

ISO 705720

REPUBLIQUE DU SENEGAL

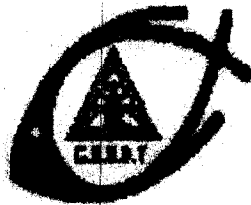
MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES



Centre de Recherches Océanographiques de Dakar - Thiaroye

B.P : 2241, Dakar Tel: (221) 834 80 41 Fax: (221) 834 27 92



MEMOIRE DE CONFIRMATION

**IMPACT DE LA VARIABILITE DE
L'ENVIRONNEMENT PHYSICO-CHIMIQUE SUR
L'ABONDANCE DES RESSOURCES PELAGIQUES
CÔTIERES ET HAUTURIERES (1989-1996)
SENEGAL, ATLANTIQUE ORIENTAL TROPICAL**

par

Youssouph DIATTA,
Chercheur à l'essai au CRODT

ASSO

DIA

5720

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye (CRODT). Je suis très heureux d'exprimer ma plus vive gratitude à ceux qui m'ont aidé, à divers niveaux, dans sa réalisation.

A M. T. DIOUF Directeur Scientifique de l'ISRA, qui malgré des responsabilités très prenantes a toujours accepté de répondre à nos sollicitations. Votre disponibilité, votre esprit d'ouverture, la lumière de votre grande expérience témoignent de vos grandes qualités intellectuelles et humaines, de votre compétence. J'exprime ma profonde reconnaissance, ma gratitude pour l'intérêt porté à ce travail en acceptant de le juger.

A M. Alassane SAMBA, vous avez bien accepté de m'accueillir dans votre Centre. Avec beaucoup d'attention, de compréhension, d'ouverture, vous avez suivi toutes nos activités. Au cours de ces mois, nous avons profité de votre expérience consistant à nous impliquer et à nous informer des décisions et orientations. Nous avons apprécié votre grande disponibilité malgré vos occupations de Chef de Centre. Acceptez nos respects les plus distingués et nos sincères remerciements pour vos grandes qualités humaines et intellectuelles.

A M. Birane SAMB, Vous avez dirigé ce travail avec amabilité, votre disponibilité malgré vos occupations témoignent de vos qualités. Le grand honneur que vous nous faites en jugeant ce travail nous donne l'occasion de vous remercier du fond du cœur.

A M. Mamadou DIALLO, pour son soutien, ses conseils, ses remarques pertinentes qu'il n'a cessé de nous apporter tout le temps. Votre disponibilité sans faille témoigne de votre compétence. Je vous remercie profondément de bien vouloir porter un jugement sur ce travail.

Au Professeur Tahirou DIAW, Directeur du Laboratoire d'Enseignement et de Recherches en Géomatique (LERG), Ce travail n'aurait même pas débuté sans votre apport. Nous apprécions à sa juste valeur la marque de confiance, le soutien apporté durant notre passage au Laboratoire. Nous tenons à vous remercier pour votre accueil et les moyens mis à notre disposition pour mener à terme ce travail. Soyez assuré de l'expression de notre sincère et profonde gratitude.

A tous les chercheurs et techniciens, à la bibliothécaire, à tout le personnel du CRODT, à Mme F. L. CLOTILDE BA de la FST, à tout le personnel du LERG. En témoignage de ma profonde sympathie. Pour votre soutien sans faille, vos conseils, l'attention que vous avez toujours porté à mon égard. Vous m'avez permis d'accéder aux données, à la documentation et répondu à toutes mes sollicitations. Vous avez dirigé une partie de ce travail avec amabilité, et disponibilité. Soyez assuré de notre vive reconnaissance.

A toute l'équipe du navire océanographique Itaf DEME.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
1. LE MILIEU.....	2
1.1 LE PLATEAU CONTINENTAL.....	2
1.2 METEOROLOGIE.....	2
1.3 HYDROCLIMAT.....	3
2. RAPPEL SUCCINCT SUR LES PÊCHERIES ET LA BIOLOGIE.....	5
2.1 PÊCHERIES.....	5
2.2 CONNAISSANCES SUR LA BIOLOGIE DES ESPECES.....	5
3. MATERIEL ET METHODES.....	8
3.1 MATERIEL.....	8
3.2 METHODES.....	9
3.2.1 Statistiques de pêche pélagique côtière.....	9
3.2.2 Statistiques de pêche pélagique hauturière.....	11
3.2.3 Données environnementales.....	13
4. RESULTATS.....	15
4.1 VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DES RESSOURCES MARINES.....	15
4.1.1 Les stocks pélagiques côtiers.....	15
4.1.2 Les stocks pélagiques hauturiers.....	20
4.2 VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DE L'ENVIRONNEMENT.....	21
4.2.1 Analyse des fluctuations annuelles et saisonnières des paramètres environnementaux.....	21
4.2.2 Evolution des caractéristiques de l'hydroclimat.....	24
4.3 ANALYSE DES RELATIONS RESSOURCES – ENVIRONNEMENT.....	25
4.3.1 Hypothèse du déterminisme environnemental de l'apparition massive périodique des ressources pélagiques.....	25
4.3.2 Analyse descriptive et comparative de l'impact des fluctuations environnementales sur l'abondance des ressources pélagiques.....	25
5. DISCUSSION GENERALE – PERSPECTIVES.....	29
REFERENCES.....	31
LISTE DES ANNEXES.....	35

INTRODUCTION

Les téléostéens pélagiques représentent une part importante des productions halieutiques du Sénégal. Les espèces pélagiques constituant la majorité des débarquements effectuent des migrations de grandes amplitudes. Ces migrations sont soumises à l'influence hydrologique de la région maritime caractérisée par une variabilité spatiale et saisonnière et une situation en zone d'upwelling, riche en substances nutritives, principale source d'enrichissement des écosystèmes nord ouest africains. Ce facteur hydrodynamique favorise le développement et l'épanouissement de la biomasse phytoplanctonique (Rebert, 1979 *in* Dème-Gningue & Diaw, 1993).

Les ressources pélagiques côtières et hauturières sont très sensibles aux conditions environnementales d'où l'intérêt, malgré les travaux publiés antérieurement aux années 1989, d'apporter une contribution récente à la connaissance de ces ressources. Ce travail porte sur l'étude de leur variabilité et de la variabilité spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques, température, salinité, nitrates, nitrites et chlorophylle. Ces facteurs doivent permettre d'apprécier leur impact sur l'abondance des ressources.

Cette étude présente le milieu dans lequel évoluent ces ressources et indique les caractéristiques biologiques et écologiques de quelques espèces pélagiques. Puis, elle procède à l'analyse descriptive et comparative des variations spatio-temporelles des ressources marines et de l'environnement et l'impact de cette variabilité sur l'abondance des ressources pélagiques.

1. MILIEU

Cette partie du document est tirée, *pro parte*, des travaux de Rebert (1982). Les observations ont été réalisées essentiellement au niveau du plateau continental sénégalais (fig. 1), même si parfois certains pays riverains sont indiqués, du fait du comportement migratoire des ressources pélagiques.

Les différentes caractéristiques du milieu influent à un degré ou à un autre sur la répartition des espèces et leur capture; d'où la nécessité de décrire brièvement l'environnement océanique de la zone étudiée, fortement conditionnée par les variations spatio temporelles du climat.

1.1 LE PLATEAU CONTINENTAL

Selon Rebert (1982), le plateau continental sénégalais avec une superficie de 28700 km² présente de 12°30 à 16°20 N une façade maritime de 240 milles nautiques de latitude dans le sens Nord-Sud. Diallo (1989) révèle que sa situation en longitude (entre les méridiens 11°30 et 17°30 W) explique son appellation de Finistère Ouest Africain.

Ce plateau continental à géomorphologie hétérogène, d'une largeur variable présente des fonds peu accidentés, exceptée la fosse de Kayar, au niveau de la presqu'île du Cap-Vert. La carte sédimentologique (Domain, 1977) présente des fonds meubles, le plus souvent vaseux ou sableux vaseux.

Les fonds à dominance sableux vaseux et rocheux avec des bancs rocheux côtiers, dominant sur la grande Côte et la région de Dakar.

Sur la côte sud existent deux falaises sous marines correspondant vraisemblablement aux lignes de rivage au cours de stades régressifs du quaternaire (Sourie, 1954).

1.2 METEOROLOGIE

Les Vents

Selon la saison, on peut rencontrer trois types de vents :

- l'alizé maritime, vent fort et frais de secteur nord-ouest à nord-est de mars à mai
- l'alizé continental ou harmattan, vent chaud et sec, chargé de poussières, de secteur est à nord-est de novembre à février

- les vents de moussons de composante sud-ouest résultent de la transformation de l'alizé austral.

Les pluies

Le climat du Sénégal est caractérisé par une seule saison de pluies, l'hivernage dont la durée diminue progressivement vers le nord, et une saison sèche variable du nord au sud.

Les masses d'air et les champs de pression

Au sol le littoral se trouve sous l'influence de trois masses d'air principales au cours de l'année (fig. 2). Deux sont d'origine boréale et une australe:

- la masse d'air continentale, chaud et sec, qui en mer surmonte une masse d'air frais et humide plus dense, la masse d'air maritime boréale ;

- la masse d'air australe chaud et humide ne s'observe que durant la période d'hivernage, de mai à octobre. Elle est séparée des précédentes par une surface de triple discontinuité (vent, température et humidité) : le front inter tropical (FIT).

Les déplacements saisonniers de ces masses d'air sont régis par l'interaction de quatre champs de pression :

- deux systèmes maritimes permanents : les anticyclones des Açores et de Saint Hélène

- deux systèmes continentaux saisonniers : l'anticyclone de Libye (ou maghrébin) et la dépression saharienne.

1.3 HYDROCLIMAT

Les conditions hydrologiques sont influencées par la circulation des masses d'eau, les vents dominants et à un degré moindre par les marées.

Durant la période relativement froide (novembre à mai), se manifeste l'action du courant des Canaries. Celui-ci prolonge vers le sud celui du Portugal. C'est un courant froid, non seulement parce qu'il vient des régions plus septentrionales, mais aussi parce qu'il reçoit les montées d'eau profonde, le long des côtes du Maroc et de la Mauritanie ; la température de ces eaux reste inférieure à 20°C pratiquement toute l'année. A l'action de l'alizé sont attribuées ordinairement les remontées des eaux froides. Les eaux chaudes de surface chassées vers le large, seraient remplacées par des eaux plus froides d'origine profonde. Cette remontée

des eaux froides de profondeur (upwelling) riches en sels nutritifs permet une croissance rapide du phytoplancton et une forte concentration des productions halieutiques (Sourie, 1954 ; Diallo, 1989). D'après Rebert (1982), on distinguerait une saison froide à faible upwelling (novembre-janvier) et une saison froide à fort upwelling (février-mai).

De juin à octobre le courant des Canaries est repoussé vers le nord par le contre courant équatorial chaud lié à la mousson et provoquant l'accumulation d'eaux chaudes (piling up). En saison des pluies, le dessalement des eaux est lié en général à l'apport des pluies et fleuves, ce qui explique qu'il soit particulièrement marqué près des embouchures des fleuves Sénégal, Gambie et Casamance (Diallo, 1989).

La température, la salinité, les nitrates, les nitrites et la chlorophylle constituent les principaux facteurs physico-chimiques ciblés dans ce présent travail.

La conjugaison exceptionnelle de facteurs hydrologiques et météorologiques favorables, de même que leur complexité font du plateau continental ouest africain une région à très forte productivité biologique (Furnestin, 1970; Schemainda *et al* 1975 in Domain, 1980; Medina Gaertner, 1985 & Seret, 1985).

Les conditions d'éclairement et de température sont particulièrement favorables à la photosynthèse. La teneur de l'eau en sels minéraux nutritifs joue un rôle déterminant dans le développement de la production primaire. Il apparaît d'après les travaux réalisés par Dia (1983), Touré (1983) et Roy (1998) que l'upwelling est bien à l'origine de l'apport principal en élément nutritif et assure le développement d'un peuplement phytoplanctonique.

Les premières études du zooplancton ont été réalisées par Séguin (1956), Bainbridge (1972) et Touré (1972) in Fréon, 1986. Touré (1972) indiquent des saisons riches (janvier à avril) et pauvres (juin à décembre) à relier sans doute à l'upwelling.

2. RAPPEL SUCCINCT SUR LES PECHERIES ET LA BIOLOGIE

2.1 PECHERIES

Au Sénégal, trois pêcheries exploitent habituellement les stocks de petits pélagiques côtiers :

- la pêche industrielle des grands senneurs et chalutiers pélagiques
- la pêche semi-industrielle des petits sardiniers dakarois
- la pêche artisanale qui utilise principalement des engins comme les sennes tournantes, les filets maillants et les sennes de plage.

Concernant les stocks pélagiques de hauturiers, ils sont exploités par la flottille thonière qui s'intéresse principalement à trois espèces : l'albacore, le patudo et le listao. Ces espèces sont exploitées par des canneurs ayant Dakar comme port d'attache et des navires étrangers composés de senneurs et de palangriers.

Il existe cependant d'autres pêcheries hauturières comme la pêche artisanale et la pêche sportive.

2.2 CONNAISSANCES SUR LA BIOLOGIE DES ESPECES

Espèces pélagiques côtières

Les ressources marines concernées dans cette présente étude sont: les espèces pélagiques côtières et hauturières.

Après avoir présenté quelques espèces de téléostéens pélagiques, nous évoquons brièvement les généralités sur les thonidés et les caractéristiques biologiques de *Sardinella aurita* et *S. maderensis* compte tenu de leur forte présence dans les captures, surtout espèces très prisées par les populations.

Les espèces pélagiques côtiers vivent en surface ou en pleine eau sur toute l'étendue du plateau continental. Les principales espèces qui peuvent constituer près de 2/3 des débarquements sont : *Sardinella aurita* (sardinelle ronde), *S. maderensis* (sardinelle plate), *Decapeterus rhonchus* (chinchard jaune), *Chloroscombrus chrysurus* (plat plat), *Ethmalosa fimbriata* (ethmalose), *Trachurus trecae* (chinchard noir)

D'autres espèces secondaires capturées sont : *Pomadasys* sp. (carpe blanche), *Scomber japonicus* (maquereau), *Sphyraena* spp. (brochet de mer).

Reproduction - Croissance

Les éléments essentiels des travaux de Boely *et al* (1978) , Camarena (1986), Freon (1986) seront évoqués. Il ressort de ces études que les aires et périodes de reproduction sont déterminées à partir de l'analyse des concentrations des larves identifiées grâce à leur pigmentation et à des paramètres morphométriques.

Chez *S. aurita*, l'activité sexuelle est très étalée au cours de l'année dans la région sénégalo-mauritanienne et présente une forte variabilité interannuelle liée aux conditions climatiques.

Au Sénégal, on observe deux périodes de reproduction intenses séparées par un repos sexuel. Les adultes qui se reproduisent de février en mai ou de mars à juin avant qu'une fraction importante migre au nord du Sénégal. Les jeunes reproducteurs sont les seuls à assurer la deuxième ponte de septembre à novembre (Fréon, 1986). La taille moyenne observée à la première maturité sexuelle est de 18,5 à 20 cm avec une fécondité relative de 400 œufs selon Conand (1977).

Concernant *S. maderensis*, des œufs sont présents tout au long de l'année sur les côtes sénégalaises d'où une reproduction permanente. L'activité sexuelle est très intense de février à octobre avec un maximum entre mai et août et la ponte plus côtière que pour l'espèce précédente (Conand & Cremoux, 1972).

Les méthodes usuelles d'étude de croissance des clupéidés se heurtent généralement à des obstacles liés entre autres au suivi des tailles, vu les nombreuses poussées reproductives annuelles. Elles ont pu être approfondies au Sénégal par le suivi des classes modales chez les juvéniles et par la lecture des écailles chez les adultes.

Le taux de croissance n'est pas régulier mais subit des variations en fonction des conditions environnementales et/ou des conditions physiologiques, variations qui s'inscrivent dans toutes les formations calcifiées (écailles, otolithes, pièces osseuses...)

Alimentation

Les deux espèces de sardinelles ont des régimes alimentaires similaires au cours de leur développement, pour les phases de vie observables au Sénégal. Le régime est à base de plancton, phytoplancton et zooplancton, ce dernier étant essentiellement constitué de

copépodes et d'euphausiacés). Medina-Gaertner (1985) révèle que l'alimentation diffère sélectivement en fonction de la taille des proies.

Les ressources pélagiques sont aussi les proies de nombreux téléostéens et de mammifères marins. Les téléostéens juvéniles et adultes sont aussi des cibles privilégiées de certains téléostéens de grande taille. On note un phénomène de cannibalisme et une forte compétition intra et interspécifique. La structure sociale des téléostéens (formation de banc, migration) pourrait être une des facultés d'échapper à la prédation.

Distribution géographique et migration

Les espèces pélagiques présentent une très vaste distribution géographique. Par exemple, les stocks de la zone nord ouest africaine sont en général trouvées de la Mauritanie à la Guinée Bissau. Les migrations sont liées aux variations saisonnières des facteurs hydro biologiques. Ces espèces effectuent des migrations de grande amplitude entre les îles Bissagos, au large de la Guinée-Bissau, et le Maroc.

Espèces pélagiques hauturières

Elles évoluent essentiellement en surface en dehors du plateau continental. Dans le cadre de cette étude, trois principales espèces de thons tropicaux fortement exploitées par les navires étrangers seront considérées. Il s'agit de : *Thunnus albacores* (albacore), *Thunnus obesus* (patudo), *Katsuwonus pelamis* (listao).

Les thonidés, particulièrement l'albacore, le listao et la patudo sont les principales ressources en haute mer. Ils abondent à proximité du plateau continental dans des eaux avoisinant en général 23-24°C. Ils effectuent des migrations variables et très importantes dans l'Atlantique Est et Ouest. D'après Fonteneau (1991), l'exemple de l'albacore montre une grande régularité de ces migrations (fig. 3.). Les migrations peuvent être liées à la reproduction, car la ponte est un phénomène saisonnier très régulier. Elles peuvent également être liées à l'alimentation car les zones d'upwelling sont productives et riches en petits pélagiques. La nourriture des thons est très variée mais les poissons pélagiques côtiers sont importants dans leur alimentation.

