Si on comptabilise la production artisanale avec le potentiel côtier, ces chiffres de productivité sont tout à fait comparables à ceux obtenus pour le plateau ivoirien à partir de données plus sûres. Notons qu'à l'inverse du littoral ivoirien, le plateau nigerian ne jouit pas d'un upwelling saisonnier, mais reçoit, par contre, des apports fluviatiles plus importants.

Les prises démersales totales du Nigerian et les p.u.e. disponibles pour la flottille chalutière nigériane peuvent être utilisées pour évaluer le stock que ces bateaux exploitent, du moins si l'on écarte les statistiques postérieures à 1969, les prises à partir de cette date paraissant nettement surestimées. Ces données (archives COPACE) ont été traitées selon un modèle de SCHAEFER. On obtient ainsi un potentiel maximal de 25 000 tonnes. Ce résultat est inférieur à celui obtenu par LONGHURST mais plusieurs causes de sous-estimation ont probablement joué dans l'estimation déduite d'un modèle global de production : identification imparfaite de la totalité des prises démersales dans les statistiques nationales (problème de la ventilation de la rubrique divers), activité non déclarée de navires étrangers dans le secteur nigerian, exploitation réduite ou nulle de la communauté profonde, non prise en compte des rejets dans le modèle de production. Enfin, il faut se souvenir que le modèle de SCHAEFER s'applique à une relation prédateur-proie, un changement dans la prédation se répercutant sur l'état d'équilibre et la production. C'est probablement ce qui s'est produit avec le développement de la pêche des crevettes, les crevettiers étant un prédateur particulièrement dangereux pour les petits poissons. Il n'est pas possible de quantifier l'effet des facteurs de sous-estimation, mais on peut penser que la résultante doit être appréciable et qu'une gestion "irrationnelle" peut jouer un grand rôle.

Tableau LII : Relation entre prise, effort et prise par unité d'effort (pue) pour l'ensemble des poissons démersaux du plateau nigérian (1964 à 1969).

Année	pue ^{1/} (kg/heure de pêche)	Prise totale ^{2/} (milliers de tonnes)	Effort théorique (milliers d'heures de pêche)	Effort moyen $\frac{\text{Année } n + \text{Année } n-1}{2}$
1964	75	20,8	277,3	
1965	50	20,0	400,0	338,7
1966	45	22,0	488,9	444,5
1967	43	25,7	597,6	543,2
1968	34	27,3	802,9	700,2
1969	37	21,7	586,4	694,6

1/ Chalutiers nigériens du type 11 GRT

$f_{MSY} = 788\ 000$ heures de pêche

2/ Source : Bulletin statistique du COPACE (FAO, 1976)

$MSY \approx 25\ 000$ tonnes.

$$\frac{Y_E}{f_E} = 63,8 - 0,0405 f_E$$

IV.3.3.6. Evaluation du potentiel démersal pour l'ensemble du golfe de Guinée à partir des estimations de biomasse fournies par les campagnes GTS.

Les estimations de biomasse fournies par les campagnes GTS (WILLIAMS, 1968) peuvent être utilisées pour vérifier les évaluations du potentiel démersal des plateaux ghanéen et nigérian et évaluer celui des autres secteurs pour lesquels il n'existe encore aucune estimation chiffrée. Les biomasses moyennes (sur l'ensemble des deux campagnes réalisées à 6 mois d'intervalle) sont données séparément par secteurs (leurs limites sont indiquées sur la figure 108) et par tranches de profondeur (15 - 50 mètres et 50 - 200 mètres) dans les tableaux 993 et 994 du rapport (WILLIAMS, 1968). Ces tableaux distinguent la biomasse totale, correspondant à la totalité des captures, de la biomasse "réduite", c'est-à-dire sans le pelon (*Brachydeuterus auritus*), les petits pélagiques et les autres espèces pêchées occasionnellement mais toujours en faibles quantités. Ces biomasses sont déduites directement des captures réalisées dans l'aire balayée, c'est-à-dire sans aucune correction visant à prendre en compte l'évitement et le rassemblement du poisson par les bras du chalut à l'intérieur de l'aire balayée.

Sur la base des connaissances disponibles sur le développement de la pêche au chalut le long du golfe de Guinée, on a apprécié de façon approximative le degré d'exploitation (de 0 = exploitation nulle à 4 = pleine exploitation) subi au moment de la campagne GTS par le stock démersal dans les différents secteurs et tranches de profondeur. WATTS (1962) considérait qu'en 1960-61 le stock sur les fonds où opéraient les chalutiers de Sierra Leone était surexploité. Cette observation ne s'appliquait sans doute pas également à toutes les espèces et à toutes les profondeurs du plateau sierra leonais. Les strates profondes étaient vraisemblablement peu ou pas exploitées, de même que la bande côtière au large du Libéria en raison, pour cette dernière, de la faiblesse des rendements et de l'importance des fonds durs. Le stock côtier ivoirien était pleinement exploité (FONTENEAU, 1970 et 1971) de même que, probablement, la majeure partie du plateau ghanéen et la partie occidentale du stock côtier nigérian (LONGHURST, 1964 a et 1965). Pour la zone qui s'étend au sud, du Cameroun à l'embouchure du Congo, on a utilisé les renseignements sur le degré d'exploitation des différents secteurs fournis dans le rapport FAO 1979 b. Les rapports probables potentiel maximum/biomasse ont été fixés empiriquement sur la base des équations approchées

$C_{\max} \approx 0,5 MB_0$ (dans le cas d'un stock inexploité)

$C_{\max} \approx 0,5 ZB$ (dans le cas d'un stock déjà exploité)

(ALLEN, 1971 ; GULLAND, 1971 ; TROADEC, 1977), en admettant un M moyen de 0,4. Ainsi, on a fixé à 0,2 ce rapport pour les secteurs non exploités et à 0,4 pour ceux qui l'étaient pleinement. Les étapes de ce traitement, à partir des valeurs originales GTS, sont données dans le tableau LIII.

Cette procédure néglige les effets des mélanges, à l'intérieur des stocks, entre secteurs contigus. Les conséquences n'en sont peut-être pas très graves dans la mesure où les déplacements des stocks démersaux paraissent être de faible amplitude à l'intérieur du golfe de Guinée.

Le tableau LIII donne, pour chaque secteur GTS et pour quatre ensembles de secteurs correspondant à peu près aux quatre divisions COPACE (Sherbro, golfe de Guinée ouest, centre et sud), les résultats suivants :

- le potentiel de la bande côtière, avec et sans le *Brachydeuterus* ainsi que les autres petites espèces accessoires ;

Tableau LIII : Golfe de Guinée (10° W - 6° S) : Evaluation du potentiel démersal à partir des estimations de biomasse fournies par les campagnes GTS (tableaux 993 et 994, *In Williams, 1968*).

Pays côtiers	Secteur GTS (figure 3)	Tranche profondeur (m)	Biomasse (000 t)		Degré d'exploit- tation	Potentiel	Potentiel (000 t)		Productivité (t/km ²)	
			totale	réduite ^{1/}		Biomasse	total	réduit ^{1/}	totale	réduite ^{1/}
Guinée - nord Sierra Leone	2	15-50	188	155	3-4	0,35-0,4	66-75	54-62		
		50-200	40	37	1	0,25	10,0	9,3		
Sud Sierra Leone - nord Libéria	3	15-50	18	8	1	0,25	4,5	2,0		
		50-200	27	23	0	0,20	5,4	4,6		
Sud Libéria	4	15-50	7	3	1	0,25	1,8	0,8		
		50-200	18	10	0	0,20	3,6	2,0		
Total ^{3/}	2+3+4	15-50					70-80	57-65	1,75-2,0	1,4-1,6
		50-200					19 ^{2/}	16 ^{2/}	0,6 ^{2/}	0,7 ^{2/}
Ouest Côte-d'Ivoire	5	15-50	11	7	4	0,40	4,4	2,8		
		50-200	11	10	1	0,25	2,8	2,5		
Est Côte-d'Ivoire - ouest Ghana	6	15-50	14	8	4	0,40	5,6	3,2		
		50-200	30	20	2	0,30	9,0	6,0		
Centre Ghana	7	15-50	27	18	3	0,35	9,5	6,3		
		50-200	38	27	2	0,30	11,4	8,1		
Est Ghana - Togo - Bénin - ouest Nigeria	8	15-50	13	9	3	0,35	4,6	3,2		
		50-200	12	10	1	0,25	3,0	2,5		
Total ^{3/}	5+6+7+8	15-50					24 ^{2/}	16 ^{2/}	1,3 ^{2/}	0,8 ^{2/}
		50-200					25 ^{2/}	19 ^{2/}	1,1 ^{2/}	0,8 ^{2/}
Centre Nigeria	9	15-50	35	21	4	0,40	14,0	8,4		
		50-200	12	10	0	0,20	2,4	2,0		
Est Nigeria - nord Cameroun	10	15-50	21	14	3	0,35	7,4	4,9		
		50-200	20	18	0	0,20	4,0	3,6		
Sud Cameroun - Guinée équatoriale - nord Gabon	11	15-50	13	11	1-2	0,27	3,5	3,0		
		50-200	26	22	0	0,20	5,2	4,4		
Total ^{3/}	9+10+11	15-50					25 ^{2/}	16 ^{2/}	1,1	0,7
		50-200					12 ^{2/}	10 ^{2/}	0,5 ^{2/}	0,4 ^{2/}
Sud Gabon	12	15-50	25	20	2	0,30	7,5	6,0		
		50-200	49	37	0	0,20	9,8	7,4		
Congo - Cabinda - Zaïre	13	15-50	79	41	4	0,40	31,6	16,4		
		50-200	79	57	1	0,25	19,8	14,3		
Total ^{3/}	12+13	15-50					39 ^{2/}	22 ^{2/}	2,3	1,3
		50-200					30 ^{2/}	22 ^{2/}	1,2 ^{2/}	0,9 ^{2/}
TOTAL GENERAL	2 - 13	15-50					160 -169	111 -119	1,6-1,7	1,1-1,2
		50-200					86 ^{2/}	67 ^{2/}	0,9 ^{2/}	0,7 ^{2/}

1/ Biomasse réduite = biomasse totale moins tortues, calmars, crevettes, sardinelles, *Caranx spp.*, *Decapterus sp.*, *Trachurus spp.* et *Brachydeuterus*

2/ Potentiel biologique, probablement partiellement réalisable actuellement pour des raisons économiques dans les secteurs les moins riches

3/ Valeurs arrondies

- le potentiel de la bande profonde, également avec et sans ces espèces ; ce potentiel correspond à un potentiel biologique qui dans les secteurs les moins riches ne peut actuellement être atteint, les rendements correspondants n'étant pas suffisamment rentables au plan économique (FAO, 1979 c).

De tous ces résultats bruts, les conclusions suivantes ressortent :

a) les potentiels et les productivités (t/km^2) tombent très fortement dès la Sierra Leone pour ne remonter nettement que dans le secteur GTS le plus méridional (Congo-Cabinda-Zaïre). Si le potentiel de la division cap Vert était de l'ordre de 200 000 tonnes, celui de la division Sherbro est inférieur à 75 000 tonnes, ceux des divisions golfe de Guinée (ouest et centre) d'environ 30 000 tonnes chacun et celui de la division golfe de Guinée (sud) d'un peu moins de 50 000 tonnes (les limites des secteurs GTS ne correspondent pas exactement aux limites des divisions COPACE, fig. 108) ;

b) le pelon (*Brachydeuterus auritus*) et les autres petites espèces associées représentent environ un tiers du potentiel de la bande côtière, soit 50 000 tonnes environ pour l'ensemble du golfe de Guinée (auquel s'ajoute le potentiel au moins équivalent présent dans la division cap Vert (littoral)) ;

c) la pauvreté des divisions Sherbro (au sud de la Guinée) et golfe de Guinée (centre) est confirmée. Il en est de même de celle des stocks profonds spécialement dans les zones les plus pauvres, c'est-à-dire de l'île de Sherbro au cap des Palmes d'une part et du Nigéria au cap Lopez (Gabon) de l'autre. A la faiblesse de la productivité de l'ensemble du golfe de Guinée s'ajoute évidemment l'étranglement du plateau continental au sud de l'archipel des îles Bissagos ;

d) dans les secteurs où les fonds non chalutables sont abondants (Liberia, sud-Gabon), la réalisation des potentiels ainsi calculés passe par la mise en oeuvre d'engins de pêche autres que le chalut (palangres, lignes, trémails, casiers, etc...).

Les points les plus faibles de cette évaluation résident dans l'appréciation, partiellement subjective, du taux d'exploitation subi par les stocks dans les différents secteurs ainsi que dans l'estimation de la biomasse absolue à partir des captures au chalut (l'effet inconnu de l'évitement et du rassemblement ayant été négligé).

Bien que les limites des secteurs ne correspondent pas exactement à celles des stocks évalués précédemment par des méthodes classiques, on peut néanmoins comparer approximativement les résultats obtenus pour les mêmes secteurs. On remarque tout d'abord la similitude des productivités (t/km^2) pour la division golfe de Guinée (ouest).

	Données GTS (Côte d'Ivoire-Ghana)	Modèle global (Côte-d'Ivoire)	Prospection (FAO, 1972a) (Ghana)
Bande côtière (avec <i>Brachydeuterus</i>)	1,3 t/km^2	1,15 t/km^2	0,7 t/km^2

Ensuite et bien que les limites des deux séries d'évaluation ne correspondent pas exactement, on peut estimer, à partir des données GTS, le potentiel du plateau ivoirien à 7 000 tonnes environ pour le stock côtier et à 3-4 000 tonnes pour le stock hauturier. Les résultats sont tout à fait comparables à ceux obtenus à l'aide d'un modèle global et des données sur les performances de la pêche ivoirienne.

Pour le stock exploité par les chalutiers de Pointe Noire et qui s'étend du fleuve Congo à la pointe Banda ($3^{\circ} 50' S$) débordant ainsi la façade maritime du Congo, un rapport ORSTOM sur l'état des pêcheries dans ce pays (ANON., ORSTOM, 1971) indique un potentiel de 7 000 t pour le stock côtier et de 3 à 4 000 t pour le stock profond soit environ 10 000 t pour le plateau continental de l'ensemble de la zone. Par interpolation, proportionnellement à l'aire du plateau, des résultats G.T.S., on aboutit pour le seul plateau congolais à une production maximale moyenne de 12 000 t (*Brachydeuterus exclu*) si l'on base l'interpolation sur le secteur G.T.S. 13. Cette dernière estimation paraît cependant élevée. Ceci résulte sans doute du fait que dans le secteur congolais où les variations saisonnières d'abondance sont importantes (POINSARD, 1966), les deux campagnes G.T.S. ont eu lieu, l'une en petite saison chaude, au moment de la crue du Congo, et l'autre en fin de saison chaude-début de saison froide, au moment de la crue du Kouilou : ces deux fleuves qui enrichissent en sels nutritifs le milieu marin lors de leurs crues, sont responsables de l'existence d'une importante biomasse de Sciaenidés aux époques correspondantes. Il faut sans doute rechercher là l'origine de la surestimation obtenue à partir des chalutages G.T.S. POINSARD (1966) montre qu'en outre, lors de G.T.S. II (mai 1964), les captures de bars des chalutiers de Pointe Noire ont été exception-

nelles et leurs minima ne sont pas descendus aux niveaux qu'ils occupaient les années précédentes à la même saison (fig. 109).

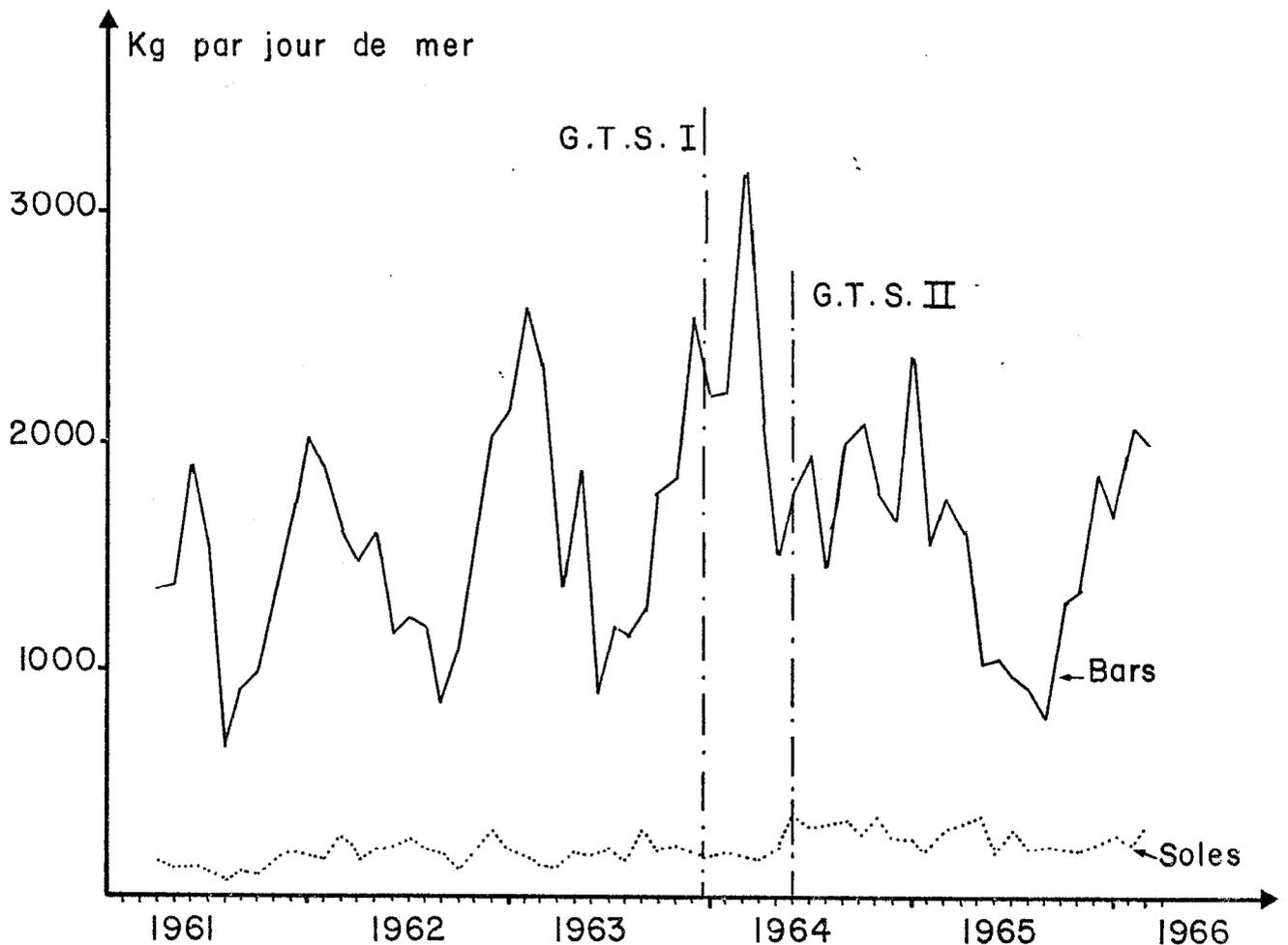


Fig.109 - Variations saisonnières et variations interannuelles des rendements des chalutiers de Pointe Noire pour deux types de poissons. La pêche des soles n'est pas sous l'influence de variations saisonnières (D'après POINSARD, 1966)

On notera l'intérêt de tenir compte de facteurs tels que les variations saisonnières d'abondance lors d'évaluation de ressources à partir de chalutages dans des zones charnières, comme le Congo et la région sénégal-mauritanienne où ces variations sont très accusées. Ainsi des estimations obtenues à partir de chalutages effectués à une seule saison seraient soit des surestimations, soit des sous-estimations selon que la saison correspond ou non à la période d'abondance du poisson. On ne doit pas non plus négliger l'existence possible de variations interannuelles comme celle que nous venons de signaler : au Congo, le caractère exceptionnel de l'année 1964 à l'origine d'une surestimation des ressources à partir des chalutages de la campagne G.T.S.

Enfin, en ce qui concerne le stock côtier de la division Sherbro, on avait obtenu, par extrapolation du potentiel ivoirien, une estimation de 45 000 tonnes (tableau II). Avec les données GTS on aboutit à un chiffre d'environ 60 000 tonnes (sans le *Brachydeuterus*, celui-ci n'étant en général pas conservé par les chalutiers pêchant dans cette zone) pour les secteurs GTS 2,3 et 4. Si cet ensemble de secteurs a la même limite sud, il s'étend au nord sur des fonds plus riches nettement au-delà de la limite de la division Sherbro (fig. 108). La non coïncidence des frontières nord peut très bien expliquer la différence sensible entre les estimations.

On peut donc conclure que si les estimations de potentiel déduites des données de la campagne G.T.S., et, surtout, celles de la richesse relative des différents secteurs du golfe de Guinée sont satisfaisantes pour l'utilisation prévue qui est d'estimer les ordres de grandeur d'une zone à l'autre, il ne faudrait pas essayer d'en tirer des prévisions trop précises sur la production.

On a aussi noté que les deux estimations obtenues pour le Cameroun ne concordent pas avec les prises supérieures déclarées par ce pays depuis de nombreuses années. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'une grande partie des captures s'effectue dans des zones très côtières et dans les nombreuses et vastes embouchures des fleuves qui n'ont fait jusqu'ici l'objet d'aucune investigation. Ces zones sont en effet des milieux particuliers où les apports terrigènes et l'étendue des mangroves constituent des facteurs d'enrichissement susceptibles de compenser la faible productivité océanique de cette partie du golfe de Guinée (FAO, 1979 c).

IV.4 - BESOINS EN MATIERE D'AMENAGEMENT : LA REGLEMENTATION DU MAILLAGE.

La figure 110 (ANON. ORSTOM, 1971) montre l'évolution du pourcentage de petits bars, de taille inférieure à 30 cm dans les captures des chalutiers de Pointe Noire. Si l'on admet un L_{50} moyen, à la première maturité, d'environ 30 cm chez *Pseudotolithus spp.* (Rapport du groupe de travail ISRA-ORSTOM, 1979) on peut estimer que 50 % de ces individus ne se sont jamais reproduits. Outre les effets d'une exploitation intensive du stock, cette augmentation du taux de capture des jeunes poissons résulte de l'utilisation de mailles de chalut trop petites. Cette pratique semble généralisée à l'ensemble du golfe de Guinée, qu'il s'agisse des chaluts ou des sennes de plage utilisées par la pêche artisanale (F.A.O., 1979 c). De plus, les législations nationales existantes sont souvent mal appliquées (F.A.O., 1979 d).

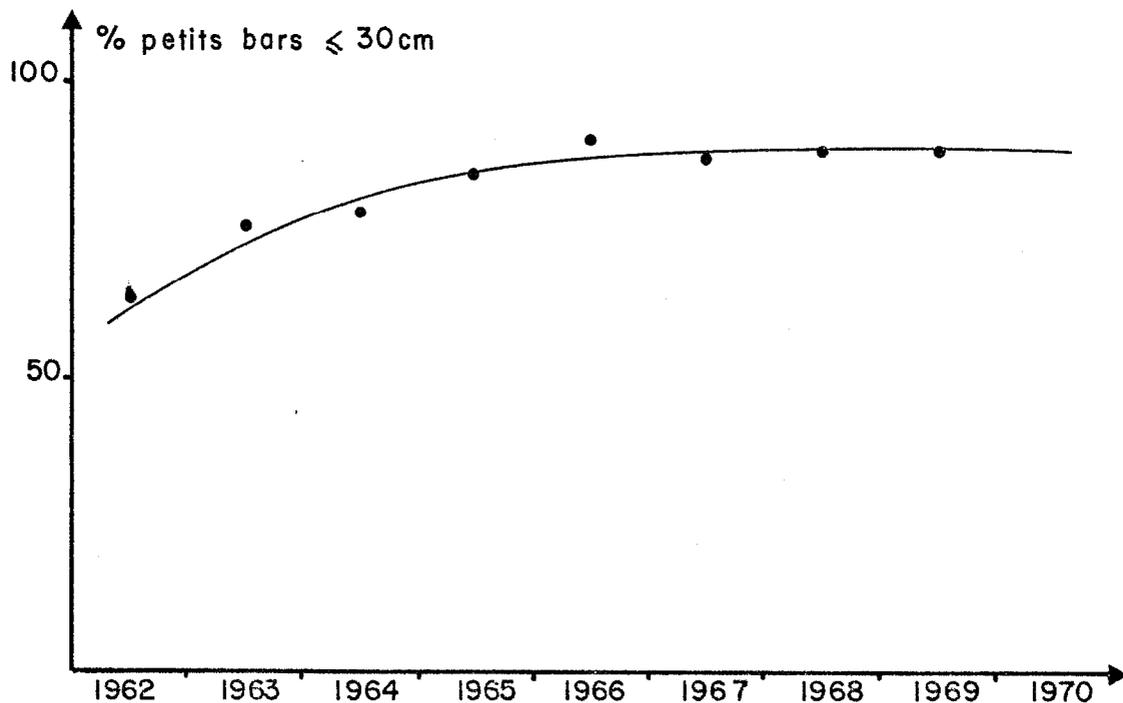


Fig. 110 : Pourcentage de petits bars (*Pseudotolithus spp.*) ≤ 30 cm dans les débarquements des chalutiers de Pointe Noire. (Anon., 1971).

En 1973, le COPACE avait recommandé l'interdiction des mailles d'ouverture inférieure à 70 mm pour la pêche des merlus et des Sparidés et souhaité que les

céphalopodes ne soient pas pêchés avec des maillages inférieurs à 60 mm (FAO, 1972 a ; GULLAND, 1979). Ces recommandations étaient basées sur des évaluations portant sur les stocks du secteur nord du COPACE (division Maroc, Sahara et cap Vert) et ne s'appliquaient donc pas à ceux qui se trouvent au sud du cap Vert. Bien que ces législations ne concernent que marginalement les stocks considérés dans cette synthèse, il serait souhaitable que ces propositions soient revues et confirmées à la lumière des données scientifiques recueillies ces dernières années. Notamment, l'incidence sur la législation des captures accessoires de crevettes réalisées lors de la pêche des merlus sur le talus demande à être analysée (FAO, 1979 d).

Pour les stocks tropicaux du golfe de Guinée, les données scientifiques étaient jusqu'à ces dernières années globalement insuffisantes pour que l'on puisse préconiser des réglementations applicables à l'ensemble des espèces exploitées simultanément, notamment au chalut. Quelques auteurs (LONGHURST, 1964 et BAYAGBONA, 1965 et 1968 au Nigeria ; LE GUEN, 1971 et TROADEC, 1971 au Congo) avaient bien analysé les effets théoriques sur les rendements de bar (*Pseudotolithus senegalensis*) et de bossu (*P. elongatus*) que l'on pouvait attendre d'une augmentation de la taille de première capture. Ces travaux avaient conduit LONGHURST et BAYAGBONA à préconiser un maillage de 75 mm pour la pêche des bars au Nigeria.

Toutefois, les bars et le bossu figurent parmi les espèces de plus grande taille capturées au chalut. Il est clair que les maillages optimums pour ces espèces ne peuvent convenir pour l'ensemble des espèces, en moyenne de taille plus petite, capturées simultanément. Par exemple FONTANA (1974) au Congo, concluait que, pour le niveau d'exploitation prévalant alors, un maillage de 60-65 mm aurait été adéquat pour les petites espèces (*Brachydeuterus auritus*, *Pteroscion peli*, *Pentane-mus quinquarius*), alors que les espèces plus grandes (*Pseudotolithus spp.*) auraient demandé un maillage de 70 à 75 mm. Ce dernier résultat est en accord avec les conclusions auxquelles avaient abouti LONGHURST (1964) et BAYAGBONA (1965). Au Sénégal, le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye a recommandé un maillage de 50 mm pour les pêches spécialisées de crevette (*Penaeus spp.*) et de rouget (*Pseudupeneus prayensis*) et de 70-75 mm pour la pêche des autres espèces de poisson. Plus récemment, LHOMME (1977) et GARCIA et LHOMME (1979) ont montré qu'un élargissement de la maille actuelle (40-50 mm) des chaluts à crevettes serait bénéfique pour l'exploitation des espèces de poisson dont les juvéniles sont capturés en masse dans les pêcheries de crevette pour être ensuite rejetés. Une telle augmentation

n'altérerait pas le bénéfice tiré de la pêche de la crevette car les courbes de sélectivité de cette espèce sont pratiquement identiques pour les mailles de 50, 60 et 70 mm. Toutefois, seule une étude approfondie des pratiques de rejets et une évaluation de la mortalité des juvéniles de poisson et de sa conséquence sur leur recrutement à la pêcherie au chalut permettraient de chiffrer le bénéfice d'une telle réglementation.

Tout récemment, dans une étude de la pêcherie congolaise au chalut, FONTANA (1979) a montré, sur la base d'un modèle analytique (type RICKER) portant sur les six principales espèces capturées (*Pseudotolithus senegalensis*, *P. typus*, *Pteroscion peli*, *Pentanemus quinquarius*, *Galeoides decadactylus* et *Brachydeuterus auritus*) qui fournissent environ les deux tiers des apports, qu'en adoptant un maillage de 77 mm, en doublant l'effort de pêche et en commercialisant le pelon (*Brachydeuterus*), le stock serait alors pleinement exploité ; les prises totales qui sont actuellement de 6 000 tonnes devraient alors doubler. Ceci supposerait un important surcroît d'investissements, qui ne serait sans doute pas rentable car la valeur marchande moyenne des débarquements devrait diminuer, l'accroissement des captures devant provenir surtout des espèces de petite taille comme le pelon. Toutefois, l'adoption d'une mesure intermédiaire, par exemple un maillage de 60 mm dans la pêcherie de poisson comme dans celle de crevette, devrait présenter un triple avantage :

a) augmenter la production des stocks démersaux du golfe de Guinée, résultat important si l'on compare les très faibles perspectives d'expansion qu'ils offrent au sérieux déficit actuel des apports locaux ;

b) protéger les juvéniles de nombreuses espèces de poissons pris accessoirement dans les pêcheries de crevette ;

c) et, enfin, faciliter, par l'adoption d'une réglementation commune aux deux pêcheries (crevette et poisson), l'application effective des réglementations.

Ces arguments ont conduit le Groupe de travail spécial du COPACE sur l'évaluation des stocks démersaux dans le secteur Côte d'Ivoire/Zaïre à recommander l'adoption d'une telle mesure (FAO, 1979 c).

Le même groupe a également souhaité que, dans les pays où la pêche à la senne de plage est importante (Bénin, Ghana, Togo par exemple), des programmes

d'échantillonnage soient rapidement entrepris afin de chiffrer les quantités (en poids et en nombre) prélevées, ainsi que la composition par espèces et par tailles, des captures. L'objectif de cette étude serait d'analyser les effets des prélèvements importants de juvéniles de poisson dont est responsable cette pêche sur leur exploitation ultérieure.

Toutefois, pour certaines zones, ces recommandations peuvent avoir un caractère théorique. Les études entreprises sur la radiale de Kipundgi (Zaïre), près de l'estuaire du Congo, par l'ORSTOM en 1965, ont montré l'importance des petits requins dans les captures (CHARDY et LE GUEN, 1971). Ils peuvent être nombreux autour du chalut en pêche et provoquent très souvent des avaries au filet particulièrement là où les mailles sont plus grandes. Une des façons de ne pas perdre sa pêche est précisément de réduire au maximum la taille des mailles, quelquefois même d'utiliser un double cul (LE GUEN, comm. pers.).

IV.5 - CONCLUSION : PERSPECTIVES D'EXPANSION ET RESSOURCES NOUVELLES.

Compte tenu du degré d'exploitation élevé subi par la grande majorité des stocks analysés dans cette étude, on doit conclure que les perspectives actuelles d'expansion de la pêche démersale sont modestes dans l'ensemble du golfe de Guinée et de ses régions bordières. Sauf exception locale, aucun accroissement notable de la production n'est à escompter des stocks les plus prisés et les plus abondants (*Pseudotolithus spp.*, *Galeoides*, *Cynoglossus spp.*, etc... de la communauté côtière de fonds meubles ; Sparidés des divisions cap Vert et, sans doute, Sherbro, par exemple). Ces espèces apparaissent en effet partout très exploitées parce que, d'abord, leur valeur commerciale en fait des espèces-cibles sur lesquelles l'effort de pêche se concentre, et qu'ensuite les petits maillages couramment utilisés par les chalutiers sont d'autant plus dommageables à leur bonne exploitation que leur taille moyenne est en général supérieure à celle des autres espèces capturées simultanément. Pour toutes les espèces surexploitées, une amélioration, modeste, des captures et une autre, nettement supérieure, de la rentabilité de l'exploitation devraient en fait suivre une réduction convenable de l'effort de pêche et l'adoption de maillages plus grands.

