

19 • Importance des saisons de transition hydrologique et impact des anomalies climatiques sur l'activité d'une flottille industrielle pélagique en ZEE mauritanienne

PIERRE CHAVANCE
YOURI LOKTIONOV
MOHAMMED MAHFOUD

CNROP, BP 22, Nouadhibou, République Islamique de Mauritanie

RÉSUMÉ

Les ressources pélagiques côtières constituent la biomasse la plus abondante de la ZEE mauritanienne; elles sont exploitées depuis les années soixante par des flottilles industrielles. Les traits majeurs de l'activité de ces flottilles le long du plateau continental sont décrits. La variabilité hydroclimatique saisonnière le long des côtes mauritaniennes est abordée à partir d'observations de température de surface et de données de vent. Les grandes lignes des relations entre la pêche et les conditions environnementales dans cette région sont ensuite dégagées. Partant de ce schéma moyen, l'effet des variations climatiques sur l'activité de la flottille est analysé durant la période 1985-1987 et notamment sur la principale composante des captures: les chinchards (*Trachurus spp.*).

ABSTRACT

*Coastal pelagic species are the dominant fish biomass in the Mauritanian EEZ; these resources are exploited since the sixties by industrial trawlers. The mean seasonal pattern of the activity of these fleets along the continental shelf is drawn. Using sea surface temperature data and wind data, the mean seasonal hydroclimatic cycle is described. The mean pattern of the relation between the fishery activity and the environmental conditions is investigated. From this pattern, the effect of the environmental variability from 1985 to 1987 on the fishery activity and on the dominant species (*Trachurus spp.*) in the catch is analysed.*

INTRODUCTION

Les ressources pélagiques côtières constituent la biomasse disponible la plus abondante de la ZEE (Zone Economique Exclusive) mauritanienne où elles sont exploitées depuis les années 60, principalement par les flottilles à long rayon d'action des pays de l'est européen et des groupements multinationaux. Les captures ont varié depuis 1969 entre 280 000 et 580 000 tonnes; elles sont stabilisées depuis 1985 aux environs de 450 000 tonnes et sont le fait de flottilles chalutières pélagiques industrielles (Anonyme, 1988). Ces ressources sont composées d'un nombre limité d'espèces à affinités tropicales ou tempérées appartenant principalement aux familles des carangidés (*Trachurus trachurus*, *Trachurus trecae* et *Decapterus rhonchus*) et des clupéidés (*Sardinella aurita*, *Sardinella maderensis* et *Sardina pilchardus*). D'autres espèces telles que le sabre (*Trichiurus lepturus*), le maquereau (*Scomber japonicus*) et l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) peuvent constituer une part notable des captures. Dans leur grande majorité, ces espèces effectuent des migrations saisonnières de grande amplitude liées au déplacement du front thermique intertropical

nord (Boely et Fréon, 1979; Garcia, 1982). Ces mouvements impliquent que pour l'essentiel les stocks pélagiques côtiers exploités en Mauritanie le sont également dans les pays limitrophes.

Avant l'établissement progressif des zones économiques exclusives qui a débuté en 1973, l'exploitation de ces ressources était caractérisée par de grands déplacements saisonniers des flottilles, comme ont pu le montrer Chabanne et Elwertowski (1973), Elwertowski et Boely (1971), Ostvedt et Myklevoll (1975). Par la suite, les flottilles ont dû trouver de nouveaux secteurs de pêche dans le cadre d'accords bilatéraux avec les pays riverains. L'activité des flottilles à l'intérieur de la ZEE mauritanienne reste toujours fortement marquée saisonnièrement dans ses composantes de distribution spatiale de l'effort, d'importance des captures, de composition spécifique et de rendement par espèce comme ont pu le montrer Chavance *et al.* (1987) et Chavance (1988). Les saisons de transition hydrologique sont des périodes très importantes dans le cycle annuel.

Cet article se propose de décrire les caractéristiques climatiques moyennes (pour la première fois à partir de l'ensemble des données disponibles) et l'activité d'une flottille pélagique industrielle en ZEE mauritanienne, permettant ainsi de dégager les grandes lignes des relations entre la pêche et les conditions environnementales. Partant de ce schéma moyen, nous analyserons l'effet des variations climatiques sur l'activité de la flottille durant la période 1985-1987 et notamment sur la principale composante des captures: les chinchards.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude de la variabilité spatio-temporelle des paramètres hydrométéorologiques dans la ZEE mauritanienne a été réalisée à partir des données suivantes:

- températures de l'eau en surface obtenues pendant les campagnes de recherche effectuées dans la ZEEM de 1955 à 1988 par les navires océanographiques mauritaniens et étrangers (2749 relevés);
- températures moyennes mensuelles de l'eau près du fond (20m) à la station «standard» Bayadère (20°40', 17°04''N) calculées à partir des données par décade de 1968 à 1987 (300 valeurs moyennes);
- relevés de température de l'eau en surface effectués deux fois par jour de 1985 à 1987 par les contrôleurs de pêche à bord des bateaux de pêche industrielle soviétiques travaillant dans la Z.E.E.M. (15000 relevés). Ces données proviennent des thermomètres installés près de la prise d'eau de mer refroidissant le moteur du bateau;
- données d'observations tri-horaires sur le vent effectuées et mises à la disposition du CNROP par les bureaux de l'ASECNA de l'aéroport de Nouadhibou (1968 à 1987) et de Nouakchott (1965 à 1982).

A partir des données des campagnes de recherche, les températures moyennes pluriannuelles pour les périodes caractéristiques de l'année ont été calculées dans

chaque carré de 20' utilisés au CNROP pour les statistiques de pêche pélagique. Les cartes saisonnières de température de l'eau en surface ont été constituées d'après ces valeurs.

Les données de température de l'eau relevées par les contrôleurs de pêche ont été traitées séparément de celles des campagnes de recherche en raison de leur moindre précision. Elles ont été moyennées par mois et par carré. Ensuite les valeurs moyennes mensuelles de température étaient calculées pour la partie de la ZEEM située entre 18° et 21°N qui est fréquentée par les flottilles de pêche pélagique durant toute l'année.

A partir des observations sur le vent, les valeurs des vitesses moyennes mensuelles de la composante du vent parallèle à la côte ont été calculées. Le carré de ce paramètre, proportionnel au transport d'Ekman, est utilisé comme indice d'intensité de l'upwelling.

L'étude de l'activité de la flottille pélagique a été faite à partir des données officielles (formulaire Statlant) fournies à la Mauritanie. La répartition spatiale par carré statistique a été déduite des données des contrôleurs.