Les thonidés, espèces grégaires, se concentrent dans les eaux frontales, riches en zooplancton et dont se nourrit le necton, également proies des thons (Cayré *et al.* , 1988).

3. MATERIEL ET METHODES

3.1 MATERIEL

Données de captures

Les captures proviennent des principaux sites de débarquement.

Pour la pêche artisanale, nous avons pris en compte les débarquements totaux pour toutes régions confondues (Louga, St-Louis, Thies, Dakar, Fatick, Kaolack et Ziguinchor). Ensuite nous avons choisi quatre stations (St-Louis, Kayar, Yoff et Mbour) et tenté de voir la variabilité des stocks au niveau de chaque site et de faire une comparaison entre sites situés au nord et au sud.

Pour la pêche industrielle sardinière, il est pris en compte les débarquements totaux des senneurs sénégalais qui opèrent dans la zone (15°30 / 16°00 N), à Mboro, Dakar, Sarène, Saloum, Casamance, Cap Roxo et en Gambie. Il en est de même des chalutiers soviétiques qui ont opéré au sud et au nord du Sénégal.

Nous avons dans ce cas précis appelé zone Sénégal, la zone englobant les captures des stations seulement du Sénégal. Pour la zone atlantique, ce sont à la fois les captures des stations sénégalaises et en provenance de la Gambie.

Pour la pêche hauturière nous avons pris en compte les captures annuelles des canneurs de Dakar opérant dans deux zones différentes. Les trois espèces concernées citées plus haut sont l'albacore, le listao et le patudo. Ces espèces de la famille des scombridae sont caractérisées par une grande importance pondérale dans les captures et par les statistiques de pêche. Nous avons pris en compte les zones 6N-22N/15W-25W, Sénégal-Mauritanie et 16N-22N/15W-25, Mauritanie. Les données couvrent la période 1989-1996.

Données environnementales

La base regroupe des données satellites. Il s'agit de synthèse pentadaire de la température de surface de la mer (TSM) réalisée à partir de données METEOSAT. A ces données s'ajoutent celles issues des navires marchands le long des océans. C'est une base de données mondiales. Ces mesures sont depuis longtemps utilisées en océanographie. Les données reçues auparavant au CRODT le sont actuellement au LERG (Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Géomatique). D'après Demarcq et Citeau (1995), elles

permettent de produire des cartes des variations spatio-temporelles de TSM le long du littoral Sénégalais mauritanien.

Les fichiers indiquent le plus souvent la latitude, longitude, l'année, le mois, jour, la composante du vent, la TSM et l'indicatif du bateau. Les mesures effectuées selon le même protocole à travers tous les océans sont comparables à l'échelle mondiale.

Selon Roy (1991) la qualité des données n'atteint pas celles des stations météorologiques, c'est pourquoi elles ne permettent d'avoir qu'un aperçu des particularités locales attachées aux sites de ces stations côtières.

Compte tenu des travaux antérieurs, nous avons jugé utile d'utiliser une base de données couvrant simplement la période 1989-1996, en particulier celles concernant la zone Sénégal, (lat. sud : 9, lat. Nord : 21 ; long. Ouest : -26, long. Est : -14) et la zone atlantique (lat. sud : -30, lat. Nord : 36 ; long. Ouest : -50, long. Est : 16).

Parmi les paramètres environnementaux retenus pour ces représentations, la TSM est fortement représentative de la dynamique hydroclimatique. Il s'agit là d'un paramètre écologique jugé extrêmement important, qui conditionne la distribution, les déplacements des espèces aussi bien géographique qu'en profondeur. Pour les différents paramètres utilisés, nous avons calculé la moyenne annuelle et mensuelle.

D'autres paramètres physico-chimiques ont été également employés, tous recueillis chaque jour à partir des stations côtières du Sénégal comme St-Louis, Kayar, Yoff et Mbour. Les paramètres physiques enregistrés sont la température de surface de la mer et la salinité de l'eau et pour les paramètres chimiques, nous avons les nitrates, les nitrites et la chlorophylle.

Les séries de données constituent une importante source d'observation de l'environnement marin pour étudier ses effets sur les populations marines. L'ensemble de ces données étudiées couvrent la période 1989-1996.

3.2 METHODES

3.2.1 Statistiques de pêche pélagique côtière

-Pêche artisanale

Les enquêtes se font directement auprès des pêcheurs lors du retour de pêche.

Les renseignements collectés sont :

- type de pêche (engin utilisé)
- heure de départ
- heure de retour

- météo (force du vent, brume, pluie, etc...)
- nombre de coups de filet (total et positif)
- nombre de paniers de poissons capturés
- composition spécifique de la prise
- destination du produit (mareyage ou transformation)
- prix de vente du panier de poisson
- incident (filet déchiré ou panne mécanique)
- lieu de pêche.

Pour les sennes tournantes et les filets maillants encerclants, le débarquement du poisson se fait à l'aide de paniers standardisés qui servent aussi à la vente du produit. Pour des raisons de commodité les estimations de poids portent sur le nombre de paniers parce que pour ces types de pêche tout le monde traite, achète et vend en paniers. Des tests périodiques de pesées et de mesures des paniers sont effectués afin de contrôler le poids moyen du contenu des paniers utilisés.

La proportion de pirogues enquêtées par jour est variable, mais le but visé est d'obtenir un taux d'enquête assez représentatif de l'activité de la journée. Le nombre total de sorties est obtenu par un système de pointage sur une liste de toutes les unités de pêche du centre concerné. Cette liste est mise à jour au fur et à mesure des départs et arrivées des campagnards. Cette collecte de l'effort a lieu tous les jours même s'il n'y a pas d'enquête. Un aide de plage est chargé de cette tâche.

L'importance du parc piroguier ne permet pas une couverture journalière complète de toutes les sorties ; ce qui nous amène au moment du traitement de procéder à des extrapolations.

Les données brutes issues des enquêtes sont codées sur bordereau et saisies sur support informatique puis un programme de contrôle technique permet de détecter et d'éliminer les erreurs qui peuvent s'y glisser pendant les différentes phases de mise en forme du fichier.

Un autre programme de calcul permet d'obtenir les résultats mensuels et annuels qui sont présentés pour chaque engin de pêche.

Toutes les autres informations recueillies sont traitées mais les résultats ne sont pas publiés en raison de leur volume, toutefois ils restent disponibles.

- Pêche industrielle

Les systèmes de collectes des données de la pêche industrielle ne sont pas les mêmes suivant que l'on considère les sardiniers dakarois ou les bateaux de gros tonnage opérant dans le cadre d'affrètement pour les sociétés de pêche installées au Sénégal.

Les sardiniers dakarois sont généralement des navires de pêche fraîche de moins de 100 TJB qui effectuent des marées de courtes durées et débarquement au port de Dakar durant la journée. Ce qui permet à l'enquêteur du CRODT basé au port d'accéder facilement à bord du bateau. En revanche, pour les autres bateaux de gros tonnage, la durée de la marée est longue et les horaires de débarquement irréguliers. De plus, ces navires peuvent procéder à des transbordements en mer par le biais de navires de ramassage. Ce sont des observateurs du Projet de Surveillance de la Pêche du Sénégal, embarqués dans ces bateaux, qui assurent la collecte des données.

3.2.2 Statistiques de pêche pélagique hauturière

La pêche thonière est une pêche internationale, se pratiquant dans tout l'atlantique. Elle est exploitée par une quinzaine de pays. Trois seulement des cinq espèces principales sont pêchées dans la région tropicale : l'albacore, le listao et la patudo.

Par ailleurs, d'autres espèces de thonidés côtiers (thonines, maquereau bonite et bonite à dos rayé...), de poissons porte épée (espadon, marlin et voilier...) intéressent la pêche thonière, mais leur exploitation est essentiellement le fait d'unités artisanales, et dans une moindre mesure de la pêche sportive.

On peut distinguer trois modes d'exploitation différents :

- La pêche palangrière qui capture de gros individus (albacore, patudo) en profondeur dans tout l'atlantique. Essentiellement pratiquée par les asiatiques, son importance décroît régulièrement et tend au déclin.
- La pêche à la canne : les espèces sont exploitées essentiellement par une flottille de canneurs ayant Dakar comme port d'attache où elle débarque la totalité de ses captures.
- La pêche à la senne qui s'est développée à partir des années 1965-66 avec la construction d'unité de grande capacité. Les espèces sont exploitées par une flottille de senneurs étrangers débarquant une partie de leur capture à Dakar.

Le système de recueil des statistiques existe depuis de nombreuses années, elle a débuté entre 1965 et 1967 dans les ports de Dakar, Abidjan et Pointe noire, il a été amélioré au fil des années et la chaîne est actuellement entièrement informatisée.

Une enquête détaillée jour par jour est faite auprès des patrons thoniers lors de chaque débarquement, et les captures effectives obtenues par diverses sources (usines, armements, DOPM) ; tous ces renseignements sont codés, mis sur support informatique sous logiciel AVDTH puis centralisés à Dakar et à Abidjan. Une chaîne de traitements permet alors d'obtenir un fichier de données «épures» servant aux études ultérieures de dynamique. Des échantillonnages biologiques sont également faits lors des débarquements ou dans les usines : mensurations de routine, prélèvement de gonades pour les études de fécondité et d'épines dorsales ou otolithes pour les études de croissance...

Ces résultats sont ensuite transmis au Secrétariat de la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés (CICTA ou ICCAT), dont le Sénégal est membre, où ils sont regroupés avec ceux provenant de tous les pays membres.

Ce système d'enquête demande, dans chaque port de débarquement, la présence d'un enquêteur (à temps plein ou partiel suivant l'importance de la pêche), ainsi qu'une infrastructure au laboratoire afin de contrôler les renseignements obtenus, les coder, mettre sur support informatique et les traiter.

Ce système, maintenant bien rodé, permet d'obtenir l'ensemble des données nécessaires à une gestion rationnelle de la pêcherie :

- statistiques de base : débarquement par pavillon, espèce, mois, port de débarquement, type de pêche....
- statistiques scientifiques : efforts de pêche par zone et engins, répartition des espèces par zones et engins, cartes détaillées par carrés statistiques 1° x 1°.....
- statistiques biologiques ; structure d'âge de la population pêchée, disponibilité du poisson, fécondité potentielle du stock.....

L'ensemble des pays pêchant le thon dans l'Atlantique collabore au sein d'un organisme international spécialisé, la CICTA ou ICCAT (Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique). Cet organisme, qui regroupe depuis 1969 les pays pêcheurs, riverains ou simplement intéressés par la pêche thonière a pour but le recueil et la centralisation de toutes les statistiques concernant les thons et les espèces voisines (marlin, poissons porte épée...) afin de permettre le contrôle et la gestion optimale des ressources thonières dans l'Atlantique. Les échanges de statistiques se font donc soit directement entre

les organismes scientifiques des pays membres, soit par l'intermédiaire de l'ICCAT. L'ensemble de ces données est regroupé et publié tous les ans dans un annuaire scientifique.

Les recherches thonières sont menées par les différents pays intéressés et sont confrontées lors de la réunion du sous-comité pour la recherche et les statistiques de l'ICCAT, lequel se réunit tous les ans au siège de l'organisation à Madrid. A cette occasion, l'état du recueil des statistiques de chaque pays, le point sur les problèmes scientifiques soulevés lors des années précédentes et le niveau d'exploitation des principales espèces sont examinés. L'ensemble de ces discussions est l'objet d'un rapport qui fait la synthèse des informations disponibles, soulève les principaux problèmes à régler, examine l'état d'avancement des travaux et les recherches à entreprendre, recommande les éventuelles mesures à prendre.

3.2.3 Données environnementales

- Les données de température et de salinité de surface sont collectées quotidiennement au niveau des stations exceptée celle de Gorée. Celles relatives à la chlorophylle, aux nitrates et aux nitrites sont collectées uniquement au niveau du Cap-Vert.
- Ces mêmes paramètres en plus de l'oxygène dissout peuvent être obtenues à partir du Navire de Recherches du CRODT qui effectue différentes sorties en fonction des saisons en vue d'une étude hydrologique du plateau continental. Le plan d'échantillonnage se fait sur la base de radiales et de stations bien spécifiées.

- **Température :**

L'eau de mer est prélevée d'un wharf ou des rochers de la plage à l'aide d'un seau en plastique muni d'une corde. Un thermomètre de précision à mercure gradué au 10^{-1} °C permet la prise de la température de l'eau de mer à partir du seau.

La température peut également être mesurée à la sonde et au thermomètre à renversement en fonction de la profondeur. Ainsi les valeurs obtenues servent à recalibrer celle de la sonde.

- **Oxygène dissous :**

Il est prélevé à partir des bouteilles Niskin dans des flacons de 250 ml puis fixé par du sulfate de manganèse et de l'iodure de potassium en milieu basique. L'échantillon est ensuite conservé dans un seau rempli d'eau puis analysé sur place par la méthode de Winkler.

- **Salinité :**

Les échantillons de salinité sont prélevés à partir du seau dans des flacons de 200 ml à bouchon étanche et analysés au niveau du laboratoire du CRODT. L'appareil utilisé est un salinomètre de type Digital Salinometer E 2002 Tsurumi Seiki.

- **Chlorophylle :**

Un échantillon de 250 ml est prélevé à partir du seau puis passé au filtre en fibre de verre Whatman GFC de 25 mm de diamètre. La chlorophylle est extraite par 5 ml de méthanol à 95% et analysée au fluorimètre 111. L'appareil est équipé d'une lame F4T5 (maximum d'émission entre 405 et 436 nm), d'un filtre corning cs 5-60 (maximum de transmission à 420 nm) à l'excitation. A cause du rapport d'acidification très faible, seule la chlorophylle totale a pu être analysée.

- **Nitrates, nitrites et phosphates :**

Les sels azotés et les phosphates sont échantillonnés chaque semaine aux stations de Gorée et de Yoff, tandis que la biomasse phytoplanctonique est mesurée quotidiennement à Yoff et à Thiaroye, la station de Gorée étant visitée chaque semaine.

Données satellitaires

La méthodologie développée fait appel à une synthèse de l'information satellitaire du canal infrarouge des satellites géostationnaires de la série METEOSAT, acquise à un rythme semi-horaire, couplée à l'intégration des données des navires marchands collectées et distribuées par le Système Mondial de Transmission (SMT).

Le satellite METEOSAT acquiert une image du globe terrestre toutes les 30 mn dans trois canaux : Visible, Infrarouge "vapeur d'eau" et infrarouge thermique, seul ce dernier étant utilisable pour restituer la TSM. Le traitement s'effectue par un chaînage de programmes. Ces images sont redressées géométriquement selon une projection équidistante directe facilitant l'intégration des données des bateaux repérées en longitude et latitude. L'image générée comporte 256 lignes de 256 pixels. Des images de synthèse sont alors générées par maximum thermique point à point entre les images élémentaires calibrées au préalable en température radiative. Cette synthèse permet de réduire la surface des zones nuageuses, dont la température radiative est toujours inférieure à celle qui serait obtenue par temps clair avec une absorption atmosphérique moindre.

4. RESULTATS

4.1 VARIABILITE SPATIO -TEMPORELLE DES RESSOURCES MARINES

Les populations marines exploitées présentent de fortes fluctuations d'abondance dans le temps et dans l'espace. Les fluctuations d'abondance affectent en général les zones d'upwelling. Les résultats statistiques observés montrent tantôt des périodes sporadiques de très fort ou de très faible recrutement dans la dynamique des populations pélagiques. C'est dire aussi que ces espèces sont connues pour leur forte instabilité. Selon Gulland & Garcia (1984) et Caverivière (1994), des fluctuations drastiques sont observées chez certains stocks démersaux comparées aux ressources pélagiques; c'est le cas du baliste au large des côtes ouest africaines (Sénégal, Côte d'Ivoire, Sierra Léone, Guinée) qui était présent en faible quantité dans les années 1970-1980.

Pour caractériser les fluctuations spatio-temporelles des populations et mieux comprendre leurs causes, il semble important de comprendre l'écologie des populations.

L'étude de la variabilité de l'abondance des espèces pélagiques est réalisée à partir des statistiques de pêche. Elles peuvent être étudiées à partir des résultats des campagnes. Cela a pu être possible grâce aux systèmes d'enquête qui assurent un suivi régulier spatio-temporel des débarquements. Pour mieux caractériser cette variabilité, une étude sur un intervalle de huit années précisément, de 1989 à 1996 a été réalisée. Après 1996, les données statistiques n'étaient pas encore disponibles.

4.1.1 Les stocks pélagiques côtiers

Variabilité temporelle

a. Analyse de la variabilité annuelle des débarquements

a.1. La Pêche artisanale

*** Toutes régions confondues**

L'évolution annuelle des captures moyennes des poissons pélagiques sont représentées sur la figure 4. Les variations interannuelles des débarquements sont relativement importantes les

dernières années avec une légère baisse entre 1992 et 1995. Elles fluctuent entre 188924 tonnes et 306672 tonnes autour d'un niveau plus ou moins stable d'environ 248 000 tonnes. D'importantes productions ont été réalisées en 1992, 1993 et surtout en 1996 avec respectivement, 273944, 261368 et 306672 tonnes.

*** Station côtière de St-Louis**

A partir de 1989, les variations interannuelles des débarquements augmentent fortement jusqu'à atteindre en 1994 une forte production de 28993 tonnes, Les captures ont ensuite légèrement baissé en 1996 jusqu'à 21398 tonnes (fig. 5).

*** Station côtière de Kayar**

Elle est située dans la zone Nord. On note une baisse de la production en 1990. De 15852 tonnes en 1989, elle passe à 14994 tonnes en 1990. Cette tendance sera corrigée les années suivantes avec deux pics environ d'égales observées en 1992 et 1994 avec 21096 et 21372 tonnes. Les variations fluctuent et stabilisent relativement à environ 18000 tonnes (fig. 6).