Il semble que, prise globalement, la communauté côtière de fonds meubles du golfe de Guinée ne soit pas partout pleinement exploitée, des phénomènes comme le renchérissement récent du coût de l'énergie et la concurrence des importations de poisson à bas prix ayant vraisemblablement entraîné une réduction du taux d'exploitation subi par cette communauté dans l'ensemble du golfe de Guinée. Mais les compléments de production que l'on peut attendre d'une nouvelle intensification de sa pêche restent, là aussi, relativement modestes.

Cela ne signifie pas que tout accroissement de la production soit impossible, même si sa réalisation reste, aux plans économique et administratif, difficile. Des potentialités non négligeables, au moins pour les pays qui souffrent d'un déficit marqué de production, existent dans l'intensification de l'exploitation et la meilleure utilisation d'espèces déjà capturées mais totalement ou largement rejetées actuellement. La comparaison des évaluations obtenues à partir des biomasses totales mesurées par prospections avec celles tirées des modèles globaux appliqués

aux performances passées des pêcheries, et tenant donc indirectement compte de la sélectivité dans l'exploitation et de la commercialisation des diverses espèces qui composent les stocks plurispécifiques, a montré que le potentiel biologique de ces stocks n'était pas pleinement utilisé.

La première amélioration envisageable pourrait porter sur une meilleure commercialisation des espèces déjà capturées au cours des opérations de chalutage mais encore en grande partie rejetées. En tête de celles-ci, le pelon (*Brachydeuterus auritus*) doit être cité, sa biomasse représentant l'élément le plus abondant de la biomasse démersale du golfe de Guinée (WILLIAMS, 1968). Si l'on admet que cette espèce constitue, avec les prises accessoires de quelques petits pélagiques - rasoir (*Ilisha africana*), *Chloroscombrus chrysurus*, etc... - l'essentiel de la différence entre biomasse totale et biomasse "réduite" telles qu'elles ont été estimées au cours de la campagne GTS (tableau LIII), et en tenant compte du fait que cette campagne n'a pas couvert le secteur sénégal-mauritanien, on voit que le potentiel de ce stock pourrait dépasser 100 000 tonnes pour l'ensemble du secteur étudié ici. Le fait que cette espèce soit déjà commercialisée dans les pays et pendant les saisons qui connaissent une pénurie d'apport montre qu'une meilleure utilisation de cette espèce est possible.

La seconde espèce qui offre des perspectives comparables - au moins actuellement car il ne peut être exclu que le stock s'amenuise aussi rapidement qu'il a proliféré - est le baliste, notamment dans les secteurs ghanéen et guinéen où son abondance paraît maximale. Son potentiel actuel n'est pas connu, mais les estimations disparates de biomasse dont on dispose montrent que celui-ci devrait dépasser la centaine de milliers de tonnes. Son utilisation passe par une promotion de la consommation auprès de consommateurs encore peu familiarisés avec cette espèce.

D'autres stocks pourraient également être davantage utilisés dans la mesure où l'on réussirait à mettre en oeuvre des engins, des méthodes ou des tactiques de pêche plus performants. Au Congo, POINSARD (1966) montre ainsi la supériorité des bateaux de 25 m (fig. 111 et 112) qui peuvent prospecter à la fois les petits fonds et l'embouchure des fleuves, zones où se trouvent les principales concentrations de bars. Les bateaux plus grands (32 m) ou plus petits (17 m) ne peuvent exploiter cette partie du plateau continental en raison de leur tirant d'eau pour les premiers et de leur trop faible puissance, pour les seconds, qui leur interdisent d'affronter les forts courants côtiers voisins des embouchures.

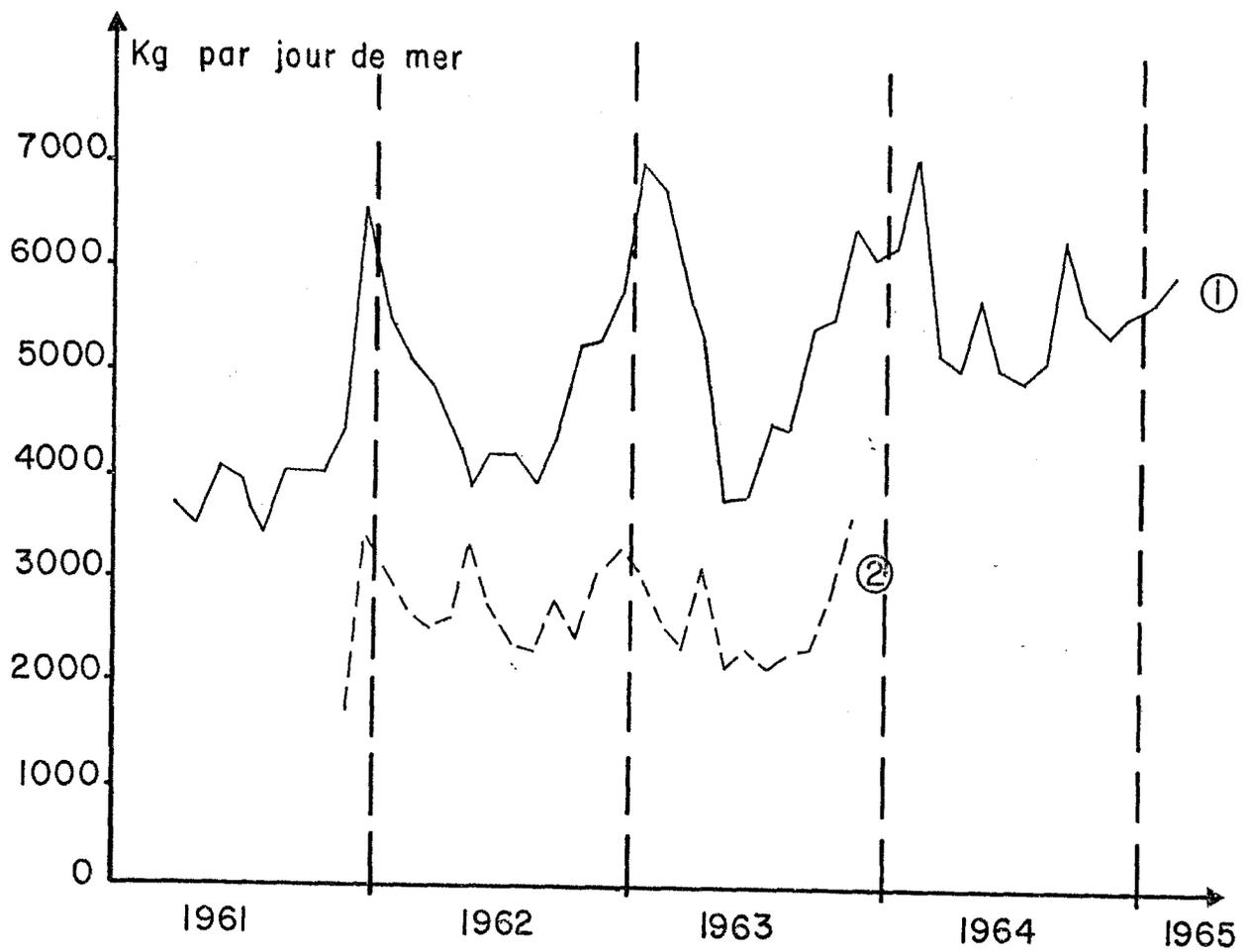


Fig.111 - Prise par jour de mer et par CV de deux types de chalutiers congolais - 25 m - 330 CV - 32 m - 500 CV (D'après POINSARD, 1966)

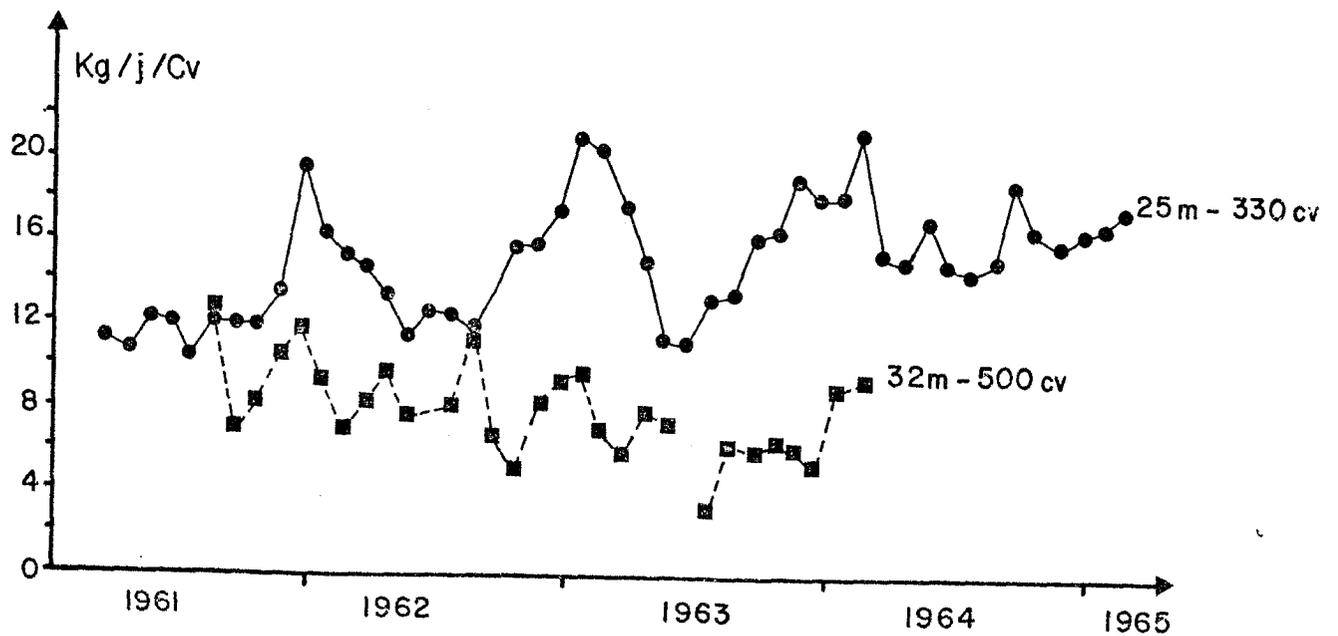


Fig.112 - Variations du rendement (kg. de poisson mis en cale par jour de mer) de deux types de chalutiers congolais (D'après POINSARD, 1966)
 1 - 25 m - 330 CV
 2 - 17 m - 130 CV

L'évaluation des stocks ivoiriens et congolais a démontré que, dans le golfe de Guinée, les stocks profonds (70 à 120 mètres) restaient largement sous-utilisés. (Bien que les données nécessaires pour mettre en évidence une telle supposition ne soient pas disponibles, il n'est pas à exclure que les fonds de 70 à 120 mètres ne soient que très marginalement exploités dans les secteurs les moins productifs du golfe de Guinée). Sur un plan strictement biologique, ces stocks pourraient produire davantage, d'abord s'ils étaient plus intensément exploités, ensuite, et surtout, s'il était possible de déplacer une large partie de l'effort vers des espèces jusqu'ici moins recherchées. On sait en effet que l'exploitation se concentre de façon très sélective sur les dorades (*Dentex spp.*) et le pageot (*Pagellus coupei*) lorsque ceux-ci sont les plus disponibles en saison d'upwelling. On peut supposer que cette sélectivité de l'exploitation pourrait encore s'accroître avec le renchérissement de l'énergie et des coûts d'exploitation.

On avait émis l'idée que les stocks de chinchards, de maquereau et de sardineau (*Paracubiceps ledanoisi*) pratiquement inutilisés dans le golfe de Guinée et plus abondants sur la partie profonde du plateau, pourraient fournir un appoint susceptible de faciliter une utilisation plus complète des stocks profonds, notamment si, à l'exemple des pratiques de pêche dans le secteur nord du COPACE, chalut de fond et chalut pélagique pouvaient être utilisés alternativement de jour et de nuit. Il est malheureusement à craindre que l'abondance de ces stocks soit trop faible dans le golfe de Guinée. Le déficit important des apports dont souffrent les pays qui bordent le golfe de Guinée voudrait que ce point soit néanmoins vérifié par des prospections de biomasse systématiques et des campagnes de pêche mettant en jeu les unités et les engins de pêche les plus appropriés.

Les fonds durs, non chalutables, représentent une autre possibilité d'expansion de la pêche démersale, là où leur étendue est vaste et où leur exploitation demeure encore modérée (Gabon, peut-être Liberia). Ces fonds durs couvrent par exemple 60 pour cent (23 000 km²) de l'aire du plateau continental gabonais, ROSSIGNOL et al., (1962). Le potentiel des stocks qui les habitent pourrait dépasser 10 000 tonnes (FAO, 1979 c). Mais leur valorisation passe par la mise en oeuvre d'autres méthodes de pêche lignes, palangres, filets maillants, casiers, etc... Dans la mesure où ces fonds ne sont pas trop éloignés de la côte, ils pourraient, à l'exemple des pêcheries sénégalaise et ghanéenne, offrir des possibilités intéressantes pour les pêcheries artisanales locales, plus diversifiées car plus souples quant aux engins qu'elles peuvent mettre en oeuvre.

On notera qu'au Congo les Sparidés ont déjà fait l'objet d'une exploitation à la palangre de la part des Portugais sur les fonds impraticables au chalut (LE GUEN, comm. pers.).

Les progrès qui pourraient être réalisés dans la commercialisation d'espèces jusqu'ici négligées ou dans l'amélioration des méthodes de pêche permettant d'intensifier l'exploitation de stocks jusqu'ici dédaignés devraient entraîner une amélioration des schémas courants de répartition de l'effort sur l'ensemble des espèces susceptibles d'être exploitées simultanément. De telles modifications pourraient survenir plus tôt dans les secteurs les moins riches où le déficit des apports devrait favoriser, par l'augmentation des cours au débarquement, la mise en exploitation de stocks dont la pêche n'est actuellement que marginalement rentable (du moins si l'on ne fait pas massivement appel aux importations de poisson bon marché pour combler le déficit de la production locale). Pourtant, biologiquement, ces perspectives devraient être supérieures dans les secteurs les plus riches (division cap Vert et Sherbro), d'une part parce que les stocks y sont comparativement plus abondants et, d'autre part, parce que cette abondance doit, par l'effet de déflation sur les cours locaux, y accroître encore le caractère sélectif de l'exploitation.

Une intervention directe visant à modifier les schémas actuels de répartition de l'effort sur les diverses espèces entrant dans les principales communautés pourrait théoriquement permettre d'accroître aussi la production pondérale. Malheureusement, un tel aménagement apparaît très difficile à réaliser immédiatement et l'intérêt économique reste à démontrer. Le contrôle direct, c'est-à-dire par des interventions administratives et non par des actions au niveau de la commercialisation ou des méthodes de pêche, est en effet encore beaucoup plus complexe à réaliser et ne peut être envisagé qu'une fois que l'on sera en mesure de contrôler le niveau global d'exploitation (taille de la flotte, volume de son activité, etc.) de la pêcherie dans son ensemble. Or, malgré l'urgence de la question, des mécanismes efficaces de régulation de l'effort restent à mettre en place dans la plupart des pays. Sur le plan économique, le déplacement de l'effort vers des espèces actuellement accessoires entraînera inévitablement une baisse du prix moyen du poisson débarqué. On peut donc se demander si une telle intervention serait opportune compte tenu que beaucoup de pêcheries de la région se sont stabilisées à des niveaux à peine supérieurs au seuil de rentabilité.

Toutefois, il serait souhaitable d'étudier déjà l'intérêt - et les mesures

pratiques que l'on pourrait utiliser pour y aboutir - d'une ségrégation de l'activité des diverses flottilles de chalutiers en vue d'une régulation distincte de l'effort de pêche exercé sur chacun des principaux stocks uni - et plurispécifiques (stocks côtiers, stocks profonds, crevette, rouget, etc...) - d'un même secteur géographique.

Le développement de l'exploitation d'espèces ou de fonds encore inexploités est plus aléatoire. L'ensemble des connaissances acquises à partir de l'observation des exploitations commerciales maintenant anciennes et intensives et de prospections systématiques (campagne GTS par exemple) paraît actuellement suffisamment solide pour que l'on puisse affirmer que les possibilités de création de nouvelles pêcheries basées sur le chalutage sont modestes. Cette conclusion n'exclut pas la possibilité de développements localisés, à l'instar par exemple de l'extension récente jusqu'à la division Sherbro de la pêche des céphalopodes initialement circonscrite à la division Sahara et des pêcheries de palangres sur fonds particulièrement mouvementés.

Actuellement, seule la pente continentale à l'intérieur du golfe de Guinée *sensu stricto* reste inexploitée. Les prospections au chalut qui y ont été effectuées (notamment DURAND et al., 1965 ; DURAND, 1967 ; WILLIAMS, 1968 ; TROADEC et al., 1969) ont toujours conduit à des résultats décourageants en ce qui concerne les rendements fournis par les espèces de poisson classiques : dorade (*Dentex angolensis*), merlu (*Merluccius polli*), etc... A la baisse des biomasses s'ajoute une réduction de la proportion des espèces commercialisables ainsi que les difficultés de chalutage sur des fonds pentus et tourmentés. Le fait que le chalutage profond axé sur les espèces classiques (merlu, crevettes profondes notamment) soit depuis plusieurs années bien développé à partir du Sénégal vers le nord et de l'Angola vers le sud et que plusieurs flottilles (espagnole par exemple) opèrent dans ces deux secteurs limitrophes suggère aussi que dans le golfe de Guinée les rendements économiques sont insuffisants pour retenir ces flottilles.

Il n'est toutefois pas certain que certaines pêches spécialisées (engins, espèces) ne soient pas viables. Les concentrations de calmar (*Illex illecebrosus*) tel qu'on peut en juger par les pêches au chalut (DURAND, 1967 ; WILLIAMS, 1968 ; TROADEC et al., 1969), suggèrent qu'il y aurait intérêt à tester les rendements commerciaux réalisables avec des technologies (pêche à la turlutte, à la lumière, etc.) et un savoir-faire appropriés.

Au Sénégal, où les fonds sont plus riches, des rendements intéressants de brotule (*Brotula barbata*) sont obtenus sur le talus depuis 1974. La crevette profonde (*Parapenaeus longirostris*) pourrait contribuer à rentabiliser la pêche. CROSNIER et DE BONDY (1967) citent pour cette espèce qui peuple la partie profonde du plateau et les niveaux supérieurs du talus des rendements horaires de 61 kg devant le Sénégal pour un chalutier commercial de 600 CV. A partir d'observations de navires de recherche, ils citent des rendements horaires de 40 kg devant la Mauritanie, de 13 kg au large du cap des Palmes et de 16 kg devant le Congo. (Ces chiffres ne sont cependant pas significatifs car en aucun cas les rendements obtenus par un navire de recherche n'atteignent ceux d'un navire commercial). CAYRE (1976) confirme la présence de crevettes profondes en quantités appréciables devant le Congo.

De 500 à 800 mètres, la présence de grosses crevettes (*Aristeus varidens*, *Plesiopenaeus edwardsianus* surtout) est également connue (CROSNIER et TANTER, 1968). Mais, le fait que, comme pour la pêche du merlu, les flottilles étrangères spécialisées dans leur exploitation opèrent du Maroc au Sénégal et du Congo à la Namibie en négligeant le golfe de Guinée suggère que les peuplements doivent y être économiquement insuffisants. Il resterait à vérifier s'ils ne sont toutefois pas suffisants pour justifier l'activité d'un petit nombre de chalutiers basés localement.

On dispose maintenant de bonnes informations sur la disponibilité du crabe rouge profond (*Geryon quinquedens*) dans le golfe de Guinée (CAYRE et al., 1979). Cette espèce, très appréciée des consommateurs, existe tout au long de la pente continentale ouest-africaine entre 300 et 700 mètres de profondeur. Elle est abondante en Angola où elle fait l'objet d'une pêche non négligeable (DIAS et MACHADO, 1973). LE LOEUFF et al., (1974), INTES et LE LOEUFF, (1976) ; LE LOEUFF et al., (1978) citent des rendements compris entre 1,6 kg/casier/6 heures et 5 kg/casier/20 heures devant la Côte d'Ivoire. CAYRE (1976 b) indique pour le Congo des rendements de 5,3 kg/casier/12 heures. Ce crabe est également présent au large du Sénégal entre 300 et 600 mètres ; les rendements que nous avons obtenus avec un chalut de 32 mètres de corde de dos ont atteint 31 kg/30 minutes de pêche. L'espèce se conserve mieux lorsqu'elle est capturée au casier, les branchies n'étant pas alors souillées par la vase. Sa pêche pourrait se faire, là où le plateau n'est pas trop large, à l'aide de petites unités d'une quinzaine de mètres du type cordier, pour lesquels elle offrirait une activité complémentaire de la pêche à la palangre. Des essais de rentabilité sont à rechercher, en combinant les divers types de pêche envisageables : pêche à la palangre (mérus, requins benthiques (*Centrophorus spp.*), pêche de calmar, de crabe au casier etc...

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION

Le potentiel biologique du plateau continental ouest-africain situé entre 10 et 24° N (Guinée Bissau, Sénégal, Gambie, Mauritanie) apparaît comme l'un des plus riches du monde. Cette situation privilégiée résulte de l'action conjuguée d'un certain nombre de facteurs climatiques et hydrologiques qui contribuent à l'existence d'un environnement exceptionnel dont la connaissance est indispensable à l'interprétation de la répartition des espèces sur le fond.

Située à la limite entre un milieu tropical d'eaux chaudes, au sud, et un milieu sub-tropical plus tempéré, au nord, cette région voit alterner, au cours de l'année, deux saisons : en hiver une saison froide caractérisée par l'existence d'upwellings dont le rôle fertilisant pour le milieu est bien connu ; en été une saison chaude où les cours d'eau en crue apportent en mer des sels nutritifs.

La cartographie du plateau continental a pu être dressée : de façon sommaire en Mauritanie et en Guinée Bissau, de façon très détaillée au Sénégal. Les fonds apparaissent peu accidentés et la plus grande partie du plateau est chalutable. Au large des embouchures des cours d'eaux, des zones de vase de grande extension piègent la matière organique en excès : celle-ci constitue ainsi une réserve de sels nutritifs qui, par le jeu des mécanismes de reminéralisation, sont libérés dans le milieu. A ce titre elle est l'élément du cycle de production des eaux dont elle semble enregistrer les variations à court terme (saisonniers) ou à plus long terme (évolution du climat ?). Le dosage de la matière organique dans les sédiments constitue une opération fort simple. On peut suggérer que l'analyse de prélèvements, vaso-sableux ou vaseux, effectués en routine à une station déterminée, donnerait de précieuses indications sur l'évolution à long terme des conditions hydroclimatiques de la région, à une époque où l'on assiste, au cours de la dernière décennie, à ce qui paraît être une profonde modification du climat. On disposerait en outre d'un témoin supplémentaire de la variabilité interannuelle des conditions du milieu dont l'influence sur les relations stock-recrutement n'est pas négligeable.

Les analyses d'inerties ont été utilisées pour aider à l'interprétation de la répartition des espèces. Nous avons pu montrer que l'utilisation de ces méthodes requiert que l'on s'entoure d'un certain nombre de précautions et que la qualité de l'interprétation est fonction du degré de connaissance que l'on a des divers paramètres de l'environnement. La combinaison de divers outils mathématiques (analyses d'inertie, nuées dynamiques, hiérarchisation, test de l'écart réduit) a permis de mettre en évidence, en liaison avec les caractéristiques climatiques de l'environnement, l'existence, sur le plateau continental, de trois grands ensembles

d'espèces démersales. Nous avons ainsi distingué un peuplement littoral bien individualisé, un peuplement intermédiaire que des critères édaphiques (notamment l'opposition fonds meubles-fonds durs) permettent de subdiviser en un sous-peuplement de fonds meubles et en un sous-peuplement de fonds durs, et enfin un peuplement du rebord du plateau qui assure la transition entre le peuplement intermédiaire et celui de la pente continentale.

La cartographie de ces différents peuplements a été établie. Elle devrait permettre de dresser un véritable plan d'échantillonnage des ressources démersales à partir d'opérations de chalutage. Des cartes de répartition des principales espèces exploitées commercialement ont été présentées. Leur intérêt est multiple : elles peuvent notamment constituer un outil de travail pour le pêcheur, elles donnent en outre de précieuses indications au législateur lors de l'établissement de mesures d'aménagement, elles contribuent enfin à l'amélioration de l'estimation du volume des ressources.

A partir de l'étude des variations saisonnières de divers indices de reproduction, nous avons pu délimiter les périodes de reproduction des principales espèces démersales de la région. Leur cycle migratoire, lié à la reproduction, a pu être établi. Il semble viser à maintenir les espèces le plus longtemps possible dans des conditions satisfaisant au mieux leurs exigences écologiques : essentiellement la nourriture pour les adultes qui vont se reproduire et pour les larves issues de la reproduction. Celle-ci ainsi que la migration sont deux comportements qui paraissent être une adaptation des espèces à tirer le meilleur profit du cycle de production biologique des eaux, ce qui est en accord avec la théorie de CUSHING (1975).

Technique moderne d'investigation, la télédétection à partir de satellites a été utilisée pour compléter les connaissances que nous avons du milieu marin. Les informations obtenues par radiométrie infra-rouge à partir du satellite "METEOSAT" ont permis d'obtenir une image "dynamique" de la température de la surface de la mer notamment aux périodes de transition entre saisons où l'on observe des modifications rapides de l'environnement marin qui ont pour conséquence de déclencher les processus de ponte et le mouvement migratoire des poissons. Les observations par télédétection confortent l'hypothèse que la zone comprise entre la fosse de Kayar et la presqu'île du cap Vert joue un rôle critique dans la limitation des déplacements saisonniers en latitude des espèces démersales. A ce niveau se trouve sans doute la véritable frontière physique entre les espèces à affinité saharienne que l'on trouve au nord et les espèces à affinité guinéenne qui vivent au sud.

L'observation des conditions thermiques de surface a aussi permis d'interpréter la répartition du peuplement littoral le long de la côte ainsi que les phénomènes de piégeages d'espèces à affinité d'eaux froides en saison chaude, ou inversement, sur certaines parties du plateau continental, aux changements de saison. Ainsi s'effectue, par l'intermédiaire d'un peuplement original constitué d'un mélange d'espèces à affinités différentes et pour lequel MAURIN (1968) crée le terme de faune "sénégalienne", la transition entre la région saharienne (province atlanto-méditerranéenne) et la province guinéenne.

Quelques évaluations du potentiel exploitable ont pu être obtenues à partir de modèles globaux. Cependant la plupart du temps l'insuffisance ou même l'absence de données de prise et d'effort des différentes flottilles de pêche qui exploitent le plateau continental du golfe de Guinée nous ont imposé de recourir aux méthodes semi-quantitatives pour tenter d'estimer l'importance des ressources. La connaissance des facteurs de l'environnement qui permettent de définir les grandes unités écologiques de la région apparaît alors capitale.

La concordance entre les résultats des différentes estimations paraît bonne. Celles-ci sont satisfaisantes pour l'utilisation prévue qui est d'estimer les ordres de grandeur d'une zone à l'autre. Il existe une bipolarité dans la distribution de l'abondance des ressources démersales, dans le golfe de Guinée, en liaison avec la localisation des phénomènes d'upwellings essentiellement au nord et au sud du golfe. Cette particularité est encore accentuée au nord par la grande extension du plateau continental qui dépasse 100 milles de large devant la Guinée Bissau alors qu'ailleurs sa largeur reste comprise en moyenne entre 10 et 30 milles.

Au cours de ce travail nous sommes conscients d'avoir parfois en quelque sorte survolé le sujet. Nous pensons cependant que la taille du problème à couvrir, son extension géographique ainsi que le manque de travaux de base préliminaires en écologie nous imposaient la démarche suivie. Il est cependant un problème important que nous n'avons pu aborder et qu'il nous paraît pourtant souhaitable d'évoquer. Il s'agit de celui des nourriceries côtières où s'effectue la croissance des juvéniles de la plupart des espèces démersales. Nous voudrions, avant de terminer, insister sur le fait que, malgré leur importance au niveau du recrutement dans les différentes pêcheries, les parties du plateau continental occupées par ces nourriceries (essentiellement les fonds inférieurs à 10 m) sont mal connues le long de la côte ouest-africaine. Les navires de recherches ont en effet un tirant d'eau généralement trop important pour prospecter ces fonds. La zone côtière occupe pourtant des superficies considérables en Mauritanie (banc d'Arguin), le long de la côte sud du Sénégal, en Guinée Bissau (où les fonds inférieurs à 10 m couvrent

16 000 km² soit environ 45 % de la surface totale du plateau) en Guinée, en Sierra Leone ainsi que dans la partie centrale du golfe de Guinée (Nigeria, Cameroun). On peut considérer que cette partie du plateau continental est généralement très peu connue.

Lié au problème des nourriceries côtières et de leur survie existe celui de l'aménagement des cours d'eau. Nous avons indiqué qu'en saison chaude ceux-ci constituaient la principale source de sels nutritifs permettant, à cette saison, le démarrage de la chaîne alimentaire et ainsi, en milieu côtier, la survie et le développement des larves issues de la période de reproduction qui se situe à l'époque de transition saison froide-saison chaude. Or pour pallier les conséquences de la sécheresse sahélienne, les pays touchés par ce fléau projettent d'aménager les principaux cours d'eau. L'objectif est de régulariser le débit et d'utiliser l'eau au maximum pour l'irrigation, notamment en empêchant par des barrages la remontée d'eau salée. Une des premières répercussions sera la suppression ou la forte réduction des crues annuelles. Si l'on se base sur des exemples précédents (Nil, Mississipi), la production de certains stocks risque d'être fortement réduite par suite de la baisse des apports nutritifs et du bouleversement du cycle biologique de certaines espèces. Il faudrait être rapidement en mesure de chiffrer au moins grossièrement les répercussions de ces travaux sur les écosystèmes côtiers et la pêche.

Il semble ainsi que l'étude du milieu côtier et plus particulièrement celle des nourriceries devrait revêtir la priorité dans les programmes de recherches. Des moyens navigants appropriés (petits bateaux à fond plat) devraient permettre l'investigation des fonds inférieurs à 10 m et de cartographier les nourriceries. Celles-ci si elles n'étaient pas transformées en réserves devraient au moins faire rapidement l'objet de mesures spéciales d'aménagement telles que l'interdiction totale de la pêche aux arts traînants ainsi que la réglementation du maillage des sennes de plage.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

=====

- ALLEN K.R., (1971) .- Relation between production and biomass. J.Fish.Res.Board Can., 28(10):1573-1581.
- ALVERSON D.L. (ed.), (1971) .- Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Survey and charting of fisheries resources. FAO Fish.Tech.Pap., (102):80p.
- ANONYME, (1970) .- Instructions nautiques. Afrique. Côte Ouest. 1^{er} volume : au nord du Cap des Palmes, îles Açores, Madère, Canaries et du Cap Vert. Service Hydrographique de la Marine. Paris, Sér.C(4).
- ANONYME, (1971) .- Rapport sur l'état des pêcheries au Congo. Doc., Centre ORSTOM de Pointe Noire, 25 mars 1971, diffusion restreinte, 11p.
- ANONYME, (1974) .- Hydrological and topographical studies of the Gambia river basin . Projet UNDP/U/OTC, Reg. 60. Final report (5volumes). Réf. 40360. (Howard Humphrey & Sons, Consulting engineers, Reading England).
- ANONYME, (1976) .- Rapport du groupe de travail sur la sardinelle (*S. aurita*) des Côtes Ivoirio-Ghanéennes - F.R.U., Tema-CRO, Abidjan-ORSTOM ; 28 juin-3 juillet, 86p.
- ANSA-EMMIM M., (1979) .- Occurrence of the trigger fish, *Balistes capriscus* (GMEL) on the continental shelf of Ghana. *In* Rapport du groupe de travail spécial sur l'évaluation des stocks démersaux du secteur Côte d'Ivoire/Zaïre. Abidjan, Côte d'Ivoire, 13-18 novembre 1978. COPACE/PACE Sér., (79/14):20-32.
- ANSA-EMMIM M. et LEVI D., (1975) .- Les pêcheries de l'Atlantique centre-est : les données biostatistiques. COPACE/PACE Sér., (75/2):16p.
- ATLAS NATIONAL DU SENEGAL, (1977) .- Institut Géographique National - PARIS.
- BAGENAL T.B., (1958) .- An analysis of the variability associated with the Vigneron-Dahl modification of the otter trawl by day and by night and a discussion of its action. J.Cons.Int.Expl.Mer, 24(1):62-79.
- BARNES H., BAGENAL T.B., (1951) .- A statistical study of variability in catch obtained by short repeated trawls taken over inshore ground. J.Mar.biol. U.K., (29):649-660.
- BARRO M., (1976) .- Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique des populations de *Brachydeuterus auritus* au large de la Côte d'Ivoire. Thèse Doct. d'Univ. Paris VI, 145p.