RÉSULTATS

Régime du vent

Dans le développement des processus hydrologiques de la ZEEM, l'activité du vent joue un rôle important (Arfi, 1985; Coste et Minas, 1982; Halpern, 1977; Huntsman, 1977; Mittelstaedt, 1983; Sedykh, 1978). Les vents dominants sont les alizés (dont la direction et la vitesse sont soumises à variations spatio-temporelles) soufflant du nord-est et du nord, ils caractérisent le régime du vent au nord du cap Timiris. Ceux-ci sont remplacés par les alizés continentaux ou «harmattan» soufflant du nord-est et de l'est dans la partie sud de la région étudiée (Mittelstaedt, 1983).

A partir des vents moyens mensuels observés de 1968 à 1987, on peut constater que la vitesse maximale à Nouadhibou est enregistrée en mai-juin tandis que de septembre à janvier les vents sont les moins forts (fig. 1a). La direction mensuelle varie peu en restant dans le secteur 355°-22° (fig. 1b). D'après les observations effectuées à l'aéroport de Nouakchott de 1962 à 1982, les vents au sud du cap Timiris sont moins forts qu'au nord avec une vitesse maximale en mai (fig. 2a). La direction du vent dans cette région est plus variable qu'à Nouadhibou (fig. 2b).

L'intensité de l'upwelling côtier est influencée principalement par la variabilité de la composante du vent parallèle à la côte (Wooster *et al.*, 1976). L'orientation de la côte (N-S) et la direction du vent dominant (N-NE) permettent de supposer que dans le voisinage du cap Blanc, le développement de l'upwelling est régi surtout par les variations de la vitesse du vent. Au sud du cap Timiris, par contre, on peut distinguer trois secteurs caractérisés par une orientation différente de la ligne côtière :

- entre l'extrémité ouest du cap Timiris et la latitude 18°40'N environ, la côte est généralement orientée à 325°;

Fig. 1

Vitesse (a) et direction (b) moyennes (1968-1987) du vent à l'aéroport de Nouadhibou.

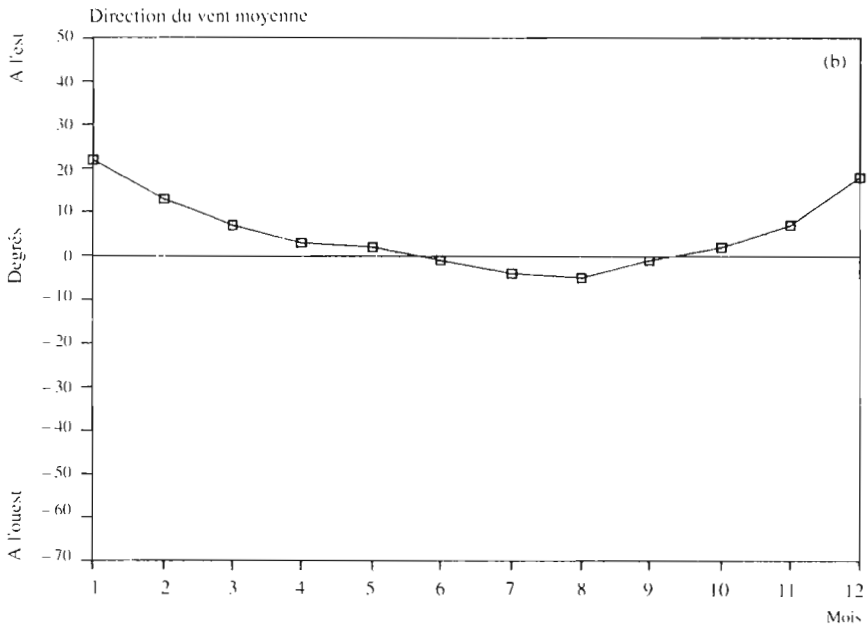
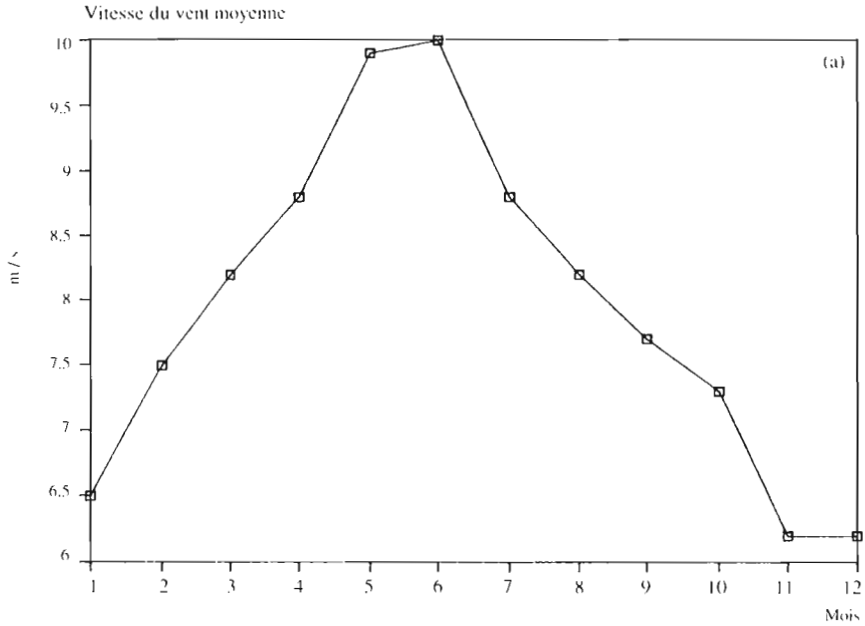
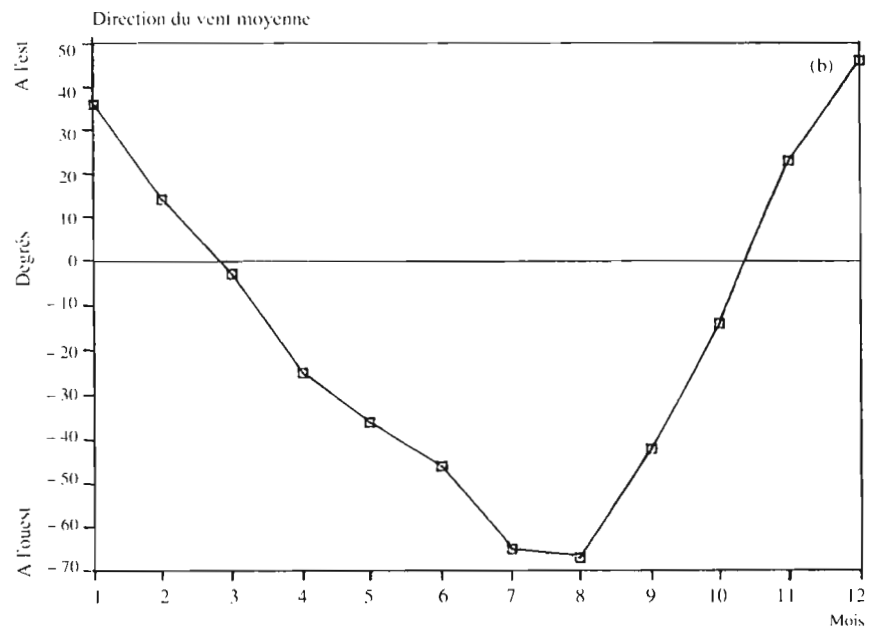
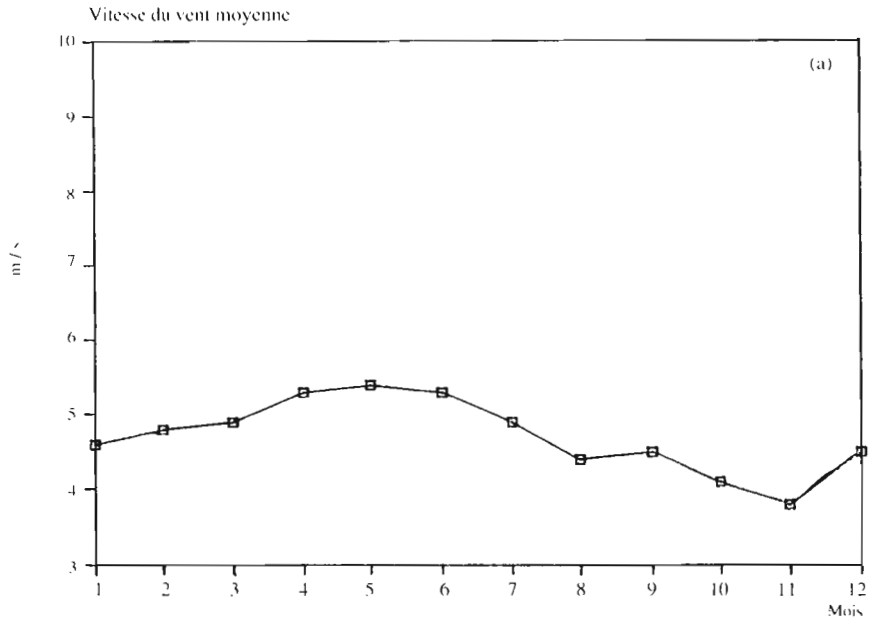


