

VARIABILITE DES RENDEMENTS EN ALBACORE (*THUNNUS ALBACARES*) ET LISTAO (*KATSUWONUS PELAMIS*),
EN RELATION AVEC LES ANOMALIES INTERANNUELLES DE LA TEMPERATURE DE SURFACE

P. Cayré, C. Roy
Centre de Recherches Océanographiques
B. P. 2241, Dakar, Sénégal

SUMMARY

This paper gives analysis of the relationship between inter-annual sea surface temperature variability and yellowfin (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) yield (CPUE) for the FISM fleet (France, Ivory Coast, Senegal and Morocco) operating in the eastern tropical Atlantic. Two time-area strata have been used (Senegal and Ivory Coast) both characterized by the seasonal occurrence of an upwelling and an intensive fishing period. It is shown that yellowfin CPUE distribution as a function of sea surface temperature anomalies from 1969 to 1981, is random, except for strong thermal anomalies which always seem to cause a significant decrease in the CPUE. An interpretation based on the behavior and the catchability of yellowfin is proposed.

RESUME

Les relations entre la variabilité inter-annuelle de la température de surface et les rendements en albacore (*Thunnus albacares*) et listao (*Katsuwonus pelamis*) de la flottille FISM (France, Côte d'Ivoire, Sénégal et Maroc) opérant dans l'Atlantique tropical est sont étudiés ici. Deux strates spatio-temporelles ont été retenues (Sénégal et Côte d'Ivoire), toutes deux caractérisées par le développement saisonnier d'un upwelling et d'une période de pêche intensive. On montre que la distribution des PUE d'albacore, en fonction des anomalies de température de surface, de 1969 à 1981, est aléatoire, exceptée pour les fortes anomalies thermiques qui semblent toujours se traduire par une baisse sensible des PUE. Une interprétation, basée sur l'impact de l'environnement sur le comportement et la capturabilité de l'albacore est proposée.

RESUMEN

Se estudia la relación entre la variabilidad inter-anual de la temperatura superficial del mar y los rendimientos de rabil (*Thunnus albacares*) y listado (*Katsuwonus pelamis*) de la flota FISM (Francia, Costa de Marfil, Senegal y Marruecos), que opera en el Atlántico tropical oriental. Se han utilizado dos estratos espacio-temporales (Senegal y Costa de Marfil), ambos caracterizados por la presencia estacional de un afloramiento, y de un período de pesca intensiva. Se señala que la distribución de las CPUE de rabil, en función de las anomalías de temperatura en la superficie de 1969 a 1981 es aleatoria, exceptuando las fuertes anomalías térmicas que parecen traducirse siempre por una baja importante de las CPUE. Se propone una interpretación basada en el impacto del medio ambiente sobre el comportamiento y capturabilidad del rabil.

1 . INTRODUCTION

Si de nombreux auteurs se sont intéressés aux relations existant entre la température de surface et les prises ou les rendements des flottilles thonières dans les trois océans (BLACKBURN, 1965, GALLARDO et LE GUEN, 1972 ; STRETTA, 1977 ; BAGES et FONTENEAU, 1979 ; SHARP, 1983 ; EVANS et al. 1980 ; SUND et al., 1981 ; STRETTA et SLEPOUKA, 1983), les relations entre la variabilité inter-annuelle du champ thermique de surface et les rendements de ces pêcheries ont été à ce jour peu étudiées.

Dans le Pacifique, des phénomènes tels que "El Nino" ont montré l'importance de l'impact de la variabilité inter-annuelle de l'océan sur la biomasse (SHARP et CSIRKE, 1983). En Atlantique, à l'inverse du Pacifique, l'amplitude de la variabilité inter-annuelle est faible comparée à celle de la variabilité saisonnière ; néanmoins elle peut atteindre une amplitude significative (1 à 2 degré Celcius), notamment dans les zones d'upwelling : à l'équateur, devant la Côte d'Ivoire et le long du littoral sénégal-mauritanien (MERLE, 1980, SERVAIN et al., 1985)