*** Station côtière de Yoff**

Les variations interannuelles des débarquements sont relativement faibles. On note une fluctuation entre 4120 et 2524 tonnes autour d'un niveau moyen d'environ 4000 tonnes. De fortes productions ont été réalisées en 1994 (5379 tonnes de téléostéens débarqués). A partir de cette année une forte baisse a été constatée, allant jusqu'à 2524 tonnes en 1996 (fig. 7).

*** Station côtière de Mbour**

Les débarquements sont nettement caractérisés par une augmentation, comparés aux stations précédentes. Ainsi de 34443 tonnes en 1989, les captures sont passées à 99302 en 1992. Elles baissent légèrement jusqu'à 35360 tonnes en 1995. Les variations interannuelles sont importantes, d'autant plus qu'en 1996, la production va passer à 56729 tonnes (fig. 8).

a.2. La pêche industrielle

Comme pour la pêche artisanale (fig. 8), la figure 9 présente une même allure de la courbe. On observe une variabilité des débarquements qui fluctuent entre les valeurs annuelles minimales de 17487 et maximales de 57810 tonnes. Les débarquements augmentent fortement entre 1990 et 1993, ils passent de 17910 à 57810 tonnes avant de chuter légèrement en 1994 à 26465 tonnes. La production augmente à nouveau en 1995 pour ensuite se stabiliser l'année suivante. L'allure des courbes concernant les captures dans les deux zones semble pratiquement identique.

a.3. Discussion

Les débarquements réalisés par la pêche artisanale (fig. 4 à 8) sont caractérisés par des fluctuations importantes. Il en est de même pour la pêche industrielle (fig. 9). Concernant la pêche artisanale, l'évolution des captures est marquée par des fluctuations importantes en relation avec les saisons tant sur la côte nord que sur la côte sud.

La bonne production observée durant certaines années semblerait être due à une forte abondance des ressources mais aussi à un probable accroissement de l'effort de pêche.

En effet, le parc piroguier a fortement augmenté en 1992 et en 1996. Il a été successivement recensé 5676 et 6449 pirogues opérationnelles le long du littoral sénégalais, de St-Louis au Saloum. On peut penser que ce phénomène serait à l'origine de l'augmentation des captures dans certaines zones (fig. 4 ; 6 ; et 8 en 1992).

b. Analyse de la variation saisonnière des débarquements

b.1. La Pêche artisanale

*** Toutes régions confondues**

L'observation saisonnière de la dynamique des pêcheries (fig.10) semble moins marquée. Les débarquements sont légèrement plus importants d'avril à juillet. On constate une légère augmentation à partir de janvier avec un maximum en mai - juin de 21065 – 21173 tonnes. Cette production tend à baisser jusqu'à une moyenne de 17876 tonnes à partir du mois de juillet, avant d'augmenter pour se stabiliser au début de la saison froide en novembre à 20000 tonnes.

*** Station côtière de St Louis**

Les captures moyennes mensuelles baissent de janvier à juillet. A partir du mois d'août, les captures affichent une hausse continue jusqu'en décembre. Néanmoins, il faut remarquer que les captures sont plus abondantes en saison froide où elles peuvent atteindre 2524 tonnes. En saison chaude, la production diminue jusqu'à 311 tonnes (fig. 11).

*** Station côtière de Kayar**

A Kayar (fig. 12), la production est plus importante en saison froide car atteignant 3200 tonnes. Ainsi, plus on se rapproche de la saison chaude, plus la production baisse rapidement jusqu'à atteindre 139 tonnes avant de croître plus vite à partir du mois d'octobre.

*** Station côtière de Yoff**

Les captures sont peu importantes mais il faut constater que c'est toujours pendant la saison froide qu'on enregistre un taux considérable (682 tonnes capturées). Les débarquements vont diminuer pendant la saison chaude pour atteindre 94 tonnes (fig. 13).

*** Station côtière de Mbour**

La station de Mbour (fig. 14) se différencie des autres sites par la fréquence des captures et par leur importance. Les captures restent abondantes durant toute l'année et le record est enregistré au mois de juillet avec 6947 tonnes, par rapport à la saison froide qui n'a enregistré que 6125 tonnes en novembre.

b.2. La pêche industrielle

Le cycle saisonnier des captures des téléostéens pélagiques (fig.15) présente à peu près la même allure que pour la pêche artisanale. On note toutefois une légère fluctuation entre 1722 tonnes et 4067 tonnes autour d'un niveau moyen de 2609 tonnes environ. De fortes productions ont été réalisées entre novembre et mai avec un maximum en mars de 4067 tonnes dans la zone atlantique et 4000 tonnes dans la zone Sénégal. De juin à octobre, la production baisse à un niveau relativement moyen d'environ 2000 tonnes.

Variabilité spatiale

a/ Variabilité spatiale du niveau de production

a1 A l'échelle inter-régionale

Les valeurs des captures annuelles cumulées de 1989 à 1991 pour la seule espèce pélagique de *S. maderensis* sont obtenues pour quatre pays (Fonteneau 1993 *in* FAO, 1993). Elles montrent nettement aussi bien pour la pêche artisanale (P.A) comme pour la pêche industrielle (P.I) que le Sénégal est de loin la zone où les plus importants débarquements ont été recensés 203452 tonnes pour la P.A. et 23352 tonnes pour la P.I. La Gambie présente un faible taux (P.A: 15 tonnes; P.I.: 6115 tonnes). La Mauritanie totalise 3456 tonnes pour la P.A. tandis que pour la Guinée nous avons recensé 5421 tonnes de 1989 à 1990.

a2. A l'échelle intra-régionale

D'une zone à l'autre, dans la même région, les captures de téléostéens pélagiques sont très variables. Ce phénomène a été décrit plus haut (cf. § variations annuelles et saisonnières des débarquements).

b/ Hétérogénéité spatiale des fluctuations temporelles de l'abondance

Les fluctuations des captures de population ouest africaine de *S. maderensis* demeurent asynchrones sur la période 1989-1991. On note de fortes variations sur cette période comme le montre les différences de captures relatées en Guinée, Mauritanie, Gambie et au Sénégal.

A petite échelle les variations annuelles comme saisonnières des captures apparaissent de même asynchrones d'une zone à l'autre du littoral sénégalais. Certaines années peuvent être caractérisées par une forte production, c'est le cas de Mbour sur la petite côte en 1992 par rapport à St-Louis sur la grande côte. La chute de production est cependant spectaculaire à Kayar située sur la petite côte, comparée à St-Louis ou à Mbour. L'hétérogénéité spatiale des variations des débarquements de poissons pélagiques entre les différents secteurs pourrait, en partie, être due aux changements dans les stratégies de pêche. En revanche, s'agissant de l'hétérogénéité spatiale de la saisonnalité des pêcheries, les différences spatiales seraient dues à une différence dans la chronologie du cycle biologique, des périodes de ponte et de recrutement massif à des différences de stratégie saisonnières de pêche et à des variations spatio-temporelles de disponibilité de la ressource.

4.1.2 Les stocks pélagiques hauturiers

a. Variabilité dans la zone Mauritanie

L'évolution annuelle des prises par espèces (albacore, listao et patudo) des canneurs de Dakar est représentée dans la figure 16. Les variations interannuelles des débarquements sont importantes durant les années 1990-1991 pour l'albacore, car ils passent de 2590 à 4009 tonnes. A partir de 1990 et jusqu'en 1992, les débarquements des deux autres espèces vont diminuer. A partir de 1993, les captures augmentent progressivement pour atteindre une valeur considérable en 1995-1996 dont 3237 tonnes pour le patudo et 2981 pour le listao. Les fluctuations annuelles des captures semblent synchrones pour les deux espèces. Il n'y a pas de tendances, cependant de légères fluctuations ont été constatées.

b. Variabilité dans la zone Sénégal-Mauritanie

Comme pour la zone Mauritanie, on observe les mêmes tendances, la variabilité semble identique pour les deux zones. Cependant les débarquements sont plus importants dans cette zone que dans celle de la Mauritanie. Le pic enregistré pour l'albacore en 1991 est de 4954 tonnes (fig. 17) alors que dans la zone Mauritanie, elle n'est que 4009 tonnes.

L'abondance des thons est peu variable entre les zones.

Discussion

Le caractère saisonnier de la dynamique des pêcheries s'avère très marquée. Les débarquements sont plus importants durant la saison froide avec un pic de captures en général localisé durant cette période. Les captures diminuent en saison chaude. Les différentes fluctuations relèvent de deux types de pêche : une en saison froide et une en saison chaude. L'aspect des graphes confirme davantage le phénomène migratoire auquel sont confrontées les ressources pélagiques.

Le phénomène constaté à la station côtière de Mbour où les plus importantes prises ont été enregistrées sur une partie de la saison chaude pourrait être la cause d'une variation environnementale ou d'une différence de stratégie saisonnière de pêche. Malgré les fluctuations observées sur ce site, les captures semblent relativement importantes durant toute l'année.

4.2 VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DE L'ENVIRONNEMENT

4.2.1 Analyse des fluctuations annuelles et saisonnières des paramètres environnementaux

a. Fluctuations annuelles des paramètres physiques

a1. La température

*** Station côtière de St-Louis, Kayar et Mbour**

Ces trois stations côtières (fig. 18) sont caractérisées par une légère fluctuation interannuelle de la température. Les courbes de températures varient de 19 à 25 °C. Les plus fortes températures (25 °C) ont été observées au sud, à Mbour en 1993 et 1994 alors qu'au long de la côte nord, à St-Louis et Kayar, on note un refroidissement avec la température qui tend à baisser. Elle fluctue entre 19 et 24 °C au nord et 22 et 24 °C au sud.

*** Station côtière de Yoff**

On observe nettement une tendance fluctuante à Yoff de la TSM. Cependant les valeurs semblent très proches, allant de 22,61 à 23,33 °C. On note toute fois de faibles variations ces sept dernières années (fig. 19).

*** Dans la zone Sénégal et Atlantique**

Dans les zones Sénégal et atlantique (fig. 20), les variations annuelles de la température sont globalement synchrones. Elles sont relativement moins importantes et la TSM est de 24 -25 °C dans la zone Sénégal, de 23 à 24 °C dans la zone atlantique.

a2. La salinité

Les courbes annuelles comme saisonnières de la salinité de surface de la mer semblent montrer de légères variations. Les valeurs obtenues sont comprises entre 35 et 36,50 ‰ de 1989 à 1996. Seules les variations saisonnières sont représentées.

b. Fluctuations annuelles des paramètres chimiques

Trois facteurs chimiques ont ainsi été étudiés à la station côtière de Yoff. Il s'agit des nitrates, des nitrites et de la chlorophylle. On note une forte augmentation du taux de chlorophylle avoisinant 25 $\mu\text{g/l}$, en 1993 corrélée avec une baisse du taux de nitrate compris cependant entre 3 et 9 $\mu\text{g/l}$; au moment où la production en nitrite demeure presque constante et inférieure à 3 $\mu\text{g/l}$

c. Fluctuations saisonnières des paramètres physiques : température et salinité

*** Station côtière de St-Louis**

De 1989 à 1996, les plus fortes températures observées à la station côtière de St-Louis (fig. 22) sont de 28° C et les faibles de 17 ° C. De novembre à mai, les températures évoluent plus ou moins rapidement en fonction du temps. Les plus faibles sont observées durant cette période correspondant à la saison froide. A partir du mois de mai, le phénomène de réchauffement des eaux s'accélère et en moins d'un mois, la température passe de 20 à 23 ° C. Les mois de juillet, août, septembre constituent les points culminants de la température. Dès le mois d'octobre, elle commence à osciller pour revenir à 20 ° C.

La salinité plus ou moins constante varie de 35,46 à 36,13 ‰ avec une moyenne générale de 35,84 ‰. Aux températures supérieures à 24 ° C correspondent des salinités légèrement supérieures ou égales à 35 ‰ alors que pour des températures inférieures à 24 ° C, la salinité est toujours supérieure à 35 ‰.

*** Station côtière de Kayar**

Comme à St-Louis, on observe presque les mêmes tendances, les températures varient entre 18 et 28° C. Le réchauffement a lieu toujours à partir du mois de mai avec un maximum en août-septembre. C'est durant la saison froide de novembre à mai que les températures diminuent fortement jusqu'à atteindre 18°.

La courbe de salinité demeure presque constante durant toute la saison. On note une faible variation allant de 35,47 à 36,03 ‰. Pour des températures supérieures ou inférieures à 24 ° C, la salinité reste voisine de 35 ‰ (fig. 23).

*** Station côtière de Yoff**

Les températures varient de 19 à 28° C. A partir du mois de novembre, l'évolution est plus ou moins rapide (19 à 21° C). Ce n'est qu'en août-septembre qu'on obtient les maxima avec 28° C.

La courbe de salinité semble plus ou moins montrer de légères variations allant de 35,58 à 36,10 ‰. Ainsi pour des températures supérieures comme inférieures à 24 ° C, la salinité reste toujours supérieure à 35 ‰. (fig. 24).

*** Station côtière de Mbour**

On observe à Mbour (fig. 25) un phénomène légèrement différent des autres stations, car les plus faibles températures sont de 20° C alors que les plus fortes avoisinent 29° C. En août, septembre, octobre et novembre, la température ne varie pas atteignant toujours 29° C. La chute en décembre à 25° C ramènera la température à 20° C de janvier à mai.

La salinité varie faiblement de 35,70 à 36,46 ‰. Comme dans les trois stations précédentes, on observe le même phénomène car la salinité reste toujours supérieure à 35 ‰ quelque soit la température.

*** Dans la zone Sénégal et Atlantique**

Les températures fluctuent légèrement de 21 à 27° C. Elles sont plus élevées dans la zone Sénégal avec un maximum en saison chaude atteignant 27° C. La zone atlantique se caractérise par des températures variant entre 22 et 25° C en saison froide et 23 et 25°C durant la saison chaude (fig. 26).

d. Fluctuations saisonnières des paramètres physico-chimiques à Yoff: température - nitrates, nitrites, chlorophylle

Le taux de nitrite demeure relativement faible, il varie de 0,1 à 1,6 µg/l au moment où le taux de chlorophylle légèrement supérieur fluctue de 5 à 11 µg/l. Ces deux facteurs varient de façon asynchrone.

Le taux de nitrate est fonction de la température comme le montrent les graphes. Il augmente en saison froide atteignant 11 µg/l quand la température baisse et diminue jusqu'à atteindre 1 µg/l pendant la saison chaude, correspondant à un réchauffement de la température (fig. 27).

e. Discussion

L'étude des paramètres physico-chimiques (fig. 18 à 27) présente un grand intérêt pour l'écosystème marin. Il s'agit d'un ensemble de facteurs qui fluctuent dans le temps

L'évolution interannuelle des stations situées sur la côte nord comme celles au sud semble identique, nous avons les mêmes allures de courbe, mais il existe toutefois des variations en fonction des années. L'analyse saisonnière montre que la structure spatiale des facteurs relevés au nord semble légèrement différente de ceux relevés au sud. La saison froide se caractérise par une baisse des températures, mais surtout par une hausse des facteurs chimiques. La salinité faiblement variable reste tout de même supérieure à 35 ‰. Il semble ainsi s'observer une saison d'eau froide et une saison d'eau chaude salée.

La saison d'upwelling est fortement marquée par une augmentation de la teneur en éléments nutritifs en surface. Ces substances nutritives varient en général inversement à la température. La même situation a été constatée de part et d'autre de la presqu'île du Cap-Vert par Dème-Gningue et *al.* en 1990.

4.2.2 Evolution des caractéristiques de l'hydroclimat

Les conditions environnementales le long des côtes ouest-africaines présentent de profondes modifications à long terme depuis les années cinquante et en particulier une intensification générale de l'upwelling et de la turbulence, suite à une intensification de la vitesse du vent (Faure, 2000). Il n'en demeure pas moins que cette situation pourrait forcément influencer le littoral sénégalais. C'est ainsi que dans l'atlantique comme dans la zone Sénégalaise, on observe une même tendance. La TSM tend à baisser au début des années quatre vingt dix avant d'augmenter légèrement à partir de quatre vingt quinze. On a pu constater une variation saisonnière des températures de 1989 à 1996. En période d'upwelling correspondant à la saison froide, on observe une baisse générale de la TSM, suivie d'un réchauffement en saison chaude. L'environnement présente ainsi une saisonnalité particulièrement marquée.

Les conditions environnementales ne semblent pas très stables. Selon Faure (2000), les changements sont principalement dus aux variations d'intensité, de durée et d'orientation des alizés qui se répercutent sur la durée de la saison d'upwelling et forcément sur la TSM.

La saisonnalité des processus le long du littoral, l'instabilité de l'environnement dans le temps comme dans l'espace laissent penser que les ressources pélagiques sont soumises à des conditions environnementales très distinctes.

4.3. ANALYSE DES RELATIONS RESSOURCES - ENVIRONNEMENT

4.3.1 Hypothèse du déterminisme environnemental de l'apparition massive périodique des ressources pélagiques

Les ressources pélagiques de 1989 à 1996 semblent augmenter pendant la saison froide. Un phénomène important s'observe durant cette période, il s'agit d'une remontée d'eau froide riche en substances nutritives, l'upwelling induisant une turbulence et une forte baisse de la température. L'observation de son effet ne laisse penser qu'à une forte influence probable sur l'abondance des ressources. L'augmentation des captures survient dans un contexte de refroidissement de la mer le long du littoral. On peut dès lors envisager qu'une variation de la température moyenne puisse avoir un impact sur le développement et l'augmentation des populations. Les causes de l'émergence de la ressource seraient certainement l'hétérogénéité des processus physiques, les manifestations biologiques des variations de l'intensité d'upwelling.

4.3.2 Analyse descriptive et comparative de l'impact des fluctuations environnementales sur l'abondance des ressources pélagiques

a. Les stocks pélagiques côtiers

a1. La Pêche artisanale

*** Toutes régions confondues**

Les variations saisonnières des captures et de la température de surface de la mer sont représentées par la figure 28. La tendance à la baisse des températures de novembre en mai est

observée parallèlement à une tendance à l'augmentation des captures. A partir du mois de juin, s'amorce un réchauffement de la température qui voit le taux de capture diminuer fortement.