Fig. 2

Vitesse (a) et direction (b) moyennes (1962-1982) du vent à l'aéroport de Nouakchott.



- dans le secteur de Nouakchott (17°40'N-18°40'N), l'orientation de la côte est méridienne (360°);
- au sud de 17°20'N, la ligne côtière est orientée à 30°.

La composante du vent parallèle à la côte dans chacun de ces secteurs varie par conséquent différemment au cours de l'année et induit un effet de «déplacement» de la zone d'upwelling intensif le long de la côte (fig. 3).

Répartition saisonnière des températures superficielles

Les périodes caractéristiques des conditions thermiques superficielles entre 18 et 21°N peuvent être distinguées d'après l'évolution des températures de surface fournies par les contrôleurs (fig. 4). Il y a deux saisons hydrologiques principales:

- de janvier à avril, les températures sont les plus basses avec un minimum absolu en avril et un maximum secondaire en mars;
- de juillet à octobre, les températures sont les plus élevées avec un maximum observé en septembre.

En mai-juin et en novembre-décembre, les conditions thermiques peuvent être qualifiées de transitoires. La variation annuelle des températures à la station Bayadère est également caractérisée par des variations similaires. Le minimum de température dans cette région est observé en moyenne au mois de mai et le maximum en août-septembre. Ceci correspond aux résultats obtenus par Bernikov (1969).

La répartition des températures de surface sur la ZEE

mauritanienne durant ces quatre périodes de l'année est présentée à la figure 5. On soulignera les points suivants:

- durant la saison froide (janvier-avril) des gradients thermiques importants existent près de la région du cap Blanc et près du cap Timiris au sud duquel on distingue un upwelling avec des températures inférieures à 16,5°C. Les températures superficielles sur le plateau varient entre 16,5° et 18°C dans toute la ZEE L'augmentation générale des températures vers le large est un trait remarquable en cette saison;
- la période de transition de saison froide à saison chaude (mai-juin) est caractérisée d'une part par l'intensification des upwellings côtiers au sud et par le début du réchauffement général des eaux d'autre part. La température de l'eau durant cette période de transition est variable. Des zones de gradients thermiques très importants sont créées le long de la côte au sud du cap Timiris où les contrastes de températures peuvent atteindre 4 à 6°C. Les isothermes au niveau du cap Timiris prennent, à cette période, une orientation perpendiculaire à la côte;
- durant la saison chaude (juillet-octobre), le phénomène le plus remarquable est l'existence d'un front thermique situé près de 20°30'N avec des contrastes moyens de température de 6°C. La position exacte du front est soumise à des variations intra-saisonnières et interannuelles (Loktionov, 1988). Durant cette saison, des gradients thermiques assez importants peuvent se former près du cap Timiris;

Fig. 3

Indices d'upwelling dans la partie sud de la ZEEM.