- BARRO M., (1979) .- Reproduction de *Brachydeuterus auritus* Val., 1831 (Poissons, Pomadasyidae) en Côte d'Ivoire. In ISRA-ORSTOM (1979) : Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (68):57-62.
- BAUDIN-LAURENCIN F., (1967) .- Sélectivité des chaluts et variations nyctémérales des rendements dans la région de Pointe Noire. Cah.ORSTOM, sér. Océanogr., 5(1):85-121.
- BAYAGBONA E.O., (1965) .- Population dynamics : sampling the Lagos trawler croaker landings. Overfishing in Lagos ; proposed cure. Res.Rep.Fed.Fish.Serv. Nigeria, (2):8-32.
- BAYAGBONA E.O., (1968) .- Fish population studies. The Lagos inshore demersal fishery. Annu.Rep.Fed.Fish.Ser.Nigeria, (1968):33-34.
- BELLON-HUMBERT C., GLEMAREC M. et GOFAS S., (1975) .- *Cutellus combieri* Fisher-Piette et Nickles (*Mollusca, Bivalvia*), espèce nouvelle pour la faune atlantique marocaine. Bull. de la société des sciences naturelles et physiques du Maroc, (55):91-93.
- BENZECRI J.P. et COLL., (1973) .- L'analyse des données. II. L'analyse des correspondances. Dunod, Paris, 619p.
- BERRIT G.R. (1952) .- Esquisse des conditions hydrologiques du plateau continental du cap Vert à la Gambie. Bull. IFAN, 14(3):735-761.
- BERRIT G.R. (1961 et 1962) .- Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Cahiers Océanogr., 1961, 13(10):715-727. 1962, 14(9):633-643, (10):719-729.
- BERRIT G.R., (1973) .- Recherches hydroclimatiques dans les régions côtières de l'Atlantique tropical oriental. Etat des connaissances et perspectives. Bull.Mus.nat.Hist.Nat., 3e sér., (148), mai-juin 1973 Ecol. Gen. 4:85-99.
- BERRIT G.R. et REBERT J.P., (1977) .- Océanographie physique et production primaire. In : "Le milieu marin de la Guinée Bissau et ses ressources vivantes; le point des connaissances". Doc. ORSTOM publié sous la direction de G.R. BERRIT :2-60.
- BERTIER P. et BOUROCHE J.M., (1975) .- Analyse des données multidimensionnelles. P.U.F., 270p.
- BINET D., (1970) .- Aperçu sur les variations saisonnières du zooplancton et plus particulièrement des Copépodes du plateau continental de Pointe Noire (Congo). Doc. Scient. centre Pointe Noire. Nouv. Sér., (8):109p.
- BINET D., (1978) .- Analyse globale des populations de copépodes pélagiques du plateau continental ivoirien ; Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 14(1):19-61.
- BLACHE J., CADENAT J. et STAUCH A., (1970) .- Clés de détermination des Poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental entre le 20è parallèle nord et le

- 15è parallèle sud. Faune tropicale, 18, ORSTOM, Paris :479p,1152fig.
- BLACKBURN M., (1975) .- Summary of existing information on necton of Spanish Sahara and adjacent regions, North-West Africa. C.U.E.A., technical report, (8): 49p.
- BLANC F., CHARDY P., LAUREC A. et REYS J.P., (1976) .- Choix des métriques qualitatives en analyse d'inertie. Implications en écologie marine benthique. Mar. Biol., 35(1):49-68.
- BLANC F. et LAUREC., (1976) .- De l'heuristique au thaumaturgique en traitement des données d'écologie marine. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 14(2):101-107.
- BOELY T., (1978) .- Biologie des deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* Valenciennne 1847 et *Sardinella maderensis* Lowe 1841) des côtes sénégalaises - Thèse Doct. Etat - Univ. Paris VI et Mus. nat. Hist. Nat. Paris, 219p.
- BONNET M., (1963) .- Répartition géographique et bathymétrique des Sparidés récoltés par la "THALASSA" au large des côtes occidentales d'Afrique. Novembre 1962. C.I.E.M. Com. Atl.,(49), Copengague, 1963.
- BONNET L., (1964) .- Le peuplement thécamoebien des sols. Rev. Ecol. Biol. Sol, 1 (2):123-408.
- BOUILLON P., TROADEC J.P. et BARRO M., (1969) .- Pêches au chalut sur les radiales de Jacquerville, Grand Lahou, Fresco et Sassandra (Côte d'Ivoire). Mars 1966-février 1967. Doc.Sci.Provis.Centre Rech.Océanogr.Abidjan, 13p.
- BRUHLET J., (1974) .- Onze années d'observations hydrologiques à proximité du Cap Blanc. Bull. lab. Pêches Nouadhibou, Mauritanie, (3):33-41.
- BUCHANAN J.B., (1958) .- The bottom fauna communities across the continental shelf off Accra, Ghana (Gold Coast). J. of Zool., (130):1-57.
- CADENAT J., (1947) .- Noms vernaculaires des principales formes d'animaux marins des côtes de l'Afrique occidentale française. Cah. IFAN, (4):56p.
- CAILLET F., et PAGES J.P., (1976) .- Introduction à l'analyse des données. SMASH, 616p.
- CASSIE R.M., (1968) .- Fauna and sediments of an intertidal mud float, a multivariate analysis - J.exp.mar.Biol.Ecol., (2):1-23.
- CAVERIVIERE A., (1978) .- Standardisation des efforts de pêche des chalutiers ivoiriens et estimation de l'abondance relative dans les divers secteurs. Doc. Sci.Centre Rech.Océanogr.Abidjan, 9(1):51-72.
- CAYRE P., (1976 a) .- Premiers résultats d'une campagne de prospection des ressources démersales au large des côtes congolaises. FAO Rapp.Pêches, (183):49-54.
- CAYRE P., (1976 b) .- Note d'information sur la pêche au crabe (*Geryon quinquedens*) au large des côtes congolaises. Rapport de campagne. Pointe Noire, Centre

- ORSTOM de Pointe Noire, 2p.
- CAYRE P., LE LOEUFF P. et INTES A., (1979) .- *Geryon quinquedens*, le crabe rouge profond : biologie, pêche, conditionnement, potentialités d'exploitation. Pêche Marit., (1210):18-25.
- CHABANNE J., (1979) .- Note préliminaire sur la reproduction des rougets des côtes sénégalaises. In ISRA-ORSTOM (1979) : Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (68):63-77.
- CHAMPAGNAT C., (1978) .- Marquages et migrations des tassergals (*Pomatomus saltatrix*) sur les côtes de la Mauritanie et du Sénégal. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (65):30p.
- CHAMPAGNAT C., BOELY T., DE BONDY E., CONAND F. et CREMOUX J.L., (1969 a) .- Observations océanographiques exécutées en 1968. Doc. Sci. Prov. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (19):169p.
- CHAMPAGNAT C., BOELY T., DE BONDY E. et CREMOUX J.L., (1969 b) .- Observations océanographiques dans la région de Dakar, Doc. Sci. Prov. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (18):159p.
- CHAMPAGNAT C. et DOMAIN F., (1978) .- Migrations des poissons démersaux le long des côtes ouest-africaines de 10° à 24° de latitude nord. Cahiers ORSTOM, sér. Océanogr., 16(3-4):239-261.
- CHARDY P., (1975) .- Les Isopodes Asellotes de la plaine abyssale atlantique. Exploitation mathématique des données. Thèse Doct. d'Etat, Uni. Paris VI, (1):247p.
- CHARDY P., GLEMAREC M. et LAUREC A., (1976) .- Application of inertia methods to benthic marine ecology : practical implications of the basic options. Est. and Coast. Mar. Sci., (4):179-205.
- CHARDY P. et LE GUEN J.C., (1971) .- Essai d'analyse multivariante d'une série de chalutages au Congo. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 9(1):97-106.
- CHAUVET C., (1970) .- Etude de *Cynoglossus canariensis* (STEIN D. 1882) du plateau continental de la Côte d'Ivoire. Thèse 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille.
- CONAND F., (1970) .- Distribution et abondance des larves de quelques familles et espèces de poissons des côtes sénégalaises en 1968. Doc. Sci. Prov., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (26):46p.
- CONAND F., (1977) .- 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., (15)3:201-214.
- CORBIER B., (1965) .- L'analyse des correspondances. Thèse, Doc. d'Etat, Univ. Rennes, 100p.

- CORRENS C.W., (1939) .- Pelagic of the N. Atlantic Ocean, *In* Recent Marine Sediments. Amer. Assoc. of Petroleum Geologist, Tulsa, Oklahoma, p.372.
- CREMOUX J.L., (1970 a) .- Observations océanographiques effectuées en 1969. I. Stations hydrologiques. Doc. Sci. Prov. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (24):218p.
- CREMOUX J.L., (1970 b) .- Observations océanographiques exécutées en 1969. II. Observations de surface et de fond-Bathythermogrammes. Doc. Sci. Prov., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (25):23p.
- CREMOUX J.L., (1971) .- Observations océanographiques effectuées en 1970. Doc. Sci. Prov., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (33):170p.
- CREMOUX J.L., (1972) .- Observations océanographiques effectuées en 1971. Doc. Sci. Prov., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (40):100p.
- CREMOUX J.L., DIARRA J., (1973) .- Observations océanographiques effectuées en 1972. Doc. Sci. Prov., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (51):99p.
- CROSNIER A., avec la collaboration de MARTEAU J., BERRIT G.R. et STAUCH A., (1964) .- Fonds de pêche le long de la République fédérale du Cameroun. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., n° Spécial, 133p.
- CROSNIER A. et BERRIT G.R., (1966) .- Fonds de pêche le long des côtes des Républiques du Dahomey et du Togo. Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr. suppl., 4(1):144p.
- CROSNIER A. et DE BONDY E., (1967) .- Les crevettes commercialisables de la côte ouest de l'Afrique intertropicale. Initiation - Doc.Tech.ORSTOM, (7):59p.
- CROSNIER A. et TANTER J.J., (1968) .- La pêche des crevettes espagnols au large du Congo et de l'Angola. Pêche Marit., (1085):539-41.
- CUSHING D.H., (1975) .- Marine ecology and fisheries. Cambridge Univ. Press, 278p.
- CUSHING D.H., (1978) .- Upper Trophic Levels in Upwelling Areas. *In* BOJE (R.) and TOMCZAK (M.) : Upwelling ecosystems. Springer-Verlag-Berlin-Heildeberg-New-York, :101-110..
- DAGET J., (1976) .- Les modèles mathématiques en écologie. MASSON, Paris, 172p.
- DAGNELIE P., (1975) .- Analyse statistique à plusieurs variables. Presses agronomiques, GEMBLOUS, 362p.
- DANDONNEAU Y., (1972) .- Aspects principaux des variations du phytoplancton sur le plateau continental ivoirien. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 3(2):32-59.
- DEJOUX C., (1976) .- Synécologie des chironomides du lac Tchad. (Diptères-Nématocères). Trav. et doc., O.R.S.T.O.M., Paris, (56):161p.
- DE MIRO ORELL M., (1973) .- Sedimentos recientes del margen continental de Mauritania (expedicion Sahara II). Invest. Pesquera, Res. Exp. Cient. B.O. cornide, (2):1-12.

- DESSIER A., (1979) .- Ecologie dynamique des peuplements zooplanctoniques côtiers et plus particulièrement des copépodes du sud du Golfe de Guinée (Côtes du Congo, du Gabon et de l'Angola). Thèse doct. d'Etat., Univ., Paris VI., 275p.
- DESSIER A., et LAUREC A., (1978) .- Le cycle annuel du zooplancton à Pointe Noire (R.P. Congo). Description mathématiques. Oceanol. acta, 1(3):285-304.
- DIAS C.A. et MACHADO J.F.S., (1974) .- Preliminary report on the distribution and relative abundance of deep sea red crab (*Geryon sp.*) off Angola. Collect. Sci.Pap.ICSEAF/Recl.Doc.Sci.CIPASE/Colecc.Doc.Cient.CIPASO, 1:258-70.
- DIDAY E., (1971) .- Une nouvelle méthode en classification automatique et reconnaissance des formes. Rev. Stat. Appl., 19(2):19-33.
- DIESTER-HAAS L., (1978) .- Sediments as indicators of upwelling. In Upwelling Ecosystems. Ed. by R. Boje and M. Tomczack - Springer Verlag - Berlin Heidelberg, :261-281.
- DIETZ R.S., KNEBEL H.J., SOMERS L.H., (1968) .- Cayar submarine canyon. Géol. Soc. of Am. Bull., (79):1821-1828.
- DOMAIN F., (1970) .- Poissons démersaux du plateau continental sénégalien. Inventaire des chalutages effectués en 1969 à bord du LAURENT AMARO. Doc.Sci. Prov.Centre Rech.Océanogr.Dakar-Thiaroye, (23):300p.
- DOMAIN F., (1972) .- Poissons démersaux du plateau continental sénégalien. Application de l'analyse en composantes principales à l'étude d'une série de chalutages. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 10(2):111-123.
- DOMAIN F., (1974) .- Première estimation de la biomasse et de la production potentielle en poissons démersaux du plateau continental sénégal-mauritanien entre le cap Timiris et le cap Roxo. Doc.Sci.Prov.Centre Rech.Océanogr. Dakar-Thiaroye, (53):23p.
- DOMAIN F., (1976 a) .- Mauritanie : les ressources halieutiques de la côte ouest-africaine entre 16° et 24° Lat. nord. Doc FAO, FI:MAU/73/007/1,45p.
- DOMAIN F., (1976 b) .- Les fonds de pêche du plateau continental ouest-africain entre 17° N et 12° N. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (61):23p, 2 cartes h.t.
- DOMAIN F., (1977) .- Carte sédimentologique du plateau continental sénégalien. Extension à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau. ORSTOM, Notice explicative, (68):17p, 3 cartes h.t.coul.
- DOMAIN F., (1979 a) .- Les ressources démersales du Golfe de Guinée (Poissons). In Les ressources halieutiques de l'Atlantique centre-est. TROADEC J.P. et GARCIA S. édit. Doc. FAO Pêches, 186(1):79-122.

- DOMAIN F., (1979 b) .- Le satellite METEOSAT et l'Océanographie : étude des températures de la mer au voisinage des côtes de Mauritanie et du Sénégal. Initiations tech., sér. Télédétection, ORSTOM - Paris, (3):43p., 7pl. coul.
- DOMAIN F., (1979 c) .- Note sur les périodes de reproduction de quelques espèces démersales du plateau continental sénégalais. In ISRA-ORSTOM (1979) : Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (68):111-126.
- DOMANEVSKY L.N., (1965) .- Some peculiarities of biology of *Dentex macrophthalmus* in the area of N.W. Africa. Cons. Intern. Expl. Mer, Com. Atl., (120), Copenhagen.
- DOMANEVSKY L.N., (1970) .- Biology and distributions of the main commercial fishes and peculiarities of their fishing by trawl on the shelf from Cape Spartel to Cape Verde. Cons. Intern. Expl. Mer, Rapp. Proc. Vero., (159):223-226.
- DOMANEVSKY L.N. et STEPKINA M.V., (1971) .- Features of the biology of *Dentex macrophthalmus* Bloch in the Central and Eastern Atlantic. J. of Ichthyology, (3) :346-353.
- DOMANEVSKY L.N. et WOZNIAK S., (1964) .- Remarques sur la répartition bathymétrique des *Dentex maroccanus* et *Dentex macrophthalmus* sur les côtes de Mauritanie et du Sénégal, juin-juillet 1963. Cons. Intern. Expl. Mer Com. Atl. (74), Copenhagen
- DURAND J.R., (1967) .- Les poissons benthiques du plateau continental congolais. Etude de la répartition, de l'abondance et des variations saisonnières. Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr., 5(2):3-68.
- DURAND J.R., LE GUEN J.C., POINSARD F. et TROADEC J.P., (1965) .- Etude préliminaire de la répartition et de l'abondance des poissons benthiques du plateau continental congolais. Doc. Centre ORSTOM Pointe Noire, (285):150p.
- ELWERTOWSKI J. et BOELY T., (1971) .- Répartition saisonnière des poissons pélagiques côtiers dans les eaux mauritaniennes et sénégalaises. Doc. Sci. Prov., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (32):15p.
- ELWERTOWSKI J. et MAURIN C., (1963) .- Les *Dentex macrophthalmus* du Rio de Oro et de Mauritanie. Notes biométriques, bathymétrie. Cons. Int. Expl. Mer, Com. atl., (102), Copenhagen, 1963.
- FAGE L., (1951) .- Influence de la teneur en matière organique des sédiments marins sur la répartition et la densité de la faune benthique profonde. L'année Biol., 27(7):293-299.
- FAGER E.W., (1957) .- Détermination and analysis of recurrent groups. Ecology, (38): 586-595.
- FAGER E.W. et LONGHURST A.R., (1968) .- Recurrent group analysis of species assemblages of demersal fish in the Gulf of Guinea. J. Fish. Res. Board of Canada, 25(7):1405-1421.

- FAO, (1972 a) .- Comité des pêches pour l'Atlantique centre-est (COPACE), Rapport de la première session du Sous-Comité de la mise en oeuvre des mesures d'aménagement. Rome, Italie, 27-30 juin 1972. FAO Rapp.Pêches, (125):12p.
- FAO, (1972 b) .- Ghana : Report on Project results, conclusions and recommendations. December, 1972. Rome, FAO, FI:DP/GHA/65/508:41p.
- FAO, (1976 a) .- Fishery Committee for the Eastern Central Atlantic/Comité des pêches pour l'Atlantique centre-est. CECAF statistical bulletin No. 1: nominal catches 1964-1974/Bulletin statistique du COPACE n° 1: captures nominales 1964-1974. CECAF Stat.Bull./Bull.Stat.COPACE, (1):130p.
- FAO, (1976 b) .- Comité des pêches pour l'Atlantique centre-est (COPACE), 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. Rome, 9-13 février. FAO Rapp.Pêches, (183):135p.
- FAO, (1979 a) .- Fishery Committee for the Eastern Central Atlantic/Comité des pêches pour l'Atlantique centre-est. CECAF statistical bulletin No. 2: nominal catches 1967-1977/Bulletin statistique du COPACE n° 2: captures nominales 1967-1977. CECAF Stat.Bull./Bull.Stat.COPACE, (2):163p.
- FAO, (1979 b) .- Comité des pêches pour l'Atlantique centre-est (COPACE), Projet de développement des pêches dans l'Atlantique centre-est. Rapport du Groupe de travail *ad hoc* sur les stocks côtiers démersaux vivant entre le sud de la Mauritanie et le Libéria. Dakar, Sénégal, 14-19 novembre 1977. COPACE/PACE Sér., (78/8):99p.
- FAO, (1979 c) .- Comité des pêches pour l'Atlantique centre-est (COPACE), Projet de développement des pêches dans l'Atlantique centre-est. Rapport du Groupe de travail spécial sur l'évaluation des stocks démersaux du secteur Côte d'Ivoire/Zaïre. Abidjan, Côte d'Ivoire, 13-18 novembre 1978. COPACE/PACE Sér., (79/14):74p.
- FAO, (1979 d) .- Comité des pêches pour l'Atlantique centre-est (COPACE), Evaluation des ressources halieutiques de l'Atlantique centre-est. Rapport de la quatrième session du groupe de travail sur l'évaluation des ressources. Dakar, Sénégal, avril 1979. FAO Rapp.Pêches, (220):200p.
- FISHER R.A., (1940) .- The precision of discriminant functions. Ann. Eugen., (10): 422-429.
- FONTANA A., (1969) .- Etude de la maturité sexuelle des sardinelles *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* C. et V. de la région de Pointe Noire. Cah. ORSTOM Sér. Océanogr., 7(2):101-114.
- FONTANA A., (1974) .- Plan d'exploitation du stock des poissons démersaux au Congo. 2ème partie. Conséquences à court terme d'une réglementation des maillages

- des culs de chalut. Doc.Sci.Centre Pointe Noire (Nouv.Sér.), (36):28p.
- FONTANA A., (1979) .- Etude du stock démersal côtier congolais. Biologie et dynamique des principales espèces exploitées. Propositions d'aménagement de la pêche. Thèse de Doct. d'Etat. Univ. Paris VI et Mus. nat. Hist. Nat., 300p.
- FONTANA A. et BOUCHEREAU T.J., (1976) .- Croissance de *Brachydeuterus auritus* (Pelon) au Congo. Doc. Sci. Centre Pointe Noire, nouv. sér., (47):8p.
- FONTANA A. et LE GUEN J.C. , (1969) .- Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus*. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 7(3):9-17.
- FONTANA A. et M'FINA P., (1975) .- Fécondité de cinq espèces démersales au Congo. Doc. Sci., Centre Pointe Noire. Nouv. sér., (39):8p.
- FONTANA A. et PIANET R., (1973) .- Biologie des sardinelles, *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (Val.) des côtes du Gabon et du Congo. Doc. Sci. Centre Pointe Noire, Nouv. Sér., (31):39p.
- FONTENEAU A., (1970) .- La pêche au chalut sur le plateau continental ivoirien: équilibre maximal des captures. Doc.Sci.Centre Rech.Océanogr.Abidjan, 1(1): 31-5.
- FONTENEAU A., (1971) .- La pêche au chalut en Côte d'Ivoire. Maximum de rendement économique. Doc.Sci.Centre Rech.Océanogr.Abidjan, 2(1.2):31-9.
- FRANQUEVILLE C., (1979) .- Cycle de reproduction et fécondité de la dorade *Pagellus coupei* au large des côtes nord-sénégalaise et mauritanienne. In ISRA-ORSTOM (1979) : Doc. Sci., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (68): 127-143.
- FRONTIER S., (1969) .- Méthodes d'analyse statistique applicables à l'écologie du plancton. Doc. Centre ORSTOM de NOSSI-BE., (7):33p.
- FRONTIER S., (1974) .- L'analyse factorielle est-elle heuristique en écologie du plancton ? Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 12(1):77-81.
- FURNESTIN M.L., (1970) .- Rapport sur le plancton - C.I.E.M., Rapp. et Proc. Verb., (159):90-115.
- GARCIA S., (1977) .- Biologie et dynamique des populations de crevettes roses (*Penaeus duorarum notialis* Perez-Farfante, 1967) en Côte d'Ivoire. Trav. et Doc. ORSTOM, (79):271p.
- GARCIA S., (1979) .- La reproduction et la croissance des espèces exploitées dans le Golfe de Guinée : aperçu bibliographique. In ISRA-ORSTOM (1979) : Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (68):32-55.
- GARCIA S. et LHOMME F., (1979) .- Les ressources de crevette rose du Golfe de Guinée (*Penaeus duorarum notialis*). In : Les ressources halieutiques de l'Atlantique Centre-est - TROADEC J.P. et GARCIA S. édit., Doc. FAO Pêches - 186(1):123-148.

- 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). Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (62):57p.
- GIRESSSE P. et KOUYOUMONTZAKIS G., (1973) .- Cartographie sédimentologique des plateaux continentaux du sud du Gabon, du Congo, du Cabinda et du Zaïre. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol., 5(2):235-257.
- GIRESSSE P. et MOGUEDET G., (1974) .- La matière organique dans les sédiments du plateau congolais, facteurs de distribution, conséquences sur les authigénèses minérales. Annales. Univ. Brazzaville, 10(C):15-29.
- GIRET M., (1974) .- Biologie et pêche de *Pagrus ehrenbergi* sur les côtes du Sénégal. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (57):29p.
- GOMEZ M., (1978) .- Données biologiques sur deux peuplements benthiques autour de l'île Boulay et de l'île Leydet (Côte d'Ivoire). Thèse 3ème cycle, Univ. Abidjan.
- GONZALES-ALBERDI P., (1971) .- Biologie et pêche du "sompat" *Pomadasys jubelini* (Cuvier, 1930) des eaux sénégalaises (Aperçu préliminaire). Doc. Sci. Prov. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (30):33p.
- GUILLE A. et PONGE J.F., (1975) .- Application de l'analyse des correspondances à l'étude des peuplements benthiques de la côte catalane française. Ann. Inst. Océanogr., Paris, 51(2):225-235.
- GULLAND J.A., (1971) .- The fish resources of the ocean. West Byfleet, Surrey Fishing News (Books) Ltd., 225p. Rev.ed. of FAO Fish.Tech.Pap., (97):425p. (1970)
- GULLAND J.A., (1979) .- Problems of managing the CECAF hake and sea bream stocks. CECAF/ECAF Sér., (79/13):7p.
- HAGEN E., (1975) .- On the question of the cross circulation in the coastal upwelling areas. CUEA Newsletter, 4(3):27-32.
- HARDEN JONES F.R., (1968) .- Fish migration. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London, 325p.
- HARVEY H.W., (1960) .- The chemistry and fertility of sea waters. Cambridge Univ. Press., 240p.
- HERBLAND A. et VOITURIEZ B., (1974) .- La production primaire dans l'upwelling mauritanien en mars 1973. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 12(3):187-201.
- HIRSHFELD H.O., (1935) .- A connection between correlation and contingency. Proc. Cambridge Philos. Soc., (31):520-524.
- HOPKINS T.S. (1974) .- The circulation in an upwelling region, the Washington coast. Tethys, 6(1-2):375-390.

- HOTELLING H., (1933) .- An analysis of a complex of statistical variables into principal components. J. Educ. Psychol., (24):417-441 et 498-520.
- HUYER A., (1976) .- A comparison of upwelling events in two locations : Oregon and Northwest Africa. Journal of Mar. Res., 34(4):531-546.
- IBANEZ J.J., (1969) .- Application de l'analyse factorielle en planctonologie : écologie et taxinomie numérique, Thèse 3è cycle, Univ. Paris VI, 130p.
- INTES A., (1980) .- Les annélides Polychètes du golfe de Guinée central : systématique, écologie, zoogéographie. Thèse Doct. d'Etat. Univ. Bret. Occid.-Brest, 264p.
- INTES A. et LE LOUFF P., (1976) .- Etude du crabe rouge profond (*Geryon quinquedens*) en Côte d'Ivoire. I. Prospection le long du talus continental ; résultats des pêches. Doc.Sci.Centre Rech.Océanogr.Abidjan, ORSTOM, 7(1):101-12.
- ISRA-ORSTOM, (1979) .- La reproduction des espèces exploitées dans le Golfe de Guinée. Rapport du groupe de travail ISRA. ORSTOM, Dakar (Sénégal), 7-12 novembre 1977. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, ISRA, (68):213p.
- KARNICKI Z., (1970) .- The characteristics of the fishing ground of Cap Timiris at the coast of west Africa. Cons. Int. Expl. Mer, Rapp. et Proc. verb., (159):218-222.
- KONAN J., (1979) .- Note sur la reproduction de *Dentex angolensis* (Poll et Maul, 1953) sur le plateau continental ivoirien. In ISRA-ORSTOM (1979) : Doc. Sci., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (68):172-180.
- LAUREC A., (1979) .- Analyse des données et modèles prévisionnels en écologie marine. Thèse Doct. d'Etat, Univ. Aix-Marseille, 405p.
- LEBART L. et FENELON J.P., (1971) .- Statistique et informatique appliquées. Dunod. Paris, 432p.
- LEBART L., MORINEAU A. et TABARD N., (1977) .- Techniques de la description statistique. Dunod, Paris, 352p.
- LE BORGNE R., (1975) .- Equivalences entre les mesures de biovolumes, poids secs, poids sec sans cendre, carbone, azote et phosphore du mésozooplancton de l'Atlantique tropical. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 13(3):179-196.
- LE BORGNE R., (1978) .- Evaluation de la production secondaire planctonique en milieu océanique par la méthode des rapports C/N/P. Oceanol. acta, 1(1):107-118.
- LE GUEN J.C., (1971) .- Dynamique des populations de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus* (Bowd. 1825). Poissons Sciaenidae. Cah. ORSTOM Sér. Océanogr., 9(1):3-84.
- LE GUEN J.C., BAUDIN-LAURENCIN F. et CHAMPAGNAT C., (1969) .- Croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans les régions de Pointe Noire et de Dakar.

- Doc. Centre ORSTOM Pointe Noire, (431):24p.
- LE GUEN J.C. et CROSNIER A., (1968) .- Contribution à l'étude du rythme quotidien d'activité de la crevette *Penaeus duorarum* (Crustacea, Decapoda, natantia). Bull. Mus. nat. Hist. Nat. Paris, 40(2):342-350.
- LE GUEN J.C. et POINSARD F., (1966) .- Méthode de travail pour l'étude des poissons démersaux. Doc. Centre ORSTOM Pointe Noire, (303):15.
- LE LOEUFF P., CAYRE P. et INTES A., (1978) .- Etude du crabe rouge profond (*Geryon quinquedens*) en Côte d'Ivoire. 2. Eléments de biologie et d'écologie avec référence aux résultats obtenus au Congo. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 9(2):17-65.
- LE LOEUFF P., INTES A. et LE GUEN J.C., (1974) .- Note sur les premiers essais de capture du crabe profond (*Geryon quinquedens*) en Côte d'Ivoire. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 5(1-2):73-84.
- LE LOEUFF P., INTES A. et MARCHE-MARCHAND I., (1971) .- Les *Xenophora* (Gasteropoda prosobranchiata) de l'Afrique de l'ouest. Remarques systématiques et écologiques. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 9(4):501-512.
- LEPPLE F.K., (1975) .- Eolian dust over the North Atlantic Ocean. Ph. D. dissertation, Univ. of Delaware, Newark, U.S.A.
- LEPPLE F.K. et BRINE C.J., (1976) .- Organic constituents in eolian dust and surface sediments from North-West Africa. Journ. of Geophysical Res., 81(6):1141-1147.
- LERIQUE J., (1975) .- Les transports solides en suspension dans la Gambie à Kédougou et à Gouloumbo. Résultats de la campagne 1974. P.N.U.D. Projet Reg. 60, avril, O.R.S.T.O.M. DAKAR, 12p.
- LE ROUX M., (1977) .- Le climat du Sénégal. In : "Atlas National du Sénégal". Institut Géographique National, Paris.
- LE TRONG-PHAN et KOMPOWSKI A., (1972) .- A study on *Pagellus coupei* Dieuzède from the north-west african region. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 2(1):20-30.
- LHOMME F., (1977) .- Sélectivité des chaluts pour la crevette blanche (*Penaeus duorarum notialis*). Rapport du Groupe de travail *ad hoc* sur l'exploitation de la crevette *Penaeus duorarum notialis* du secteur Mauritanie-Libéria. COPACE/PACE Sér., (77/5):41-4.
- LHOMME F. et SYLLA S., (1978) .- La pêche chalutière à Dakar en 1977. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Archive n° 70, Décembre 1978, 31p.
- LONGHURST A.R., (1958) .- A survey of the West African marine benthos. Colon. Off. Fish. Publ., (11):102p.
- LONGHURST A.R., (1959 a) .- The sampling problem in benthic ecology. Proc. N.Z. Ecol.