*** Station côtière de St-Louis**

De novembre à mai, la région se caractérise par une augmentation des captures. Mais au mois de février, on observe une légère chute des captures, passant ainsi de 2025 à 1702 tonnes, au moment où la température baisse. Une légère hausse se manifeste au mois de mars, atteignant 2037 tonnes. Le taux des captures diminuent fortement jusqu'à 311 tonnes entre le mois de mai et celui de novembre qui correspond à un réchauffement des eaux. Les captures varient en fonction des variations de la température de surface de la mer (fig. 29).

La figure 30 représente les variations des captures en fonction de la salinité. La salinité à St-Louis de 1989 à 1996 est très peu variable. Ce facteur ne peut donc dans ces conditions influencer le taux des captures.

*** Station côtière de Kayar**

La figure 31 montre qu'à Kayar, le taux des captures atteint une valeur considérable à partir du mois de janvier, au moment où la température se situe en dessous de 20 °C. Ces captures commencent à diminuer progressivement à partir du mois de mai correspondant au réchauffement des eaux de surface. Le plus faible taux des captures a été enregistré en octobre avec 139 tonnes quand la température atteint 27 °C.

La salinité à Kayar (fig. 32) semble peu fluctuer. On observe de légères variations durant ces huit dernières années, au moment où les captures varient en fonction des saisons. Les captures ne semblent pas être forcément dépendantes de la salinité.

*** Station côtière de Mbour**

La station de Mbour (fig. 33) présente de 1989 à 1996, des caractéristiques plus ou moins différentes par rapport aux autres sites. Les taux des captures les plus faibles sont concomitants des températures les moins élevées. Les plus importantes captures ont été enregistrées pendant la période de transition saison froide-saison chaude. Lorsque la

température atteint 29 ° C, correspondant au réchauffement des eaux, les captures diminuent mais momentanément pour ensuite augmenter de nouveau à partir du mois de septembre.

La figure 34 montre comme dans les cas précédents que la salinité ces huit dernières années varie légèrement. Les valeurs oscillent de 35,70 à 36,46 ‰. Cependant l'observation des graphes montre en fait que les deux courbes ont un profil identique.

*** Station côtière de Yoff**

La figure 35 montre qu'en saison froide les captures semblent importantes et plus on entre dans la saison chaude on remarque que les captures baissent progressivement. Les fluctuations des captures sont fortement dépendantes de la température.

La salinité à Yoff (fig. 36) varie peu au cours de l'année mais le taux des captures fluctue différemment suivant les saisons.

Les figures 37 ; 38 ; et 39 montrent que l'évolution des captures est fortement dépendante des facteurs chimiques (nitrates, nitrites, chlorophylle). On constate que ces trois paramètres évoluent dans le même sens, et en fonction des taux des captures. Ils sont plus abondants pendant la saison froide correspondant à la période d'upwelling. Cette même période est marquée par une augmentation des prises. A partir du mois de juin pratiquement, le taux de nitrate, nitrite et de chlorophylle diminue fortement entraînant ainsi une baisse des captures.

a2. La Pêche industrielle

Concernant les flottilles opérant dans la zone Sénégal (fig. 40) comme dans l'Atlantique (fig. 41), on observe les mêmes tendances. Les fluctuations sont saisonnières et le taux des captures est fonction de la température. On remarque que lorsque les températures sont comprises entre 20 et 24° C, de novembre à mai, les captures semblent importantes. Et plus les eaux se réchauffent à partir du mois de juin, les captures diminuent fortement. Dans la zone Sénégal, on constate une baisse moyenne des captures d'environ 2000 tonnes, quand la température est maximale à 27° alors que dans la zone atlantique, le maximum thermique étant de 25 ° C, les captures diminuent avoisinant un taux moyen d'environ 2250 tonnes.

b. Les stocks pélagiques hauturiers

*** Zone 6N-22N/15W-25W, Sénégal-Mauritanie**

L'évolution annuelle des prises totales des canneurs dans cette zone est représentée par la figure 42. Nous remarquons que les gammes de températures concernées sont de 23 et 24 ° C. Les captures fluctuent entre 7360 et 10311 tonnes avec un niveau moyen de 9400 tonnes au cours de la période 1989-1996. De fortes productions ont été réalisées en 1990 et 1994 avec respectivement 10293 et 10311 tonnes de thons débarqués au moment où la température atteignait les 23 ° C. C'est à cette même valeur de température qu'une baisse importante des captures a été notée en 1992.

*** Zone 16N-22N/15W-25W, Mauritanie**

Comparée à la figure précédente, pour les mêmes tendances de température, les captures sont moins importantes. Elles fluctuent entre 6083 et 7809 tonnes. Les plus importantes captures ont été réalisées en 1990 et 1991 avec respectivement 7809 et 7673 tonnes, à 23 ° C. C'est en 1993 qu'on observe une légère baisse avec 6083 tonnes (fig. 43).

Discussion

L'analyse des tendances de l'augmentation des ressources pélagiques et des variabilités environnementales (fig. 28 à 43) permettent d'évoquer des hypothèses sur leur relation. Les variations constatées des paramètres physiques (température) laissent supposer qu'il pourrait exister une relation entre les fluctuations environnementales et la taille des ressources. L'augmentation saisonnière des captures pourrait être associée au phénomène d'upwelling. Cette synchronie a été fort constatée le long du littoral et dans l'atlantique. Cela laisse supposer que la température et l'upwelling demeurent dans ce cas les principaux facteurs explicatifs des fluctuations des captures.

La salinité restée très peu variable semble avoir un rôle très négligeable.

Une importante variabilité des nitrates, des nitrites et de la chlorophylle a été observée à la station de Yoff. Ces facteurs varient d'une saison à l'autre et semblent influencer la quantité de poissons débarqués comme le montre les graphes. Pendant la saison froide, l'upwelling va entraîner un apport important en sels minéraux dans les couches superficielles. Ces facteurs varient toujours inversement à la température (Dème-Gningue et *al.*, 1990).

5. DISCUSSION GENERALE – PERSPECTIVES

Les études sur les fluctuations environnementales et l'abondance des ressources pélagiques (Fonteneau, 1991 ; Cury & Roy, 1987, 1988, 1991 ; Kifani & Gohin, 1991 ; Belveze, 1991 ; Roy & Oudot, 1991) montrent que la variabilité de l'abondance des ressources est liée à la variabilité de l'environnement.

Ce travail fait apparaître au travers de l'analyse structurale de facteurs physico-chimiques l'influence de l'upwelling sur le littoral sénégalais en saison froide. La température pendant cette période est fortement corrélée à une résurgence d'eau froide profonde très riche en sels nutritifs. Ce phénomène activé par le facteur vent conduit à l'accroissement et à l'abondance de la biomasse phytoplanctonique et zooplanctonique. C'est pendant cette période que les quantités de téléostéens pélagiques côtiers débarqués sont les plus importantes. Les concentrations en nitrates, nitrites et chlorophylles sont plus élevées et peu abondantes en saison chaude. Selon Touré (1983), si le réchauffement des eaux de surface est principalement déterminé par le rayonnement solaire, en retour le refroidissement par l'atmosphère va dépendre de l'action des vents. C'est ainsi que ce mouvement périodique des vents parfois forts de novembre à mai et irréguliers en force et en intensité de juin à octobre explique l'allure des courbes de températures sur l'ensemble des stations étudiées. Les plus faibles températures sont observées de novembre à mai (saison froide) et les plus fortes de juin à octobre (saison chaude). L'analyse de tous ces paramètres et de la biomasse phytoplanctonique montrent que l'écosystème marin est caractérisé par des variations spatio-temporelles.

La variabilité interannuelle et saisonnière de la salinité demeure, en revanche, très négligeable, comparée à celle de la température. Les périodes d'eau froide et d'eau chaude sont à tendance salées.

Les ressources pélagiques hauturières comparées aux espèces côtières sont confrontées à un cycle vital fort influencé par les conditions environnementales. Les captures les plus importantes ont été obtenues à des températures supérieures ou égales à 22° C.

D'après Stretta (1988) la disponibilité dans l'espace et dans le temps des thons, est soumise à de fortes variations, et ce n'est que si certaines conditions d'environnement sont réunies que les thons se rassemblent.

Le caractère migratoire de ces groupes d'espèces ne peut seulement être lié à l'environnement. Il existerait des caractéristiques biologiques et écologiques très

influençantes. Les migrations peuvent être liées soit à l'alimentation soit à la reproduction comme le montre Fonteneau en 1991, donc à la recherche de meilleures conditions de vie. Ces meilleures conditions de vie étant sous l'influence des variations climatiques seraient incontestablement à l'origine d'un accroissement rapide et d'une abondance remarquable des ressources pélagiques.

La variabilité spatio-temporelle des relations ressource - environnement montre de plus l'instabilité des résultats des études de l'impact de l'environnement sur la ressource qui, semble-t-il, dépend des niveaux d'observation. L'écosystème avec ses interactions multiples est d'une complexité telle qu'il est souvent difficile de maîtriser les causes exactes des variations d'abondance des ressources.

Pour mieux gérer ces stocks, comprendre la dynamique, on devra approfondir la biologie de la reproduction et l'écologie des espèces. La combinaison de différents facteurs pourrait être pris en compte par une analyse multi variée, et l'utilisation de modèles pour intégrer un ensemble d'informations disponibles sur un écosystème.

RÉFÉRENCES

- ARFI, R. (1985). Variabilité interannuelle d'un indice d'intensité des remontées d'eau dans le secteur du Cap Blanc (Mauritanie). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42** (12), 1969-1978.
- BELVEZE, H. (1991). Influence des facteurs hydroclimatiques sur la pêche marocaine de petits pélagiques côtiers : pp. 209-223. In : Pêcheries ouest-africaines. Variabilité, instabilité et changement. Cury, P., Roy, C. (eds), ORSTOM éditions, Paris.
- BOELY, T., CHABANE, J. & FREON, P. (1978). Schémas migratoires, aires de concentration et périodes de reproduction des principales espèces de poissons pélagiques côtiers dans la zone Sénégal mauritanienne. Rapport du groupe de travail Ad Hoc sur les poissons pélagiques côtiers ouest-africains de la Mauritanie au Libéria (26°N à 5°N), CRODT du 19 au 24 juin 78. COPACE/PACE/Sér., (78/10).
- CAMARENA, L. T. (1986). Les principales espèces de pélagiques côtiers au Sénégal : Biologie et évaluation des ressources. Thèse, Uni. Bret. Occident., 188 p.
- CAVERIVIERE, A. (1994). Le Poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal : une nouvelle ressource : pp. 245-257. In : L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. Barry Gérard, M., Diouf, T., Fonteneau, A. (eds), Orstom éditions.
- CAYRE, P., AMON KOTHIAS, J.B., DIOUF, T. & J.M. STRETTA (1988). Biologie des Thons. In : Ressource, pêche et biologie des Thonidés tropicaux de l'Atlantique Centre Est. FAO Doc. Tech. Pêches. Fonteneau et Marcille (eds), 292 : 157-268.
- CHABANNE, J., (1987). Le peuplement des fonds durs et sableux du plateau continental ; étude de sa pêche chalutière, biologie et dynamique d'une espèce caractéristique : le rouget (*Pseudupeneus prayensis*). ORSTOM, Etudes et thèses, 355 p.
- CURY, P. (1988). Pression sélective et nouveautés évolutives : une hypothèse pour comprendre certains aspects des fluctuations à long terme des poissons pélagiques côtiers. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **45**(6), 1099-1107.
- CURY, P., & ROY, C. (1987). Upwelling et pêche des espèces pélagiques côtiers de Côte d'Ivoire : une approche globale. *Océanologica Acta*, **10**(3), 347-357.

- CURY, P. (1989). Approches modélisatrices des relations à court, moyen et long terme, entre la dynamique des stocks de poisson pélagiques côtiers et les fluctuations climatiques. Thèse de spécialité (3eme cycle), Université Paris VII, Paris, pp. 1-259.
- CURY, P., & ROY, C. (1988). Migration saisonnière du thiof (*Epinephelus aeneus*) au Sénégal: Influence des upwellings sénégalais et mauritanien. *Océanologica Acta. Revue Européenne d'Océanologie*, 11(1), pp. 25-36 .
- CURY, P., & ROY, C. (1991). Pêcheries Ouest Africaines : variabilité, instabilité et changement. Orstom, Paris.
- CONAND, C. (1977). Contribution à l'étude du cycle sexuel de la sardinelle ronde, *S. aurita* : pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976. *Cah. ORSTOM (Sér. Océanogr.)* 15 (4) 301-312.
- CONAND, F. & CREMOUX, J.L. (1972). Distribution et abondance des larves de sardinelles dans la région du Cap vert. sept. 1970 à août 1971. *Doc. Sci. Prov. CRODT* 35 : 1-22.
- DEME-GNINGUE, I. & DIAW, B. (1993). Circulation et dynamique des sels nutritifs et du phytoplancton devant les côtes sénégalaises : pp. 141-156. *In* : Gestion des ressources côtières et littorales du Sénégal. Actes de l'Atelier de Gorée (Sénégal), 27-29 juillet 1992, Diaw, A. T., A., Bouland, P., Diouf, P. S., Lake, L. A., Mbow, M. A., Ndiaye, P. & M., D., UICN, Gland, Suisse.
- DEME-GNINGUE, I., ROY, C., & TOURE, D. (1990). Variabilité spatio-temporelle de la température, des nitrates et de la chlorophylle devant les côtes du Sénégal. *Doc. Sci. du CRODT*, 122 :, 1-21.
- DIA, A. (1983). Observations océanographiques effectuées en 82. *Arch. CRODT*, 126 :, 1-77.
- DIALLO, M. (1989). Le Sénégal. Géographie, physique, humaine, économique. Etudes régionales. EDICEF, éditeur, Paris.
- DEMARCO, H., & CITEAU, J. (1995). Sea surface temperature retrieval in tropical area with Meteosat : the case of senegalese costal upwelling. *Int. J. Remote Sens.* 16, 1371-1395.
- DOMAIN, F. (1977). Carte sédimentologique du plateau sénégalais. Extension à une partie du plateau continental de la Mauritanie et Guinée Bissau. Note explicative, 68 : 1-17.

- DOMAIN, F. (1980). Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental Sénégal-Mauritanien. Thèse de doctorat, Paris VI, 480 pp.
- FAURE, V. (2000). Dynamique spatiale et temporelle des populations de poulpes (*Octopus vulgaris*) en Afrique de l'Ouest : Influences des fluctuations environnementales et des relations interspécifiques. Thèse de Doctorat d'Université en Biologie des populations et Ecologie, Université Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc , 403 pp.
- FONTENEAU, A. (1991). Pélagiques côtiers, pélagiques hauturiers et fluctuations environnementales : quelques éléments de comparaison : pp. 311-318. In : Pêcheries ouest africaines, variabilités, instabilité et changements. Cury, P. & Roy, C. ORSTOM éditions, Paris
- FONTENEAU, A. (1993). Modélisation des migrations de sardinelles dans la région du Sénégal, pp. 229-295. In: Groupe de travail ad hoc sur les sardinelles et autres espèces de petits pélagiques côtiers de la zone nord du Copace. CRODT (Sénégal), 29 nov. – 3 déc. 1993. Copace/Pace séries 91/58, FAO Rome, 293 pp.
- FREON, P. (1986). Réponses et adaptations des stocks de clupeides d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation. Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Collection Etude et Thèse*, Editions de l'Orstom, Paris, 288 pp.
- GUILLAND, J.A., & GARCIA, S. (1984). Observed patterns in multispecies fisheries : pp. 155-190. In : Exploitation of marine communities. May, R.M. (eds), Berlin Springer.
- KIFANI, F. & GOHIN, F., (1991). Influence possible de la température sur les disponibilités locales et les déplacements de sardines du stock central marocain. pp. 278-289. In : Pêcheries ouest africaines, variabilités, instabilité et changements. Cury, P. & Roy, C. ORSTOM éditions, Paris
- MEDINA-GAERTNER, M. (1985). Etude du zooplancton côtier de la baie de Dakar et son utilisation par les poissons comme source de nourriture. In Etude de l'environnement côtier au sud du Cap-Vert. Rapport provisoire CRODT, 44 : 1-241.
- MENDELSSOHN, R., & CURY, P. (1987). Fluctuations of a fortnightly abundance index of the Ivoirian coastal pelagic species and associated environmental conditions. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*, 44 , 408-421.

- RÉBERT, J. P. (1982). Hydrologie et dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. *Doc.Sci. du CRODT*, **89** :,1-99.
- ROY, C. (1989). Fluctuations des vents et variabilité de l'upwelling devant les cotes du Sénégal. *Océanologica Acta*. 12 (4) 361-369.
- ROY, C. (1991). Les upwelling : le cadre physique des pêcheries côtières ouest-africaines. *In* : Pêcheries ouest-africaines : pp. 38-65. Variabilité, instabilité et changement. Cury, P., Roy, C. (eds), ORSTOM éditions, Paris.
- ROY, C. (1992). Réponses des stocks de poissons pélagiques à la dynamique des upwellings en Afrique de l'Ouest : analyse et modélisation. *Collection étude et Thèse*, édition Orstom, Paris, 146 pp.
- ROY, C. (1998). An upwelling induced retention area off Senegal: a mechanism to link upwelling and retention processes. *In*: Benguela dynamics. Impacts of variability on shelf sea environments and their living resources, S. C. Pillar, C. L. Moloney, A. I. L. Payne, & F. A. Shillington (eds.), *S. Afr. J. Mar. Sci.* **19**: 89-98.
- ROY, C., & OUDOT, C. (1991). La variabilité des relations nitrate-température et nitrate-phosphate dans l'upwelling sénégalais. *In* : Pêcheries ouest-africaines. Variabilité, instabilité et changement. Cury, P., Roy, C. (eds), ORSTOM éditions, Paris, 173-184.
- SERET, C. (1985). Etude quantitative du zooplancton de la côte sud de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). *In* Etude de l'environnement côtier au sud du Cap-Vert. Rapport provisoire CRODT, **44** : 1-241.
- SOURIE, R. (1954). Contribution à l'étude écologique des côtes rocheuses du Sénégal. *Mém. Inst. fr. Afr. noire*, **38** : 1-332.
- STRETTA, J. M. (1988). Environnement et pêche thonière en atlantique tropical oriental : pp. 269-391: *In* : Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique Centre-Est. Fonteneau, A. & Marcille, J. FAO Doc. Tech. sur les pêches, **292**, Rome.
- TOURE, D. (1983). Contribution à l'étude de l'upwelling de la baie de Gorée (Dakar-Sénégal) et de ses conséquences sur le développement de la biomasse phytoplanctonique. *Doc. Sci. CRODT*, **93** : 1-195.