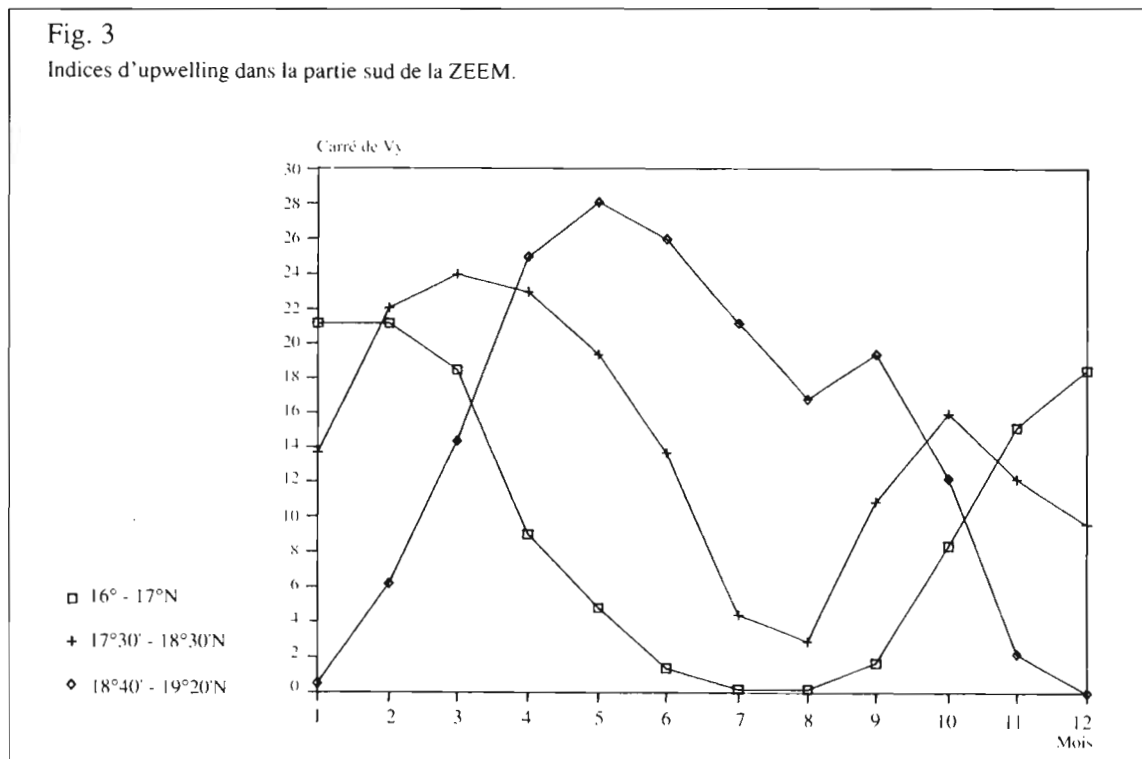


Fig. 4

Température moyenne de l'eau dans le secteur
18-21°N de la ZEEEM.

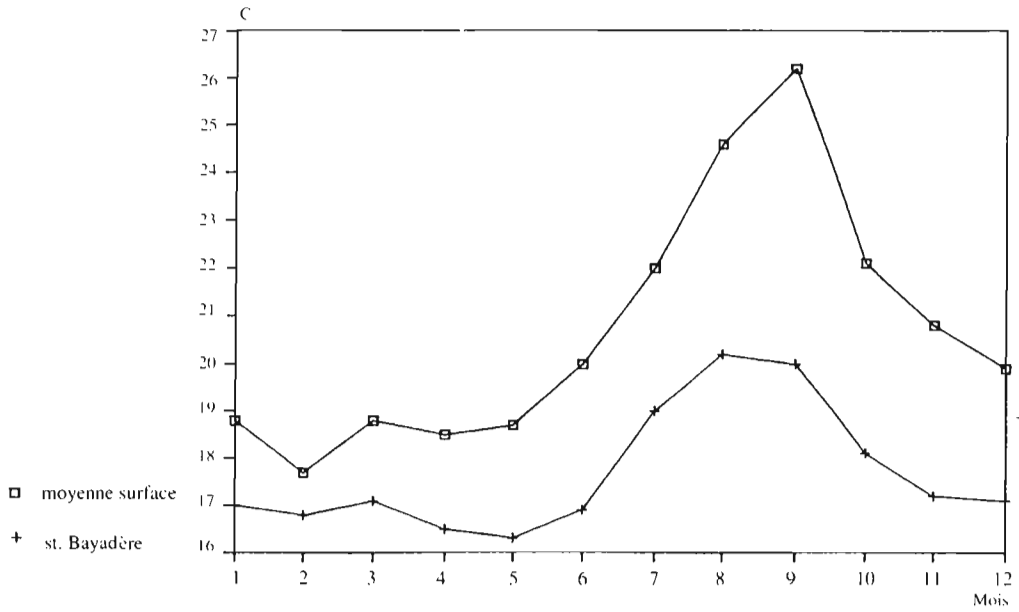
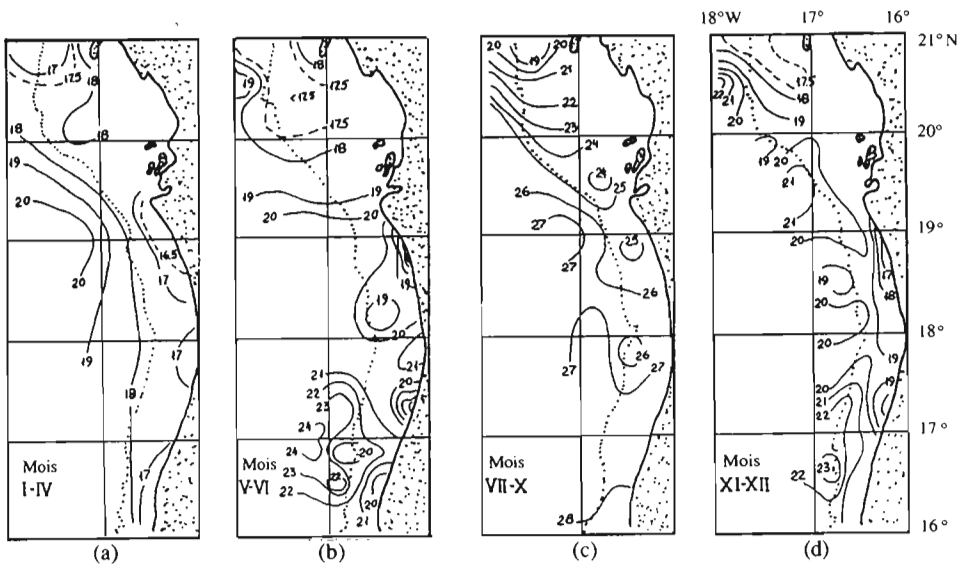


Fig. 5

Répartition des températures de surface sur la ZEE mauritanienne en saison froide (a), saison de transition froide-chaude (b), saison chaude (c) et de transition chaude-froide (d).



• la période de transition de saison chaude à saison froide (novembre-décembre) est caractérisée par l'intensification des upwellings côtiers au sud et par la formation de zones de contrastes thermiques le long de toute la ZEE, notamment au sud du cap Blanc et au sud du cap Timiris.

Activité de la flottille chalutière pélagique soviétique

La flottille soviétique est depuis 1983 la flottille chalutière pélagique la plus importante en ZEE mauritanienne où elle réalise environ 70% des captures pélagiques totales. Cette flottille est composée de bateaux aux caractéristiques suivantes:

- RTMS (102 m, 3019 tjb, 3 880 ch)
- RTMA (82 m, 2177 tjb, 2 320 ch)
- BMRT (85 m, 2400 tjb, 2 000 ch)
- STM (62 m, 1900 tjb, 2 400 ch)

En 1986-1987, 36 unités ont été autorisées à opérer dans les eaux mauritaniennes.