- Soc., (6):8-12.
- LONGHURST A.R., (1959 b) .- Benthos densities off tropical West Africa. J. Cons. Int. Expl. Mer, 25(1):21-28.
- LONGHURST A.R., (1962) .- A review of the Oceanography of the Gulf of Guinea. Bull. IFAN, sér. A, 24(3):634-663.
- LONGHURST A.R., (1963) .- The bionomics of the fisheries resources of the eastern Atlantic. Fish. Publ. Colonial Office, London, (20):65p.
- LONGHURST A.R., (1964 a) .- A study of the Nigerian trawl fishery. Bull. IFAN, Sér. A, 26(2):686-700.
- LONGHURST A.R., (1964 b) .- Bionomics of the Siaeinidae of tropical West Africa. J. Cons. Int. Expl. Mer, 29(1):23-114.
- LONGHURST A.R., (1965) .- The fish resources of the eastern Gulf of Guinea. J. Cons. Int. Expl. Mer, 29(3):302-334.
- LONGHURST A.R., (1969) .- Species assemblages of tropical demersal fish. FAO Fish. Rep., (151):71p.
- LONGHURST A.R., (1970) .- Synopsis of biological data on west african croakers *Pseudotolithus typus*, *P. senegalensis* and *P. elongatus*. F.A.O. Fishery Synopsis, (35):48p.
- LOPEZ J., (1979) .- Ecologie, biologie et dynamique de *Galeoïdes decadactylus* (Bloch, 1975) du plateau continental sénégalais. Thèse 3ème cycle, Univ. Bret. Occid.-Brest, 165pp.
- LOUCHINE A.I., (1965) .- Relief i groutny chelfa i materikovovo sklona zapadnoï afriki. Atlantitcheskij naoutchno isslédoval' elskij institout rybnovo khoz'ajstva o skeanografii (ATLANTNIRO), Kaliningrad., 79p., (en Russe).
- LOZANO CABO F., (1950) .- Datos sobre la repartition géografica de especies de peces de la costa de N.W. de Africa. Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Natur. Secc. biol., 48(1):5-14.
- LOZANO CABO F., (1968) .- Les cartes de pêche du Sahara espagnol. Symposium sur "les ressources vivantes du plateau continental africain du détroit de Gibraltar au Cap Vert. Santa Cruz de Teneriffe, Comm. n° 38, 4p, 6 cartes ht.
- Mc MASTER R.L. et LACHANCE T.P., (1969) .- Northwestern african shelf sediments. Marine Geol., (7):56-67.
- MAIGRET J., (1972) .- Observations concernant l'océanographie et la biologie des espèces. In : Campagne expérimentale de pêche des sardinelles et autres espèces pélagiques (juillet 1960-octobre 1971). Soc. Centrale pour l'équipement du territoire international. Tome 1. mars 1972 : observations concernant l'océanographie et la biologie des espèces, 148p.

- MAIGRET J., (1976) .- Contribution à l'étude des langoustes de la côte occidentale d'Afrique (Crustacés, Décapodes, Palinuridae) 1. Notes sur la biologie et l'écologie des espèces sur les côtes du Sahara. Bull. IFAN, Sér. A, 38(2):266-302.
- MAIGRET J., (1974) .- Inventaire ichthyologique des côtes mauritaniennes. Bull. Lab. Pêches Nouadhibou, (3):131-152.
- MARCHAL E. et BOELY T., (1976) .- Evaluation acoustique des ressources en poissons du plateau continental ouest-africain (22° N à 11°N). Congrès des ichthyologistes de France., Sept. 1976, 2p.
- MARCHAL E. et BOELY T., (1977) .- Evaluation acoustique des ressources en poisson du plateau continental ouest-africain des îles Bissagos (11° N) à la pointe Stafford (28° N). Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., (2):139-161.
- MARCHAL E.G., BURCZYNSKI J. et GERLOTTO F., (1979) .- Evaluation acoustique des ressources pélagiques le long des côtes de Sierra Leone, Guinée et Guinée Bissau (N/O CAPRICORNE, novembre-décembre 1978). Rome, FAO, FI/GUI/74/024/2:100p.
- MARCHAL E.G., BURCZYNSKI J., GERLOTTO F. et STEQUERT B., .- Evaluation acoustique des ressources pélagiques le long des côtes de Sierra Leone, Guinée et Guinée Bissau. Deuxième campagne (N.O. CAPRICORNE, mars 1979) - En préparation.
- MARTIN L., (1973) .- Carte sédimentologie du plateau continental de Côte d'Ivoire. Notice explicative, ORSTOM, Paris, (48):19p., 3 cartes coul.
- 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, (23):84p.
- MAURIN C., (1968) .- Ecologie ichthyologique des fonds chalutables atlantiques (de la baie ibero-marocaine à la Mauritanie et de la Méditerranée occidentale). Rev. trav. Inst. Pêches Marit., (1):147p.
- MAURIN CL. et BONNET M., (1969) .- Le chalutage au large des côtes nord-ouest africaines. Résultats des campagnes de la "Thalassa". Science et pêche. Bull. d'information et de documentation de l'I.S.T.P.M., (177):17p.
- MERLE J. (non publié) .- Hydrologie saisonnière de la région de Dakar (étude descriptive). Document provisoire multigraphié - Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye.
- MICHEL P., (1973) .- Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie - Etude géomorphologique - Mém. ORSTOM, 63(1-2-3):752p., 6 cartes coul.
- MILLIMAN J.D., (1977) .- Effects of arid climate and upwelling upon the sedimentary regime off southern Spanish Sahara : Deep-Sea Research, 24(1):95-103.

- NGUYEN-XUAN L. et WOJCIECHOWSKI J., (1972) .- Some observations on the biology of the fish belonging to the genus *Dentex* in the area off northwest Africa. C.I.E.M. Demersal fish (Southern) cte, C.M. 1972/G:4.
- PASTERNAK F.A., (1970) .- Marine biology of the East Atlantic continental margin. In "The Geology of the East Atlantic Continental margin". 1 - General and economic papers. ICSU/SCOR working party 31 Symposium, Cambridge 1970. Natural environment research Council-Institute of Geol. Sciences. Rep. N° 70/13 - Edited by F.M. Delany.
- PERÈS J.M., (1976) .- Précis d'océanographie biologique. P.U.F., coll. SUP, 246p.
- PINSON-MOUILLOT J., (1980) .- Les environnements sédimentaires actuels et quaternaires du plateau continental sénégalais (nord de la presqu'île du cap Vert). Thèse 3ème cycle, Univ. Bordeaux I, 128p.
- POINSARD F., (1966) .- La pêche au chalut à Pointe Noire. Doc. Centre ORSTOM Pointe Noire, (334):25p.
- POINSARD F., (1973) .- Croissance des *Pseudolithus typus* BLKR dans la région de Pointe Noire. Doc. Sci. Centre Pointe Noire, Nouv. Sér., (29):11pp.
- POINSARD F. et TROADEC J.P., (1967) .- La radiale de Pointe Noire, in : étude des poissons benthiques du plateau continental congolais. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., (1):69-84.
- POLL M., (1951) .- Poissons, généralités. Res. Sci. Exp. Belge. Eaux. Cot. Afr. Atl. Sud, (4):1-154.
- POSTEL E., (1949) .- Campagne du chalutier "Gérard Tréca". Avril-septembre 1949. Gouv. Gén. A.O.F., Inspection Générale de l'Elevage, Dakar, 40p, 9 cartes h.t.
- POSTEL E., (1954) .- Le plateau continental guinéen et ses ressources ichthyologiques. Bull. IFAN, Sér. A, 16(2):553-564.
- POSTEL E., (1955 a) .- Les faciès bionomiques des côtes de Guinée françaises. Cons. Int. Expl. Mer. Rapp. Proc.-Verb., (136):10-12.
- POSTEL E., (1955 b) .- Recherches sur l'écologie du thon à nageoires jaunes, *Neothunnus albacora* (Lowe) dans l'Atlantique tropico-oriental. Bull. IFAN, Sér. A, 17(1):p.280.
- POSTEL E., (1959) .- Liste commentée des poissons signalés dans l'Atlantique tropico-oriental nord, du Cap Spartel au Cap Roxo, suivie d'un bref aperçu sur leur répartition bathymétrique et géographique (deuxième partie). Bull. Soc. Scient. de Bretagne, (34):241-281.
- POSTEL E., (1968) .- Hydrologie et biogéographie marines dans l'ouest africain. In West African International Atlas. OUA/IFAN-Dakar:13-17.
- PRIVE M. et WAGNER J.J., (1977) .- Croisière Capricorne CAP 77-03. Résultats d'obser-

- vations - Bathythermogrammes (16 avril-10 mai 1977). Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye - Archive, (50):43p.
- PROSPERO J.M. et NEES R.T., (1977) .- Dust concentration in the atmosphere of the equatorial north Atlantic : possible relationship to the sahelian drought. Science, 196,(4295):1196-1198.
- RAITT D.F.S. et SAGUA V.O., (1969) .- Preliminary investigations on the biology of *Brachydeuterus auritus* (Val. 1831) in Nigeriàn waters. Actes Symp. Océanogr. Ress. Halieut. Atlant. Trop. (I.C.T.T.A. et G.T.S.) UNESCO-FAO-OUA, :397-401.
- RAZNIIEWSKI J., (1970) .- On the occurrence of spawning concentrations of some fish species over the NW African shelf in the summer of 1967. Cons. Int. Expl. Mer, Rapp. et Proc. Verb., (159):199-201.
- REBERT J.P., (1979) .- Etude des conditions hydrologiques du plateau continental sénégal-mauritanien. Doc. ORSTOM multigraphié.
- REBERT J.P. et DOMAIN F., (1977) .- Le milieu marin - In "Atlas National du Sénégal". Institut Géographique National, Paris.
- REBERT J.P., PRIVE M., (1977) .- Moyennes générales des observations océanographiques côtières au Sénégal. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Archive, (47) :33p.
- REIZER C., (1971) .- Les pêches continentales sénégalaises. Centre Techn. Forest. Trop. Division recherches piscicoles. Richard-Toll (Sénégal), 37p.
- RIJAVEC L., (1973) .- Biology and dynamics of *Pagellus coupei* (DIEUZ, 1960), *Pagrus ehrenbergi* (Val. 1830) and *Dentex canariensis* (POLL, 1954) in Ghana waters. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr., Abidjan, 4(3):49-97.
- ROBERTSON I.J.B., (1977) .- Summary report. FIOLENT 1976 Eastern Central Atlantic coastal fishery resource survey : southern sector. CECAF Tech. Rep., (77/2) :115p.
- ROCHETTE C., (1967) .- Analyse des éléments du régime hydrologique, in "Monographie du fleuve Sénégal", 2è et 3è parties : 168p., 45 fig.
- ROSSIGNOL M., (1973) .- Contribution à l'étude du "complexe guinéen". Doc. Centre ORSTOM Cayenne - Océanogr., (17):143p.
- ROSSIGNOL M. et ABOUSSOUAN M. Th., (1965) .- Hydrologie marine côtière de la presqu'île du Cap Vert. Doc. Sci. Prov., Centre Océanogr. Dakar-Thiaroye.
- 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):15p., 4 cartes h.t.
- ROUX M., (1968) .- Algorithme pour construire une hiérarchie particulière. Thèse de 3ème cycle. Stat. Math. Univ. Paris.

- SALZEN E.A., (1957) .- A trawling survey off the Gold Coast. J. Cons. Int. Explor. Mer, (23):72-82.
- SAMBA G., (1974) .- Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique d'un Polynemidae ouest africain *Galeoïdes decadactylus* (BLOCH). Thèse 3ème cycle. Univ. Bordeaux I, 114p.
- SAVOIE D.L. et PROSPERO J.M., (1977) .- Aerosol concentration statistics for the northern Tropical Atlantic. Journ. of Geophys. Res., pp.82(37):5954-5964.
- SCHAEFER M.B., (1954) .- Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bull.I-ATTC, 1(2):26-56.
- SCHEFFERS W.J., (1976) .- The fishery resources of the Gambia. GAM/72/006/Techn. 1, F.A.O., Rome.
- SCHEMAINDA R. et NEHRING D., (1975) .- The annual cycle of the space-temporal displacement of the north-west african upwelling region. Third Intern. Symposium on upwelling ecosystems - 25-28 août 1975 - Kiel, 7p.
- SCHEMAINDA R., NEHRING D. et SCHULTZ S., (1975) .- Ozeanologische untersuchungen zum production potential der nordwest africanischen wasserauftriebsregion, 1970-1973. Geodätische u. Geophys. Veröff., 4(16):4-88.
- SCHOTT G., (1942) .- Géographie das atlantischen Ozeans. Berlin, 1944. 438pp.
- 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 (Février 1962 - Février 1963). Bull. IFAN, Sér. A., 28(1):1-91.
- SKORNIAKOV V.I., (1963) .- The fishes of the sparoides family (Sparidae) on western coast of Africa. Trudy Atlantiro, 10(117), (In Russian).
- SNEATH P.H.A., (1957) .- The application of computers to taxonomy. Journ. Gen. Microbiol., (17):201-226.
- STEPHENS K., SHELDON R.W. et PARSON T.R., (1967) .- Seasonal variations in the availability of food for benthos in a coastal environment. Ecology, 48(5): 852-855.
- STEQUERT B., GERLOTTO F. et LE PHILIPPE V., (1977) .- Campagne d'écho-intégration "ECHOPROC". Résultats d'observations. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye. Archive n° 51, 90p.
- SUMMERHAYES C.P., MILLIMAN J.D., BRIGGS S.R., BEE A.G. et HOGAN C., (1976) .- North-west african shelf sediments ; influence of climate and sedimentary processes. Journ. of Géol., (84):227-300.
- SUN C., (1975) .- Etude de la biologie et de la dynamique de *Pseudolithus senegalensis* (Val., 1833). Poisson Sciaenidae sur la côte sénégalaise. Thèse 3ème cycle, Univ. Bret. Occid., Brest, 145p.

- TANAKA S., (1960) .- Studies on the dynamics and management of fish populations. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., (28):200p. (in Japanese, English summary).
- TANAKA M., WEARE B.C., NAVATO A.R. et NEWELL R.E., (1975) .- Recent african rainfall patterns. Nature of London. 225(5505):201-203.
- THIAM M., (1978) .- Ecologie et dynamique des cynoglosses du plateau continental sénégalais. Biologie de *Cynoglossus canariensis* (STEIND. 1882). Thèse 3ème cycle, Univ. Bret. Occid., 180p.
- THIEL H., (1978) .- Benthos in upwelling regions. In : "Upwelling ecosystems". Edit. by R. Boje and M. Tomczak. Springer. Verlag. Berlin Heidelberg, New-york, pp124-138.
- TIXERANT G., (1968) .- Chalutage expérimental (1963-1965) dans les parages du cap Blanc. C.I.E.M. Symposium sur les ressources vivantes du plateau continental atlantique africain du détroit de Gibraltar au cap Vert. Tenerife 1968. Comm. n° 43.
- TIXERANT G., (1974) .- Contribution à l'étude de la biologie du maigre ou combine sur la côte mauritanienne. (*Argyrosomus regius* asso : *Sciaena aquila lacepede* Famille : *Sciaenidae*). Thèse doct. d'Univ., Aix-Marseille, 146p.
- TOURE E., (1972) .- Variations quantitatives et qualitatives du zooplancton dans la région du cap Vert de septembre 1970 à août 1971. Doc. Sci. Prov., Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (39):25p.
- TRASK P.D., (1939) .- Organic content of recent marine sediments, in Recent Marine Sédiments. Amer. Assoc. of Petroleum Geologist, Tulsa, Oklahoma. p.428.
- TROADEC J.P., (1968) .- Observations sur la biologie et la dynamique des *Pseudolithus senegalensis* (V.) dans la région de Pointe Noire (Congo). Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr., 6(1):43-94.
- TROADEC J.P., (1971) .- Biologie et dynamique d'un Sciaenidae ouest-africain : *Pseudolithus senegalensis* (V.). Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 2(3):225p.
- TROADEC J.P., (1977) .- Méthodes semi-quantitatives d'évaluation. In les modèles d'évaluation des stocks halieutiques. Annexe au rapport sur le second stage FAO/CNEXO de formation sur les méthodes d'évaluation des stocks halieutiques, Brest (France), 26 juillet-27 août 1976. FAO Circ. Pêches, (701):131-41.
- TROADEC J.P., BARRO M. et BOUILLON P., (1969) .- Pêche au chalut sur la radiale de Grand Bassam (Côte d'Ivoire). Mars 1966-février 1967. Doc. Sci. Provis. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, (033):144p.
- TROADEC J.P., CLARK W.G. and GUILLAND J.A., (1978) .- A review of some pelagic fisheries in other areas. Document presented to the ICES Symposium on the Biological Basis of Pelagic Fish Stock Management, Aberdeen, Scotland, 3-7

July 1978, Doc. 10:45p.

- VERSTRAETE J.M., (1970b).- L'oxygène au large de Grand Bassam. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan. I, (3):19-35.
- VERSTRAETE J.M., (1970a).- Etude quantitative de l'upwelling sur le plateau continental ivoirien. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1(3):1-17.
- VIEILLEFOND J., (1975) .- Carte pédologique de la basse Casamance. Notice explicative ORSTOM, (57):59p., 4 fig., 1 carte h.t. coul.
- WATTS J.C.D., (1962) .- Evidence of overfishing in the Sierra Leone trawl fishery. Bull. IFAN, Sér. A, 24(3):909-11.
- WILLIAMS F., (1968) .- Report on the Guinean trawling survey. Publ. organ. Afr. Unity Sci. Tech. Res. Comm., (99)vol. 1, 828p.
- WOJCIECHOWSKI J., (1972) .- Observations on the biology of the Cutlassfish *Trichiurus lepturus* L. (Trichiuridae) of Mauritania shelf. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 2(2):67-75.
- YANEZ E., (1978) .- Etude de la répartition par des analyses d'inertie et estimation de la biomasse saisonnière de la faune démersale de la région de Valparaiso, Chili. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 16(3-4):310-319.
- YOUNG D.K. et RHOADS D.C., (1971) .- Animal-sediment relations in Cape Cod Bay, Massachusetts. I- A transect study. Mar. Biol., (11):242-254.
- ZHAROV V.L., (1967) .- Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares* Bonnaterre) of the Atlantic Ocean. C.I.E.M., Symposium on the living resources of the African Atlantic Continental Shelf between the straits of Gibraltar and Cape Verde, (66):8p.
- ZUPANOVIC S. et CISSE M., (1977) .- Quelques observations sur les sardinelles (*S. aurita* et *S. eba*) et balistes (*B. capriscus*) capturés au large des côtes de Guinée. Conakry, Guinea, UNDP, FAO/UNDP/GUI/74/024:14p.

N° d'enregistrement
ou C.N.R.S.:

THESE

DE DOCTORAT D'ETAT ES - SCIENCES NATURELLES

présentée

A L'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE - PARIS VI
ET
AU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

par

François DOMAIN

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES - SCIENCES

VOLUME II

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE L'ECOLOGIE
DES POISSONS DEMERSAUX DU PLATEAU CONTINEN-
TAL SENEGALO - MAURITANIEN - LES RESSOURCES
DEMERSALES DANS LE CONTEXTE GENERAL DU
GOLFE DE GUINEE.

Soutenue le 10 déc. 1980 devant le Jury composé de:

M.M. BOUGIS
DAGET
GARCIA
HUREAU
LE GUEN
NIVAL

Dans ce volume sont présentées, sous la forme d'annexes, un certain nombre de notes de caractère technique auxquelles on a fait référence dans le volume I.

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE I : Note technique concernant la réalisation de la carte sédimentologique
- ANNEXE II : Liste et répartition bathymétrique des espèces démersales capturées par le N.O. LAURENT AMARO sur le plateau continental sénégalo-mauritanien. Nature des fonds fréquentés par ces espèces.
- ANNEXE III: Le satellite METEOSAT et l'océanographie : étude des températures de la mer au voisinage des côtes de Mauritanie et du Sénégal
- ANNEXE IV : Programmes informatiques utilisés pour le dépouillement des radiales de chalutage

ANNEXE 1

NOTE TECHNIQUE CONCERNANT LA REALISATION DE LA CARTE SEDIMENTOLOGIQUE

PRINCIPES GENERAUX

Par souci d'uniformité et dans la perspective d'études comparatives ultérieures de certains biotopes, nous avons dressé la carte sédimentologique du plateau continental sénégalais en nous inspirant d'un travail identique réalisé en Côte d'Ivoire par L. MARTIN en 1973. Nous avons également procédé selon les normes recommandées par le groupe de normalisation de la carte de nature des fonds pour la cartographie géologique du plateau continental français (B.R.G.M. 1969. Nouvelle édition 1970).

Nous avons appelé plateau continental la partie immergée du continent qui va du littoral à l'isobathe - 200 mètres qui est généralement l'isobathe la plus profonde tracée sur les cartes marines.

A – PRINCIPES DE CARTOGRAPHIE

La carte sédimentologique du plateau continental sénégalais représente la nature du fond sous-marin. Elle répond aux spécifications suivantes :

a - C'est un document descriptif qui ne représente que des faits et non des hypothèses ou interprétations personnelles ; elle décrit l'état actuel mais n'en raconte pas la genèse.

b - Elle est dressée de manière à être lisible par un non spécialiste et n'utilise pour cela que des notions simples.

c - Elle rend uniquement compte de la nature du dépôt sous-marin superficiel.

d - Les caractéristiques du sédiment qui ont été retenues pour la cartographie sont la granulométrie et la teneur en carbonates ; à titre accessoire, la teneur en coquilles de taille supérieure à 20 mm.

B – METHODES DE CARTOGRAPHIE

1 – La granulométrie

La granulométrie n'est pas représentée globalement (comme ce serait le cas si l'on adoptait différents signes ou teintes pour des types de sédiment comme «vase», «sable fin», «sable grossier», etc.) mais de façon analytique : les différentes catégories de particules qui constituent le sédiment sont indiquées sur la carte par des figurés conventionnels en couleur dont la superposition caractérise l'ensemble du sédiment.

Les catégories granulométriques retenues pour le plateau continental sénégalais sont les suivantes :

a. Les sables

Cette catégorie rassemble toutes les particules dont la largeur réelle est comprise entre 2000 et 63 microns. Nous avons adopté les mêmes subdivisions que L. MARTIN pour la Côte d'Ivoire soit :

- Sable grossier (de 2000 à 500 microns)
- Sable moyen (de 500 à 315 microns)
- Sable fin (de 315 à 160 microns)
- Sable très fin (de 160 à 63 microns)

b. Les lutites

Les lutites sont constituées par l'ensemble des particules dont la largeur est inférieure à 63 microns.

La superposition sur la carte du figuré des sables et de celui des lutites donne l'impression du mélange qu'est le sédiment. L'examen des divers figurés permet à l'utilisateur de se faire une idée du dosage des divers éléments. Cette méthode fournit donc des renseignements à la fois qualitatifs et quantitatifs.

2 - La teneur en carbonates

La teneur en carbonates n'est cartographiée ici qu'en ce qui concerne les fractions de largeur inférieure à 2 mm.

La figuration de la teneur en carbonates vient en surcharge colorée sur celle de la granulométrie.

3 - Caractères particuliers

Les caractères sédimentaires particuliers sont cartographiés par des signes conventionnels qui viennent en surcharge des autres figurés. Pour le plateau continental sénégalais l'abondance des coquilles dans la fraction supérieure à 20 mm confère à certains dépôts un caractère coquillier.

C - TECHNIQUE DE CARTOGRAPHIE

L'impression de la carte est faite en sept couleurs dont chacune est affectée à une série particulière de renseignements.

1 - Le fond de carte

Il est imprimé en noir, en bistre et en rouge et comporte les figurations suivantes :

a. en mer sont figurés en noir

Les isobathes équidistantes de 10 m. Toutefois sur la côte sud du Sénégal nous avons tracé la courbe isobathe de 5 mètres qui se trouve assez éloignée de la côte.

Les signes conventionnels des aides à la navigation : phares, balises et bouées.

b. sur le continent

Le réseau hydrographique et les toponymes sont figurés en noir. Une fine trame bistre couvre les terres émergées.

c. les roches

Les roches non recouvertes de sédiments sont figurées en rouge.

Les zones rocheuses discontinues sont représentées par un figuré spécial de couleur rouge et venant en superposition sur les autres figurés.

2 - La couverture sédimentaire meuble

La couverture sédimentaire meuble est figurée sur tout l'espace qui n'est ni continental (trame bistre) ni rocheux (trame rouge) pour la partie de la carte comprise entre Dakar et 17°00'N.

Pour ce qui concerne la côte sud, seule la partie située au-delà de la courbe isobathe de 5 mètres a été cartographiée.

Trois ordres de faits sont représentés au niveau de la couverture sédimentaire :

a. La granulométrie, par l'emploi en superposition des figurés colorés représentatifs des diverses fractions.

— Fraction comprise entre 2000 et 63 microns :

Elle est figurée en orange. Divers pointillés rendent compte des subdivisions suivantes :

- . Plus de 50 % de ses éléments sont d'un diamètre supérieur à 500 microns et inférieur à 2000 microns.
- . Moins de 50 % de ses éléments sont d'un diamètre supérieur à 500 microns. La fraction comprise entre 500 et 315 microns est dominante.
- . Moins de 50 % de ses éléments sont d'un diamètre supérieur à 500 microns. La fraction comprise entre 315 et 160 microns est dominante.
- . Moins de 50 % de ses éléments sont d'un diamètre supérieur à 500 microns. La fraction comprise entre 160 et 63 microns est dominante.

— Fraction inférieure à 63 microns : (Lutites)

Elle est figurée en vert émeraude. L'intensité de chaque trame indique la teneur en lutites par rapport au sédiment total. Lorsque le sédiment comporte plus de 75 % de lutites celles-ci sont représentées seules. Lorsque le sédiment contient moins de 5 % de lutites elles ne sont pas représentées (sable). Nous avons adopté les subdivisions suivantes :

- . Plus de 75 % de lutites dans le sédiment (vase)
- . De 75 à 50 % de lutites dans le sédiment (vase sableuse)
- . De 50 à 25 % de lutites dans le sédiment (vase très sableuse)
- . De 25 à 5 % de lutites dans le sédiment (sable vaseux).

b. La teneur en carbonates

La teneur en carbonates est représentée en jaune citron par des traits verticaux équidistants. Les subdivisions sont les suivantes :

- . Plus de 70 % de carbonates.
- . De 70 à 50 % de carbonates.
- . De 50 à 30 % de carbonates.
- . De 30 à 10 % de carbonates.

En dessous de 10 % nous n'avons pas cartographié les carbonates.

c. Faciès sédimentaires particuliers

Ils sont représentés par un figuré chameis venant en surcharge des autres figurés.

Les coquilles sont représentées lorsqu'elles constituent au moins 2 % du poids de l'échantillon. Nous avons distingué les deux subdivisions suivantes :

- . Plus de 10 % de coquilles.
- . De 10 à 2 % de coquilles.

NOTES TECHNIQUES

A - CARTES UTILISEES

a) Cartes du Service Hydrographique de la Marine Française :

- n° 6116 : «Des marais de Toumbos à Dakar» à l'échelle du 1/297.700.
- n° 5996 : «De Dakar à Mbour» à l'échelle du 1/99785.
- n° 6125 : «De Dakar au Cap Roxo» à l'échelle du 1/300.500.
- n° 5979 : «De Dakar à l'île Sherbro» à l'échelle du 1/933.590.

b) Minutes de sondes du Service Hydrographique de la Marine Française des cartes nos 6116 - 6125 et 5979.

c) Cartes de l'Afrique de l'Ouest au 1/200.000 de l'Institut Géologique National.

La bathymétrie a été portée en fonction des minutes de sondes et des mesures effectuées par nous-même en mer. Dans ce dernier cas, les corrections de marée ont été faites.

B - LOCALISATION DES PRELEVEMENTS

La région étudiée a été couverte par 58 radiales espacées de 6 milles nautiques sur lesquelles des stations ont été effectuées tous les 3 milles. Un certain nombre de prélèvements complémentaires ont été effectués, principalement sur la côte nord.

Au sud de Dakar, les conditions de navigation n'ont pas permis d'approcher la côte en deçà des fonds de -5 mètres. La carte sédimentologique s'arrête donc, dans ce cas, à cette sonde. Sur la côte nord nous avons pu travailler jusqu'à proximité de la plage.

C - PRÉCISION DE LA CARTE SÉDIMENTOLOGIQUE

Lors des missions le positionnement était assuré conjointement à l'aide d'un radar «Decca», des enregistrements d'un sondeur scientifique «Simrad E.K. 38» et de relevés au sextant. Nous estimons la précision de ce positionnement à 1/4 de mille près de terre et à 1/2 mille au large. L'utilisation du sondeur scientifique a permis en outre de relever avec précision les affleurements rocheux.

D - DÉROULEMENT DES OPÉRATIONS

Trois missions de dragages ont été effectuées en 1974 à bord du «Laurent Amaro», navire de recherches mis à la disposition du Sénégal par la F.A.O. M. LE BOUILLE était commandant et M. BRUNOU, Chef mécanicien. Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une benne du type «Smith - McIntyre». La granulométrie a été faite au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye. L'analyse des teneurs en carbonates a été effectuée au laboratoire commun du Centre O.R.S.T.O.M. de Dakar-Hann. Ce même laboratoire a en outre procédé à des dosages de matière organique dans les sédiments.

BIBLIOGRAPHIE

- BARRERE J., SLANSKY M. (1965) : Notice explicative de la carte géologique au 1/200.000 de l'Afrique Occidentale. *Mém. B.R.G.M., Paris, n° 29, 120 p.*
- B.R.G.M. (1970) : Notice pour servir à l'établissement de la carte des dépôts meubles. *Dép. Géologie du B.R.G.M., Orléans, 25 p.*
- B.R.G.M. (1973) : Recherche d'Ilménite au large des côtes du Sénégal (opération Rosilda) -- *Rapport n° 73 SGN 228 MAR. Dép. Géol. du B.R.G.M., Orléans, 122 p., 18 cartes coul.*
- DIETZ R.S., KNEBEL H.J., SOMERS L.H. (1968) : Cayar submarine canyon. *Géol. Soc. of Am. Bull., Vol. 79, pp. 1821-1828, 4 fig.*
- FAURE H., ELOUARD P. (1967) : Schéma des variations du niveau de l'océan Atlantique sur la côte de l'ouest de l'Afrique depuis 40.000 ans. *C.R. Acad. Sc. Paris, t. 265, pp. 784-787.*
- GUIEU G. : Eléments du cours de Géologie régionale -- Maîtrise de Sciences Naturelles. *Lab. Géol. Fac. Sc. Univ. Dakar.*
- MARTIN L. (1973) : Carte sédimentologique du plateau continental de Côte d'Ivoire. *Notice explicative n° 48, ORSTOM, Paris, 19 p., 3 cartes coul.*
- 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 p. multigr., 38 pl.*
- MICHEL P. (1973) : Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie -- Etude géomorphologique -- *Mém. ORSTOM, n° 63, 3 tomes, 752 p., 170 fig., 39 tabl., 91 photographies, 9 pl. en noir, 6 cartes coul.*
- REBERT J.P., PRIVE M., (1974) : Observations de courant au voisinage du Cap-Vert. Note sur les courants de Marée. -- *C.R.O.D.T. Archive n° 3 - Juin 1974.*
- REBERT J.P., PRIVE M. (1974) : Observations de courant sur le plateau continental sénégalais du Cap-Vert au Cap Roxo -- Campagne 74.10 - Mars 1974. *C.R.O.D.T. Archive n° 4 - Juin 1974.*
- TOMCZAK Jr. M. (1970) : Schwankungen von schichtung und strömung inn westafrikanischen Auftriebsgebiet während der «Deutschland nordatlantischen Expedition», 1937. *«Meteor» forschungsergebnize Reihe A heft 7.*

ANNEXE II

LISTE ET REPARTITION BATHYMETRIQUE DES ESPECES DEMERSALES
CAPTUREES AU CHALUT PAR LE N.O. "LAURENT AMARO" SUR LE PLA-
TEAU CONTINENTAL SENEGALO-MAURITANIEN. NATURE DES FONDS FRE-
QUENTES PAR CES ESPECES.

(PEL. = Pélagique. S = Sable. SV = Sable vaseux
VS = vase sableuse - V = vase - R = roche)

ANNEXE III

LE SATELLITE METEOSAT ET L'OCEANOGRAPHIE : ETUDE DES TEMPERATURES
DE LA MER AU VOISINAGE DES COTES DE MAURITANIE ET DU SENEGAL.

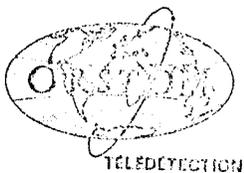
INITIATIONS - DOCUMENTATIONS TECHNIQUES
N° 42

TELEDETECTION 3

O.R.S.T.O.M.
PARIS
1979

LE SATELLITE MÉTÉOSAT ET L'OcéANOGRAPHIE

Etude des températures de la mer
au voisinage des côtes de Mauritanie
et du Sénégal.



F. Domain

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

Antenne O.R.S.T.O.M.