LISTE DES ANNEXES

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 Carte du plateau continental sénégalais ; stratification selon la latitude et la bathymétrie (Chabanne, 1987)
- Fig. 2 La situation météorologique au dessus de l'Afrique en saison froide (janvier) et en saison chaude (juillet) ; (d'après Leroux, 1977 in Fréon, 1986).
- Fig. 3 Schéma du modèle migratoire de l'albacore. Atlantique, *Thunnus albacares* (d'après Cayré et al., 1988)
- Fig. 4 Evolution annuelle des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche artisanale sénégalaise sur la période 1989-1996
- Fig. 5 Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers à Saint-Louis de 1989 à 1996
- Fig. 6 Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers à Kayar de 1989 à 1996
- Fig. 7 Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers à la station de Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 8 Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers à Mbour de 1989 à 1996
- Fig. 9 Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers par la pêche industrielle dans les zones Sénégal et Atlantique de 1989 à 1996
- Fig. 10 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche artisanale sénégalaise de 1989 à 1996
- Fig. 11 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers à Saint-Louis de 1989 à 1996
- Fig. 12 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers à Kayar de 1989 à 1996
- Fig. 13 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers à Yoff de 1989 à 1996
- Fig. 14 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers à Mbour de 1989 à 1996
- Fig. 15 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche industrielle dans les zones Sénégal et atlantique de 1989 à 1996
- Fig. 16 Evolution annuelle des prises par espèces des canneurs dans la zone 16N-22N/15W-25W Mauritanie de 1989 à 1996
- Fig. 17 Evolution annuelle des prises par espèces des canneurs dans la zone 16N-22N/15W-25W, Sénégal –Mauritanie (1989-1996)
- Fig. 18 Evolution annuelle de la température moyenne de surface de la mer à la station côtière de St-Louis, Kayar et Mbour de 1989 à 1996
- Fig. 19 Evolution annuelle de la température moyenne de surface de la mer à la station côtière de Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 20 Evolution annuelle de la température moyenne de surface de la mer dans les zones Sénégal et Atlantique de 1989 à 1996
- Fig. 21 Evolution annuelle des paramètres chimiques à la station côtière de Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 22 Variation saisonnière des températures et salinité moyennes de surface à la station côtière de Saint-Louis de 1989 à 1996
- Fig. 23 Variation saisonnière des températures et salinité moyennes de surface à la station

côtière de Kayar de 1989 à 1996

- Fig. 24 Variation saisonnière des températures et salinité moyennes de surface à la station côtière de Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 25 Variation saisonnière des températures et salinité moyennes de surface à la station côtière de Mbour de 1989 à 1996
- Fig. 26 Variation saisonnière de la température moyenne de surface de la mer dans les zones atlantique et Sénégal de 1989 à 1996
- Fig. 27 Variations mensuelles moyennes de la température, des nitrates, des nitrites et e la chlorophylle de la station côtière de Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 28 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche artisanale sénégalaise en fonction de la température moyenne de surface de la mer de 1989 à 1996
- Fig. 29 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction de la température moyenne de surface de la mer à Saint-Louis de 1989 à 1996
- Fig. 30 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers et des salinités moyennes de surface de la mer à Saint-Louis de 1989 à 1996
- Fig. 31 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction de la température moyenne de surface de la mer à Kayar de 1989 à 1996
- Fig. 32 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers et de la salinité moyenne de surface de la mer à Kayar de 1989 à 1996
- Fig. 33 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction de la température moyenne de surface de la mer à Mbour de 1989 à 1996
- Fig. 34 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers et de la salinité moyenne de surface de la mer à Mbour de 1989 à 1996
- Fig. 35 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction de la température moyenne de surface de la mer à Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 36 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers et de la salinité moyenne de surface de la mer à Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 37 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction du taux de nitrate moyen à Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 38 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction du taux de nitrite moyen à Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 39 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction du taux de chlorophylle moyen à Yoff de 1990 à 1996
- Fig. 40 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche industrielle à partir de flottille opérant dans la zone sénégalaise en fonction de la température moyenne de surface de la mer de 1989 à 1996
- Fig. 41 Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche industrielle à partir de flottille opérant dans la zone atlantique en fonction de la température moyenne de surface de la mer de 1989 à 1996

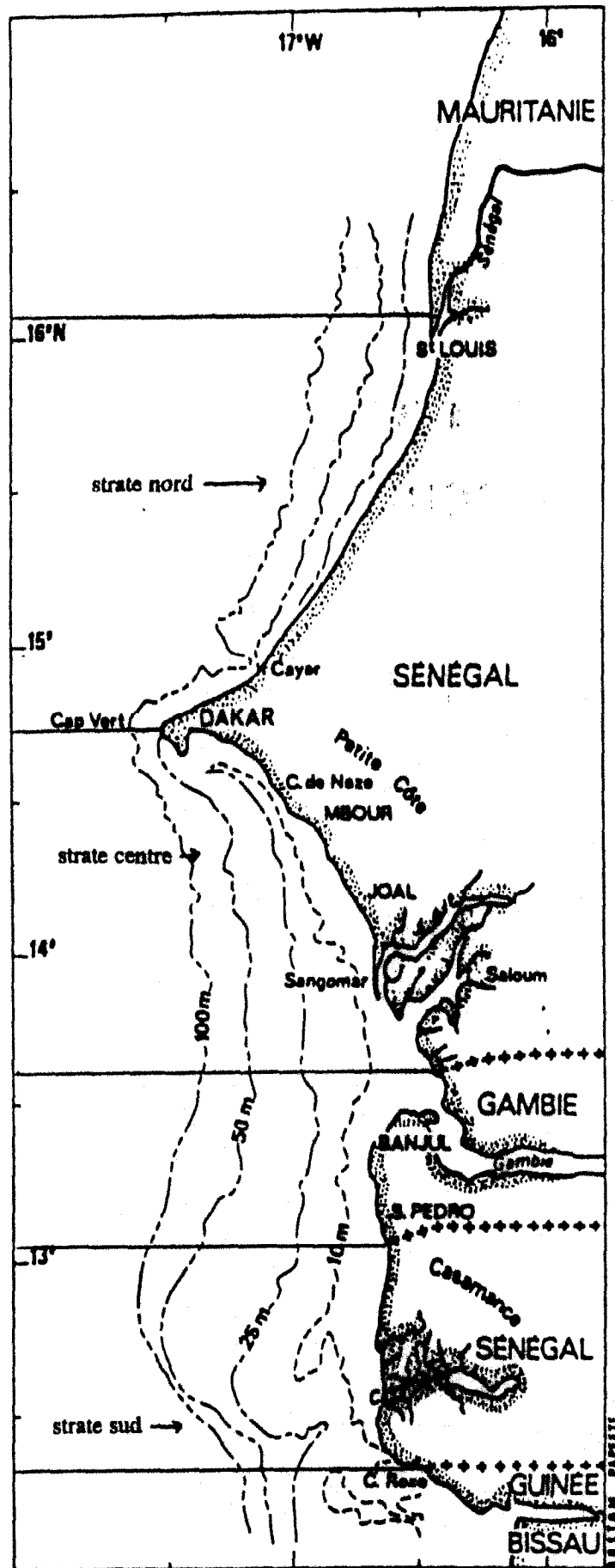
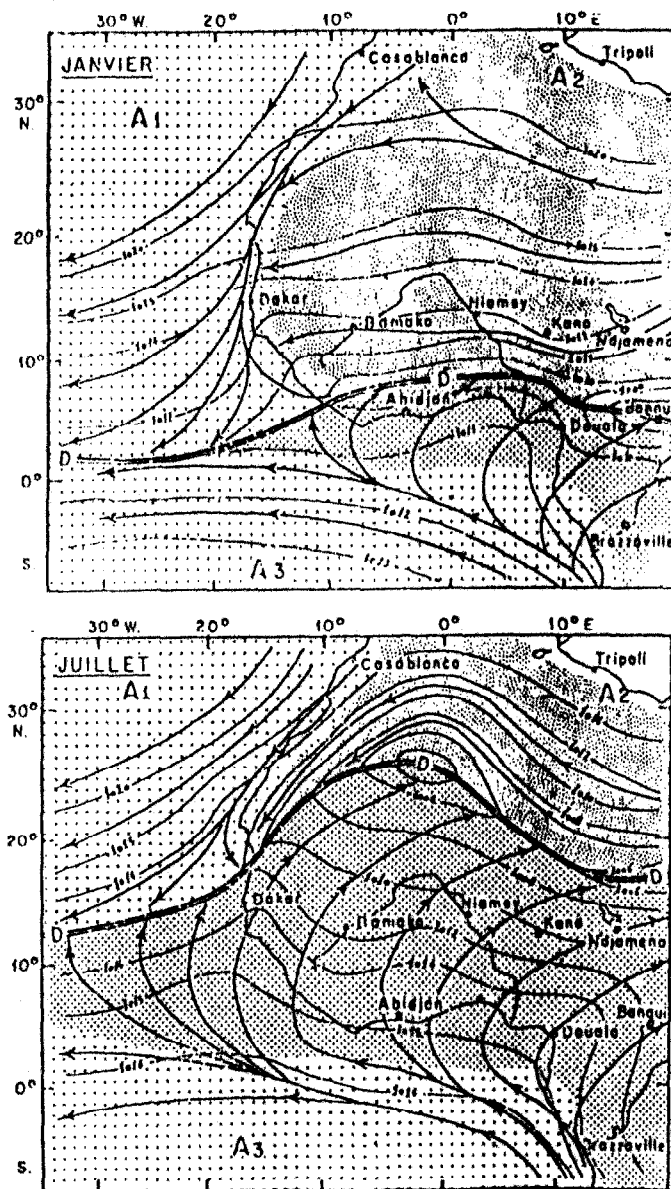


Fig. 1. Carte du plateau continental sénégalais ; stratification selon la latitude et la bathymétrie (Chabanne, 1987)



Centres d'action et circulation en janvier et juillet

CENTRES D'ACTION

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

MASSES D'AIR

- Alizé maritime
- Alizé continental
- Mousson
- Traject. 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 Leroux, 1977 in Fréon, 1986)

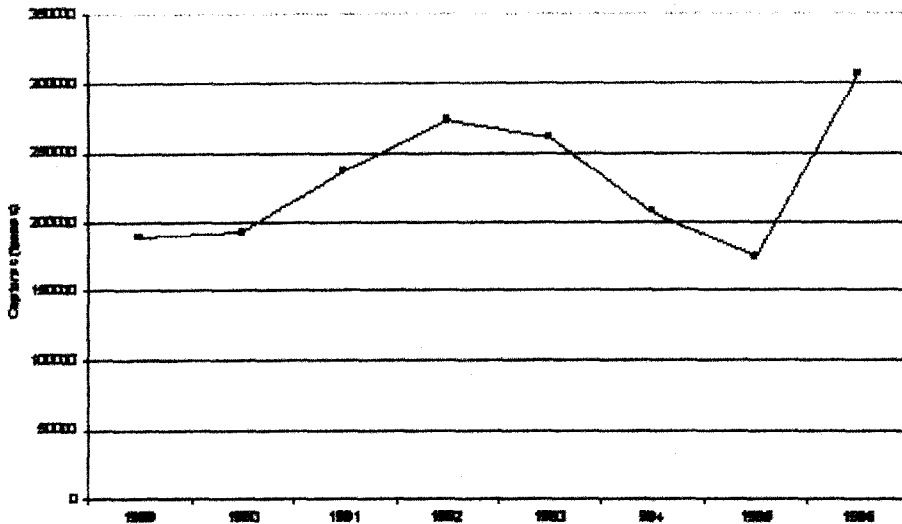


Fig. 4. Evolution annuelle des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche artisanale sénégalaise sur la période 1989-1996

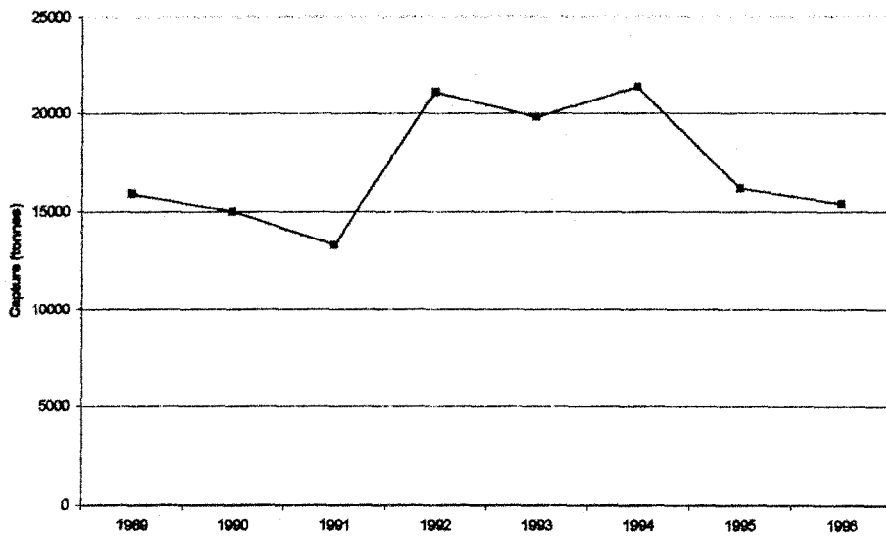


Fig. 6. Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers à Kayar de 1989 à 1996

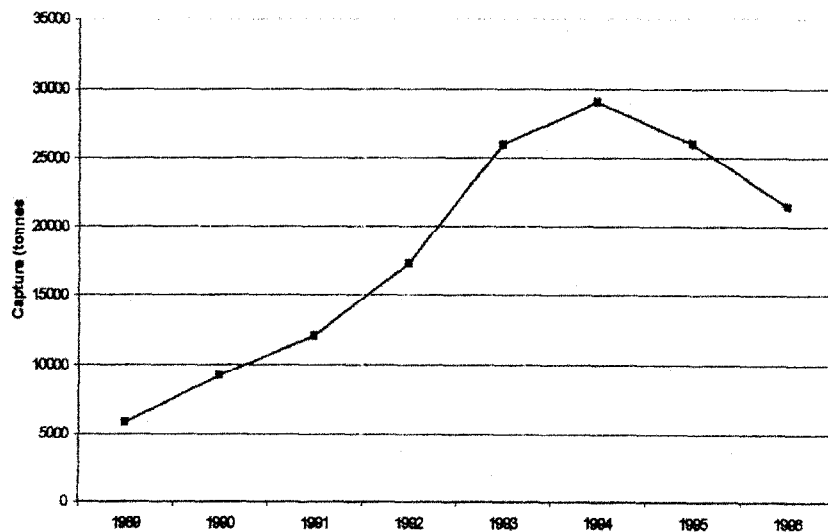


Fig. 5. Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers à St-Louis de 1989 à 1996

PECHE ARTISANALE: VARIABILITE ANNUELLE DES DEBARQUEMENTS

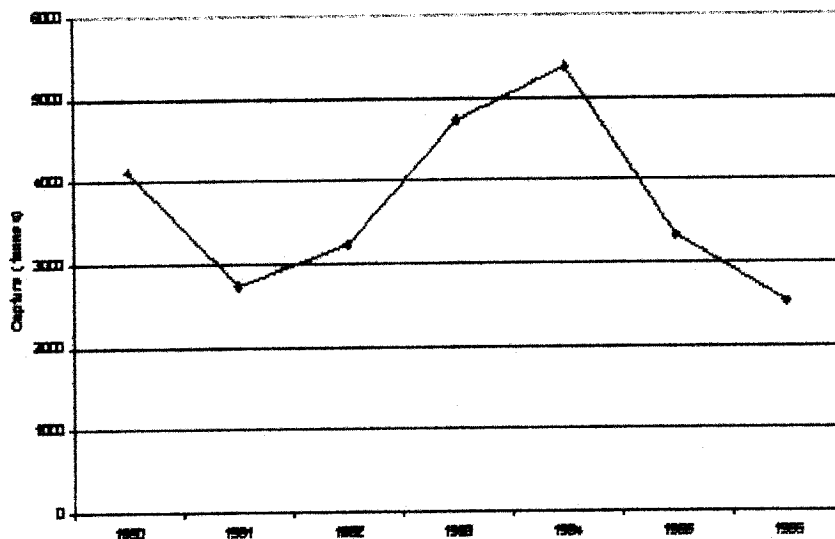


Fig. 7. Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers à la station de yoff de 1990 à 1996

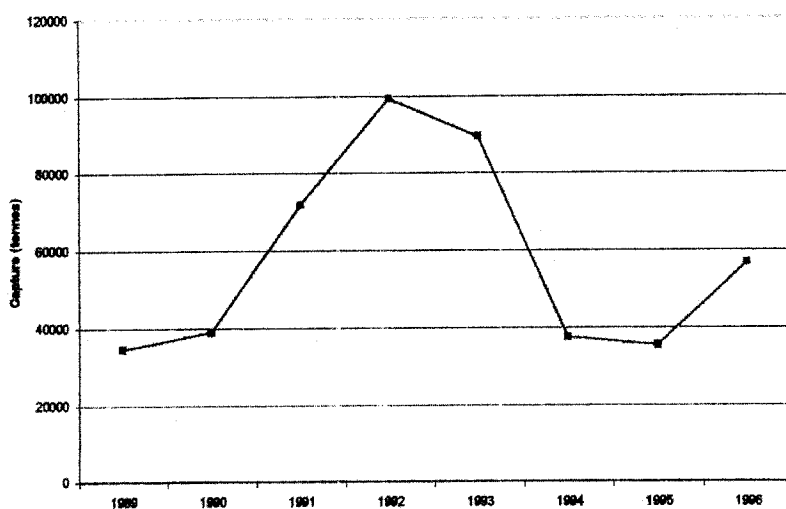


Fig. 8. Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers à Mbour de 1989 à 1996