Comme nous pouvons le voir sur la figure 6, les captures de cette flottille sont principalement composées de chinchards qui constituent la catégorie d'espèces cibles. Alors que ceux-ci ne représentent que 21 à 26% de la biomasse d'après les campagnes d'évaluation acoustique (Josse et Chavance, 1987; 1988), ils participent pour 46% aux captures soviétiques de la même année. Seules les CPUE mensuelles de chinchards ont été jugées utilisables comme indices d'abondance. Celles-ci ont été calculées à partir de prises mensuelles de chinchards et du nombre de jours de pêche toutes unités confondues.

La figure 7 illustre l'évolution moyenne des CPUE sur la période 1985-1987. On observe deux pics saisonniers principaux, l'un très marqué en avril-mai-juin et l'autre en décembre-janvier. Ces périodes de rendements maximums prennent place dans des régions différentes comme on peut l'observer sur la figure 8. En décembre-janvier, le pic a plutôt lieu au nord du cap Timiris, alors qu'en milieu d'année celui-ci a plutôt lieu au sud du même cap vers la latitude 18°N (Nouakchott).

Si l'on compare ces zones d'activité privilégiées aux cartes de température moyenne par saison (fig. 5), on peut observer que la flottille exerce son effort de pêche là où les gradients thermiques sont les plus prononcés. La réalité biologique nous impose de prendre en considération le fait que plusieurs espèces sont comptabilisées dans les statistiques de pêche sous la catégorie «chinchards». Ce sont: *Trachurus trachurus*, le chinchard européen; *Trachurus trecae*, le chinchard noir et *Decapterus rhonchus*, le chinchard jaune. Nos observations sur les chalutiers en 1987 (fig. 9) nous ont permis de constater que les deux pics principaux de rendements correspondent à des espèces différentes. Le pic de rendement au nord en novembre-janvier correspond plutôt à des rendements accrus de *Trachurus trachurus*, le chinchard européen, alors que le deuxième pic de rendement au sud en mai est nettement dû à *Trachurus trecae*, le chinchard noir. *Decapterus rhonchus*, le chinchard jaune, est toujours secondaire

Fig. 6

Composition spécifique des captures soviétiques en 1987 et de la biomasse évaluée par échantillonnage en janvier et octobre 1987.

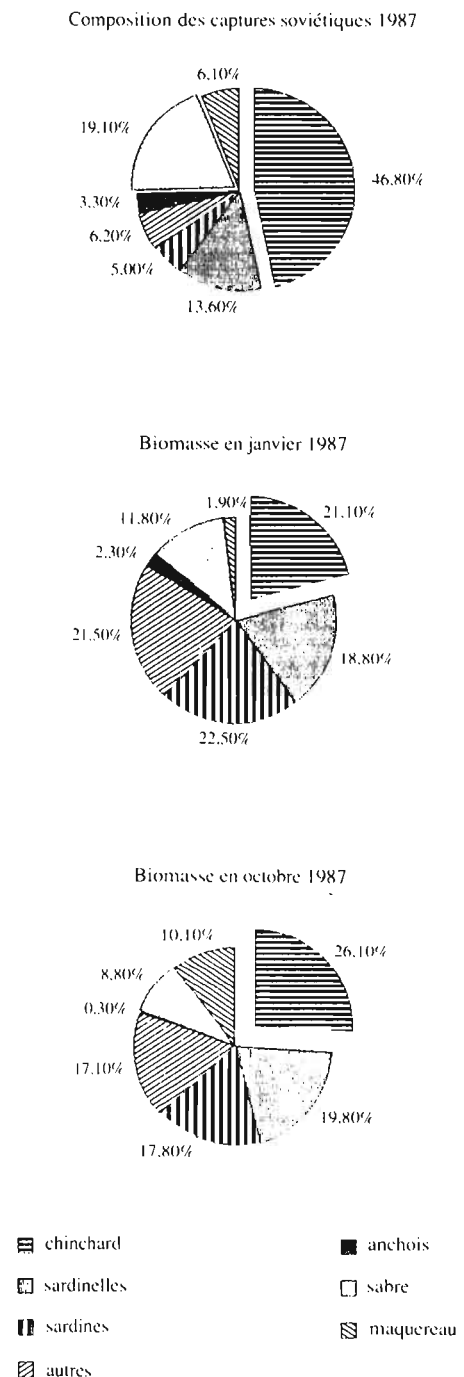


Fig. 7

CPUE moyennes mensuelle de chinchards par la flottille soviétique de 1985 à 1987.

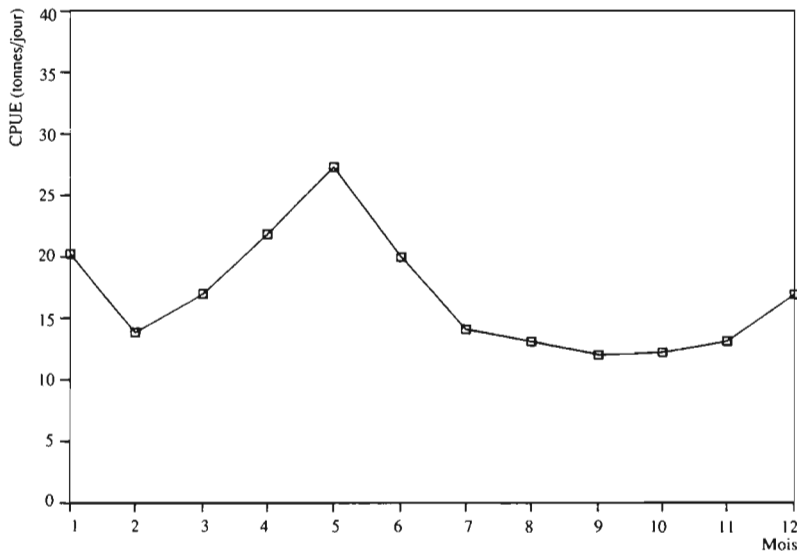


Fig. 8

Répartition de l'effort de pêche soviétique (%) en ZEE mauritanienne aux différentes saisons hydrologiques sur la période 1985-1987 en saison froide (a), saison de transition froide-chaude (b), saison chaude (c) et transition chaude-froide (d).