Centre Océanographique de Bretagne, B.P. 337, 29273 BREST CEDEX

Ce travail a été réalisé grâce à la collaboration très efficace de :

*Messieurs FUSEY et BRAUN, de l'Antenne de la Météorologie Nationale
auprès du C.O.B. de Brest ;*

*Monsieur NOEL, responsable de l'analyse numérique des données au Bureau
de Télédétection de l'O.R.S.T.O.M. ;*

*Messieurs CITEAU, VERCESI et MORLIÈRE, océanographes à l'antenne
O.R.S.T.O.M. du C.O.B. de Brest.*

*Nos remerciements s'adressent à la Météorologie Nationale et plus particulière-
ment à Monsieur LASBLEIZ, Directeur du Centre de Météorologie spatiale à Lannion,
qui a mis à notre disposition toutes les données de METEOSAT dont nous avons eu
besoin.*

Table des Matières

I - LE SATELLITE METEOSAT, LES DONNÉES ET LES MÉTHODES

1.1 - Le satellite et les données radiométriques	9
1.1.1 - Programme météorologique	9
1.1.2 - Le satellite METEOSAT et ses fonctions	10
1.1.3 - L'observation de la terre	10
1.2 - Les données radiométriques	11
1.3 - Principaux facteurs pouvant altérer la qualité des mesures	12
1.4 - Traitement des données numériques	13
1.4.1 - La logique du traitement	13
1.4.2 - Présentation des résultats	13

II - LES RÉSULTATS

2.1 - Rappel des conditions hydrologiques dans la région	15
2.2 - Observation par télédétection de l'évolution des conditions thermiques de surface du 22 mai au 17 septembre 1978	17
2.2.1 - Transition saison froide - saison chaude	17
2.2.1.1 - Description des phénomènes observés	17
2.2.1.2 - Comparaison de ces observations avec les résultats de l'océanographie classique	23
2.2.2 - Saison chaude	25
2.2.2.1 - Description des phénomènes observés	25
2.2.2.2 - Comparaison de ces observations avec les résultats de l'océanographie classique	25
2.3 - Examen de trois situations caractéristiques de saison froide observées par télédétection	25

III - POSSIBILITÉS D'APPLICATION DES OBSERVATIONS PAR TÉLÉDÉTECTION EN OCÉANOGRAPHIE BIOLOGIQUE

3.1 - Étude des migrations saisonnières des populations de poissons	33
3.2 - Aide à la pêche	37
3.3 - Améliorations de l'estimation du recrutement dans les pêcheries	37

IV - CONCLUSION	39
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	41
QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATION DES OBSERVATIONS PAR TELEDÉTECTION EN OcéANOGRAPHIE	43

RÉSUMÉ —

Ce travail présente un exemple thermique d'exploitation des données du satellite METEOSAT dans l'infrarouge. La région étudiée couvre la zone côtière de l'Atlantique centre-est, de la Guinée-Bissau à la Mauritanie (12 à 24° N). La méthode de traitement des données numériques est exposée : grâce au logiciel METSA, il est possible de comparer entre eux jusqu'à six fichiers, correspondant chacun à une observation à un moment donné, et de n'en conserver que les caractères permanents qui ont une forte probabilité de traduire un phénomène caractéristique de la surface de la mer. On élimine ainsi les agents «perturbateurs» tels que nuages, poussières, etc..

Dans une seconde partie, l'évolution des conditions thermiques de surface en mer, de la Guinée-Bissau à la Mauritanie, est décrite au moyen d'observations par télédétection pour la période allant du 22 mai au 17 septembre 1978. L'évolution des phénomènes observés, notamment la progression vers le nord du front thermique et la régression des upwellings du Cap Blanc et du Cap Timiris, est en accord avec ce que l'on connaît de la dynamique des masses d'eau dans la région.

Enfin, dans une dernière partie, trois possibilités d'application des observations par télédétection en biologie sont évoquées : l'étude des migrations saisonnières des populations de poissons lorsqu'elles dépendent de l'évolution des conditions thermiques, l'aide à la pêche et l'amélioration de l'estimation du recrutement dans les pêcheries.

ABSTRACT —

This paper presents an example of METEOSAT satellite data in infra-red. The concerned country is the Atlantic central-east coastal zone, between the Guinea-Bissau and the Mauritania (12 to 24° N). The method of data processing is explained, by mean of «Logiciel Metsa» it is possible to compare between them six card-index of which each one corresponds to an observation at a given time and keep only permanent characters which have a high probability to represent a characteristic phenomenon of the S.S.T. By this way, disturbing elements, like clouds, dust and so on, are eliminated.

In a second part, sea-surface thermic conditions between 22nd May to 17th September are described by mean of remote sensing from the Guinea-Bissau to the Mauritania. The evolution of observed phenomenon, especially the progress of thermic front to the north and the regression of upwelling of Cape Blanc and Cape Timiris, is in concordance with that is known of the water masses dynamics in the country.

Finally, in a last part, three possibilities of application of remote sensing in biology are noted : the study of fish seasonal migration when they depend of the thermic condition evolution, fishing assistance and ameliorations of recruiting estimation in fisheries.

A partir du mois de mai 1978, une première exploitation des données du satellite METEOSAT a été entreprise par l'O.R.S.T.O.M. dans le cadre de son Antenne auprès du C.O.B.* à Brest. Elle s'attache à suivre les mouvements méridiens des masses d'eau et le déplacement des fronts thermiques pendant les périodes de transitions hydrologiques, d'une saison à l'autre, au large des côtes sénégal-mauritaniennes. Cette étude est réalisée dans le but d'étayer et d'illustrer un certain nombre d'hypothèses concernant le déplacement des populations de poissons dans la région. Cette partie de la côte ouest-africaine présente une faible nébulosité, voire une nébulosité nulle, pendant une grande partie de l'année et se prête ainsi particulièrement bien aux études par télédétection à partir de satellites.

Par cette technique, il est possible d'observer de grandes étendues et, par la répétition des observations, de suivre l'évolution des phénomènes qui s'y déroulent. Un autre intérêt de cette méthode est de disposer rapidement, pratiquement en temps réel, de l'information. Il nous semble donc logique de présenter dès à présent, à titre d'illustration des possibilités de la technique, les premières images traitées. Il est satisfaisant de constater qu'elles montrent une évolution spatio-temporelle des caractéristiques thermiques de surface en accord avec ce que l'on sait de la dynamique des masses d'eau dans la région.

I - LE SATELLITE METEOSAT, LES DONNÉES ET LES MÉTHODES

1.1 - LE SATELLITE ET LES DONNÉES RADIOMETRIQUES

1.1.1. - Programme météorologique

Le Programme de Recherche sur l'Atmosphère (G.A.R.P. : Global Atmospheric Research Programme) a entrepris de mettre en place cinq satellites géostationnaires afin de réaliser une observation permanente de la plus grande partie du globe terrestre. Ces satellites doivent être placés à 36 000 km de la surface de la terre sur des orbites presque circulaires situées dans le plan de l'Équateur. Ils doivent parcourir, dans le sens de rotation de la terre, une orbite complète en 24 heures et apparaître ainsi immobiles par rapport à la terre.

A partir de chaque satellite, la terre est vue à l'intérieur d'un cône d'environ 17° d'angle au sommet. Le système de projection qui en découle donne des images de plus en plus déformées lorsque l'on se déplace du centre vers l'horizon. Aucune observation des régions polaires n'est possible par ce dispositif.

* Centre Océanologique de Bretagne.

1.1.2 - Le satellite METEOSAT et ses fonctions

Le satellite METEOSAT est placé au-dessus du pôle de coordonnées 0° en longitude et en latitude. Il a la forme générale d'un tube de 2,10 m de diamètre et 3,20 m de longueur et dont l'axe est parallèle à l'axe des pôles de la terre. Il est animé d'un mouvement de rotation autour de cet axe, à la vitesse de 100 tours par minute. Il est conçu pour accomplir trois fonctions :

- *Observations de la terre.* Cette fonction prend principalement en compte les besoins pour la météorologie. Le satellite est équipé pour cela d'un radiomètre qui effectue une auscultation complète du globe terrestre toutes les 30 minutes. Les données établies par ce radiomètre sont reçues à la station terrestre de Odenwald-Darmstadt (R.F.A.) qui effectue alors un certain nombre de traitements et d'extractions d'informations.
- *Diffusion des données et des informations extraites.* La station terrestre utilise le satellite METEOSAT comme relais spatial pour retransmettre aux utilisateurs, soit les données brutes, soit les données élaborées.
- *Collecte de données.* Le satellite METEOSAT sert de relais pour la transmission des mesures effectuées par des stations terrestres : stations météorologiques, climatologiques, hydrologiques, océanographiques, ..

Seule, la première fonction est évoquée ici.

1.1.3 - L'observation de la terre

Le radiomètre de METEOSAT est équipé de trois types de détecteurs adaptés à trois canaux différents dans le spectre électro-magnétique.

- Le canal dit visible (VIS) dont les longueurs d'onde sont comprises entre 0,4 et 1,1 μm . Ce canal est légèrement plus large que le domaine de sensibilité de l'œil humain (0,4 à 0,7 μm) puisqu'il utilise une partie du rayonnement du proche infrarouge entre 0,7 et 1,1 μm . L'origine du rayonnement est la lumière émise par le soleil et réfléchi par le globe terrestre. Il n'est donc possible d'établir que des images de jour ou, plus précisément, de la partie du globe exposée au soleil. Le résultat obtenu est attrayant, il permet de voir la terre comme on est habitué à voir la lune.
- Le canal dit vapeur d'eau (VDE) dont les longueurs d'onde sont comprises entre 5,7 et 7,1 μm . Ce canal est entièrement en dehors du domaine de sensibilité de notre œil. Il correspond à des longueurs d'onde à partir desquelles on obtient une image du contenu en vapeur d'eau de la haute atmosphère. Le globe terrestre prend alors un aspect assez surprenant, enveloppé de formes gazeuses que notre œil ne peut voir habituellement.
- Le canal dit infrarouge thermique (IRT) dont les longueurs d'onde sont comprises entre 10 et 12,5 μm . Pour ces longueurs d'onde, l'énergie émise par le soleil est faible par rapport à celle émise par le globe terrestre. D'autre part, l'atmosphère est transparente. L'énergie de ce rayonnement est fonction de la température et de l'émissivité des corps terrestres qui l'émettent. Les documents établis à partir de ce canal peuvent donc être considérés comme des cartes de température radiométrique du globe. Leur aspect est moins surprenant que dans le cas du canal Vapeur d'Eau. Il faut cependant noter que

les calibrations ont été choisies pour faire apparaître correctement les différentes températures des nuages et de la mer. La sensibilité pour les températures plus élevées des zones continentales est moins bonne.

Le radiomètre de METEOSAT dispose donc de trois types de détecteurs. Pour des raisons de sensibilité de ces détecteurs et de quantité d'énergie reçue sur chaque canal, le champ instantané de vue n'est pas le même pour chaque canal.

Pour le canal Visible, il existe deux détecteurs dont le champ de vue instantané est compris dans une pyramide de base carrée et d'angle latéral au sommet de 0,070 mrd. Au point sous le satellite (latitude 0°, longitude 0°), ce champ de vue instantané correspond à un carré de 2,5 km de côté.

Pour les canaux Vapeur d'Eau et Infrarouge Thermique, le champ de vue instantané présente un angle latéral au sommet de 0,140 mrd, il correspond au sol à un carré de 5 km de côté pour le point sous satellite.

Le radiomètre étant entraîné par la rotation du satellite autour de son axe, il observe la terre pendant 1/20e du temps de cette rotation selon une bande d'est en ouest. Les observations effectuées sur cette bande donneront :

- une ligne de l'image INFRAROUGE THERMIQUE,
- une ligne de l'image VAPEUR D'EAU,
- deux lignes de l'image VISIBLE.

Les données analogiques fournies par les détecteurs sont numérisées à bord du satellite et on obtient, pour chaque canal, un nombre proportionnel à l'énergie reçue par le détecteur à partir des points élémentaires de l'image découpés sur la ligne. Pour chaque ligne, il est établi 2500 points en Infrarouge Thermique et Vapeur d'Eau et 5000 points en Visible.

A chaque rotation du satellite, l'orientation du radiomètre est modifiée d'un pas de 0,125 mrd afin d'observer une bande adjacente à la précédente. La succession des bandes s'effectue du sud vers le nord. Il faut 2500 rotations du satellite pour avoir une vue complète du globe terrestre contenu dans un carré. Le satellite effectuant 100 rotations par minute, la vue est établie en 25 minutes, le cycle d'observation recommençant toutes les trente minutes.

1.2 - LES DONNÉES RADFOMÉTRIQUES

Le satellite transmet aux stations de réception au sol des nombres proportionnels à l'énergie reçue par le radiomètre et ceci pour chaque point élémentaire de l'image. Pour le canal VIS, nous avons 5000 lignes et sur chaque ligne 5000 points, soit 25 000 000 de points pour une image complète et à chaque point correspond un nombre compris entre 0 et 63. Pour les canaux VDE et IRT, nous avons 2500 lignes et, sur chaque ligne, 2500 points, soit 6 250 000 points et, à chaque point correspond un nombre variant entre 0 et 255.

Ces informations devraient subir de nombreuses corrections avant d'être mises à la disposition des utilisateurs ; corrections radiométriques prenant en compte les imperfections des détecteurs et les aléas des calibrations ; corrections géométriques nécessitées par les imperfections des mouvements du satellite telles que les nutations résiduelles. En fait, les procédures de corrections sont complexes et n'étaient pas opérationnelles au moment où ce travail a commencé. Nous avons donc utilisé les données brutes reçues par le Centre de Météorologie spatiale de Lannion. L'expérience nous a montré qu'elles sont d'une qualité largement suffisante pour nos besoins.

Le Centre de Lannion nous a communiqué régulièrement des données transformées par leur soin en d'excellentes photographies. Par traitements photographiques adaptés, nous avons pu évaluer la valeur des données. Mais le travail effectif a été fait à partir des données numériques reçues régulièrement sur bandes magnétiques. Seules, les données numériques du canal IRT ont été utilisées.

1.3 - PRINCIPAUX FACTEURS POUVANT ALTERER LA QUALITÉ DES MESURES

Dans l'atmosphère, un certain nombre d'éléments sont susceptibles de perturber les mesures effectuées dans l'infrarouge : ce sont essentiellement la vapeur d'eau, sous forme de nuages ou de brumes, et les particules en suspension dans l'air.

Les nuages introduisent les biais les plus faibles, ils se comportent généralement comme des écrans au passage des ondes infrarouge ; les observations par télédétection, à partir de satellites, deviennent alors très difficiles. C'est le cas dans la partie centrale du Golfe de Guinée, généralement occultée par une importante couverture nuageuse.

La présence de brumes est souvent plus gênante car il y a, dans ce cas, modification de la mesure. La vapeur d'eau est en effet plus froide que la mer et a donc tendance à «refroidir», en quelque sorte, l'information. Celle-ci traduit alors une moyenne entre la température de la brume et celle de la surface de la mer. Ces brumes se forment généralement au niveau du littoral en début et en fin de journée et dans les zones de remontées d'eau. L'image thermique a alors tendance à apparaître plus froide que dans la réalité. Cette situation se trouve également en bordure de nuages.

Dans certaines régions, c'est le cas au large de la Mauritanie et du Sénégal, certains régimes de vents peuvent entraîner dans l'atmosphère et loin au-dessus de la mer d'importantes quantités de poussières. Il y a également ici modification du rayonnement radiométrique et introduction d'un biais dans la mesure.

Une des caractéristiques des éléments «perturbateurs» que nous venons de décrire est qu'ils ne se manifestent pas de façon permanente. La méthode de traitement des données numériques utilisées dans ce travail tire parti de cette particularité. Elle permet d'obtenir un maximum de documents d'où sont éliminés les biais d'origine atmosphérique.

1.4 - TRAITEMENT DES DONNÉES NUMÉRIQUES

1.4.1 - La logique du traitement

Les données numériques ont été traitées au C.O.B. à Brest, sur ordinateur HP 21 MX, grâce au logiciel METSA conçu par J. NOEL du Service de Télédétection de l'O.R.S.T.O.M. L'originalité de ce programme est qu'il traite les informations numériques par comparaison entre les données et non par calcul direct. NOEL (1978) en décrit ainsi le principe : «Soit un fichier numérique caractéristique d'une certaine surface. Comparons ce fichier avec un autre fichier de la même surface obtenu peu après (une heure, par exemple) ou obtenu le lendemain à la même heure. Si, en comparant les deux fichiers, on élimine tous les points caractérisés par deux chiffres différents en chacun des deux fichiers (à une certaine sensibilité près), on élimine ainsi toutes les informations qui ont une forte chance de ne pas caractériser un phénomène purement terrestre et qui pourraient prendre en compte un aléa atmosphérique (nuages, pollution, ..). En poursuivant cette élimination à l'aide de plusieurs fichiers suffisamment rapprochés, on peut ainsi isoler un nombre restreint de points «stables» dont les valeurs radiométriques seront caractéristiques d'un phénomène purement de surface. On peut alors relever les points ainsi déterminés, tracer des isolignes et prétendre avoir mesuré un paramètre transparent aux variations atmosphériques.».

Le logiciel METSA que nous avons utilisé permet de comparer jusqu'à 6 fichiers entre eux. Un septième niveau gère les caractères permanents de ces fichiers : il en résulte un document appelé «permanence». Un choix dans le degré de qualité de la permanence est possible : on peut ainsi ne conserver que les caractères permanents dans 2, 3, 4, 5 ou 6 fichiers. Pour notre part, nous avons admis que si un point avait trois fois la même valeur sur six observations, l'information qu'il contenait pouvait être considérée comme stable et avait une forte probabilité de représenter un phénomène caractéristique de la surface de la mer. On obtient ainsi ce que nous avons appelé une «permanence 3 sur 6».

La dernière opération du traitement des données n'élimine pas uniquement les biais d'origine atmosphérique. Nous avons déjà indiqué que le rayonnement électromagnétique émis par la surface du corps observé, proportionnellement à sa température. On admet donc une certaine homogénéité au travers de la masse de ce corps. En mer, en l'absence de brassage par le vent ou par certains courants, il existe une importante stratification des températures et celle de la pellicule superficielle peut atteindre des valeurs très élevées qui apparaîtraient aberrantes sur des observations en «instantané». Le phénomène n'étant pas constant, ces valeurs sont éliminées lors de l'extraction de la permanence.

1.4.2 - Présentation des résultats

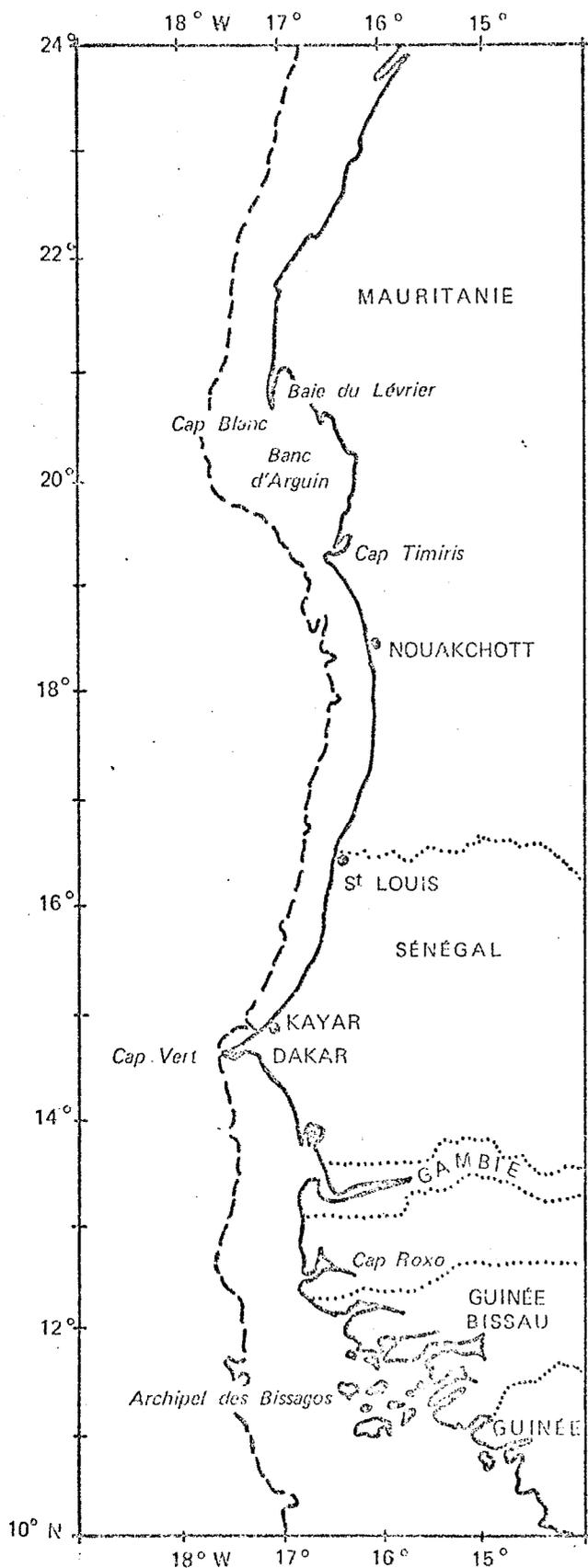
Les résultats sont visualisés sur imprimante à l'aide de caractères typographiques symbolisant les différentes classes de valeurs caractérisant les points (Figure 1). Par réduction, on obtient les images telles que présentées ici. Deux types d'images seront décrits dans ce document :

- images de permanence 3/6 obtenues à partir de 6 jours d'observations (1 fichier par jour à 13 h 30, pendant six jours) ;
- images de permanence 3/6 concernant une journée (6 fichiers à 3 h d'intervalle).

Sur ces images, chaque plage de couleur correspond à une classe relative de température. Ces couleurs sont agencées dans l'ordre du spectre, le violet correspondant aux classes les plus froides.



Fig. 1 : Exemple de visualisation sur imprimante d'une image de télédétection : Région du Cap Blanc, image du 31 mai 1978 à 13 h 00.



II - LES RÉSULTATS

2.1 - RAPPEL DES CONDITIONS HYDROLOGIQUES DANS LA RÉGION

D'un point de vue météorologique, la région (Figure 2) concernée par cette étude se situe dans la zone de balancement du front intertropical (FIT) au nord duquel est établi un régime d'alizés de secteur nord. La zone d'action de ces vents descend jusque vers 10° N en hiver et remonte jusque 21° N en été suivant l'oscillation des systèmes anti-cycloniques de l'Atlantique. Il en résulte, dans le domaine maritime, une alternance de deux saisons hydrologiques : une saison d'eaux froides en hiver, une saison d'eaux chaudes en été.

La saison froide, qui s'étend de décembre à juin, est marquée par un minimum thermique situé entre les mois de février et avril, variable selon la latitude. Des eaux froides, transportées vers le sud par le courant des Canaries, occupent en permanence la zone au nord du Cap Blanc. Sous l'influence des alizés, il se produit en outre, le long du talus continental, des phénomènes amenant en surface des eaux subsuperficielles froides (upwellings). L'orientation de la côte joue un rôle important dans l'intensité de ces remontées d'eau, ce qui se traduit par des différences notables entre le nord et le sud du Cap Blanc, du Cap Timiris, du Cap Vert et du Cap Roxo. Au cours de l'hiver, les eaux issues des phénomènes d'upwelling envahissent le plateau continental.

Fig. 2 : Localisation géographique de la région étudiée.

Lorsque l'on se déplace en latitude, le passage des eaux chaudes aux eaux froides se fait au niveau d'une zone frontale où l'on observe une variation rapide des conditions physico-chimiques. En surface, ceci se manifeste par un resserrement des isothermes. Au cœur de la saison froide (février) ce front atteint sa position la plus au sud, à la latitude de la Guinée.

En mai-juin débute la saison chaude. A cette époque, les alizés font progressivement place, du sud vers le nord, à un régime de vents d'ouest faibles et variables. Les remontées d'eaux profondes cessent dans la partie méridionale du plateau continental. Les eaux froides sont alors progressivement recouvertes par des eaux chaudes d'origine tropicale associées au contre courant équatorial dont une branche remonte le long de la côte vers le nord. Ce processus se poursuit au cours de l'été où la limite d'extension de ces eaux se stabilise au niveau du Cap Blanc. A partir du mois de novembre s'amorce un phénomène inverse de celui qui vient d'être décrit.

En mai-juin, où les alizés peuvent encore souffler par intermittence, l'accident géographique et topographique que représente la presqu'île du Cap Vert a pour conséquence la persistance pendant quelque temps des eaux froides au sud de Dakar, alors que l'influence des eaux chaudes commence déjà à se faire sentir plus au nord.

2.2 - OBSERVATION PAR TÉLÉDETECTION DE L'ÉVOLUTION DES CONDITIONS THERMIQUES DE SURFACE DU 22 MAI AU 17 SEPTEMBRE 1978

Les processus que nous venons de décrire, concernant la fin de la saison froide et l'installation de la saison chaude sont parfaitement illustrés par les images 1 à 12.

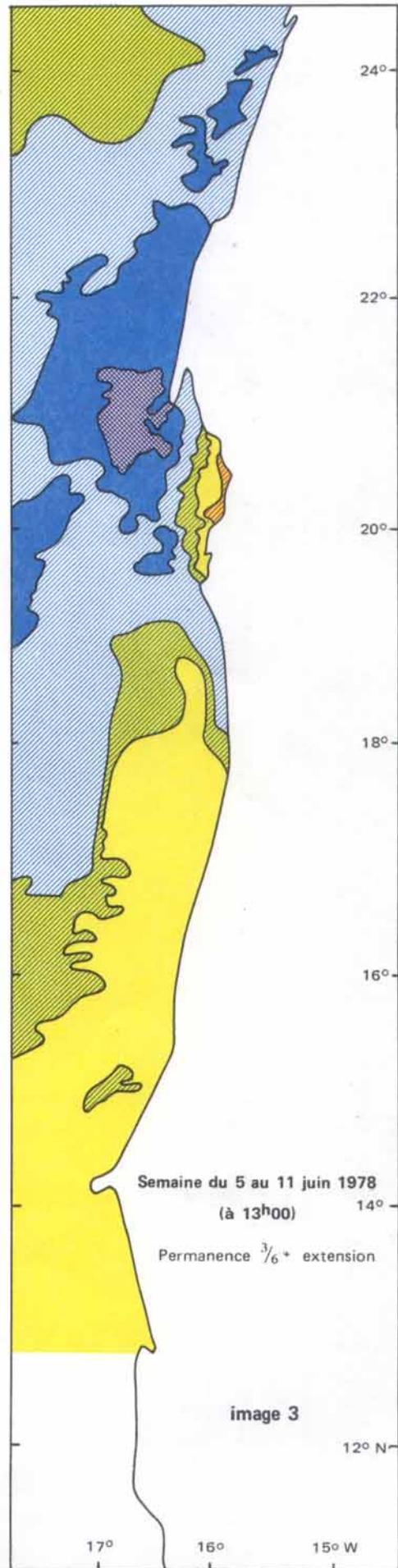
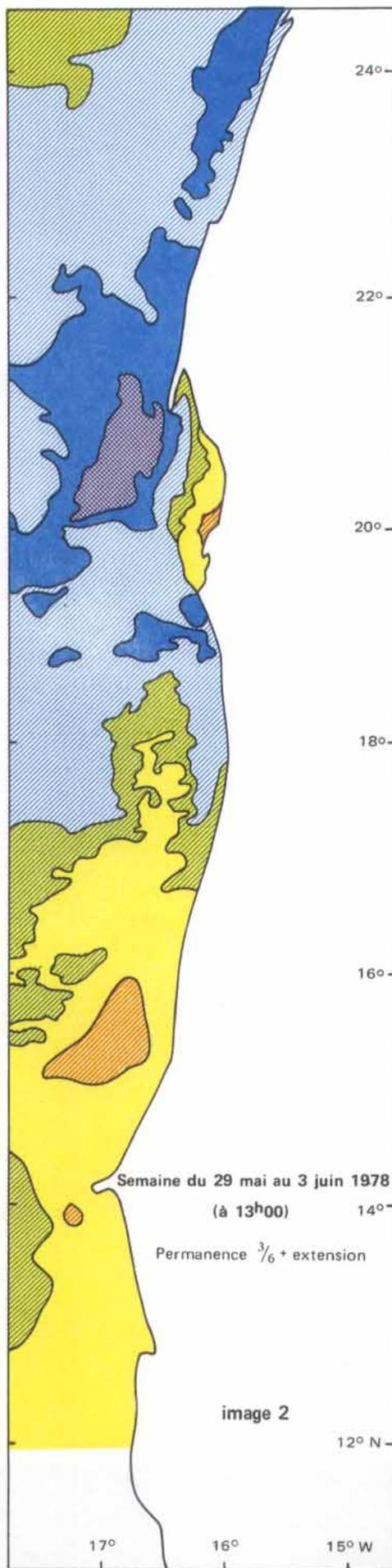
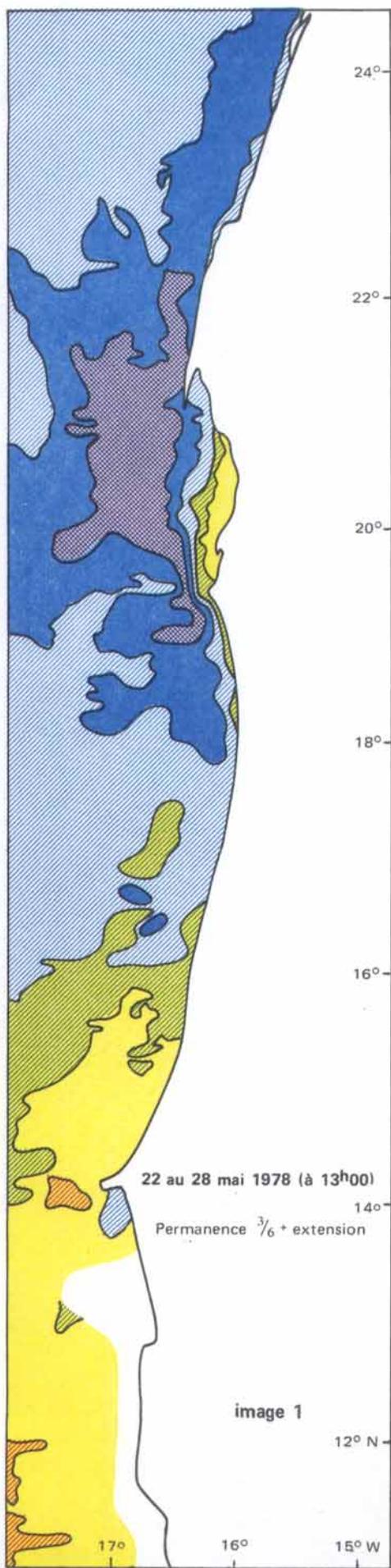
2.2.1 - Transition saison froide - saison chaude (images 1 à 6)

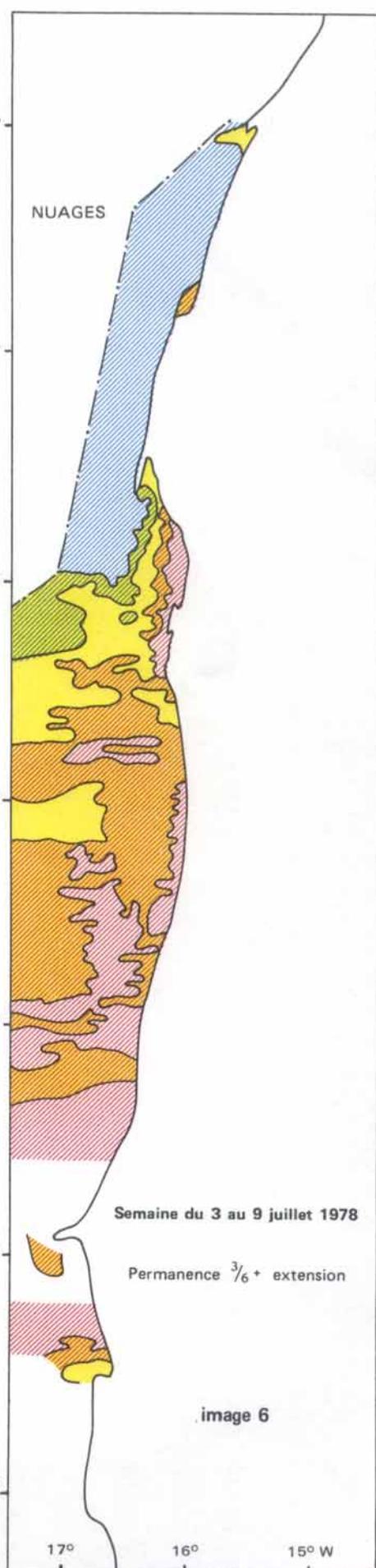
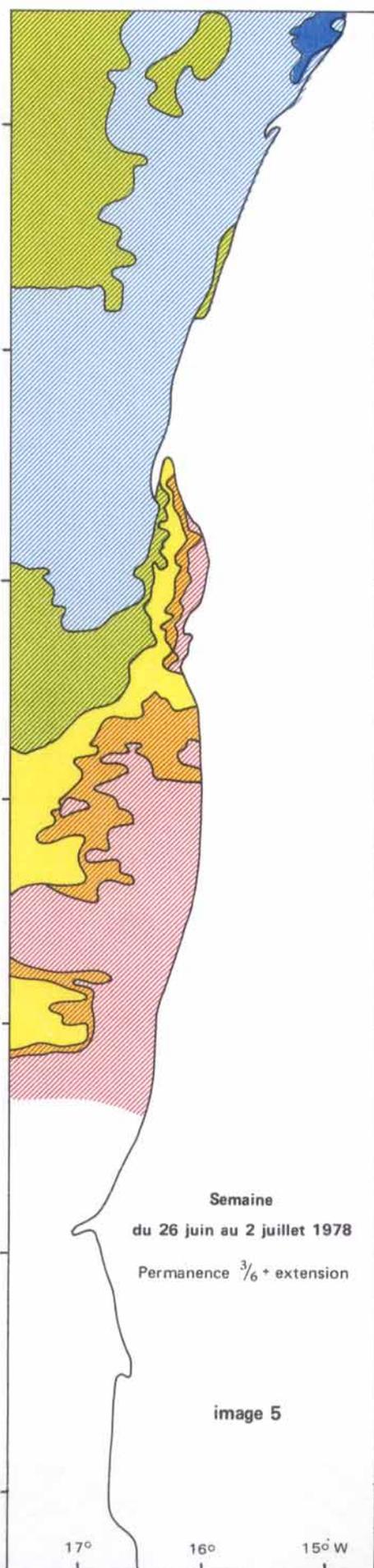
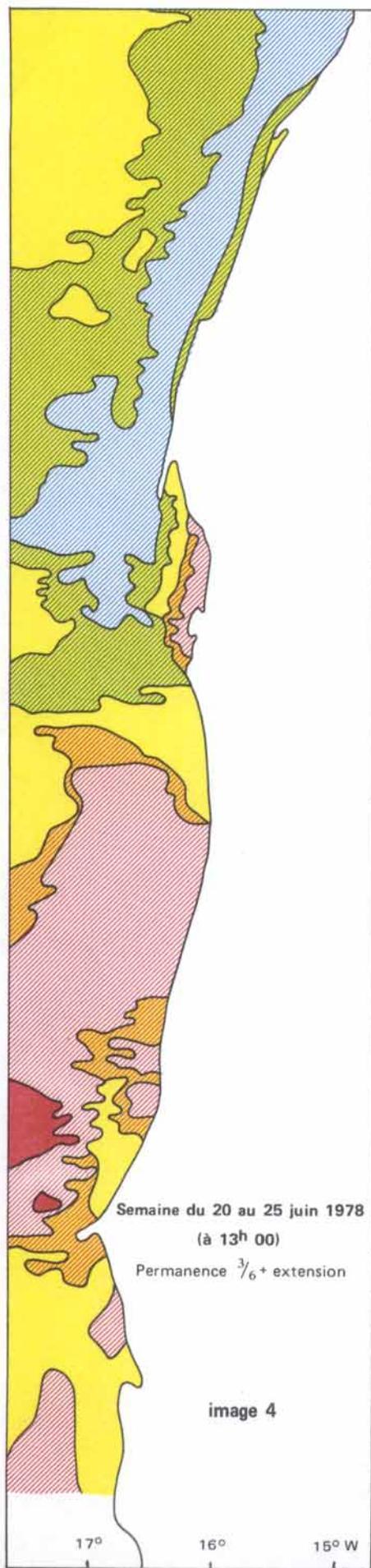
2.2.1.1 - Description des phénomènes observés

L'écoulement des eaux chaudes sur les eaux froides, auquel, en mai-juin, s'opposent de moins en moins les alizés, apparaît bien sur les images 1 à 3 où l'on observe un brusque réchauffement des eaux et une rapide remontée du front thermique vers le nord. Ce réchauffement semble se propager à partir de l'ouest, ou du sud-ouest, plutôt que du sud ainsi que le suggère la présence de langues d'eau chaude à l'ouest de la zone (images 1 et 4). Ceci rejoint d'ailleurs les observations de POSTEL (1953) et ROSSIGNOL (1973). La troncature du bord gauche de l'image ne permet cependant pas de connaître l'étendue et la disposition de ces nappes d'eau.