La répartition spatio-temporelle des captures de thons dans l'Atlantique tropical est soumise à d'importantes variations saisonnières. Les fortes concentrations de thons observées devant la Côte d'Ivoire, devant le Cap Lopez ou à l'équateur apparaissent à une époque de l'année où la production biologique, sous l'action d'un upwelling côtier ou océanique, est maximale. MENDELSSOHN et ROY (1983) ont montré que l'évolution spatio-temporelle des captures d'albacore et de listao dans l'Atlantique tropical-Est était fortement corrélée à la propagation de l'upwelling le long des côtes du Golfe de Guinée. Devant le littoral sénégal-mauritanien, de fortes concentrations de thons, exploitées principalement par des senneurs, apparaissent de la mi-mars au mois de juin, période pendant laquelle l'upwelling côtier tend à se résorber. Ces régions dans lesquelles une part importante des captures des flottilles thonières opérant en Atlantique tropical est réalisée correspondent également à des zones où la production biologique est intense et où la variabilité thermique inter-annuelle est importante. Sur les figures 1 et 2,

quelques exemples de la distribution saisonnière des prises d'albacore et de listao sont présentés ; il apparaît clairement sur ces figures que la distribution spatiale des captures est fortement liée à des entités océanographiques saisonnières : upwelling ivoiro-ghanéen devant le Cap des Trois Pointes (6^{ème} trimestre) et upwelling sénégal-mauritanien (2^{ème} trimestre) devant la partie occidentale de l'Afrique de l'Ouest. Il nous est apparu intéressant de comparer dans ces deux zones (fig. 3) et à des périodes de pêche intensive (zone "Sénégal" : du mois de mars au mois de juin inclus, zone "Côte d'Ivoire" : du mois de juillet à la mi-octobre), la variabilité inter-annuelle de la température de surface avec l'évolution des rendements (PUE) en albacore et en listao de la flottille de senneurs FISM (France, Côte d'Ivoire, Maroc, Sénégal), de 1969 à 1981.

2 . DONNEES

2.1. DONNEES PHYSIQUES

Les données de température de surface proviennent du fichier d'observations météorologiques des bateaux marchands archivé par le National Climatic Center (ASHVILLE, USA). Une copie de ce fichier, validé et moyenné par carrés de deux degrés de côté sur tout l'Atlantique tropical, de 1964 à 1979 nous a été aimablement fournie par J. SERVAIN et J. PICAUT. Une description détaillée de la validation de ces données est faite dans SERVAIN et al. (1985). Les données d'anomalies de température de surface, disponibles par carrés de 2 degrés de côté et par mois, ont été extraites de ce fichier et moyennées pour les deux zones de la figure 3. Ce fichier s'arrêtant en 1979, les anomalies de température de surface pour 1980 et 1981 ont été calculées directement à partir du fichier d'observations météorologiques de la Météorologie Nationale française. A partir de ces deux séries mensuelles, les données couvrant la saison de pêche (mi-mars à fin juin pour la zone "Sénégal", juillet à mi-octobre pour la zone "Côte d'Ivoire") ont été extraites et moyennées pour aboutir à deux séries d'anomalies (une valeur par an) décrivant la variabilité thermique inter-annuelle de la zone "Sénégal" et de la zone "Côte d'Ivoire", pendant la saison de pêche intensive et ceci de 1969 à 1981 (fig. 4).

2.2. DONNEES DE PECHE (PRISES ET EFFORTS) ET CALCUL DES RENDEMENTS (PUE)

Nous avons retenu comme données de base pour le calcul des rendements, les captures (albacore et listao) et les efforts de pêche de la flottille thonière FISM de 1969 à 1981. Cette flottille dont les données sont bien collectées depuis 1969, a toujours été l'une des plus actives pour la pêche au thon dans l'Atlantique oriental ; son aire de pêche recouvre une partie significative de l'aire de répartition géographique des deux espèces albacore et listao, ce qui explique que ce soient les seuls rendements (PUE) de cette flottille qui ont servi par le passé, dans les travaux de l'ICCAT, comme indice d'abondance pour l'évaluation des stocks des deux espèces. Les prises par unité d'effort sont calculées chaque année, dans chacune des deux strates spatio-temporelles retenues (fig. 3), après standardisation des efforts des différentes catégories de senneurs en unité "grand senneur" selon la méthode décrite à de multiples reprises (FONTENEAU et SOISSON, 1974 ; FONTENEAU, 1978). L'unité d'effort retenue est le temps réellement passé par les bateaux à rechercher activement albacore ou listao, temps

exprimé en jours de pêche (12 heures par jour) ; les périodes d'immobilisation des bateaux (pannes, opération de sennage, cales pleines, etc.....) et les heures nocturnes sont donc exclues de cet effort.