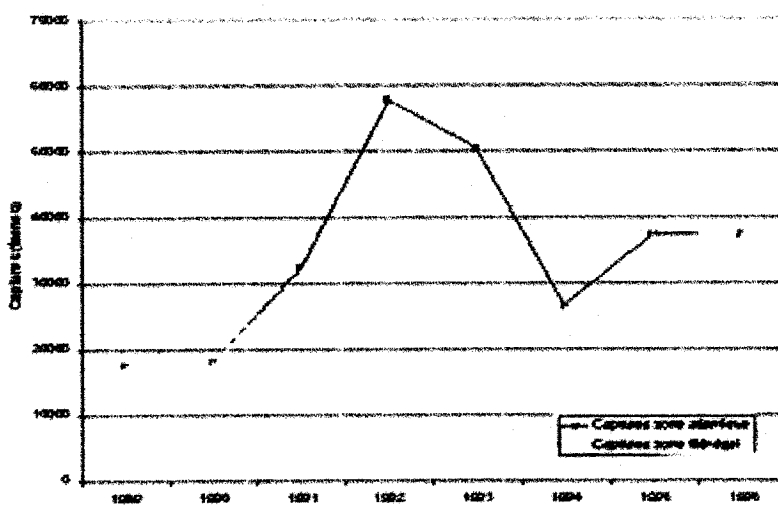


Fig. 9. Evolution annuelle des captures de poissons pélagiques côtiers par la pêche industrielle dans les zones Sénégal et mauritanique de 1989 à 1996

PECHE ARTISANALE ET INDUSTRIELLE : VARIABILITE ANNUELLE DES DEBARQUEMENTS

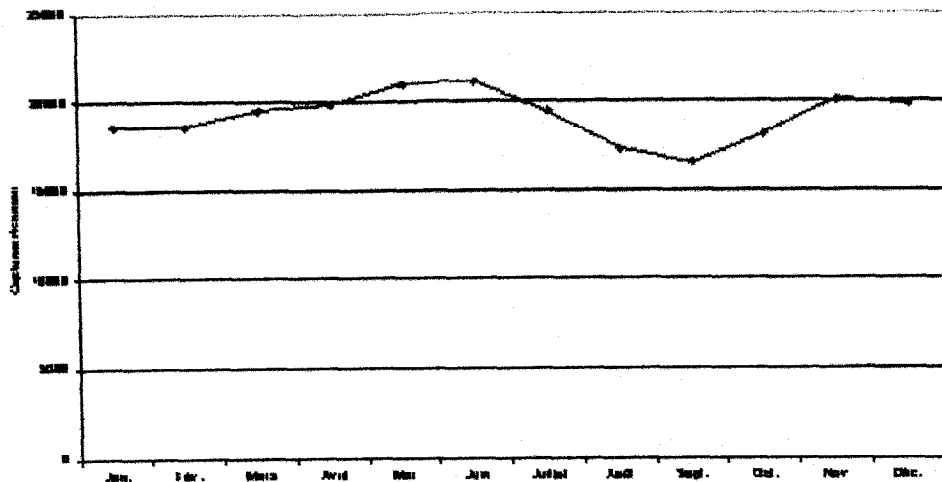


Fig. 10. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche artisanale sénégalaise de 1965 à 1966.

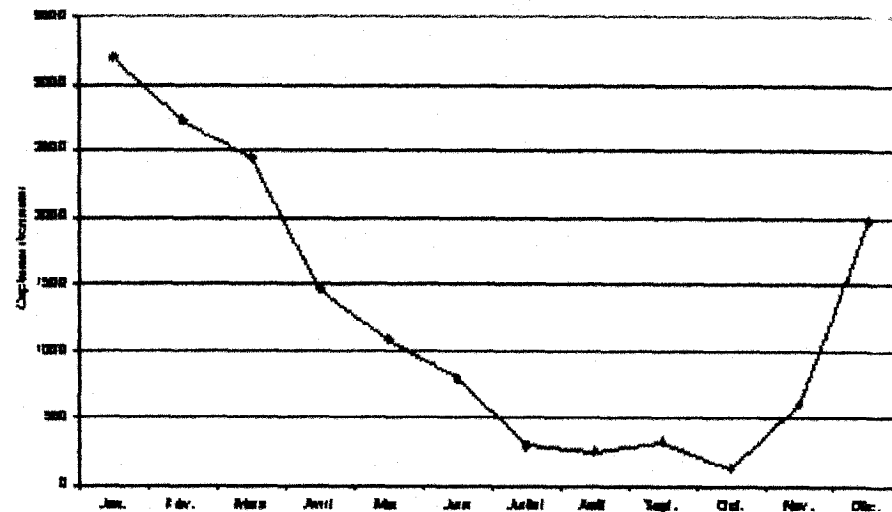


Fig. 12. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers à Kayar de 1965 à 1966.

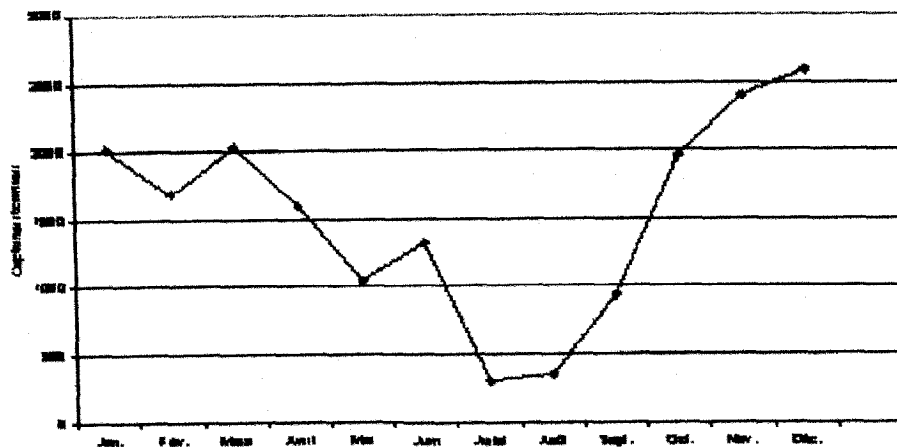


Fig. 11. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers à St-Louis de 1965 à 1966.

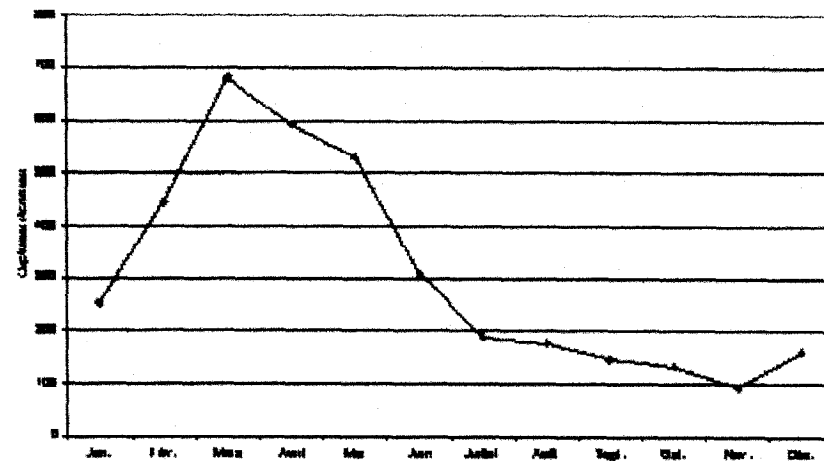


Fig. 13. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers à Yoff de 1965 à 1966.

PECHE ARTISANALE : VARIATION SAISONNIERE DES DEBARQUEMENTS

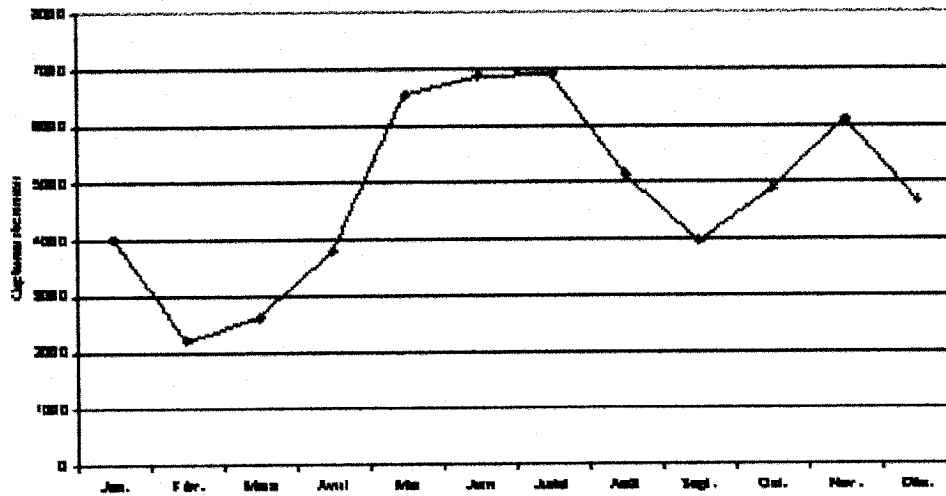


Fig. 14. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers à Nibour de 1989 à 1996

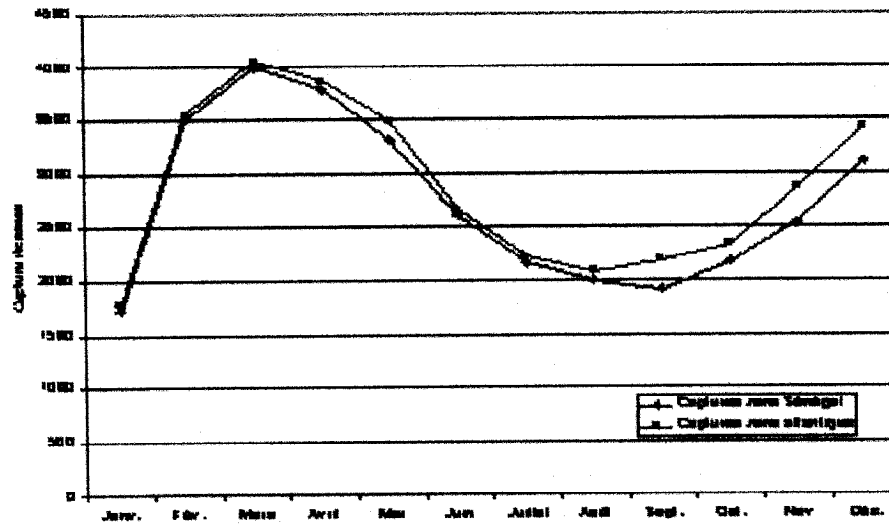


Fig. 15. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche industrielle dans les zones Sénégal atlantique de 1989 à 1996

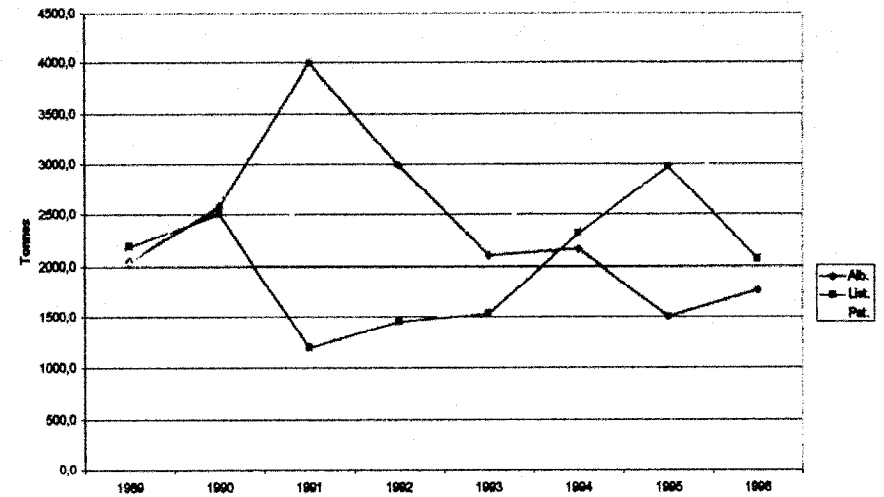


Fig. 16. Evolution annuelle des prises par espèce des canneurs dans la zone 16N-22N16W-26W Mauritanie de 1989 à 1996

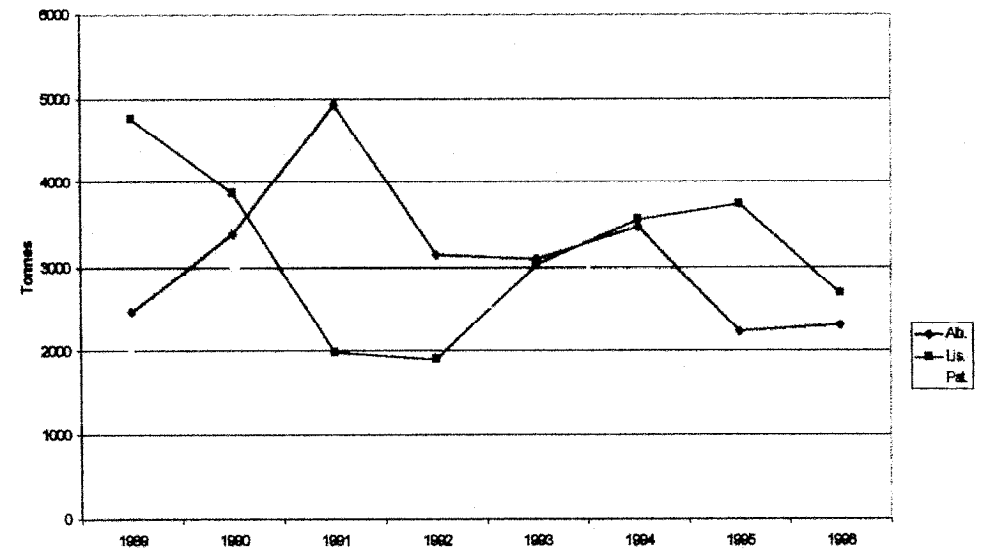


Fig. 17. Evolution annuelle des prises par espèce des canneurs, zone 6N-22N16W-26W, Sénégal-Mauritanie (1989-1996)

PECHE ARTISANALE ET INDUSTRIELLE : VARIATION SAISONNIERE ET ANNUELLE DES DEBARQUEMENTS

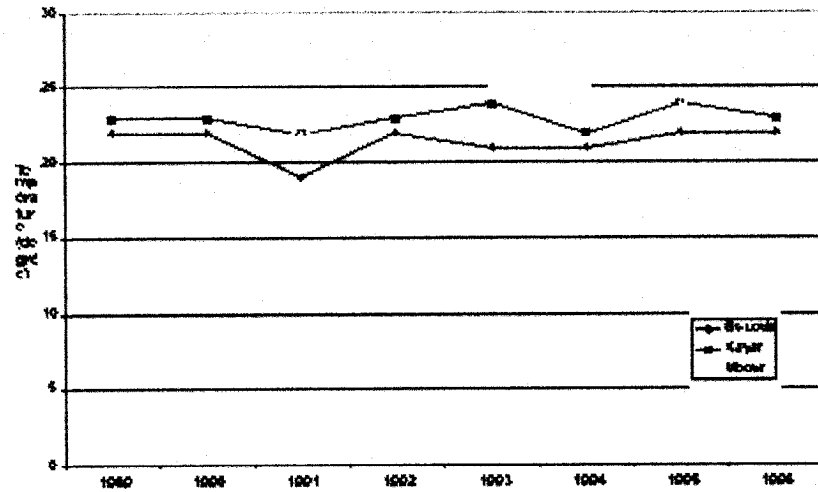


Fig. 18. Evolution annuelle de la température moyenne de surface de la mer à la station côtière de St-Louis, Kayar et Mbour de 1990 à 1998

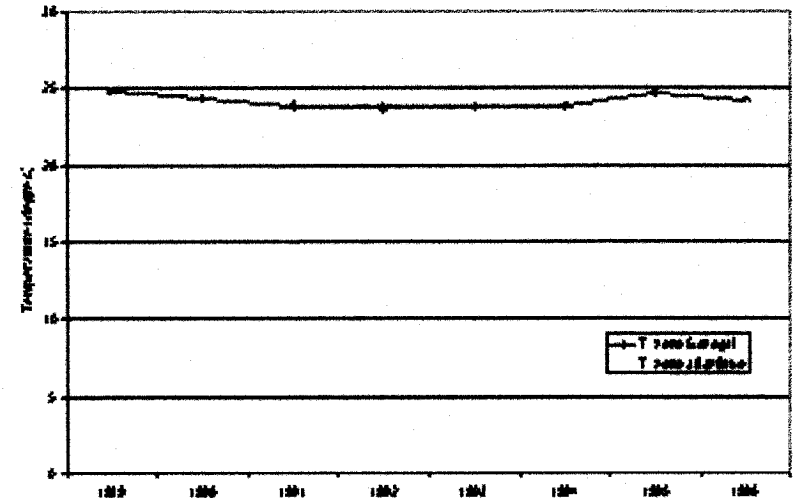


Fig. 20. Evolution annuelle de la température moyenne de surface de la mer dans la station côtière de Yoff de 1990 à 1998