Simultanément, on assiste à la régression puis à la disparition de l'upwelling situé au sud-ouest du Cap Timiris. Celui du Cap Blanc, qui apparaît très important en mai ainsi que le soulignent d'ailleurs BRULHET (1974) et TIXERANT (1974), se résorbe à son tour.

Dans la semaine du 29 mai au 3 juin, un réchauffement venant de l'ouest est perceptible au large, entre 22° et 24° N et la zone intéressée par les eaux froides se réduit





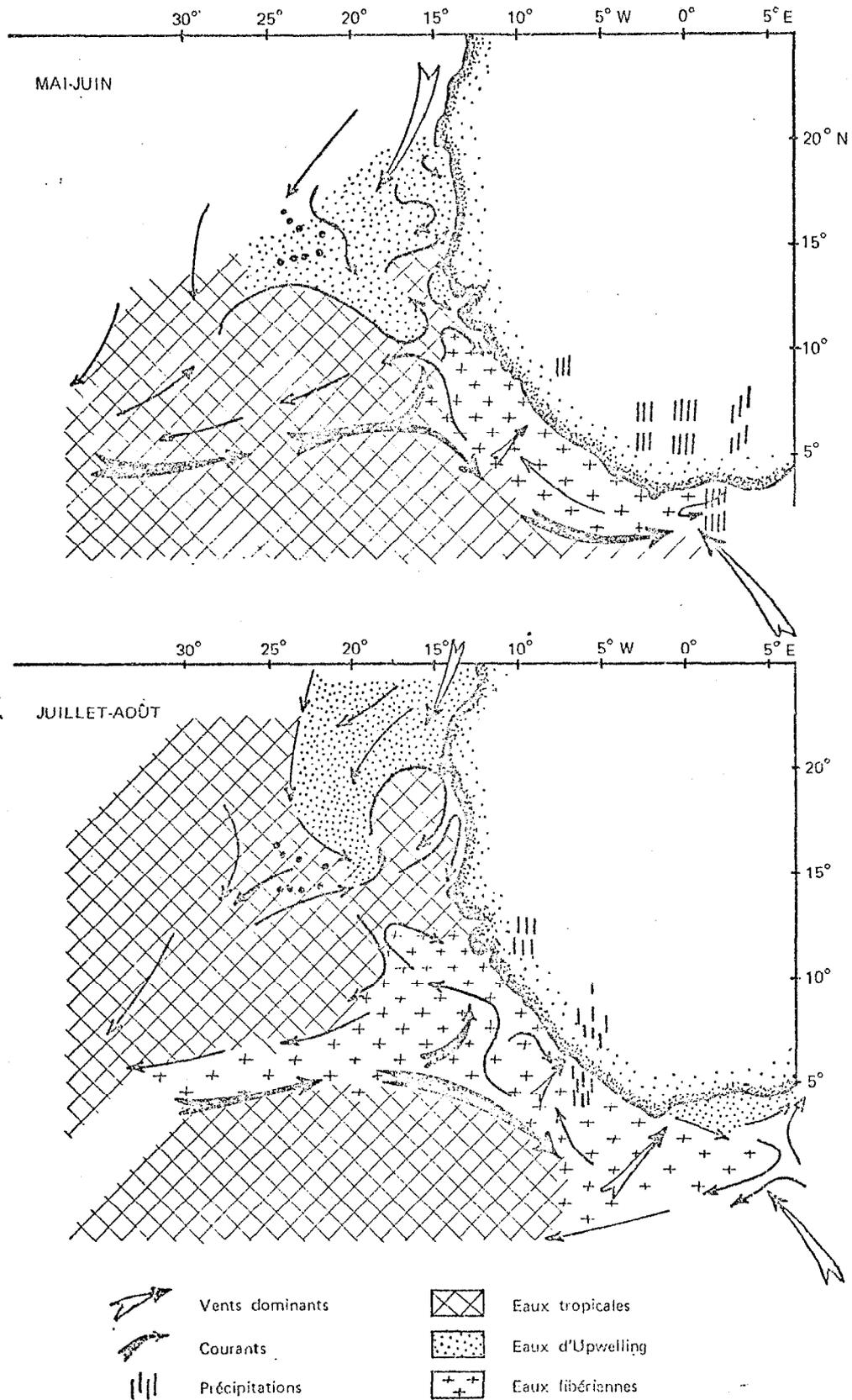


Fig. 3 : Évolution des différentes masses d'eau apparaissant en surface dans l'Atlantique Est entre l'équateur et 25° N de mai à août (d'après ROSSIGNOL, 1973).

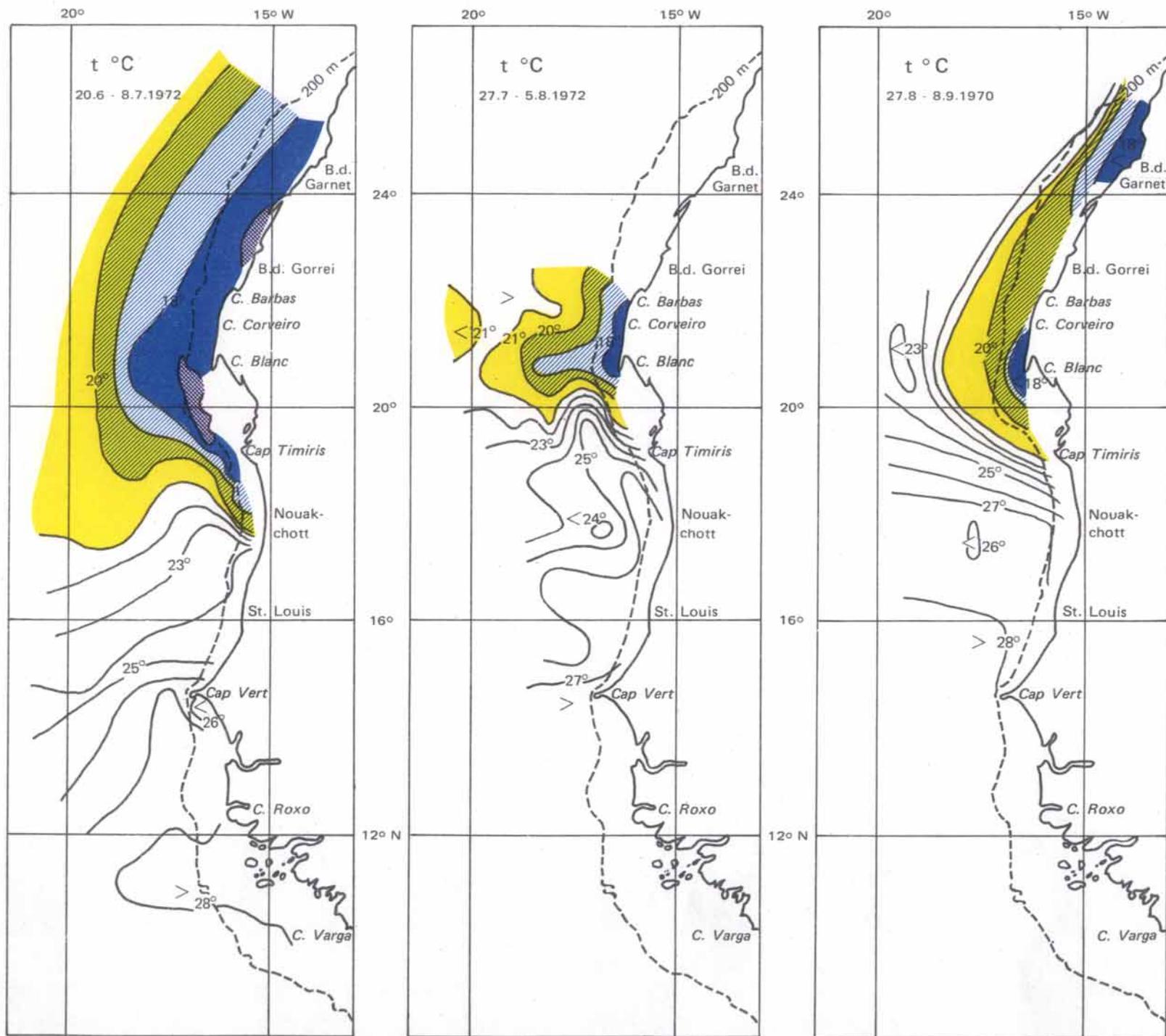


Fig. 4 : Observations de températures de surface effectuées à différentes périodes de l'année, de 1970 à 1972, par le N.O. «Alexander von Humbolt» (d'après SCHEMAINDA *et al*, 1975).

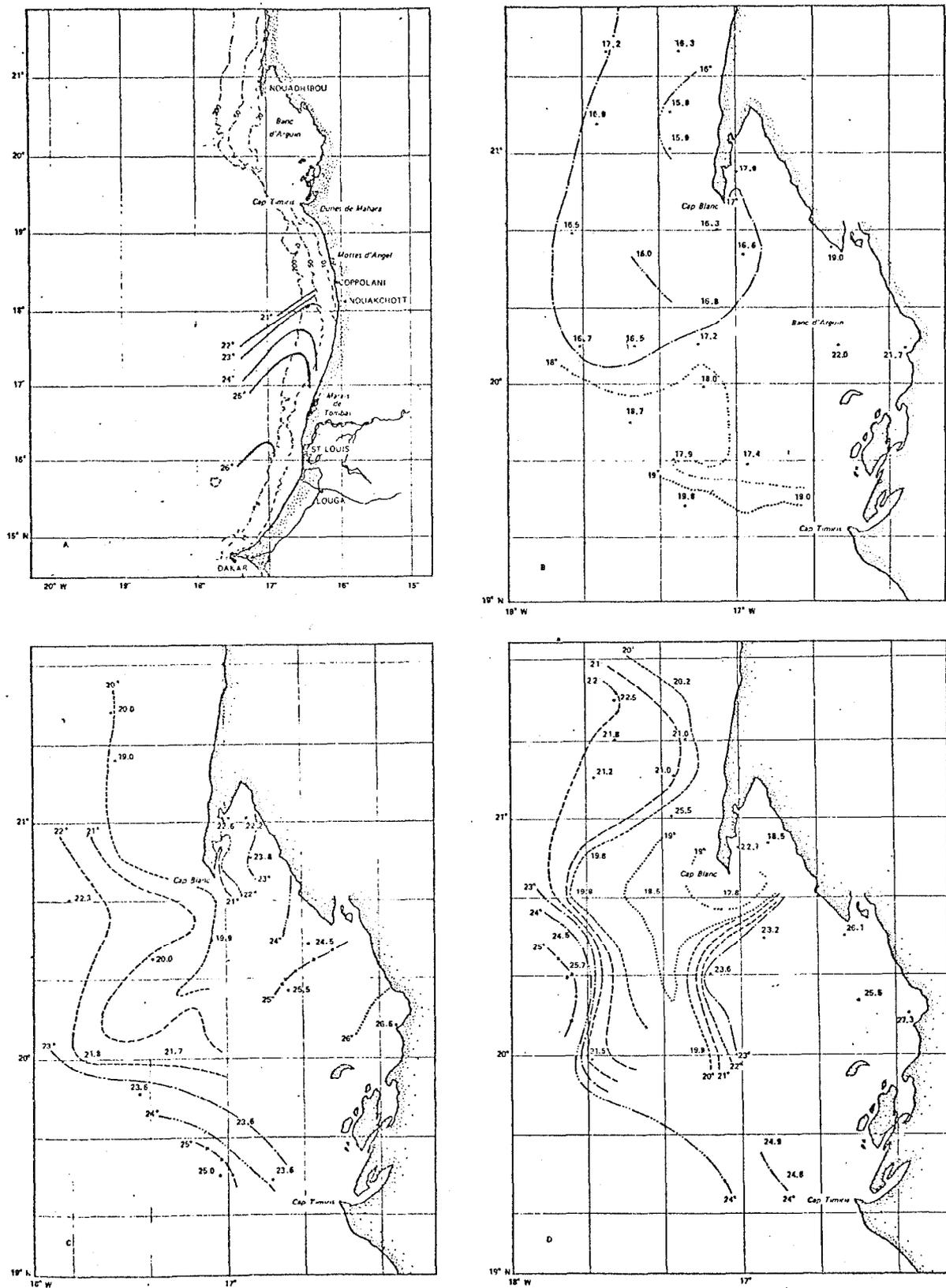


Fig. 5 : Températures de surface mesurées au large du Sénégal et de la Mauritanie (parages du Banc d'Arguin) de juin à septembre (d'après CREMOUX 1971 et MAIGRET 1972).

progressivement. Bientôt les seules eaux froides de la région ne se trouvent plus qu'au nord du Cap Blanc.

Pendant ce temps, les eaux du banc d'Arguin, où n'existent que de faibles profondeurs, se réchauffent rapidement et l'on observe une décroissance des températures de la côte vers le large. La dépendance entre les eaux de la baie du Lévrier et les conditions du large du banc d'Arguin, signalée par plusieurs auteurs dont MAIGRET (1972) et TIXERANT (1974), apparaît bien sur la plupart des images.

2.2.1.2 - Comparaison de ces observations avec les résultats de l'océanographie classique

Afin de vérifier la concordance de ces observations avec celles résultant des méthodes classiques de l'océanographie, nous avons comparé les situations observées avec les descriptions des conditions hydrologiques de la région effectuées par plusieurs auteurs ainsi qu'à partir des températures de surface mesurées par les navires marchands à la même époque.

ROSSIGNOL (1973) nous montre, en mai-juin (Figure 3), une configuration du front thermique semblable à celle des images 1, 2 et 3, à savoir une intrusion de direction sensiblement nord-sud, en forme de doigt de gant, des eaux tropicales chaudes dans les eaux froides.

Les isothermes de surface tracés par SCHEMAINDA *et al.* (1975) montrent, pour la même époque de l'année (Figure 4), une situation analogue à ce que l'on peut observer par télédétection : une structure frontale vers 18° N et une zone d'eaux froides s'étendant vers le nord le long de la côte à partir du Cap Timiris. Notons également que pendant la première quinzaine du mois de juin 1970 le N.O. «Laurent Amaro» avait trouvé le front thermique présentant la même allure (Figure 5, A) et à la même latitude.

Enfin, les observations de MAIGRET (1972) devant le banc d'Arguin et le Cap Blanc en juin 1971 (Figure 5, B) montrent une disposition des eaux froides de l'upwelling identique à ce que nous avons observé par télédétection.

Simultanément aux observations par télédétection effectuées du 22 au 28 mai et du 29 mai au 3 juin (images 1 et 2) nous avons essayé d'établir une «vérité mer» en calculant la moyenne, par carré de $\frac{1}{2}$ degré de côté, des températures de surface mesurées par les navires marchands pendant ces deux périodes (Figure 6). Afin de mieux faire apparaître certaines similitudes, nous avons eu recours à des couleurs identiques à celles utilisées sur les images de télédétection. Il serait cependant imprudent, compte tenu des réserves formulées au chapitre 1, de vouloir attribuer telle ou telle température à telle ou telle couleur utilisée pour la figuration des données de télédétection.

Les ressemblances entre les situations décrites par les images 1 et 2 et la configuration des isothermes sur les cartes de la figure 5 sont intéressantes. On note sur les deux types de documents une répartition analogue des eaux froides devant le banc d'Arguin et au nord du Cap Blanc ainsi qu'une configuration identique, en doigt de gant, du front thermique. Une zone d'eaux plus chaudes apparaît également au nord-ouest de la zone, dans les deux cas, au cours de la semaine du 29 mai au 3 juin.

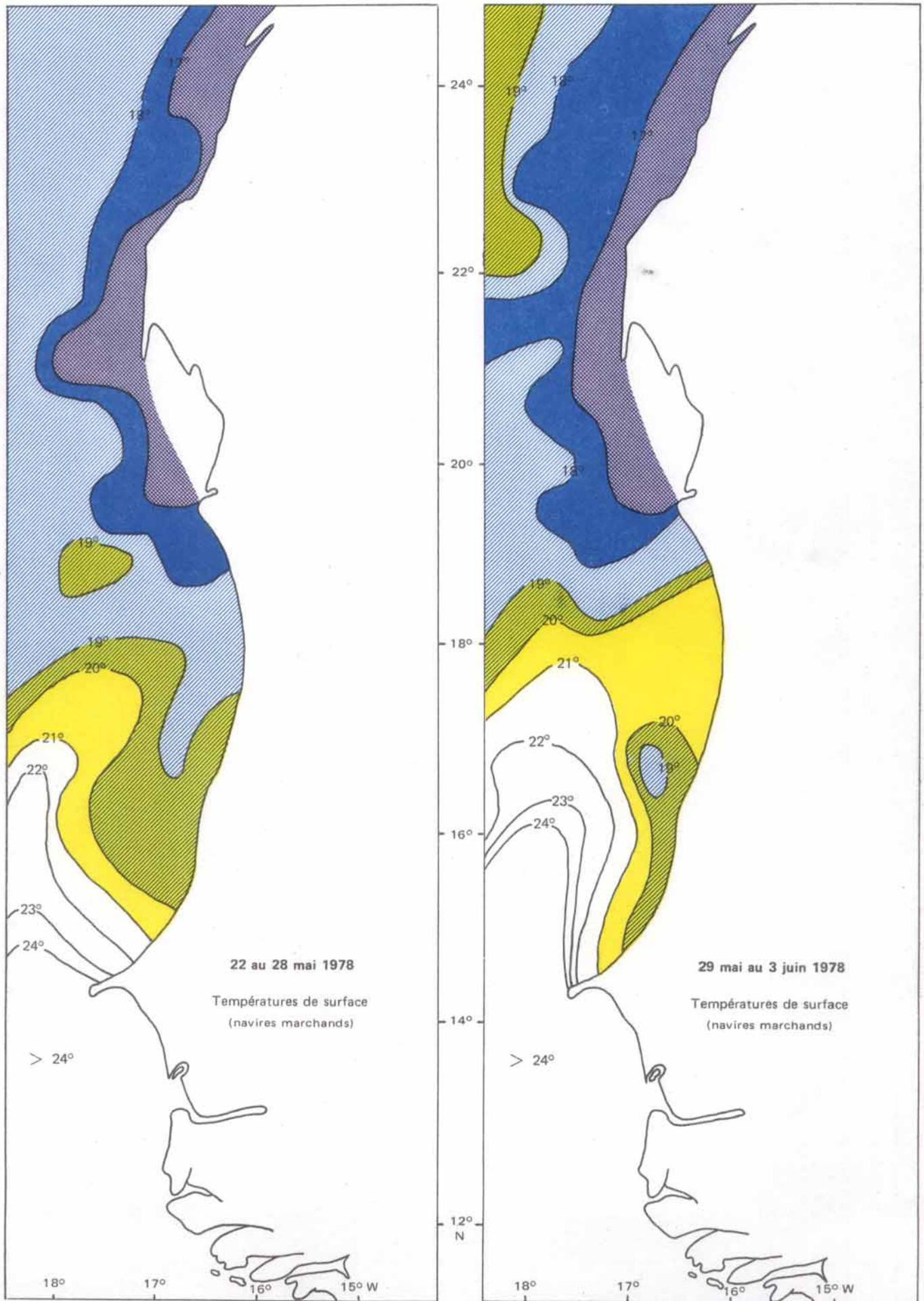


Fig. 6 : Isothermes de surface tracés à partir des mesures des navires marchands du 22 au 28 mai et du 29 mai au 3 juin 1978.

On remarque cependant que les mesures effectuées par les navires marchands tendent à donner aux eaux froides un développement plus important que ce qui est observé par télédétection. Ceci est directement lié à la méthode de mesure. Sur les bateaux, la température est obtenue à partir d'une prise d'eau de mer qui se trouve au niveau de la salle des machines. Sa profondeur sous la surface peut varier d'environ un mètre à plusieurs mètres, voire plus de dix mètres pour les plus gros pétroliers. Les températures de surface communiquées par les navires marchands sont donc, en fait, des températures relevées entre la surface et environ 10 à 15 m de profondeur.

Ceci explique que certains phénomènes décrits à partir d'observations par télédétection présentent des décalages dans le temps ou dans l'espace par rapport aux descriptions issues de techniques de mesure plus classiques. Ainsi, la progression de la couche d'eaux chaudes sur les eaux froides est perceptible par le satellite avant de pouvoir être observée par les navires marchands, ce qui montre bien qu'elle est de très faible épaisseur en début de saison chaude. Ceci est également noté par BAKHAYOKHO (1978) qui signale (Figure 7) que les isothermes 24° et 26° C tracés à partir des observations du satellite N.O.A.A. sont constamment situés au nord de ceux qui sont tracés à partir des mesures des cargos. Le décalage peut atteindre 200 milles de latitude.

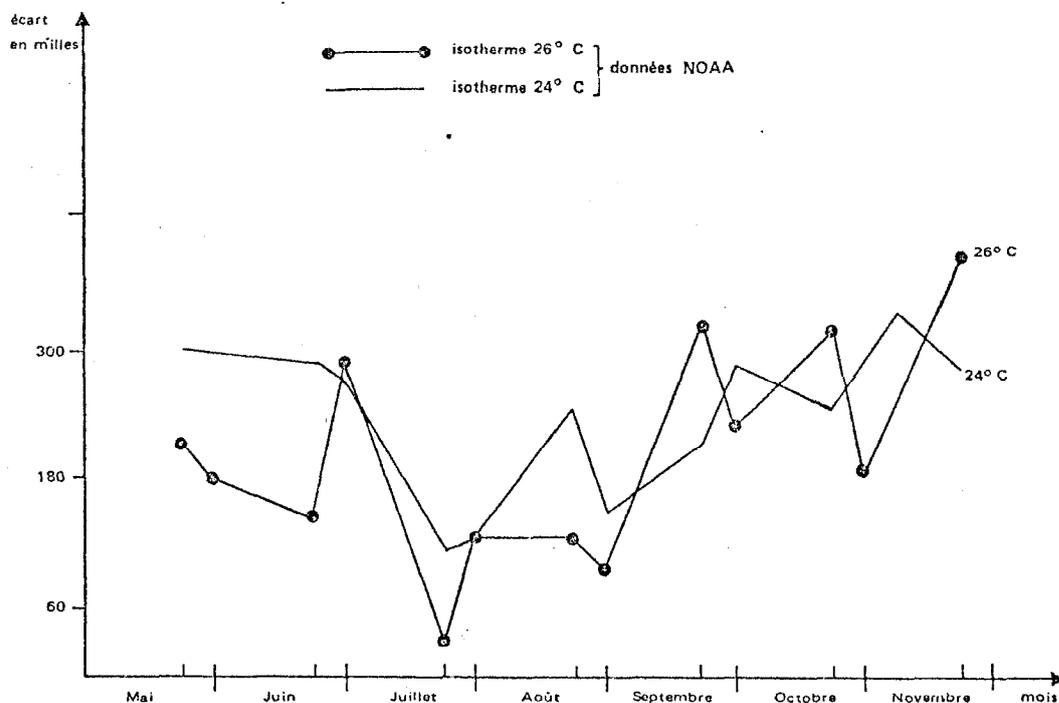


Fig. 7 : Écart en latitudes, en degrés, entre la position des isothermes 26 et 24°C obtenus à partir de mesures de télédétection (satellite N.O.A.A.) et la position de ces mêmes isothermes tracés à partir des données des navires marchands sur le méridien 18° W entre 10 et 20° N (d'après BAKHAYOKHO, 1978).

2.2.2 - Saison chaude (images 7 à 12)

2.2.2.1 - Description des phénomènes observés

La série d'images prises à partir de la semaine du 10 au 16 juillet montre une situation de saison chaude : le front thermique atteint alors sa position la plus septentrionale au nord du Cap Blanc. Il oscillera dans cette région, entre 21 et 24° N, tout au long de l'été.

Au nord de ce front, les eaux restent froides sur le plateau continental. Il apparaît quelques zones d'eau plus fraîche (images 8, 9 et 10) correspondant soit à des résurgences très localisées soit à des lentilles dérivant vers le sud-ouest et détachées de l'upwelling qui persiste plus au nord devant les côtes du Maroc.

Au sud, le réchauffement continue à s'accroître et l'on peut observer une diminution de la température de la côte vers le large. Dans la région, les eaux les plus chaudes se trouvent dans la partie sud-est du banc d'Arguin et le long d'une bande côtière située au sud du Cap Timiris entre 17 et 18° N (images 6, 8, 11 et 12). Cette bande d'eau très chaude trouve vraisemblablement son origine sur le banc d'Arguin.

Des formations d'eau plus froide et de faible étendue peuvent apparaître au sein de l'eau chaude, soit au large du banc d'Arguin (image 11), soit plus au sud, entre 16 et 18° N.