3 . VARIABILITE INTERANNUELLE DES ANOMALIES DE TEMPERATURE DE SURFACE ET DES RENDEMENTS (PUE)

3.1. VARIABILITE THERMIQUE

La variabilité de la température de surface est utilisée ici comme un indicateur du niveau de la production biologique. Dans une zone d'upwelling, on peut admettre en première approximation, que le développement de la biomasse est fonction de l'intensité des remontées d'eaux froides. Une anomalie thermique négative sera la signe d'une intensification des mouvements verticaux et donc l'indice d'un accroissement relatif de la production.

La zone "Sénégal", située au nord de l'équateur météorologique, est placée sous l'influence de la variabilité climatique de l'hémisphère boréal. La variabilité inter-annuelle de la température de surface, de 1969 à 1981 (fig. 4), est importante. L'amplitude des anomalies thermiques peut atteindre 2 degrés Celsius. La variabilité thermique inter-annuelle, très contrastée de 1969 à 1976, s'est atténuée de 1977 à 1981. Aux fortes anomalies positives de 1969 et 1970 (réchauffement précoce après l'upwelling), a succédé une période plutôt froide en 1971 et 1972. 1973 fut une année particulièrement anormale sur tout l'Atlantique tropical, caractérisée par une très forte anomalie positive. Après 1974, 1975 et 1976, années froides, la variabilité inter-annuelle est faible ; la période 1977-1981 fut plutôt chaude, excepté 1980 où l'anomalie thermique est légèrement négative.

La variabilité thermique inter-annuelle de la zone "Côte d'Ivoire" diffère en de nombreux points de celle de la zone "Sénégal". Bien que située au nord de l'équateur géographique, le littoral ivoiro-ghanéen est placé sous l'influence du régime hydro-climatique de l'hémisphère austral. L'amplitude des anomalies inter-annuelles de la température de surface est plus faible que dans la zone "Sénégal" et ne dépasse pas, en valeur absolue, 1 degré Celsius (fig. 4). Au cours de la période 1969-1981, trois événements climatiques majeurs, caractérisés par une amplitude de l'anomalie thermique supérieure en valeur absolue à 0.5 degré Celsius, ont affecté l'évolution de la variabilité inter-annuelle de la température de surface dans la zone ivoiro-ghanéenne :

- en 1973, l'anomalie thermique est positive et atteint la valeur maximale (+ 0.9 degré Celsius) observée de 1969 à 1981 ; comme pour la zone "Sénégal", ce fut une année chaude caractérisée par un très faible upwelling.
- en 1976, les upwellings côtiers et équatoriaux sont particulièrement intenses, l'anomalie thermique dans la strate "Côte d'Ivoire" est négative (-0.8 degré Celsius) ; c'est la plus forte anomalie négative rencontrée dans cette strate de 1969 à 1981.
- en 1979, l'anomalie est positive et atteint 0.6 degré Celsius.

On peut également noter que au cours des saisons de pêche de 1974 et 1975, l'anomalie thermique ne dépasse pas 0.2 degré Celsius alors que pour la strate "Sénégal", c'est au cours de cette période que sont enregistrées les plus fortes anomalies négatives.

3.2. VARIABILITE DES RENDEMENTS (PUE)

Les rendements (ou prises par unité d'effort) et leurs variations observables dans les deux strates spatio-temporelles considérées (strate "Sénégal" : fig. 5 et strate "Côte d'Ivoire" : fig. 6) seront interprétés ici comme des indicateurs des variations de l'abondance apparente locale des deux espèces (albacore et listao) ; par l'adjectif "apparente" nous voulons souligner que les PUE ne traduiront qu'imparfaitement les variations d'abondance réelle, mais seront essentiellement des indicateurs des variations de la capturabilité des deux espèces dans chacune des deux strates considérées au cours des différentes années (1969 à 1981).