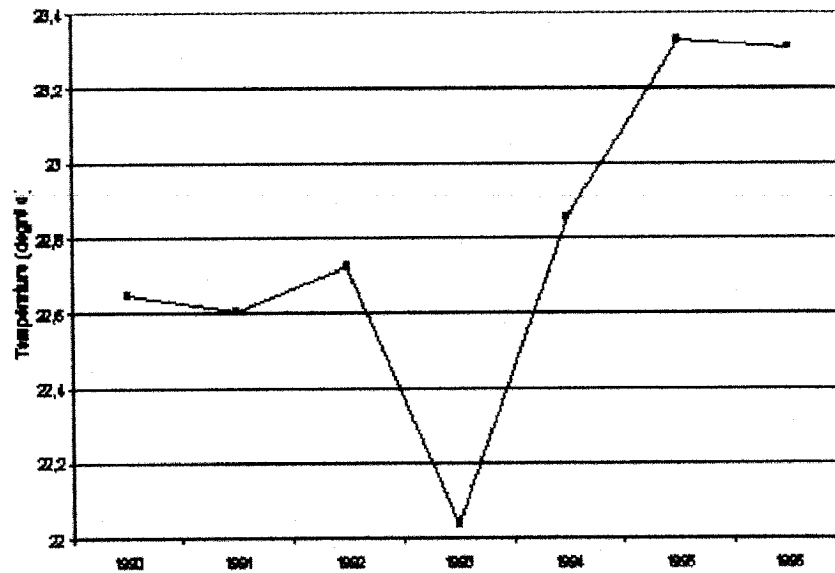


Fig. 19. Evolution annuelle de la température moyenne de surface de la mer à la station côtière de Yoff de 1990 à 1998

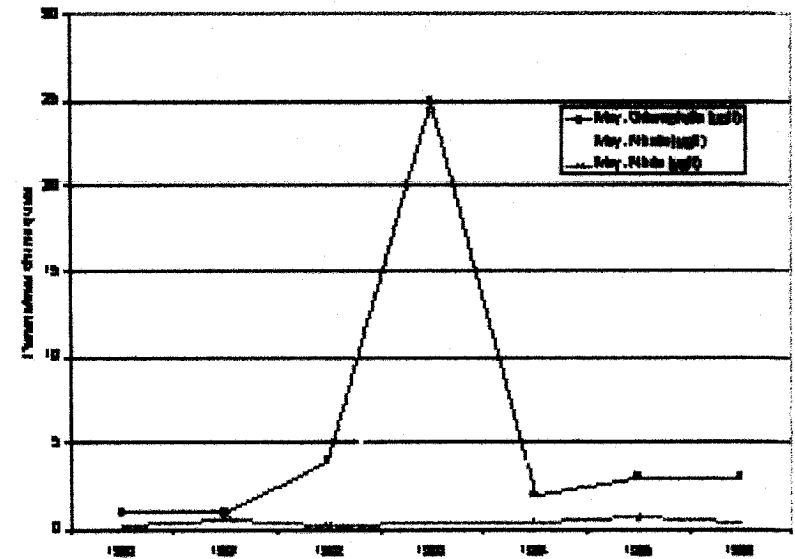


Fig. 21. Evolution annuelle des paramètres chimiques à la station côtière de Yoff de 1990 à 1998

FLUCTUATIONS ANNUELLES DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

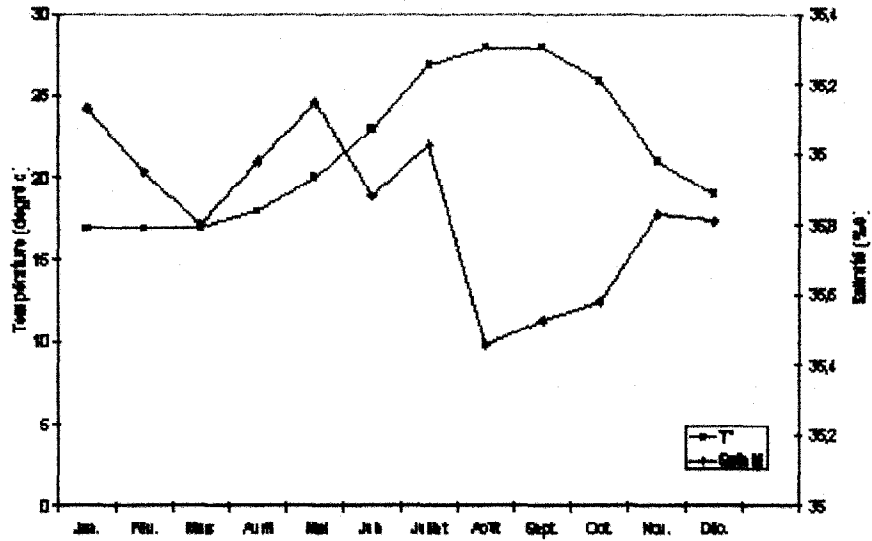


Fig. 22. Variations saisonnières des températures et salinités moyennes de surface à la station côtière de St-Louis de 1989 à 1996

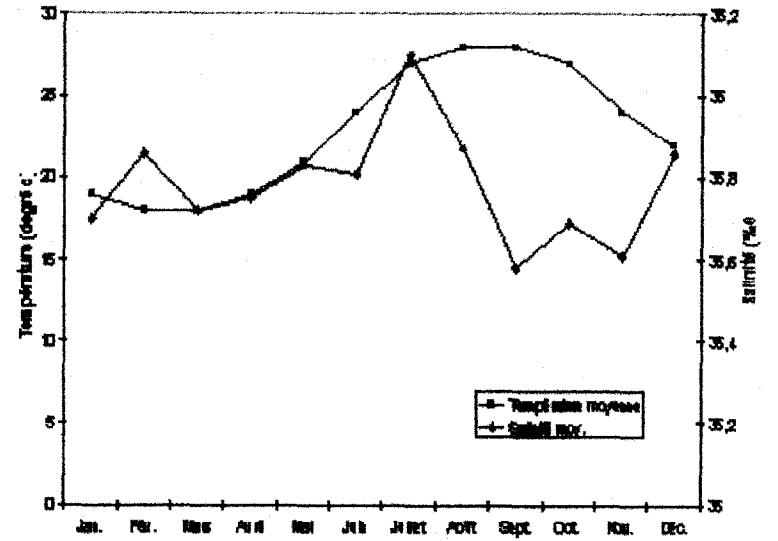


Fig. 24. Variations saisonnières des températures et salinités moyennes de surface de la mer à la station côtière de Yoff de 1990 à 1996

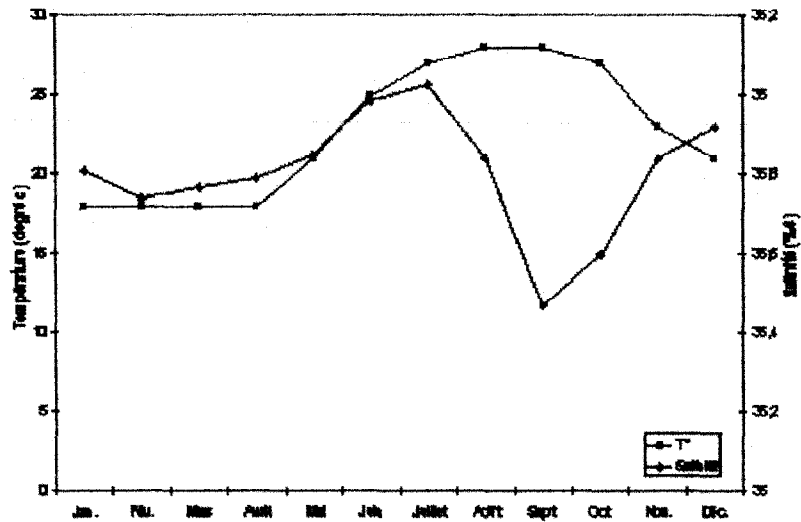


Fig. 23. Variations saisonnières des températures et salinités moyennes de surface de la mer à la station côtière de Niagar de 1989 à 1996

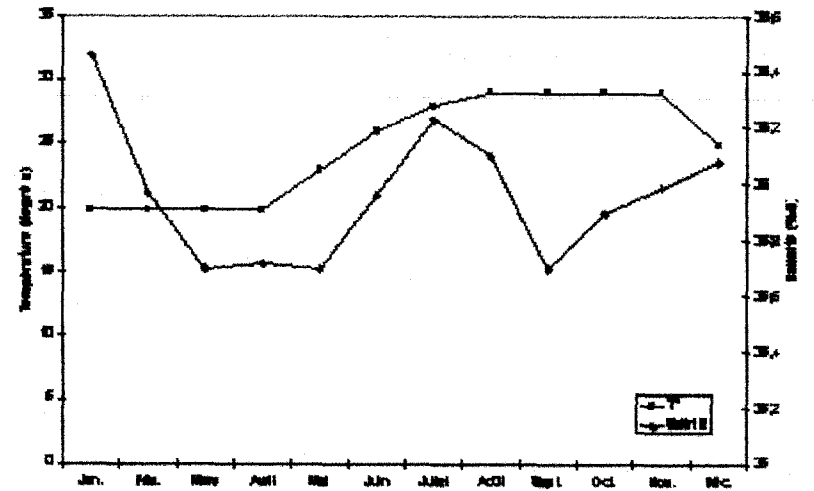


Fig. 25. Variations saisonnières des températures et salinités moyennes de surface de la mer à la station côtière de Niour de 1989 à 1996

FLUCTUATIONS SAISONNIÈRES DES PARAMÈTRES PHYSIQUES

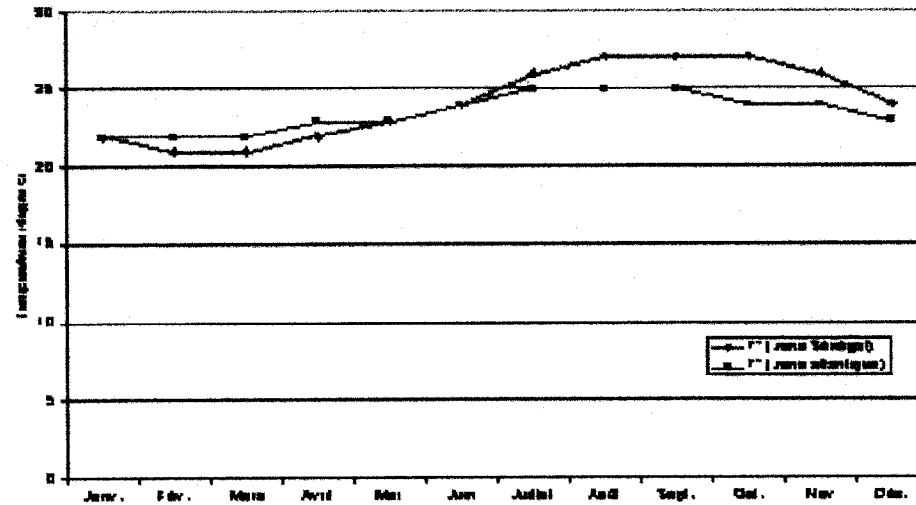


Fig. 26. Variations saisonnières de la température moyenne de surface de la mer dans les zones atlantique c1 Sénégal de 1965 à 1966.

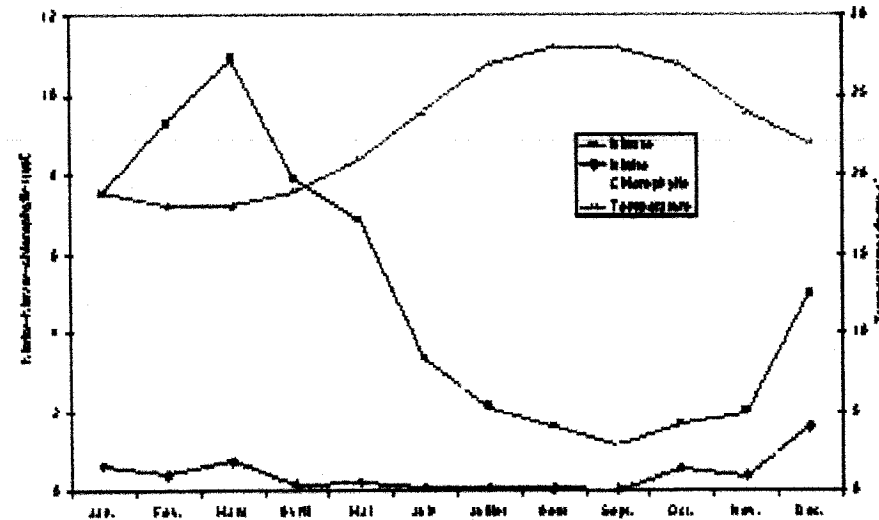


Fig. 27. Variations mensuelles de la chlorophylla, de la salinité, de la température, de la station de 'Y' du Sénégal de 1965 à 1966.

FLUCTUATIONS SAISONNIÈRES DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

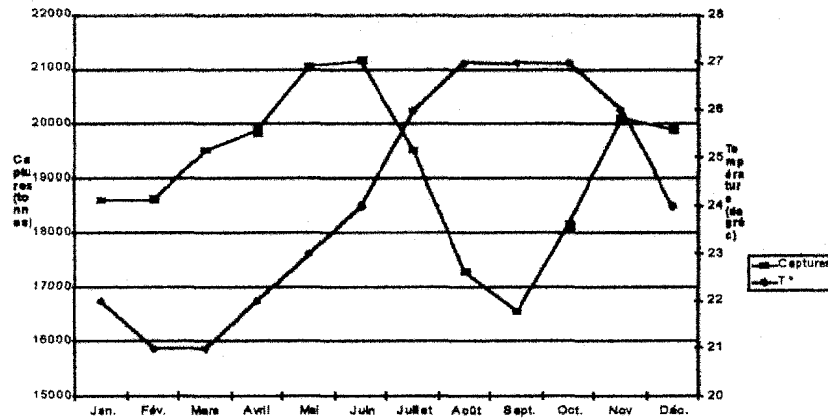


Fig. 29. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche artisanale sénégalaise en fonction de la température moyenne de surface de la mer de 1989 à 1996

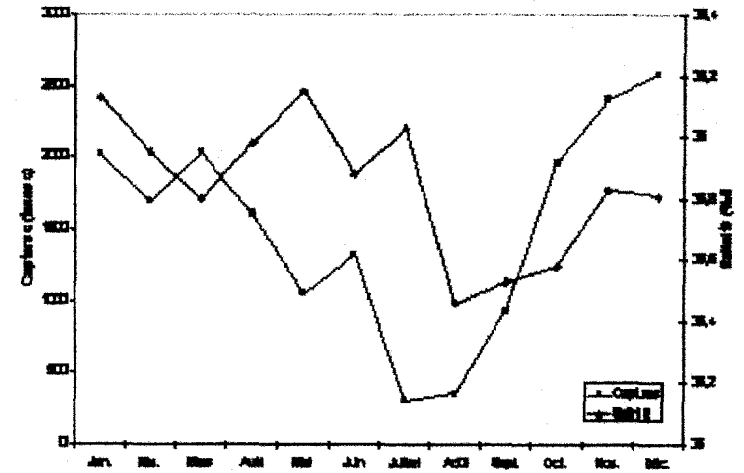


Fig. 30. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers et de la température moyenne de surface de la mer à Saint-Louis de 1989 à 1996

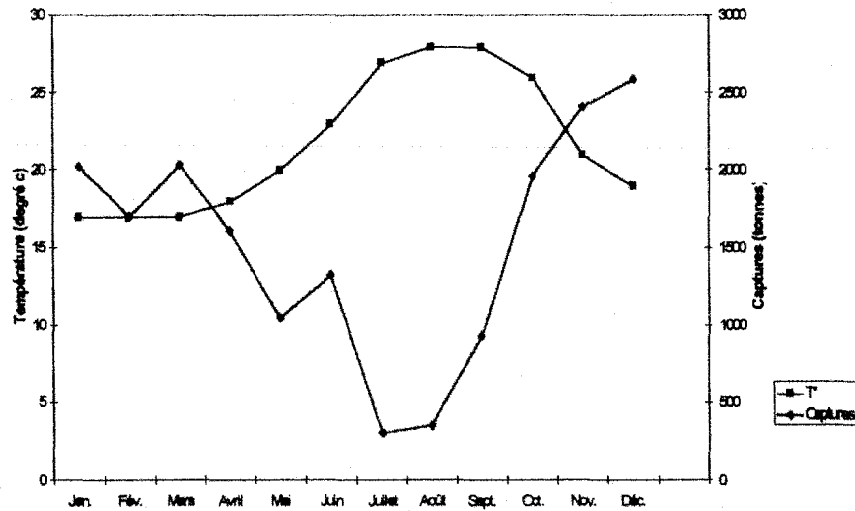


Fig. 28. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction de la température moyenne de surface de la mer à Saint-Louis de 1989 à 1998

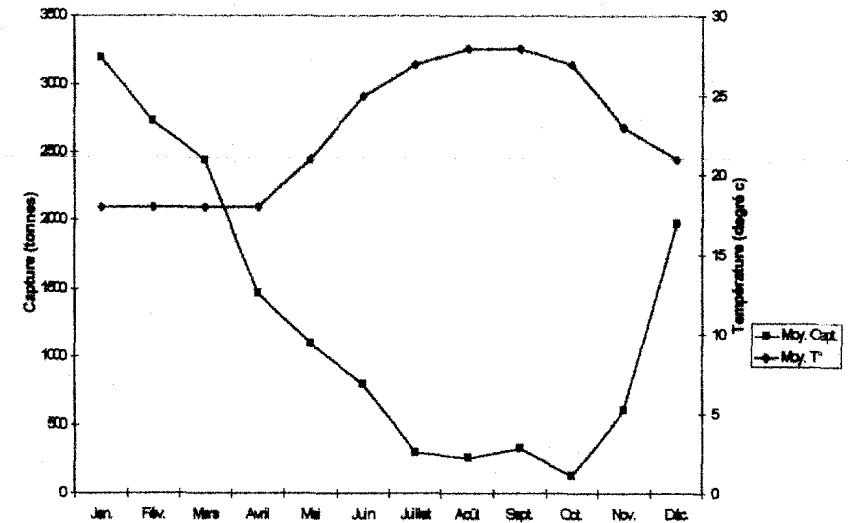


Fig. 31. Variations saisonnières des captures de poissons pélagiques côtiers en fonction de la température moyenne de surface de la mer à Fatick de 1989 à 1998