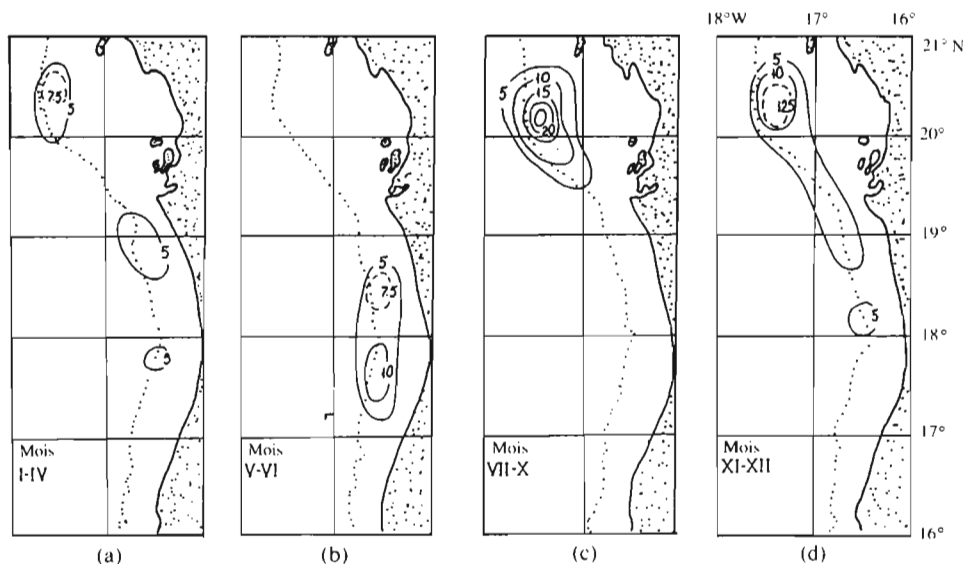
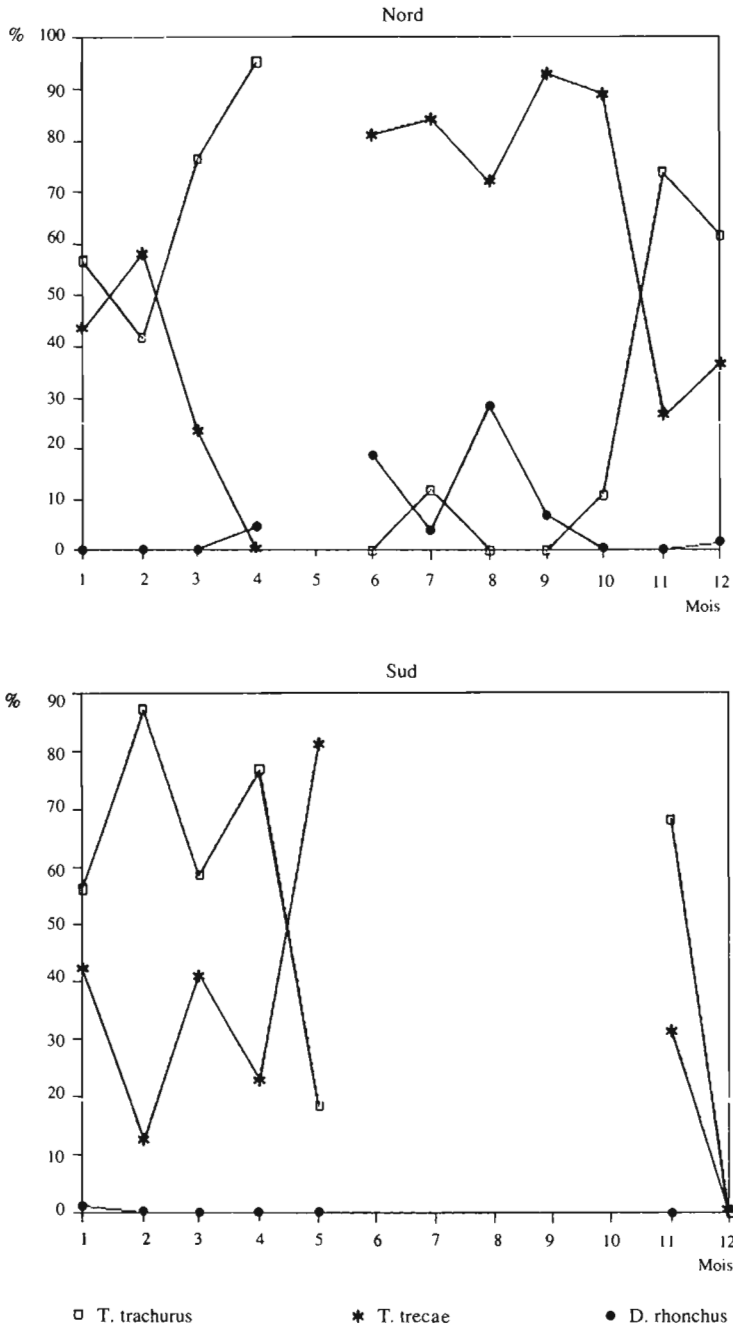


Fig. 9

Composition par espèces de chinchard des captures soviétiques en région nord et sud en 1987, d'après les échantillonnage du CNROP.



dans les captures soviétiques et apparaît surtout en juin et août au nord.

Pour bien comprendre cette situation, il faut se souvenir des schémas migratoires de ces deux espèces. *Trachurus trachurus*, le chinchard européen, est une espèce à affinité tempérée ou méditerranéenne dont la répartition s'étend jusqu'au Sénégal en période froide, corrélativement à la progression vers le sud des eaux canariennes froides. Cette espèce se reproduit en novembre - janvier (Anonyme, 1988). *Trachurus trecae*, le chinchard noir, est essentiellement ouest-africain et tropical et possède sensiblement le même biotope que *Trachurus trachurus* dont il semble être une espèce vicariante. Sa limite septentrionale est le cap Bojador et sa répartition s'étend en période chaude vers le nord, corrélativement à la progression des eaux chaudes. Cette espèce a une période de reproduction très étalée dans le temps; le maximum de ponte se situerait durant le premier semestre (Anonyme, 1988).

En résumé, les deux pics de rendements correspondent respectivement à l'arrivée en ZEE mauritanienne des concentrations génésiques de ces espèces, de novembre à janvier lors de la descente de *Trachurus trachurus* et en début d'année lors de la remontée de *Trachurus trecae*. Les performances de la flottille chalutière dont l'effort est dirigé sur ces espèces vont donc être particulièrement liées au développement des processus hydrologiques qui déterminent la période d'apparition et de disparition des espèces cibles et donc leur durée d'accessibilité.

Impact des anomalies climatiques

La figure 10 indique l'évolution des CPUE de chinchards et les anomalies du carré de la composante méridienne de la vitesse du vent pour la période 1985-1987. Si l'on retrouve le schéma général d'évolution des CPUE avec deux pics annuels, on note cependant, pour les périodes chaudes (juillet-octobre) et de transition chaude-froide (novembre-décembre), les anomalies suivantes:

- septembre-décembre 1985: les CPUE chutent à des niveaux particulièrement bas;
- octobre-novembre 1986: les CPUE sont particulièrement bonnes;
- septembre-octobre 1987: les CPUE sont bonnes et paraissent stabilisées à un niveau assez élevé.