L'examen des figures 5 et 6, révèle que les variations de PUE des deux espèces sont souvent divergentes : strate "Sénégal" (fig. 5) années 1969 à 1975, strate "Côte d'Ivoire" (fig. 6) années 1969 à 1972 et 1979 à 1981. On peut considérer que au cours de la période étudiée, les pêcheurs ont toujours recherché très activement l'albacore dont la valeur marchande est très supérieure à celle du listao. En revanche, l'effort de pêche effectif déployé à capturer du listao est difficile à apprécier en raison de l'intérêt économique moindre et très variable de cette espèce. Selon les années, les conditions du marché et le déroulement des campagnes de pêche, le listao sera donc capturé ou évité au profit de l'albacore. Pour ces raisons, nous avons préféré ne retenir dans notre analyse que les variations de PUE concernant l'albacore, espèce pour laquelle l'effort de pêche des senneurs, de 1969 à 1981, peut être globalement considéré comme un effort de pêche effectif, ce qui ne pourrait pas être le cas pour le listao.

4 . COMPARAISON DE LA VARIABILITE DES ANOMALIES DE TEMPERATURE DE SURFACE ET DES PUE

Un examen rapide des figures 7-A et 7-B révèle des différences fondamentales entre les deux strates "Sénégal" et "Côte d'Ivoire", que l'on considère la variabilité inter-annuelle des PUE ou celle des anomalies de température de surface.

Dans la strate "Sénégal", les PUE varient de façon relativement modérée (de 1.3 à 8.3) en comparaison des variations de PUE observables dans la strate "Côte d'Ivoire" (de 0.2 à 11.3). A l'inverse, l'amplitude de la variabilité des anomalies de température de surface est beaucoup plus grande dans la zone "Sénégal" (de +2.0 à -1.6 degré Celsius) que dans la zone "Côte d'Ivoire" (de +0.9 à -0.8 degré Celsius).

L'examen conjoint de la variation des PUE annuelles et des anomalies de température de surface au cours des années 1969 à 1981 dans la seule strate "Sénégal" (fig. 7-A et 8-A), révèle une absence de corrélation et une distribution aléatoire de ces deux paramètres l'un par rapport à l'autre. Ainsi à de fortes anomalies positives de température de surface (années 1969, 1970 et 1973), on observe aussi bien de fortes PUE (années 1969) que de faibles PUE (années 1970 et 1973) ; de la même manière aux fortes anomalies négatives de 1974 et 1975, anomalies indicatrices d'un accroissement relatif de la productivité, ne correspondent que des PUE en albacore très moyennes, voisines de celles observables au cours d'années présentant des anomalies positives (1977 et 1981), qui sont à l'inverse indicatrice d'une productivité plutôt faible.

La saison de pêche se situe dans la zone "Sénégal" pendant la période durant laquelle l'upwelling se résorbe ; l'anomalie thermique calculée pendant cette période n'est donc peut-être pas représentative de l'intensité de l'upwelling qui est maximum en janvier-février. Nous avons donc voulu vérifier si les rendements observés de la mi-mars à la fin juin étaient mieux corrélés à l'anomalie de température observée au cours des mois de janvier à mars (fig. 9-A et 9-B), période pendant laquelle l'upwelling atteint son intensité maximale. Sur la figure 9-B, on constate que la distribution des PUE en fonction des anomalies de température, mises à part les années 1969 et 1971, n'est plus aléatoire mais peut être assimilé à une distribution parabolique.

Pour la zone "Côte d'Ivoire", (fig. 7-B et 8-B), nous avons remarqué au paragraphe 3.1 que trois événements majeurs avaient affecté la variabilité thermique dans cette zone en 1973, 1976 et 1979. Pour ces trois années, on observe également (fig. 7-B) des baisses sensibles des rendements et cela quel que soit la nature de l'anomalie (positive en 1973 et 1979, fortement négative en 1976). On remarquera aussi qu'une forte variabilité des PUE apparaît de 1969 à 1971, en 1977 et de 1980 à 1981, sans que l'on observe d'anomalie thermique particulièrement marquée.

5 . DISCUSSION

5.1. STRATE "SENEGAL"

Les figures 7-A et 8-A, décrites au paragraphe précédent, montrent que la distribution des PUE, en fonction des anomalies de température, est aléatoire. Cela laisse supposer qu'il n'y a pas de relation, dans la zone "Sénégal", entre les rendements en albacore et la variabilité thermique rencontrée dans la zone de pêche et mesurée pendant la saison de pêche (mi-mars à fin juin). En revanche, la distribution des PUE en fonction des anomalies thermiques mesurées pendant la période durant laquelle l'upwelling est maximum (janvier à mars) semble indiquer que la PUE répond de manière négative à toute anomalie thermique quelque soit son signe (fig. 9-A et 9-B).