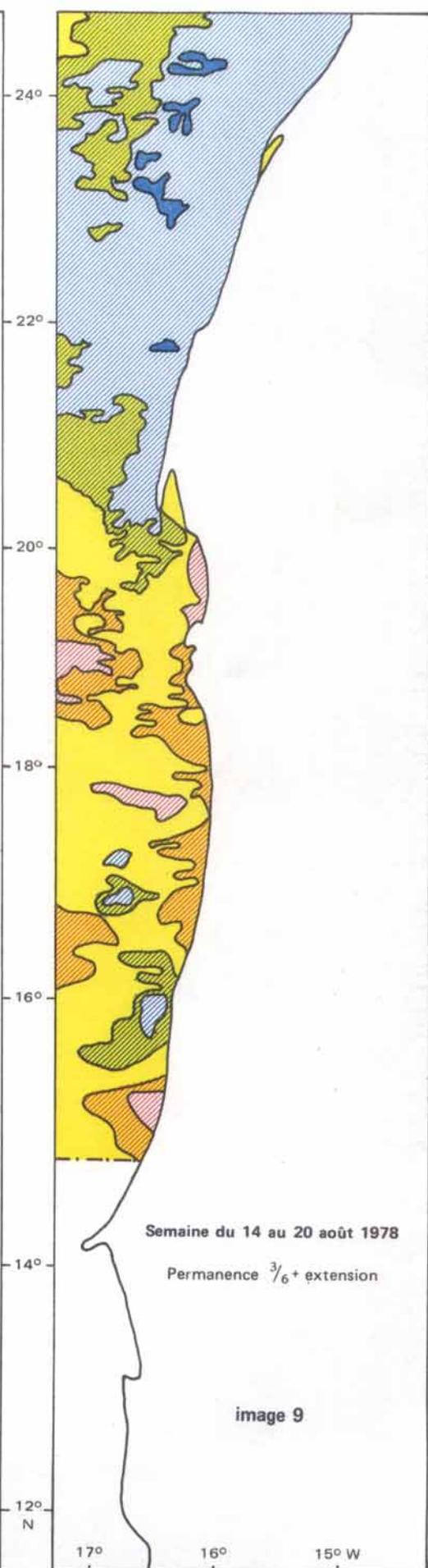
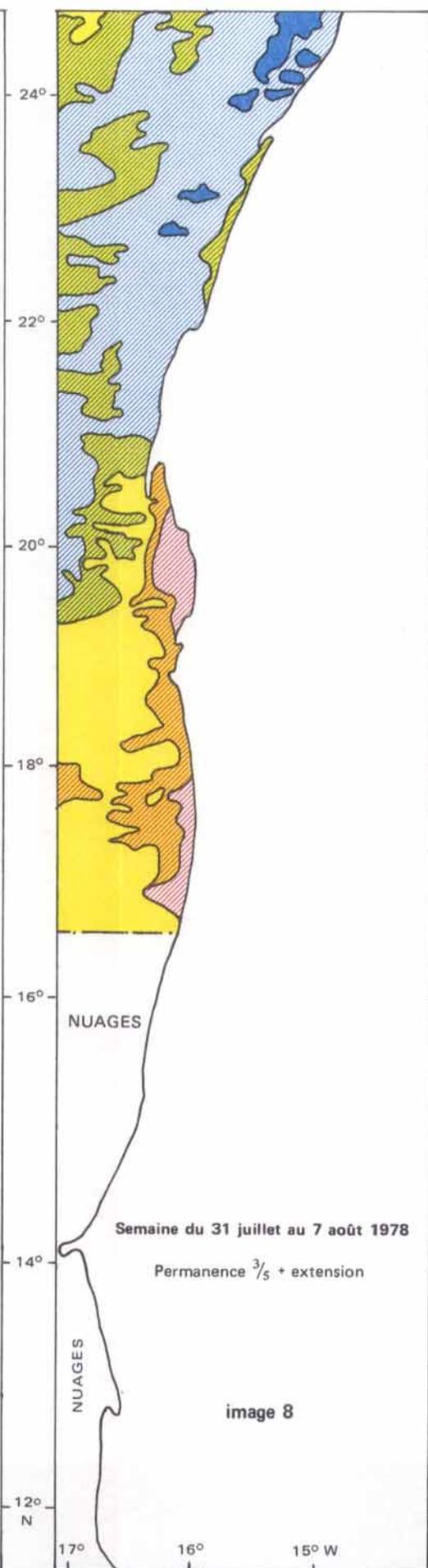
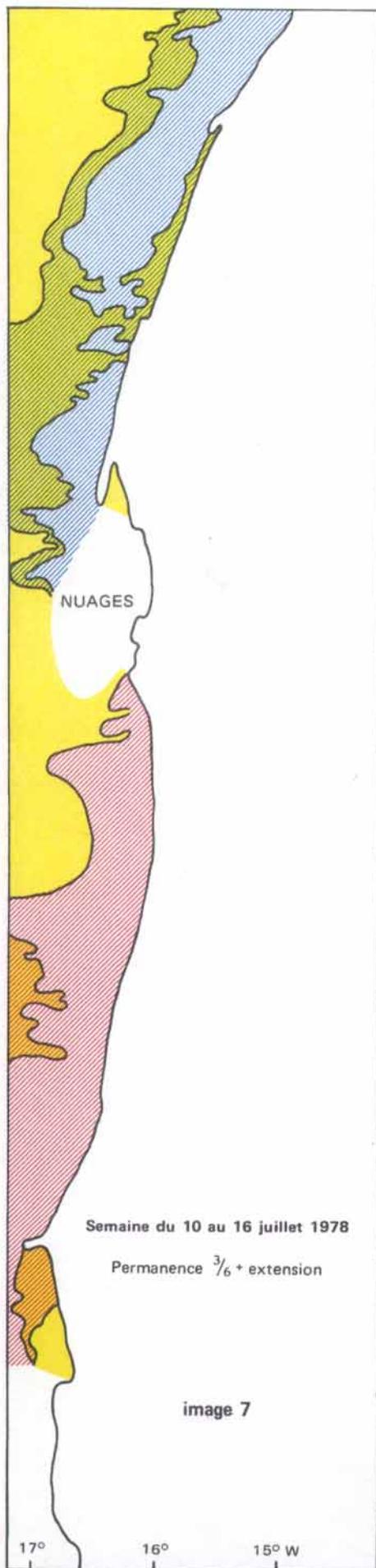
2.2.2.2 - Comparaison de ces observations avec les résultats de l'océanographie classique

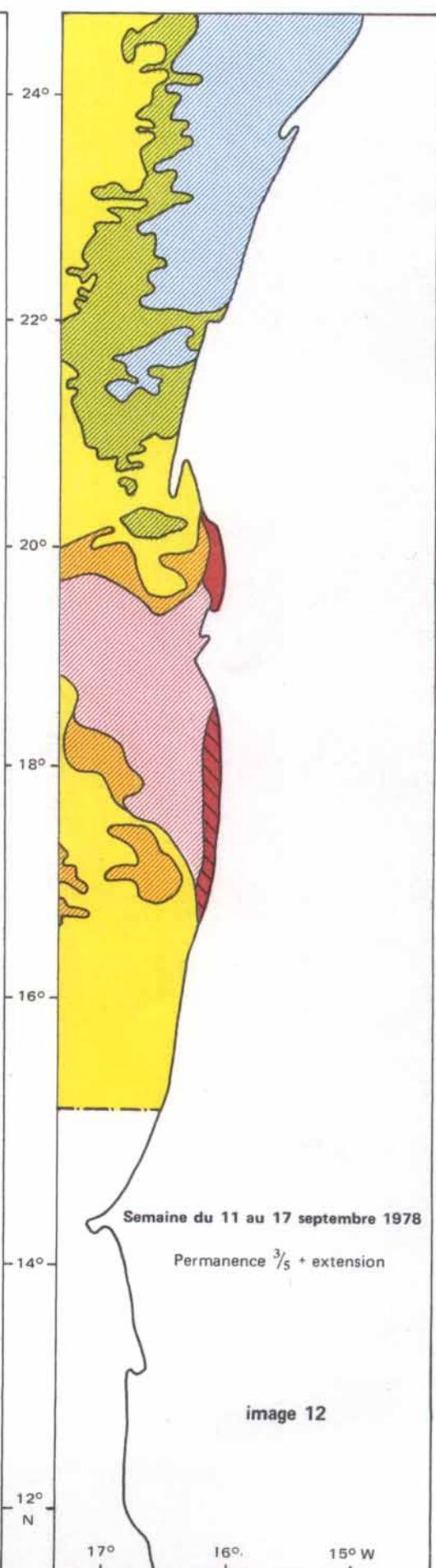
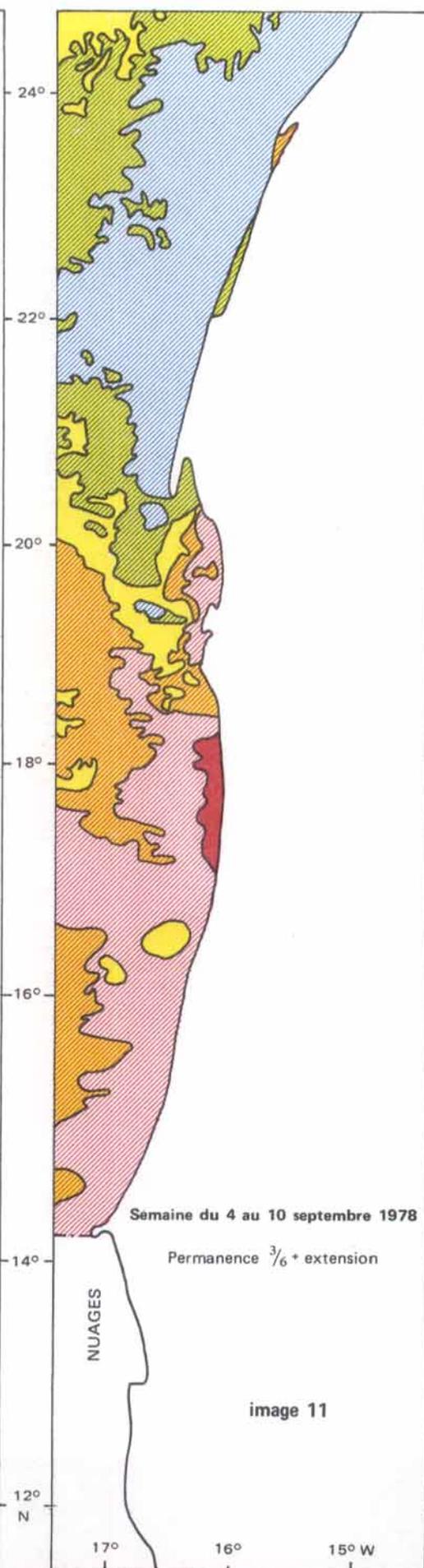
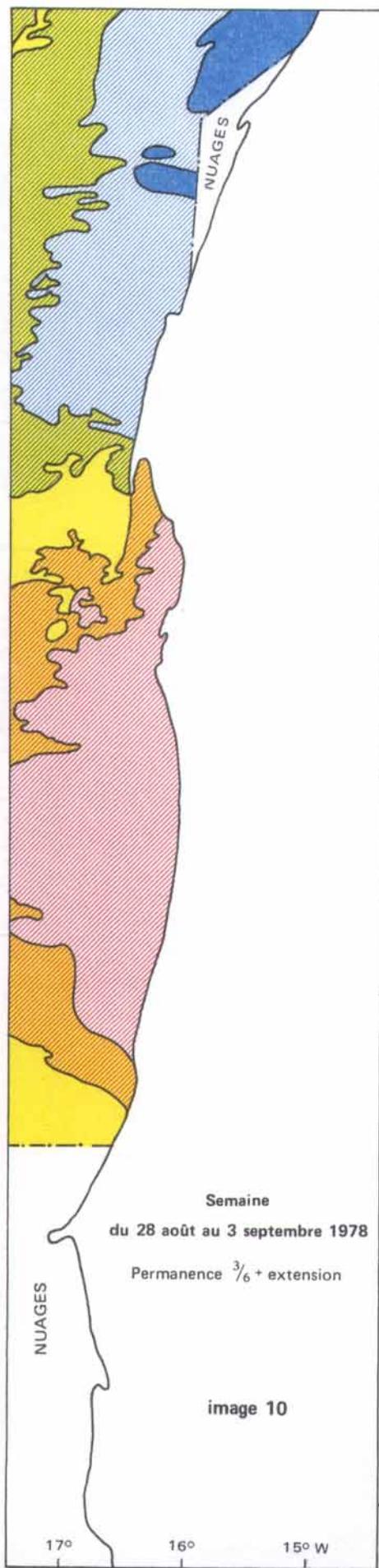
Comme pour la saison froide, il y a concordance entre les observations par télédétection et les descriptions des divers auteurs qui ont étudié la région (BERRIT 1961 et 1962, MAIGRET 1972, ROSSIGNOL 1973, SCHEMAINDA *et al.* 1975, etc ..) : envahissement du plateau continental par les eaux chaudes (Figure 3, B et Figure 4, B et C) avec températures décroissantes de la côte vers le large et front thermique oscillant dans la région du Cap Blanc avec permanence d'eaux froides plus au nord. On retrouve également la disposition des eaux du banc d'Arguin telles que décrites par MAIGRET (1972) avec notamment une formation d'eaux très chaudes au sud-est du banc (Figure 5, C et D).

Enfin, les observations par télédétection des conditions thermiques de surface en saison chaude ne sont pas en contradiction avec la disposition des isothermes tracés à partir des mesures des navires marchands effectuées simultanément (Figure 8 et images 8 et 10).

2.3 - EXAMEN DE TROIS SITUATIONS CARACTÉRISTIQUES DE SAISON FROIDE OBSERVÉES PAR TÉLÉDÉTECTION

Les images des 21 et 22 février, du 17 avril et du 31 mai 1978 (images 13, 14 et 15) montrent des conditions thermiques de surface caractéristiques de la saison froide dans la zone sénégal-mauritanienne.





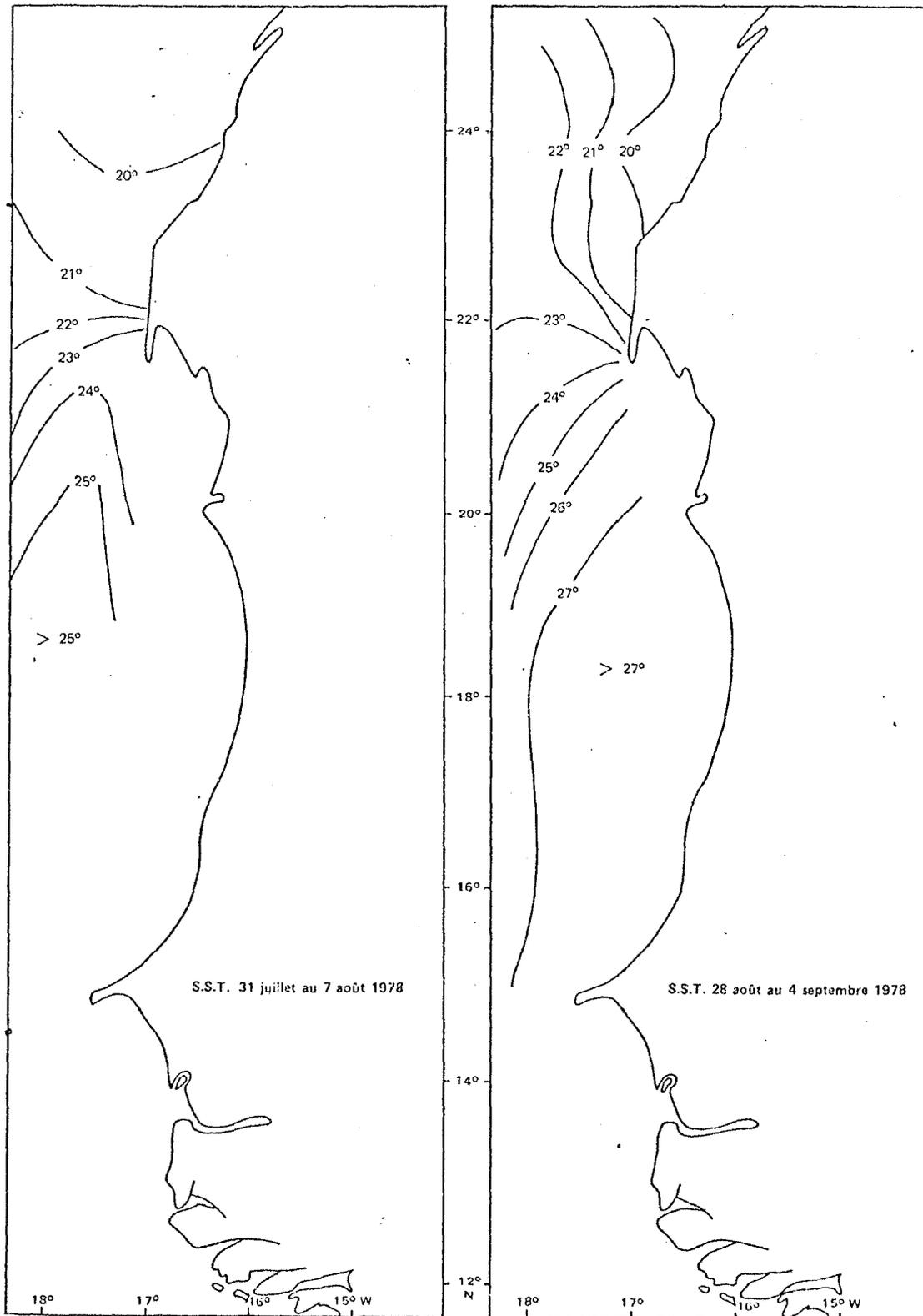
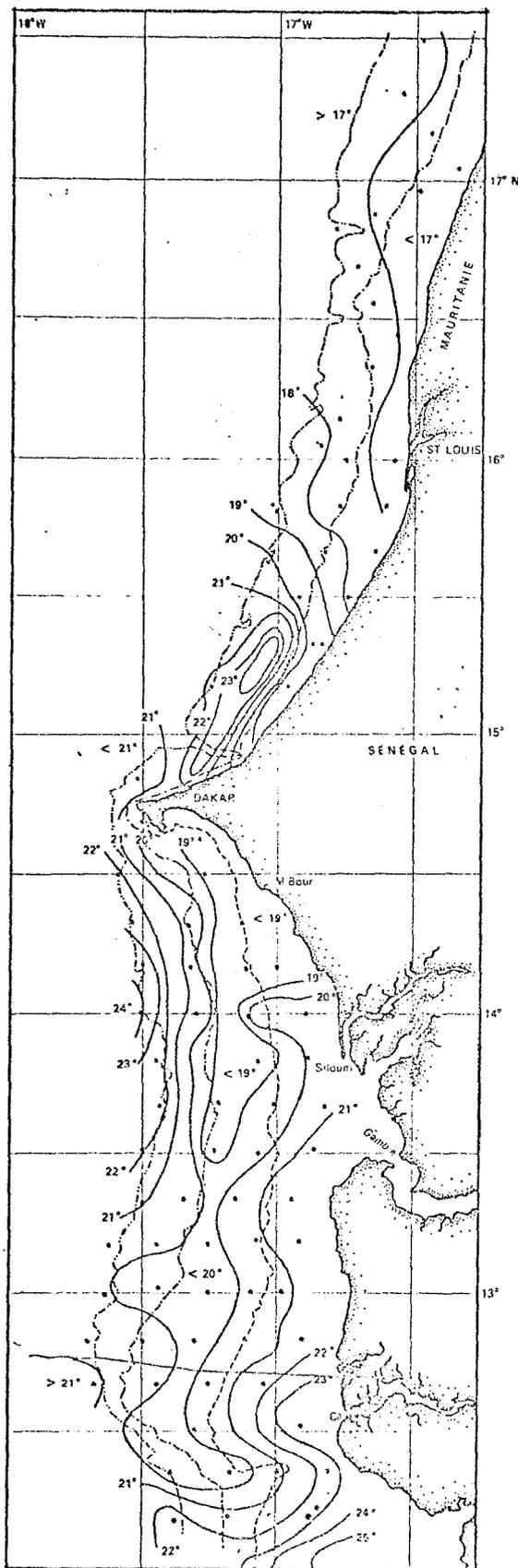


Fig. 8 : Isothermes de surface tracés à partir des mesures des navires marchands, du 31 juillet au 7 août et du 23 août au 4 septembre 1978.

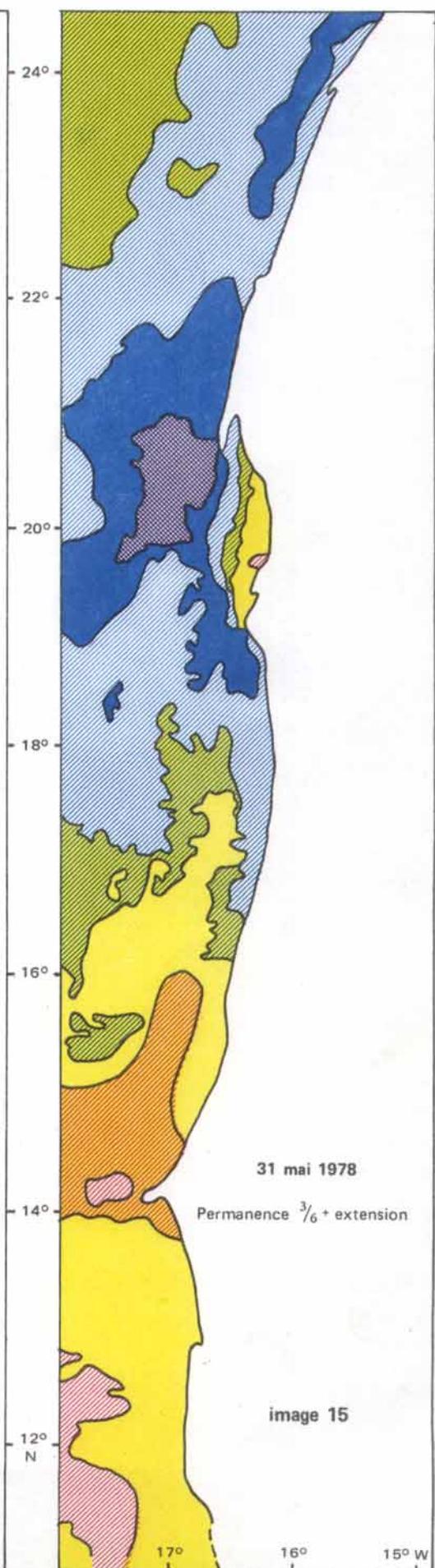
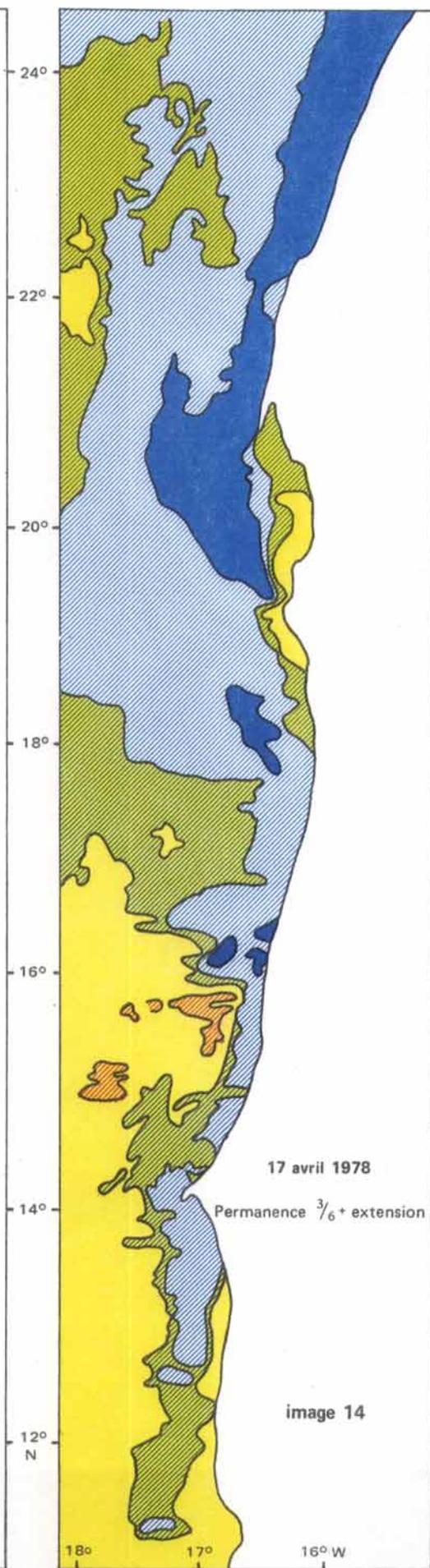
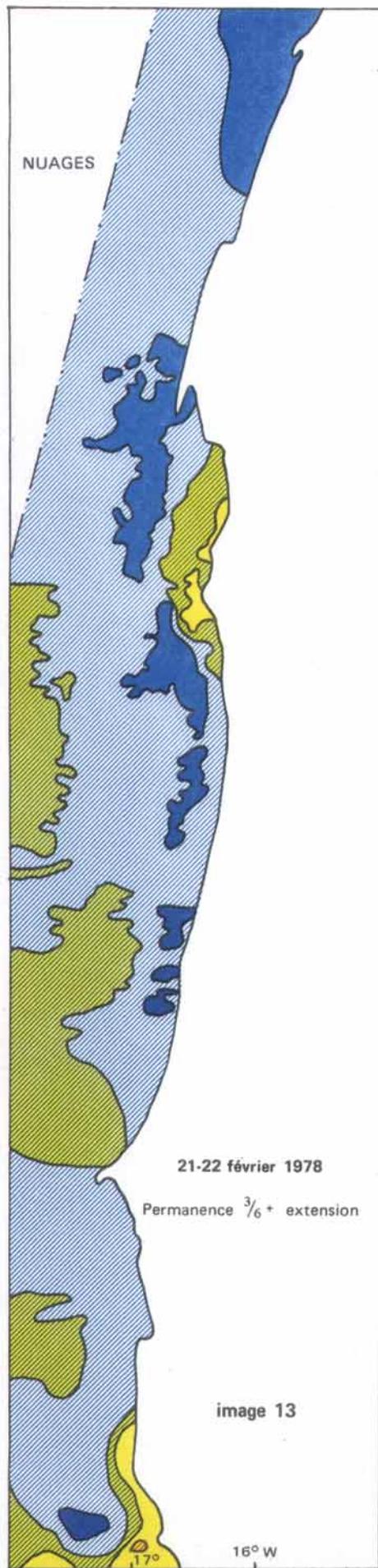


En février et avril, mis à part sur le banc d'Arguin et au sud du Cap Roxo où, près de la côte, persistent des eaux chaudes, le plateau continental est envahi par des eaux froides. Les principales zones d'upwelling apparaissent bien : le long des côtes de l'ancien Rio de Oro, devant le Cap Blanc, au sud-ouest du Cap Timiris et au sud du Cap Vert. On retrouve parfaitement la configuration caractéristique de l'upwelling du Cap Vert décrit par de nombreux auteurs (ROSSIGNOL et MEYRUEIS 1964, ROSSIGNOL et ABOUSSOUAN 1965, CREMOUX 1970 et 1971, ROSSIGNOL 1973, SCHEMAINDA *et al.* 1975) décollé de la côte au sud de 14° N (image 14), tel qu'il était apparu au N.O. Capricorne en 1977, à la même époque de l'année (Figure 9).

Entre 15 et 18° N, on observe (image 13) quelques lentilles d'eau froide qui semblent détachées de l'upwelling du Cap Timiris. Ceci laisse à penser que la côte nord du Sénégal serait refroidie plus par advection des eaux froides du Cap Timiris plutôt que par l'apparition d'un upwelling dans la région de St-Louis.

Au niveau de Kayar apparaît une avancée des eaux chaudes du large à travers les eaux froides côtières (images 13 et 14). Ceci est également en accord avec les mesures effectuées par le Capricorne en 1977 (Figure 9) et rejoint les observations de CHAMPAGNAT et DOMAIN (1978) qui décrivent cette zone comme hydrologiquement instable et très ouverte aux conditions du large en saison froide.

Fig. 9 : Observations de températures de surface effectuées par le N.O. Capricorne de la Mauritanie à la Guinée, du 16 avril au 10 mai 1977. Campagne CAP 7703 (d'après PRIVÉ et WAGNER, 1977).



Plus au nord, l'upwelling du Cap Blanc peu important en février se développe en avril pour atteindre sa pleine intensité en mai : ceci est également conforme au schéma classique décrit par MAIGRET (1972), TIXERANT (1974) et BRULHET (1974), etc..

Enfin, sur le banc d'Arguin, les hauts fonds apparaissent constamment recouverts par des eaux chaudes qui peuvent s'écouler le long de la côte, vers le sud, par delà le Cap Timiris (images 13 et 14).

D'un point de vue méthodologique, signalons la ressemblance qui existe entre l'image 2 et l'image 15. La première est une permanence 3/6 établie à partir d'une observation tous les jours à 13 h pendant six jours au cours de la semaine du 29 mai au 3 juin. La seconde, également image d'une permanence 3/6, se rapporte à une seule journée de cette même semaine, le 31 mai. La ressemblance entre ces deux images met en évidence une certaine stabilité des caractères observés dans les deux cas : on peut donc penser que l'on a éliminé ici la plupart des « pollutions » atmosphériques (brumes, nuages, poussières) et avoir donc représenté des phénomènes caractéristiques de la surface de la mer.

III - POSSIBILITÉS D'APPLICATION DES OBSERVATIONS PAR TÉLÉDETECTION EN OCÉANOGRAPHIE BIOLOGIQUE

Deux des caractéristiques essentielles des observations par télédétection sont : une bonne vue synoptique de l'évolution des phénomènes et la disponibilité de l'information en temps réel ou quasi réel. Il en découle trois possibilités d'application en océanographie biologique :

- l'étude des migrations saisonnières des populations de poissons quand celles-ci dépendent de phénomènes hydrologiques ;
- l'aide à la pêche ;
- amélioration de l'estimation du recrutement dans les pêcheries.

3.1 - ÉTUDE DES MIGRATIONS SAISONNIÈRES DES POPULATIONS DE POISSONS

En mer, les déplacements saisonniers des poissons le long des côtes constituent une adaptation à tirer le meilleur parti du cycle de production des eaux : aux déplacements en latitude des zones frontales, qui limitent le plus souvent des régions à forte productivité primaire et secondaire, correspondent des mouvements des stocks de poissons, qu'ils soient pélagiques (thons, sardinelles, ..) ou démersaux (pagres, mérours, ..). On observe ainsi des déplacements de forte amplitude là où les oscillations en latitude des fronts sont importantes par exemple, en Afrique, le long des côtes de la Mauritanie à la Guinée.

CHAMPAGNAT et DOMAIN (1978) ont décrit les migrations des poissons démersaux de 10 à 24° de latitude nord dans la zone d'oscillation du front séparant la zone tropicale des eaux plus froides que l'on trouve au nord du Cap Blanc. Ils distinguent le comportement des espèces à affinité saharienne (eaux froides) de celui des espèces d'affinité guinéenne (eaux chaudes). Celles du premier type se trouvent d'août à octobre entre 20 et 23° N où elles se nourrissent activement après une période de reproduction. Elles migrent vers le sud à partir de novembre, au fur et à mesure de l'extension des eaux issues de l'upwelling et se stabilisent entre 10 et 16° N en février-mars. C'est une période d'alimentation intense et de maturation sexuelle. En mai-juin, un mouvement vers le nord s'amorce alors que la reproduction débute. Elle atteindra son maximum entre 19 et 21° N de fin juin à mi-août.

Les espèces à affinité guinéenne, moins abondantes, migrent moins et tirent parti de la production induite par l'upwelling en saison froide et de celle liée à la décharge des fleuves en saison chaude. De janvier à juin, ces espèces sont concentrées dans une frange très côtière à l'embouchure du fleuve Sénégal et surtout dans le complexe estuarien qui s'étend du Saloum à la Guinée. En juin se développe un rapide mouvement vers le nord. Les poissons se reproduisent entre l'embouchure du fleuve Sénégal et le Cap Timiris, puis se dispersent dans cette région. Ils regagnent les zones d'estuaire à partir de décembre.

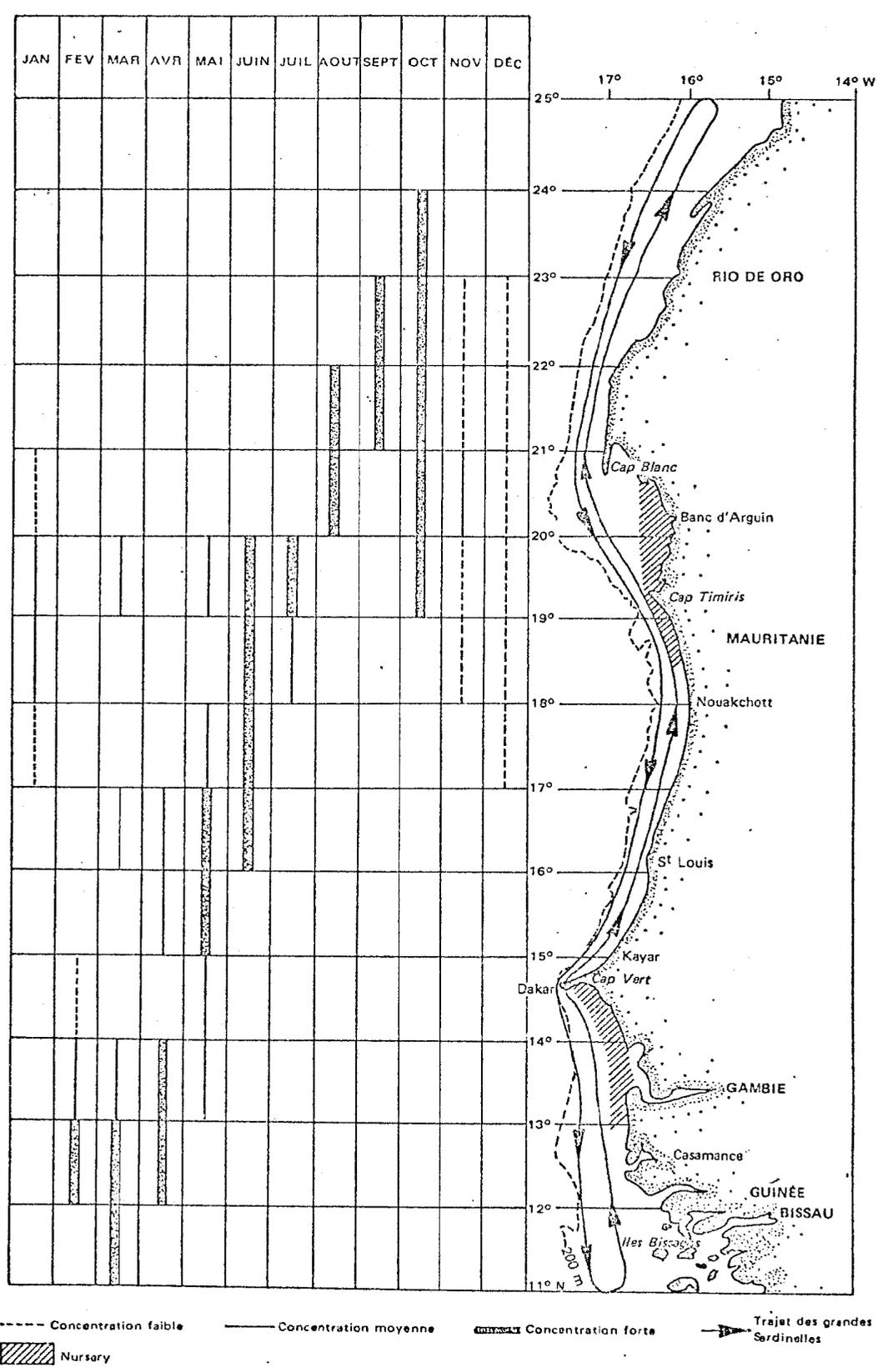


Fig. 10 : Cycle migratoire et localisation mensuelle des principales concentrations de *Sardinella aurita* (d'après BOELY et al., 1978).