Toutes ces situations correspondent à des anomalies du vent que nous pouvons interpréter de la façon suivante: en période chaude et de transition chaude-froide, en cas de diminution du vent et donc de l'upwelling, les eaux chaudes peuvent progresser davantage vers le nord, rendant en partie inaccessibles les concentrations de *T. trecae* sur lesquelles travaille la flottille à cette période (cas de 1985). En cas de renforcement du vent, par contre, et donc de l'upwelling, le refroidissement des eaux est accéléré et le maintien vers le sud du cap Blanc des chinchards est favorisé (cas 1986 et 1987). Il existe une relation quantitative directe (fig. 11a) entre l'anomalie du vent et les CPUE mensuelles de chinchards en saison chaude et de transition chaude-froide (juillet-octobre).

Fig. 10

CPUE mensuelle de la flottille soviétique de 1985 à 1987 sur le chinchard et upwelling (anomalie du carré de la composante méridienne de la vitesse du vent).

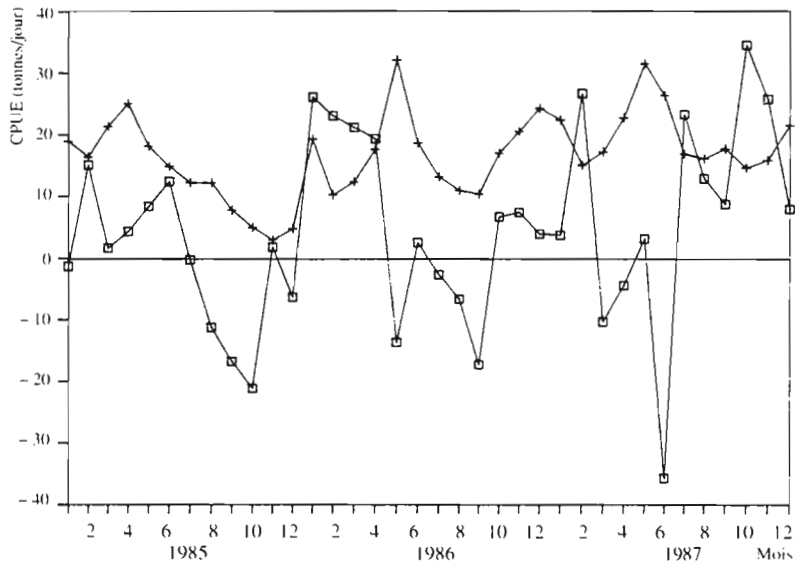
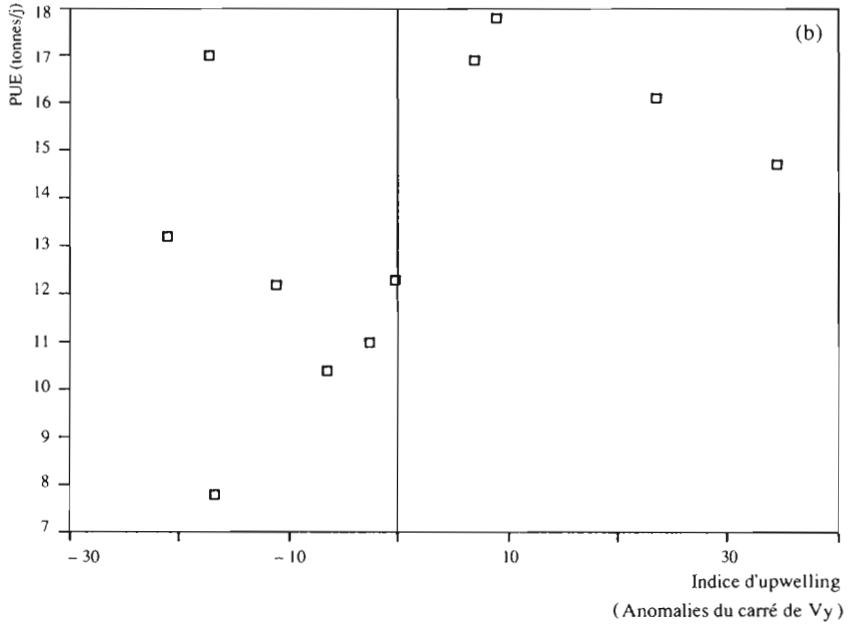
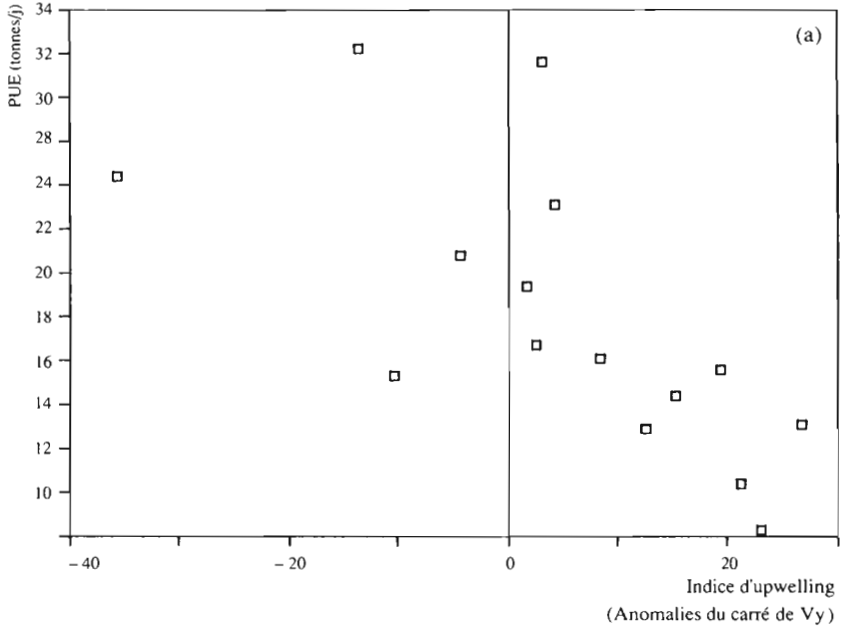


Fig. 11

Indice d'upwelling et PUE (février-juin 1985-1987) (a). Indice d'upwelling et PUE (juillet-octobre 1985-1987) (b).



En saison froide, la situation est inversée (fig. 11b). En effet, une anomalie négative du vent est à même de ralentir la progression des eaux canariennes et donc de maintenir plus longtemps accessibles les populations de chinchards dans la ZEE mauritanienne. Une anomalie positive, elle, accentue la progression des eaux froides, retarde le réchauffement des eaux et est donc susceptible de rendre plus longtemps inaccessibles les fortes concentrations de *Trachurus trecae* essentiellement.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Ainsi les rendements en chinchards de la pêche chalutière pélagique en ZEE mauritanienne sont fluctuants et sont liés aux migrations génésiques de *Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae* l'un vers le sud de novembre à janvier et l'autre vers le nord en avril-mai.