5.2. ZONE "COTE D'IVOIRE"

Pour les faibles anomalies thermique (inférieure à 0.4 degré Celcius), la distribution des PUE est aléatoire. En revanche, on observe à nouveau, comme dans la zone "Sénégal", une chute sensible des PUE (en 1973, 1976 et 1979) pour les fortes anomalies thermiques (fig. 7-B et 8-B). Dans la même zone et au cours de la même période, CURY et ROY (1985) ont montré que les rendements des petits pélagiques côtiers étaient proportionnels à l'intensité de l'upwelling (fig. 10), qu'ils ont également estimée à l'aide des anomalies de température de surface.

La PUE exceptionnellement forte (11.34 t/jour) relevée en 1977, est à mettre en relation avec les fortes PUE observées cette année là, sur l'ensemble du stock d'albacore de l'Atlantique tropical-Est (ICCAT, 1985).

5.3. ESSAIS D'INTERPRETATION ET LIMITE DES RESULTATS

Dans les deux strates étudiées ici, on constate que les rendements répondent de manière négative à toute anomalie thermique importante, qu'elle soit positive ou négative. Cette observation va à l'encontre de la thèse généralement admise et appliquée avec un certain succès sur différentes espèces de petits pélagiques côtiers (FREON, 1984 ; CURY et ROY, 1985 ; BINET, 1982), thèse selon laquelle une augmentation locale de la production se traduirait par un accroissement des rendements (PUE). Cependant nous soulignerons à nouveau que les rendements (PUE) traduisent ici plus des variations de la capturabilité que des variations d'abondance réelle locale. Pour la strate "Côte d'Ivoire", si l'extension vers le large de notre zone d'étude avait été limitée à la bordure côtière où les masses d'eaux upwellées n'ont pas encore subi de mélange avec des masses d'eaux océaniques plus chaudes, la faible PUE observée en 1976 aurait pu s'expliquer par un environnement impropre à la présence de l'albacore (température trop faible) ; mais la zone d'étude retenue s'étendant jusqu'à 2 degrés de latitude Nord, elle dépasse donc largement le domaine strictement côtier.

On peut tenter d'expliquer la baisse surprenante des rendements (PUE) correspondant aux fortes anomalies thermiques négatives (pourtant indicatrices d'une forte productivité) par une modification du comportement des albacores. Ainsi, une forte production dans une zone donnée pourrait se traduire par une nourriture abondante et dispensée sur toute la zone, cette forte disponibilité de la nourriture entraînerait une diminution de la taille des bancs et une sur-dispersion de ceux-ci dans la zone.

Cette hypothèse reste cependant à vérifier en étendant ce type d'étude à d'autres strates et sur de plus longues séries de données. L'incorporation d'un maximum de données de pêche (flottille espagnole) permettrait de mieux asseoir cette hypothèse. Les données relatives à la taille des bancs exploités (calées des semeurs), qui ne sont disponibles que depuis 1977, permettraient probablement de vérifier cette hypothèse dans l'avenir.

6 . CONCLUSION

Contrairement à ce que l'on pouvait attendre, il n'est pas apparu de corrélation simple entre les rendements (PUE) en albacore dans l'Atlantique tropical-Est et la variabilité inter-annuelle de la température de surface, considérée ici comme un indicateur de la production biologique dans les deux zones d'upwelling étudiées. Il semblerait que toute anomalie thermique importante, positive ou négative, affecte négativement les rendements (PUE). Si l'on peut logiquement expliquer une baisse des PUE quand la production dans la zone est faible (anomalie thermique positive), par contre la chute des rendements observée quand la productivité est forte (anomalie thermique négative) ne semble pouvoir s'expliquer que par une modification du comportement de l'espèce et de son processus de regroupement en bancs.