PECHE ARTISANALE : VARIATION SAISONNIERE DES CAPTURES EN FONCTIONS DES PARAMETRES PHYSIQUES

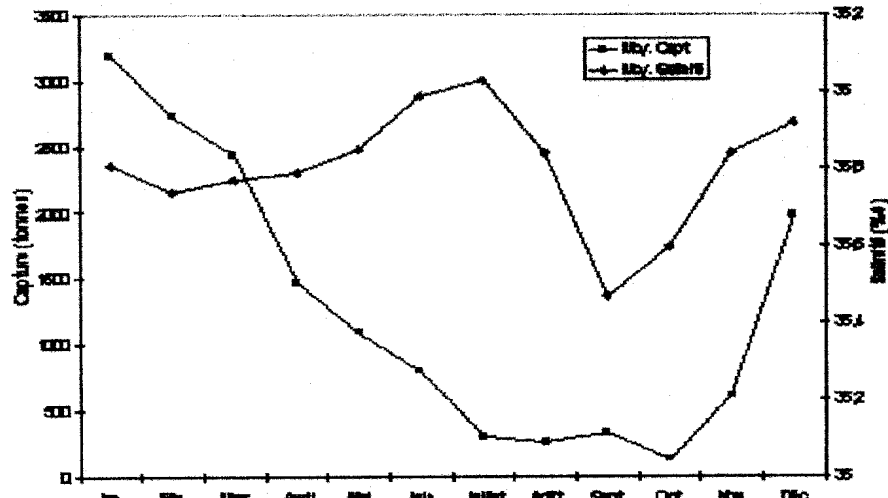


Fig. 32. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers et de la salinité moyenne de surface de la mer à Mbour de 1989 à 1993

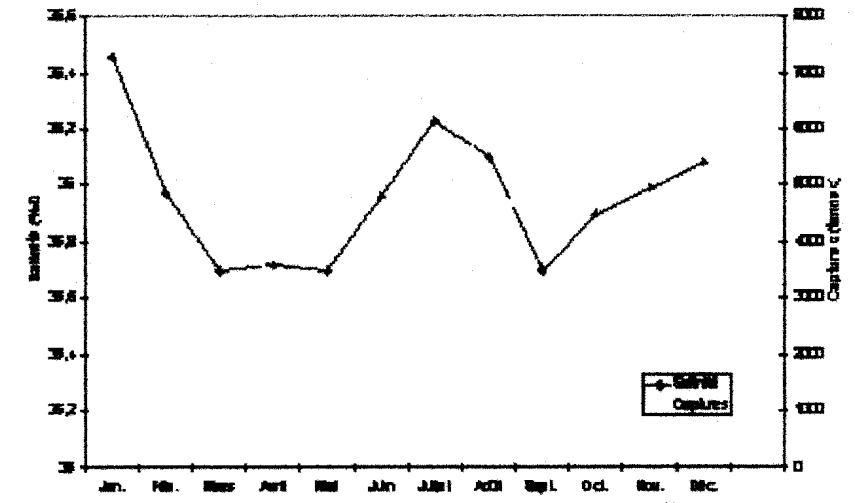


Fig. 34. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers et de la température moyenne de surface de la mer à Mbour de 1989 à 1993

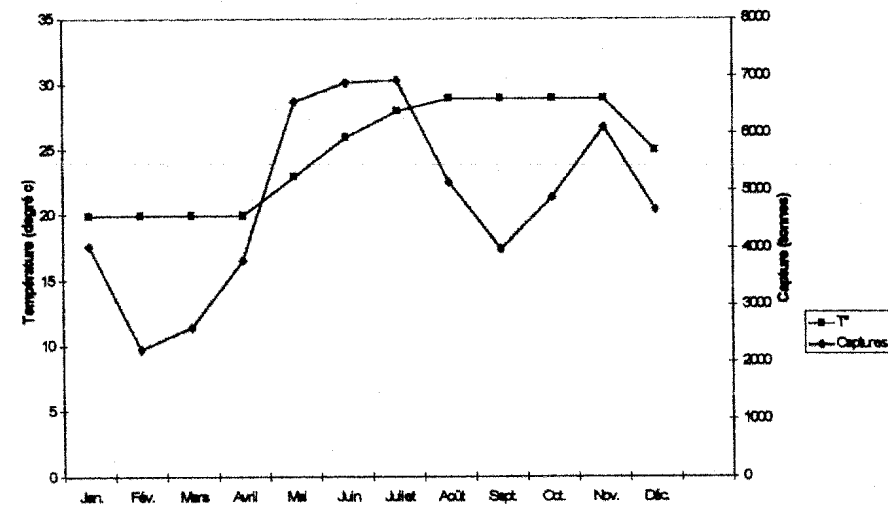


Fig. 33. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction de la température moyenne de surface de la mer à Mbour de 1989 à 1993

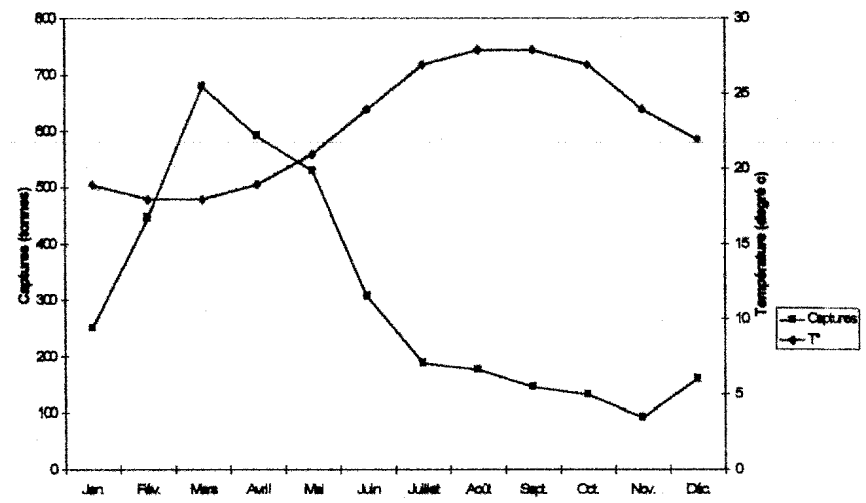


Fig. 35. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction de la température moyenne de surface de la mer à Yoff de 1980 à 1988

PECHE ARTISANALE : VARIATION SAISONNIERE DES CAPTURES EN FONCTION DES PARAMETRES PHYSIQUES

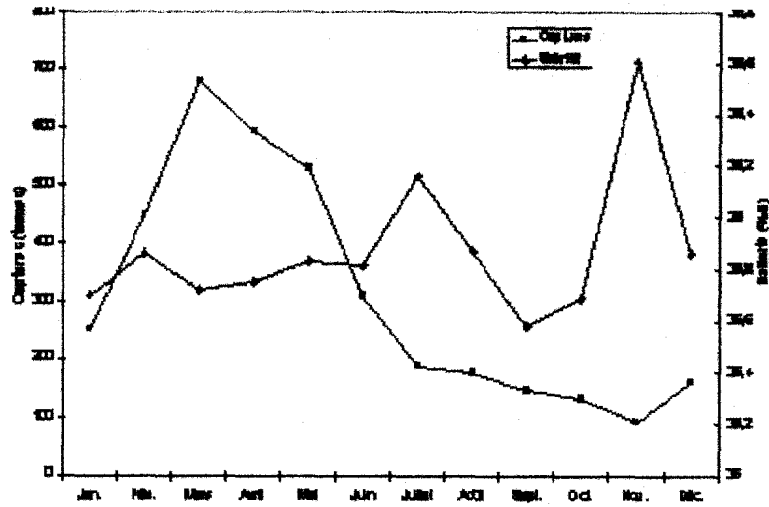


Fig. 36. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers et de la salinité moyenne de surface de la mer à Yoff de 1980 à 1986

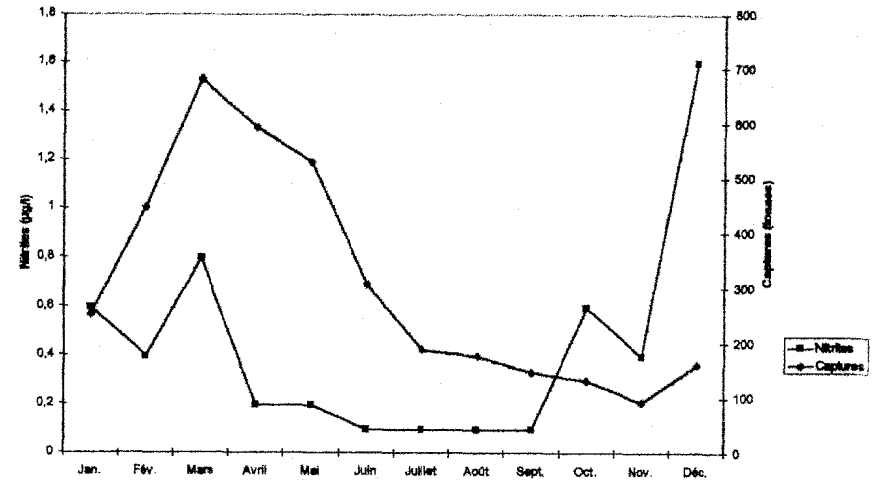


Fig. 38. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction du taux de nitrites moyens à Yoff de 1980 à 1986

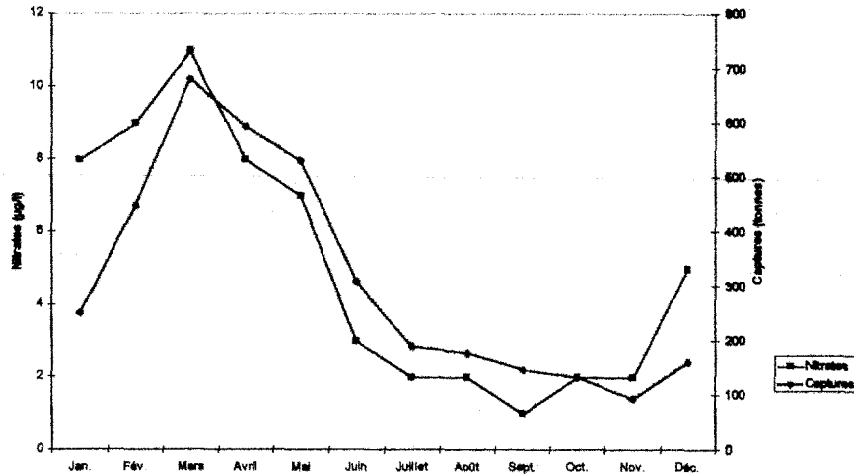


Fig. 37. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction du taux de nitrates moyens à Yoff de 1980 à 1986

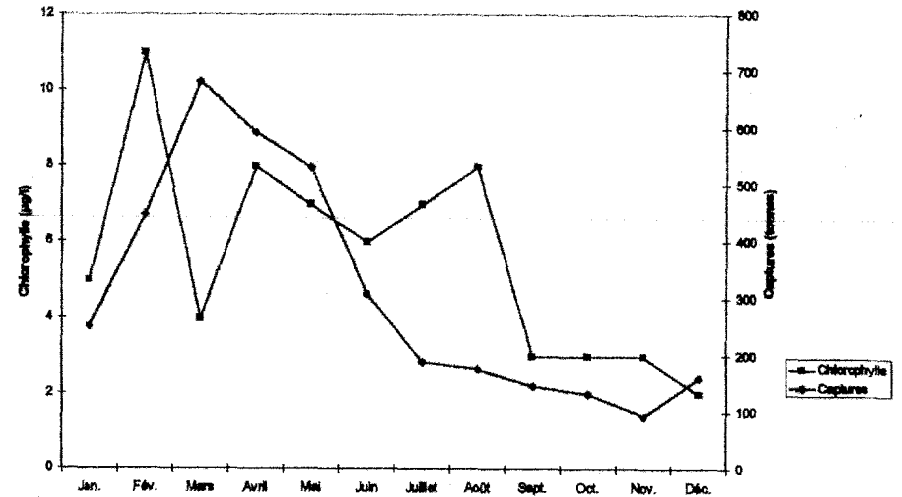


Fig. 39. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers en fonction du taux de chlorophylle moyens à Yoff de 1980 à 1986

PECHE ARTISANALE : VARIATION SAISONNIERE DES DEBARQUEMENTS EN FONCTION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

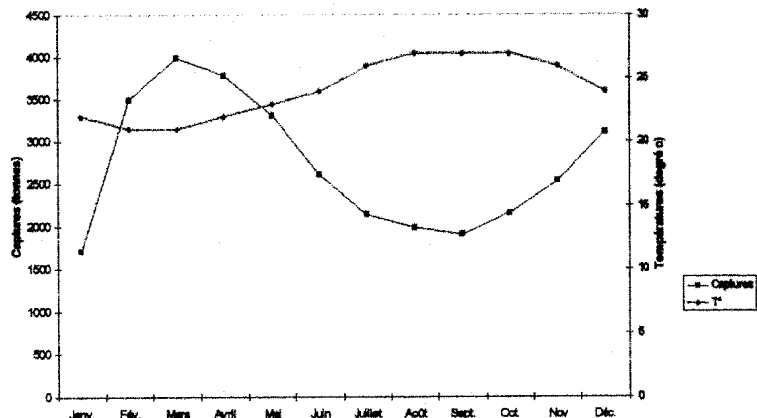


Fig. 40. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche industrielle à partir de flotilles opérant dans la zone océanique environnant de la température moyenne de surface de la mer de 1989 à 1995

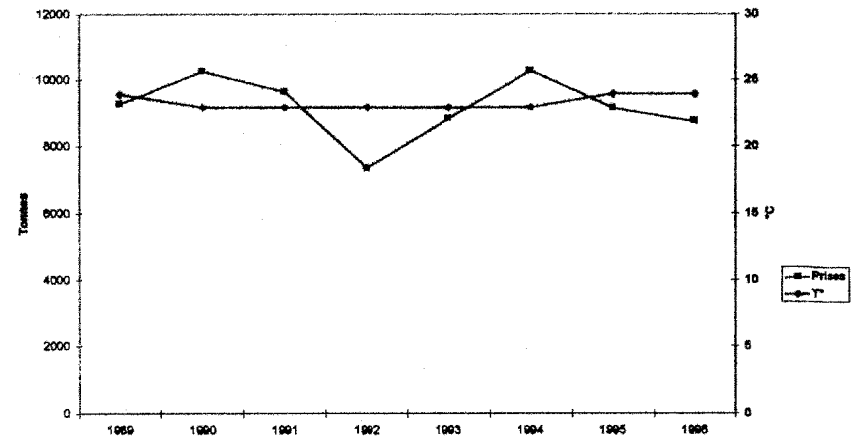


Fig. 42. Evolution annuelle des prises totales des carreaux, zone 04N-22N/10W-20W, Sénégal-Mauritanie (1989-1995) en fonction de la température moyenne de surface de la mer

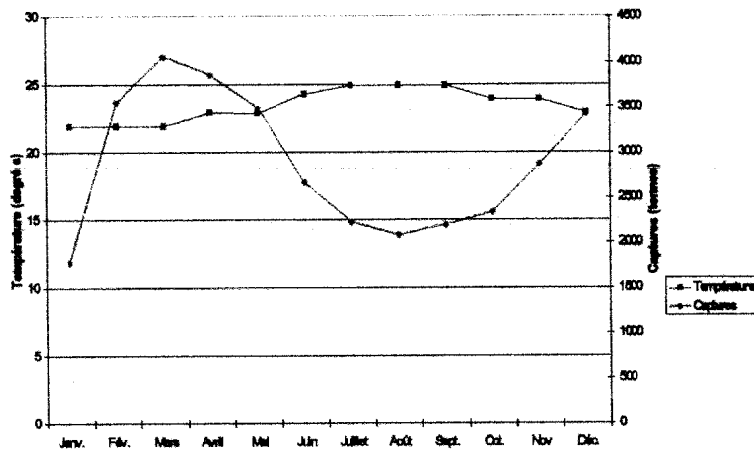


Fig. 41. Variations saisonnières des captures moyennes de poissons pélagiques côtiers par la pêche industrielle à partir de flotilles opérant dans la zone étendue en fonction de la température moyenne de surface de la mer de 1989 à 1995

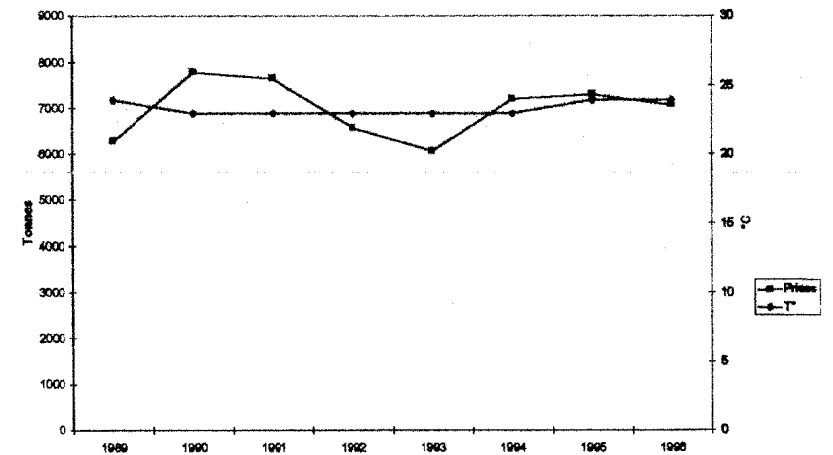


Fig. 43. Evolution annuelle des prises totales des carreaux, zone 14N-22N/10W-20W, Mauritanie en fonction de la température moyenne de surface de la mer

PECHE INDUSTRIELLE : VARIATION SAISONNIERE ET ANNUELLE DES DEBARQUEMENTS EN FONCTION DES PARAMETRES PHYSIQUES