Les captures de ces espèces se font surtout en périodes de transition pendant lesquelles les flottilles suivent ces concentrations. Les fluctuations climatiques, en modifiant le schéma de développement des périodes de transition, peuvent sensiblement modifier l'accessibilité de ces ressources aux flottilles en ZEE mauritanienne. Les données présentées indiquent qu'une saison chaude plutôt froide et une saison froide plutôt chaude sont susceptibles de maintenir plus longtemps accessibles en Mauritanie les stocks de chinchards partagés avec les pays limitrophes.

DISCUSSION

BINET : Pourquoi n'y a-t-il pas d'upwelling devant le banc d'Arguin ?

JOSSE : C'est, semble-t-il, un problème de topographie de la côte et du talus continental. On peut vérifier cette absence d'upwelling par télédétection. En réalité, il y a un upwelling mais celui-ci est peu intense et se traduit par une bande d'eau froide, très mince qui apparaît au niveau de l'isobathe des 50 mètres.

GARCIA : Les concentrations des flottilles de pêche se rencontrent dans les zones à fort gradient thermique. Ces zones sont-elles des zones à capturabilité élevée ou des zones à biomasse élevée ou bien les deux à la fois ?

CHAVANCE : Les campagnes d'écho-intégration montrent que ce sont des zones où les biomasses se concentrent.

HERBLAND : Les zones à fort gradient sont des zones où productivités primaire et secondaire sont intensifiées.

FREON : Une meilleure exploitation des campagnes d'écho-intégration (distribution relative des espèces,

distribution des tailles) permettrait de mieux cerner ces problèmes de concentrations de biomasse et de disponibilité.

CITEAU : Comment expliquez-vous le décalage entre le pic saisonnier de vent et le minimum saisonnier de température ?

ROY : Ce décalage est simplement le résultat de l'advection d'eaux froides en hiver. Quand un upwelling se développe en été, les eaux de surface côtières peuvent être à une température supérieure à celle rencontrée en hiver.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme 1988. Rapport du groupe de travail CNROP/CRODT-ISRA sur les ressources pélagiques côtières. Nouadhibou, juin 1988 (mimeo)
- Arfi R. 1985. Variabilité interannuelle d'un indice d'intensité des remontées d'eau dans le secteur du cap Blanc (Mauritanie). Can. J. Aquat. Sci., 42: 1969-1978.
- Bernikov R.G. 1969. Variabilité saisonnière de température et de salinité dans la région du cap Blanc au port Saint-Louis. Trudy AtlantNIRO iss, XXII, p: 13-29.
- Boely T. et Fréon P. 1979. Les ressources pélagiques côtières. In: Troadec J.P. et Garcia S. (eds.). Les ressources halieutiques de l'Atlantique Centre-Est. Première partie: les ressources du Golfe de Guinée de l'Angola à la Mauritanie. FAO doc. tech. Pêches, 186(1): 13-78.
- Chabanne J. et Elwertowski J. 1973. Cartes des rendements de la pêche des poissons pélagiques sur le plateau continental nord ouest africain de 11°N à 26°N. C.R.O. Dakar-Thiaroye, Doc. sci. prov., n°49.
- Chavance P., Josse E., Damiano A. et Lawal D. 1987. Description de l'activité des flottilles pélagiques industrielles en 1986 dans la ZEE mauritanienne. Bull. Centr. Nat. Rech. Océanogr. et des Pêches, Nouadhibou, 15(1): 113-138
- Chavance P. 1988. Description de l'activité des flottilles pélagiques industrielles en 1987 dans la ZEE mauritanienne. Bull. Centr. Nat. Rech. Océanogr. et des Pêches, Nouadhibou, 17: 1-29
- Coste B. et Minas H. 1982. Analyse des facteurs régissant la distribution des sels nutritifs dans la zone de remontées d'eau des côtes mauritaniennes. Oceanol. Acta, 5(3): 315-324.
- Elwertowski J. et Boely T. 1971. Répartition saisonnière des poissons pélagiques côtiers dans les eaux mauritaniennes et sénégalaises. Doc. sci. provis. Centr. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye ORSTOM, 32: 15p
- Garcia S. 1982. Distribution, migration and spawning of the main fish resources in the Northern CECAF area. COPACE/PACE series 82/25 9p., 11 cartes.
- Halpern D. 1977. Description of wind and of upper ocean current and temperature variations on the continental shelf off Northwest Africa during March and April 1974. J. Phys. Oceanogr, 7(3): 422- 430.
- Huntsman S.A. et Barber R.T. 1977. Primary production off North West Africa: the relationship to wind and nutrient conditions. Deep-Sea Res, 24: 25-33.
- Josse E. et Chavance P. 1987. Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi pélagiques de la région du plateau et du talus continental de la ZEE mauritanienne. Résultats de la campagne

ND8701P du N/ONDIAGO. 31 janvier-12 février 1987. Arch. Centr. Nat. Rech. Océanogr. et des Pêches, Nouadhibou, 17: 78 p

• Josse E. et Chavance P. 1988. Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi pélagiques de la région du plateau et du talus continental de la ZEE mauritanienne. Résultats de la campagne ND8710P du N/O NDIAGO. 26 octobre au 8 novembre 1987. Arch. Centr. Nat. Rech. Océanogr. et des Pêches, Nouadhibou, 26: 63 p

• Loktionov Y. 1988. Evolution de l'hydroclimat et les conditions hydrologiques dans la ZEE mauritanienne en 1979- 1987. Rapport du groupe de travail CNROP/CRODT-ISRA sur les ressources pélagiques côtières. Nouadhibou, 8-16 juin 1988 (mimeo): 55-73.

• Mittelstaedt E. 1983. The upwelling area off Northwest Africa: a description of phenomena related to coastal upwelling. Prog. Oceanogr, 12: 307-331.

• Ostvedt O. J. et Myklevoll S. 1975. Rapport sur le pêcherie pélagique norvégienne au large de la côte d'Afrique occidentale (1970-1973). FAO Rapp. Pêche, 158: 165-187

• Sedykh K. A. 1978. The coastal upwelling off Northwest Africa. Int. Counc. Explor. Sea. C. M. 1978/C:12, Hydrogr. Comm., 19p.

• Wooster W. S., Bakun A. et McLain D. R. 1976. The seasonal upwelling cycle along the Eastern boundary of the North Atlantic. J. Mar. Res., 34: 131-141.