Il existe un bon synchronisme entre le déplacement vers le nord du front thermique en mai-juin tel qu'on peut l'observer par télédétection et le schéma donné par CHAMPAGNAT et DOMAIN (1978) des déplacements des espèces démersales dans la région à la même époque de l'année.

Chez les espèces pélagiques (chinchards, sardinelles, thons), des comportements migratoires semblables (Figure 10) s'observent également en liaison avec les modifications saisonnières du milieu : il existe ici aussi un synchronisme entre le déplacement de la zone frontale et les migrations. Ainsi, du 12 au 17 juin 1978, le N.O. Laurent Amaro a trouvé au cours d'opérations de marquage (information ICCAT), des concentrations d'albacores, de listaos et de thons obèses qui se trouvaient par $18^{\circ}25' N$ et $16^{\circ}48' W$, c'est-à-dire au niveau de la zone frontale visible à cette position, sur l'image 3.

Simultanément aux observations par télédétection, nous avons suivi (Figure 11) en mai, juin et juillet, pour trois ports piroguiers sénégalais qui sont, du sud vers le nord, Soumbédioune, Kayar et St-Louis, l'évolution de l'effort de pêche (nombre de sorties hebdomadaires des pirogues) qui est lié à la présence du poisson. A Soumbédioune, situé au niveau de la presqu'île du Cap Vert à l'ouest de Dakar, le nombre de sorties varie peu et reste compris entre 500 et 600. Cette pêcherie concerne en effet essentiellement une population de poissons relativement sédentaires qui vivent sur les fonds rocheux proches de Dakar. Elle n'est que peu affectée par les déplacements saisonniers des espèces.

Par contre, plus au nord, on observe le transfert de l'effort de pêche de Kayar vers St-Louis simultanément à la progression du front vers le nord. Ceci apparaît particulièrement bien au cours des semaines du 21 au 28 mai et du 28 mai au 4 juin, qui correspondent aux situations décrites sur les images 1 et 2. Le déplacement rapide du front et des poissons qui l'accompagnent a pour conséquence que la saison de pêche à St-Louis, en mai-juin, est très courte. En juillet, la zone frontale se trouve assez loin vers le nord devant les côtes de Mauritanie et le poisson devient inaccessible aux piroguiers sénégalais. On observe alors une stagnation de l'effort de pêche aux environs de 400 à 500 sorties hebdomadaires.

Si les grands traits du schéma des migrations de la plupart des espèces de la région commencent à être connus, un certain nombre de problèmes subsistent. Ainsi, CHAMPAGNAT et DOMAIN (1978) soupçonnent la zone fosse de Kayar-presqu'île du Cap Vert de jouer un rôle critique dans la limitation des déplacements des espèces démersales. Cette région constituerait un obstacle aux migrations en raison, d'une part de la configuration particulière du fond (fosse de Kayar) et, d'autre part, d'une certaine instabilité hydrologique que, seules jusqu'à présent, des observations très ponctuelles permettent de mettre en évidence.

De même, on comprend mal pourquoi une fraction de la population de sardinelles rondes adultes (*Sardinella aurita*) persiste au nord de $20^{\circ} N$ pendant la saison froide (ELWERTOWSKI et BOELY 1971, MAIGRET 1972) alors que la plus grande partie des individus a migré à cette époque jusqu'au large de l'archipel des Bissagos. Il semble qu'ici également des facteurs hydrologiques soient en cause.

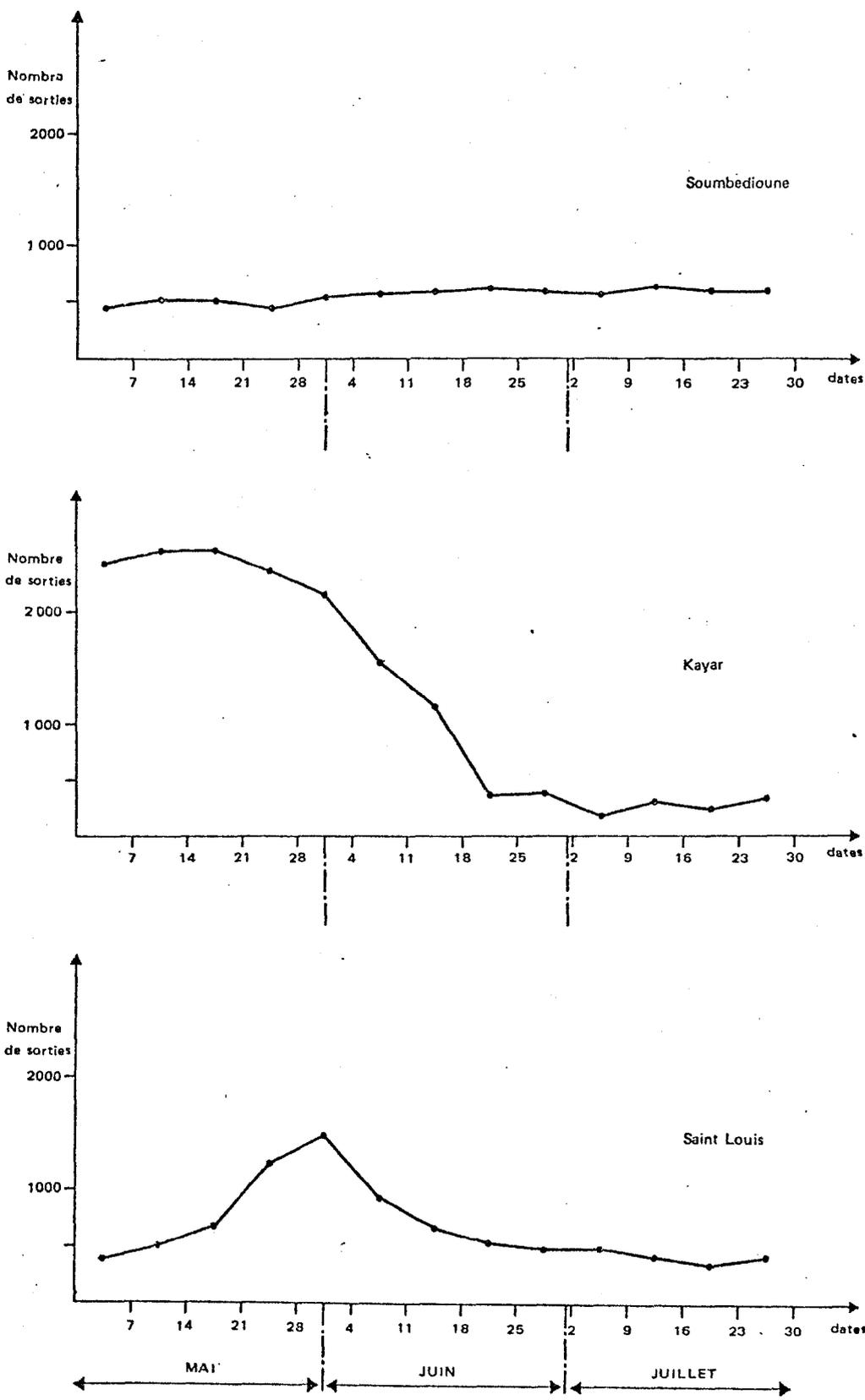


Fig. 11 : Évolution de l'effort de pêche, en nombre de sorties hebdomadaires des pirogues, du 1er mai au 30 juillet 1978 dans les ports de Soubédioune, Kayar et St-Louis.

En raison de la continuité dans les observations qu'elle permet d'obtenir, la télé-détection devrait se révéler être un outil intéressant pour la compréhension de ce genre de problème qui paraît découler de modifications rapides des caractéristiques hydrologiques du milieu que les observations ponctuelles de l'océanographie classique ne permettent souvent pas de percevoir.

3.2 - AIDE A LA PÊCHE

La télé-détection par satellite permet de suivre de façon synoptique l'évolution des structures hydrologiques, dans la mesure où elles sont connues, où se concentrent les poissons et délivre cette information très rapidement, pratiquement en temps réel. Il en résulte que le pêcheur a la possibilité de connaître à tout moment les zones à forte probabilité de pêche et ainsi d'améliorer considérablement sa stratégie. L'impact économique est double : on améliore les tonnages capturés en diminuant le prix de revient notamment la consommation de carburant proportionnelle au temps de recherche du poisson. L'économie d'énergie ainsi réalisée peut être considérable, notamment au niveau de la pêche thonière où le temps consacré à la prospection est très élevé. Cette technique est déjà utilisée par les pêcheurs américains dans le Golfe du Mexique pour la pêche des «Menhadens» (*Brevoortia tyrannus*). Au niveau du golfe de Guinée, une étroite collaboration entre l'ORSTOM et INTERTHON* devrait contribuer rapidement à développer cette méthode moderne d'aide à la prospection.

Un autre exemple de possibilité d'applications de la télé-détection est fourni par la pêche des sardinelles (*Sardinella aurita*) devant les côtes du Ghana et de la Côte d'Ivoire. Cette espèce est inféodée à des eaux de température inférieure à 26° C qui n'apparaissent en surface qu'en saison froide, au niveau des zones d'upwellings. En dehors de cette période, *Sardinella aurita* vit en profondeur, entre -50 et -100 m, et est inaccessible aux sennes tournantes. On observe ainsi (Rapport du groupe de travail sur la sardinelle, *Sardinella aurita*, des côtes ivoiro-ghanéennes) une forte corrélation entre l'intensité et la durée de l'upwelling et l'importance des captures. Il apparaît donc que la télé-détection, en permettant une localisation rapide des upwellings devrait permettre de rationaliser les pêcheries.

3.3 - AMÉLIORATION DE L'ESTIMATION DU RECRUTEMENT DANS LES PÊCHERIES

Les remontées d'eaux froides des profondeurs ou upwellings, amènent en surface des éléments nutritifs permettant le développement d'une importante production primaire qui est la base de la pyramide alimentaire. Il en résulte que les régions d'upwelling sont particulièrement productives et que les poissons, qui y trouvent une nourriture abondante,

* Société Coopérative regroupant les thoniers congélateurs français qui opèrent dans l'Atlantique centre est.

s'y concentrent. C'est le cas de la Mauritanie à la Guinée où les eaux sont en quelque sorte fertilisées par trois principales zones d'upwelling : devant le Cap Blanc, au sud-ouest du Cap Timiris et au sud du Cap Vert.

Il existe une relation entre l'intensité de l'upwelling, c'est-à-dire la disponibilité de la nourriture et l'abondance de certaines espèces qui vivent dans la région qui se trouve sous l'influence de cet upwelling. Ainsi, au large de l'Orégon, PETERSON (1973) a montré que les captures du crabe «Dungeness» (*Cancer magister*) pendant sa période de pêche (décembre à août) dépendaient étroitement de l'upwelling d'avril à septembre, dix-huit mois auparavant.

On entrevoit immédiatement qu'une des possibilités de la télédétection, en raison de la vue d'ensemble des phénomènes qu'elle donne, serait de suivre, par des observations de routine, les évolutions d'un indice d'intensité d'upwelling qui serait, par exemple, proportionnel à la surface de l'upwelling sur les images. On disposerait là d'un élément important permettant de prévoir avec un délai fonction de la vitesse de croissance des différentes espèces, le recrutement de chaque espèce dans la pêcherie et ainsi d'améliorer la mise en valeur de la pêcherie.

IV - CONCLUSION

La télédétection par satellite apparaît comme un moyen privilégié d'observation de la surface de la mer dans les régions à faible nébulosité. Le traitement des données numériques par le logiciel METSA semble devoir donner des résultats fiables : dans la partie infrarouge du spectre, où l'on effectue une mesure liée à la température de la surface de la mer, il existe une bonne concordance avec les observations de l'océanographie classique comme les mesures des températures de surface par les navires marchands ou les divers navires océanographiques. L'étude de l'évolution des zones d'upwellings et des fronts thermiques est en accord avec les diverses descriptions de ces phénomènes que l'on trouve dans la littérature concernant la région.

En permettant ainsi de suivre le déplacement des structures hydrologiques riches en nourriture et où se concentrent les poissons, la télédétection se révèle être un outil très efficace pour la description et la compréhension des mécanismes qui déterminent les déplacements saisonniers des espèces. Ceci, joint à la disponibilité en temps réel de l'information, en fait un précieux auxiliaire du pêcheur dans l'élaboration des stratégies de pêche dont elle peut contribuer à diminuer le prix de revient.

Enfin, à moyen ou long terme, la télédétection par satellite, par les moyens qu'elle offre de surveiller l'évolution du milieu marin dans le temps, devrait constituer un élément important des modèles prévisionnels qui seront peut-être un jour à la base d'une stratégie de pêche à l'échelle de l'océan mondial.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES -

- ANONYME - Rapport du groupe de travail sur la sardinelle (*Sardinella aurita*) des côtes ivoiro-ghanéennes. Abidjan, 28 juin - 3 juillet 1976. C.R.O.-ORSTOM, Abidjan.
- BAKHAYOKHO, M. - 1978 - Bilan des pêcheries thonières sénégalaises (1955-1976). Relation entre l'abondance des captures et les conditions hydrologiques. Mém. D.E.A., Univ. Bretagne occid., Antenne ORSTOM.
- BERRIT, G.R. - 1952 - Esquisse des conditions hydrologiques du plateau continental du Cap Vert à la Gambie (températures et salinités). *Bull. I.F.A.N.*, XIV, 3, pp.735-761.
- BERRIT, G.R. - 1961 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Première partie. *Cah. Océanog.*, 13, (10), pp. 715-727.
- BERRIT, G.R. - 1962 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Deuxième partie. *Cah. Océanog.*, 14, (9), pp.633-643 et 14 (10), pp. 719-729.
- BOELY, T., CHABANNE, J., FREON, P., STEQUERT, B. - 1978 - Cycle sexuel et migrations de *Sardinella aurita* sur le plateau ouest-africain, des îles Bissagos à la Mauritanie. Doc. sci. C.R.O. Dakar-Thiaroye (sous presse).
- BRULHET, J. - 1974 - Onze années d'observations hydrologiques à proximité du Cap Blanc. *Bull. Lab. Pêche Nouadhibou, Mauritanie*, 3, pp.33-41.
- CHAMPAGNAT, C., DOMAIN, F. - 1978 - Migrations des poissons démersaux le long des côtes ouest-africaines de 10 à 24° de latitude nord. Annexe au rapport du Groupe de travail ORSTOM-ISRA sur la reproduction des espèces exploitées du Golfe de Guinée. Dakar, 7-12 nov. 1977.
- CREMOUX, J.L. - 1970 - Observations océanographiques effectuées en 1969. I : Stations hydrologiques. C.R.O. Dakar-Thiaroye, Doc. sci. prov. 24.
- CREMOUX, J.L. - 1971 - Observations océanographiques effectuées en 1970. C.R.O. Dakar-Thiaroye, Doc. sci. prov. 33.
- ELWERTOWSKI, J., BOELY, T. - 1971 - Répartition saisonnière des poissons pélagiques côtiers dans les eaux mauritaniennes et sénégalaises. C.R.O. Dakar-Thiaroye, Doc. sci. prov. 32.
- I.C.C.A.T. - 1978 - *Bulletin d'Information*, VIII, 2, août 1978.
- MAIGRET, J. - 1972 - Campagne expérimentale de pêche des sardinelles et autres espèces pélagiques, juillet 1970 - octobre 1971. Laboratoire des pêches de Nouadhibou - S.C.E.T. international.
- NOEL, J. - 1978 - Introduction sommaire à la télédétection. Note ronéotypée, non publ.

- PETERSON, W.T. - 1973 - Upwelling indices and annual catches of Dungeness crab, *Cancer magister*, along the west coast of the United States. *Fishery Bull.*, 71, 902.
- POSTEL, E. - 1953 - Observations hydrologiques au large de Dakar. *Ann. biolog. CIEM*, vol. 9.
- PRIVÉ, M., WAGNER, J.J. - 1977 - Croisière Capricorne C.A.P. 77.03. Résultats d'observations. Bathythermogrammes (16 avril - 10 mai 1977). C.R.O. Dakar-Thiaroye, Arch. 50.
- ROSSIGNOL, M., MEYRUEIS, A.M. - 1964 - Campagne océanographique du Gérard Treca (juin 1962). Étude des masses d'eau et de la circulation dans l'Atlantique oriental (région comprise entre les îles du Cap Vert et la côte du Sénégal et de Guinée) C.R.O. Dakar-Thiaroye, Doc. sci. prov.
- ROSSIGNOL, M., ABOUSSOUAN, M.Th. - 1965 - Hydrologie marine côtière de la presqu'île du Cap Vert. C.R.O. Dakar-Thiaroye, Doc. sci. prov.
- ROSSIGNOL, M. - 1973 - Contribution à l'étude du «complexe guinéen». Doc. ORSTOM, Centre de Cayenne.
- SCHEMAINDA, R., NEHRING, D., SCHULZ, S. - 1975 - Ozeanologische Untersuchungen zur produktions potential der nordwestafrikanischen wasserauftriebs region 1970-1973. *Geodätische u. Geophys. Veröff.*, 4 (16), pp. 4-88.
- TIXERANT, G. - 1974 - Contribution à l'étude de la biologie du maigre ou courbine sur la côte mauritanienne, *Argyrosomus regius* asso *Sciaena aquila* Lacépède (famille : *Sciaenidae*). Thèse Doc. Univ., U.E.R. Sciences de la mer et de l'environnement, Univ. Aix-Marseille.

ANNEXE IV

PROGRAMMES INFORMATIQUE UTILISES POUR LE DEPOUILLEMENT DES
RADIALES DE CHALUTAGE (Programmes écrits par J.J. LECHAUVE.
Bureau Calcul, Antenne ORSTOM, C.O.B.).

REPARTITION BATHYMETRIQUE ET GEOGRAPHIQUE

ESPECE : 199

PAGELLUS COUPEI

NO DE MISSION : 1

RACIALE 18.40		17.40		16.40		15.40		PAPENGUINE		BATHURST		R0X0		TOTAL		
STA.	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	P	
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	62	5800	4	900	690	44800	C	C	1970	100000	93	9400	0	0	2219	160900
2	45	4200	47	7600	277	17900	2250	200000	2	400	276	35000	520	26000	3417	291100
3	C	0	0	0	0	0	0	0	120	5000	304	12400	0	0	424	17400
4	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TST	107	10000	51	8500	967	62700	2250	200000	1492	105400	673	56800	520	26000	6060	469400
	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1	57.84	58.00	7.84	10.59	71.35	71.45	.00	.00	91.82	94.88	13.82	16.55	.00	.00	36.62	34.28
2	42.06	42.00	92.16	89.41	28.65	28.55	100.00	100.00	.13	.38	41.01	61.62	100.00	100.00	56.39	62.02
3	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	8.04	4.74	45.17	21.83	.00	.00	7.00	3.71
4	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1	2.79	3.60	.18	.56	31.10	27.84	.00	.00	61.74	62.15	4.19	5.84	.00	.00	100.00	100.00
2	1.32	1.44	1.38	2.61	8.11	6.15	65.85	68.70	.06	.14	8.08	12.02	15.22	8.93	100.00	100.00
3	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	28.30	28.74	71.70	71.26	.00	.00	100.00	100.00
4	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	1.77	2.13	.84	1.81	15.96	13.36	37.13	42.61	24.62	22.45	11.11	12.10	8.58	5.54	100.00	100.00

Répartition bathymétrique et géographique de Pagellus coupei sur les "sept radiales" lors de la mission n° 1 (décembre 1971) pour 6 strates de profondeurs.

A = données brutes (N = nombre d'individus, P = poids de la capture, en grammes)

B = pourcentages par profondeur

C = pourcentages par radiale.

REPARTITION BATHYMETRIQUE

ESPECE : 199

PAGELLUS COUPEI

MISSION	-- 1 --		-- 2 --		-- 3 --		-- 4 --		-- 5 --		-- 6 --		-- 7 --		-- 8 --		-- 9 --	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
STA.																		
1	C	0	0	C	102	20800	0	0	0	C	0	0	0	0	21	2500	0	0
2	C	0	C	0	76	7000	1	300	246	7500	2	300	1	100	15	1200	0	C
3	C	0	43	6500	552	50500	66	5900	188	14200	14	1600	103	5100	27	1050	1	300
A 4	C	0	186	23600	1629	116000	1866	138500	657	53900	C	165000	190	27400	2320	95000	0	0
5	114	9900	443	30100	342	18000	1328	83000	750	50400	498	11600	520	17000	1200	21500	11	1700
6	273	73200	253	20100	180	15500	109	6500	1570	69400	C	20100	590	20300	30	1800	596	57800
7	C	0	455	49000	28	1600	21	2200	30	900	160	4400	56	5600	1650	18000	45	2250
8	C	0	C	C	C	0	0	C	C	C	C	0	0	C	0	0	C	C
TOT	387	83100	1380	129300	2909	229400	3391	236400	3441	196300	674	203000	1460	75500	5263	141050	653	62050
1	.00	.00	.00	.00	3.51	9.07	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.40	1.77	.00	.00
2	.00	.00	.00	.00	2.41	3.05	.03	.13	7.15	3.82	.30	.15	.07	.13	.29	.35	.00	.00
3	.00	.00	3.12	5.03	18.98	22.01	1.95	2.50	5.46	7.23	2.08	.79	7.05	6.75	.51	.74	.15	.48
B 4	.00	.00	13.48	18.25	56.00	50.57	55.03	58.59	19.09	27.46	.00	81.28	13.01	36.29	44.08	67.35	.00	.00
5	29.46	11.91	32.10	23.28	11.76	7.85	39.16	35.11	21.80	25.27	73.89	5.71	35.62	22.52	22.80	15.24	1.63	2.74
6	70.54	88.09	18.33	15.55	6.19	6.76	3.21	2.75	45.63	35.25	.00	9.90	40.41	26.89	.57	1.28	91.27	93.15
7	.00	.00	32.97	37.90	.96	.70	.62	.93	.87	.46	23.74	2.77	3.84	7.42	31.35	12.76	6.89	3.63
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
TOT	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
C %	1.95	6.13	7.06	9.53	14.87	16.92	17.34	17.43	17.59	14.48	3.45	14.07	7.46	5.57	26.91	10.40	3.34	4.58

Répartition bathymétrique de Pagellus coupei sur la radiale 15°40 lors

des neuf premières missions (numérotées de 1 à 9)

A = données brutes (N = nombre d'individus, P = poids de la capture en grammes)

B = pourcentages par profondeurs

C = pourcentages mensuels.

```
C
C
C *****
C
C TRAITEMENT DES CHALUTAGES DU LAURENT AMARO
C ETAT DE REPARTITION BATHYMETRIQUE ET GEOGRAPHIQUE ( 9° RADIALES )
C LE FICHER A ETE TRIE (NO MISSION,NO ESPECES) ASC.
C ALGORITHME : RUPTURE DE CONTROLE SUR NO MISSION ET NO D ESPECE
C --- PROGRAMME REDIGE PAR LECHAUVE J-J ---
C ANTENNE ORSTOM BUREAU CALCUL BREST
C
C *****
C
C DIMENSION T(7,2,8),NASP(321,9)
C INTEGER S(7,2,8),ZT(17),ZF(17),DN,DE,PM,PE,FIN
C
C INITIALISATION ( ZF ) ZONE DONNEES TRAIT. FUTUR
C CHARGEMENT DES LIBELLES ESPECES (NASP)
C
C READ (1,10) ZF
10 FORMAT(3I1,3I2,4I4,4I3,I1,I3,I1)
15 DE=1
DM=1
FIN=0
DO 13 I=1,321
READ (2,12,END=20) (NASP(I,J),J=1,9)
12 FORMAT(9A4)
13 CONTINUE
C
C RETOUR TRAITEMENT RUPTURE
C DE , PE , DM , PM , FIN POINTEURS DE RUPTURE
C ( ZT ) ZONE DONNEES TRAIT. COURANT
C
C
C 20 PE=DE
PM=DM
IF (FIN.EQ.1) GO TO 310
DO 30 I=1,17
30 ZT(I)=ZF(I)
READ (1,10,END=40) ZF
GO TO 50
40 FIN=1
DE=1
DP=1
GO TO 110
C
C RUPTURE NO DE MISSION
C
C 50 IF (ZF(1).EQ.ZT(1)) GO TO 60
DM=1
GO TO 70
C
C RUPTURE NO D. ESPECE
C
C 60 DM=0
70 IF (ZF(13).EQ.ZT(13)) GO TO 80
DE=1
GO TO 90
80 DE=0
C
C TRAITEMENT DEBUT
C
C 90 IF (PM.NE.1) GO TO 110
LC=1
110 IF (PE.NE.1) GO TO 140
DO 120 I=1,7
DO 120 J=1,2
DO 120 K=1,8
S(I,J,K)=0
120 T(I,J,K)=0.
WRITE (8,130)
130 FORMAT(1H1,30X,'REPARTITION BATHYMETRIQUE ET GEOGRAPHIQUE'/
1 31X,41(1H*)//)
```

C
C
C

TRAITEMENT COURANT

```

148 I=ZT(3)
    K=ZT(2)
    IF (K.LE.5) I=I+1
    N=ZT(14)*(10**ZT(15))
    IP=ZT(16)*(10**ZT(17))
    S(I,1,K)=S(I,1,K)+N
    S(I,2,K)=S(I,2,K)+IP
    S(I,1,8)=S(I,1,8)+N
    S(I,2,8)=S(I,2,8)+IP
    S(7,1,K)=S(7,1,K)+N
    S(7,2,K)=S(7,2,K)+IP
    S(7,1,8)=S(7,1,8)+N
    S(7,2,8)=S(7,2,8)+IP

```

C
C
C

TRAITEMENT FIN

```

IF (DE.NE.1) GO TO 280
150 IZT13=ZT(13)
    WRITE (8,160) (NASP(IZT13,J),J=1,9),ZT(1)
160 FORMAT(6X,'ESPECE : '9A4,32X,'NO DE MISSION : ',11//
1      6X,8(1H*),69X,15(1H*)//
2      4X,'RADIALE 18.40',11X,'17.40',11X,'16.40',11X,'15.40',8X,
3      'POPENGUINE',7X,'BATHURST',11X,'ROXO',11X,'TOTAL'//
4      1X,132(1H*)//
5      1X,'STA. ',8(16H N P )//
DO 180 I=1,6
180 WRITE (8,170) I,((S(I,J,K),J=1,2),K=1,8)
170 FORMAT(1X,12,1X,8(17,19))
    WRITE (8,190) ((S(7,J,K),J=1,2),K=1,8)
190 FORMAT(' TOT',8(17,19)//)
    DO 210 K=1,8
    DO 210 J=1,2
    DO 200 I=1,6
    IF (S(7,J,K).EQ.0) GO TO 200
    T(I,J,K)=FLOAT(S(I,J,K))/FLOAT(S(7,J,K))*100.
200 CONTINUE
    T(7,J,K)=100.
    IF (S(7,J,K).EQ.0) T(7,J,K)=0.
210 CONTINUE
    M=1
215 DO 230 I=1,6
230 WRITE (8,240) I,((T(I,J,K),J=1,2),K=1,8)
240 FORMAT(1X,12,2X,8(F6.2,3X,F6.2,1X))
    WRITE (8,250) ((T(7,J,K),J=1,2),K=1,8)
250 FORMAT(5X,8(F6.2,3X,F6.2,1X)//)
    GO TO (255,280) M
255 DO 270 I=1,7
    DO 270 J=1,2
    DO 260 K=1,7
    IF (S(I,J,8).EQ.0) GO TO 260
    T(I,J,K)=FLOAT(S(I,J,K))/FLOAT(S(I,J,8))*100.
260 CONTINUE
    T(I,J,8)=100.
    IF (S(I,J,8).EQ.0) T(I,J,8)=0.
270 CONTINUE
    M=2
    GO TO 215
280 IF (DM.NE.1) GO TO 300
    WRITE (8,290)
290 FORMAT(1H1)
300 GO TO 20
310 STOP
END

```

```
C      * * * * *
C      TRAITEMENT DES CHALUTAGES DU LAURENT AMARO
C      ETAT DE REPARTITION BATHYMETRIQUE ( RADIALE 15.40 )
C      EN ENTREE FICHER TRIE ( ORDRE CROISSANT DU NO D ESPECE )
C      ALGORITHME : RUPTURE DE CONTROLE SUR NO D ESPECE
C      --- PROGRAMME REDIGE PAR LECHAUVE J-J ---
C      ANTENNE ORSTOM BUREAU CALCUL BREST
C      * * * * *
C      DIMENSION IT(9,18),XT(9,18),NASP(321,9),XP(18)
C      INTEGER ZT(17),ZF(17),DE,PE,FIN,SEF,SPO
C
C      INITIALISATION ( ZF ZONE DE DONNEES TRAIT. FUTUR )
C      DE PE FIN POINTEURS DE GESTION DES RUPTURES
C
C      READ (1,10) ZF
10     FORMAT(3I1,3I2,4I4,4I3,I1,I3,I1)
15     DE=1
      FIN=0
C
C      MISE EN MEMOIRE DES LIBELLES ESPECES
C
C      DO 25 I=1,321
      READ (2,20) (NASP(I,J),J=1,9)
20     FORMAT(9A4)
25     CONTINUE
C
C      RETOUR TRAITEMENT RUPTURE ( ZT ZONE DE DONNEES TRAIT. COURANT )
C
30     PE=DE
      IF (FIN.EQ.1) GO TO 240
      DO 40 I=1,17
40     ZT(I)=ZF(I)
      READ (1,10,END=50) ZF
      GO TO 60
50     FIN=1
      DE=1
      GO TO 80
60     IF (ZF(13).EQ.ZT(13)) GO TO 70
      DE=1
      GO TO 80
70     DE=0
80     IF (PE.NE.1) GO TO 100
C
C      TRAITEMENT DEBUT ESPECE
C
      DO 90 J=1,18
      XP(J)=0.
      DO 90 I=1,9
      IT(I,J)=0
90     XT(I,J)=0.
      SEF=0
      SPO=0
C
C      TRAITEMENT COURANT ESPECE
C
100    IF (ZT(3).GE.9) GO TO 110
      I=ZT(3)
      J=ZT(1)
      IF (J.LE.0.OR.J.GE.10) OUTPUT ZT ; STOP
      J1=(J-1)*2+1
      J2=J1+1
      N=ZT(14)*(10**ZT(15))
      M=ZT(16)*(10**ZT(17))
      IT(I,J1)=IT(I,J1)+N
      IT(I,J2)=IT(I,J2)+M
      SEF=SEF+N
      SPO=SPO+M
C
110    IF (DE.NE.1) GO TO 30
C
```

C
C

TRAITEMENT FIN ESPECE

```

I=ZT(13)
WRITE (6,120) (NASP(I,J),J=1,9)
120 FORMAT(1H1///51X,'REPARTITION BATHYMETRIQUE'/
1      51X,'*****'///)
2      11X,'ESPECE : ',9A4/
3      11X,'***** '///)
WRITE (6,130) (I,I=1,9)
130 FORMAT(' MISSION',9(' -- ',I1,' -- ')//
1      9X,9(' N P ')// STA.'//)
DO 160 J=1,18
DO 140 I=1,8
140 IT(9,J)=IT(9,J)+IT(I,J)
DO 150 I=1,8
IF (IT(9,J).EQ.0) GO TO 150
XT(I,J)=FLOAT(IT(I,J))/FLOAT(IT(9,J))*100.
150 CONTINUE
IF (IT(9,J).NE.0) XT(9,J)=100.
IF(MOD(J,2).EQ.1) XP(J)=FLOAT(IT(9,J))/FLOAT(SEF)*100.
IF(MOD(J,2).EQ.0) XP(J)=FLOAT(IT(9,J))/FLOAT(SPO)*100.
160 CONTINUE
170 FORMAT(1X,I3,3X,18I7)
180 FORMAT(///1X,'TOT',3X,18I7////)
190 FORMAT(1X,I3,3X,18F7.2)
200 FORMAT(///1X,'TOT',3X,18F7.2////)
210 FORMAT(1X,'===',3X,18F7.2)
DO 220 I=1,8
220 WRITE (6,170) I,(IT(I,J),J=1,18)
WRITE (6,180) (IT(9,J),J=1,18)
DO 230 I=1,8
230 WRITE (6,190) I,(XT(I,J),J=1,18)
WRITE (6,200) (XT(9,J),J=1,18)
WRITE (6,210) (XP(I),I=1,18)
GO TO 30
240 STOP
END

```