BIBLIOGRAPHIE

- Bages, M. et A. Fonteneau, 1979 : prises de la flotille thonière franco-ivoiro-sénégalaise et température de surface en 1977. ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap., ix (1) : 180-198.
- Bakun, A., J. Beyer, D. Pauly and G.D. Sharp, 1982 : Ocean sciences in relation to living resources. Can. Jour. of Fish. and Aquat. Sci., 39 (7) : 1059-1070.
- Barkley, R. A., W. H. Neill and R. M. Gooding, 1978 : Skipjack tuna, "Ktusunonus pelamis", habitat based on temperature and oxygen requirements. Fish. Bull., U.S., 76 (3) : 653-662.
- Beardsley, C. L., 1969 : Distribution and apparent relative abundance of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in relation to oceanographic features. Bull. Mar. Sci. IX (1) : 48-56.
- Binet, D., 1982 : Influence des variations climatiques sur la pêcherie des *Sardinella Aurita* ivoiro-ghanéennes : relation sécheresse-surpêche. Oceanologica Acta, 5 (4) : 443-452.
- Blackburn, M., 1965 : Oceanography and the ecology of tunas. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 3 : 299-322.
- Broadhead, G. C. and I. Barret, 1964 : some factors affecting the distribution and apparent abundance of yellowfin and skipjack tuna in the eastern tropical Pacific ocean. IATTC, Bull., 8 (8) : 419-473.
- Cury, Ph. and Cl. Roy, 1985 : Small pelagics abundance and upwelling in Ivory Coast. Symposium "On vertical motions in the equatorial upper ocean and its effects upon living resources and the atmosphere". UNESCO, Paris, 6-10 mai 1985.
- Donguy, J.R., W. Bour, F. Galenon et J.A. Gueredrat, 1978 : Les conditions océanographiques et la pêche de la bonite (*Ktusunonus pelamis*) dans le Pacifique occidental. Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr., 16(3-4) : 309-317.
- Dufour, Ph et J. M. Stretta, 1973 : Fronts thermiques et thermohalins dans la région du Cap Lopez (Golfe de Guinée) en juin et juillet 1972 : phytoplancton, zooplancton, micronecton et pêche thonière. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 4 (3) : 99-142.
- Evans, R.H., D.R. Mc. Lain and R.A. Bauer, 1980 : Atlantic skipjack tuna : influences of their environment on their vulnerability to surface gears. ICCAT, Col. Vol. of Sci. Pap. IX (1) : 264-274.
- Fonteneau, A et P. Soisson, 1974 : Effort et prise par unité d'effort dans la flotille franco-ivoiro-sénégalaise. Cah. ORSTOM, sér. océanogr., 13 (2) : 145-161.
- Fréon, P., 1984 : Des modèles de production appliqués à des fractions de stocks dépendants des vents d'upwellings (pêche sardinière au Sénégal). Océanogr. Trop., 19 (1) : 67-94.
- Gallardo, Y et Le Guen, J.C., 1972: Caractères hydrologiques des régions frontales d'Angola, du Gabon et du Congo favorables aux concentrations d'albacore. Doc. Sci. Cent. ORSTOM Pointe Noire, N.S., no: 23 : 18p.
- ICCAT, 1985 : Rapport de la période biennale 1984-1985 ; 1 ère partie (1984) : 300 pages.
- Mendelsohn, R. and Cl. Roy, 1983 : Environmental influences on FISM tuna catches in the Gulf of Guinea. ICCAT, Doc. SKJ. Conf./83/31. (Teneriffe, juin 1983). A paraître.
- Merle, J., 1980 : Variabilité thermique annuelle et inter-annuelle de l'océan Atlantique équatorial Est. L'hypothèse d'un "El Nino" Atlantique. Oceanol. Acta, 3 : 209-220.
- Servain, J., J. Picaut and A. J. Busalacchi, 1985 : Interannual and seasonal variability of the tropical atlantic ocean depicted by sixteen years of sea-surface temperature and wind stress. In J. C. J. Nihoul (Ed.), Coupled Ocean-Atmosphere Models, pp 231-237, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.
- Sharp, G. D., 1978 : Behavioral and physiological properties of tunas and their effects on vulnerability to fishing gear. In "The physiological ecology of tunas", Academic Press, Sharp, G. D. and A. E. Dizon ed. : 397-449.
- Sharp, G. D., 1983 : Areas of potential successful exploitation of tunas in the Indian ocean with emphasis on surface methods. FAO, IOFC/DEV/79/47 : 51 p.
- Sharp G. D. and J. Csirke (eds), 1983 : Proceedings of the expert consultation to examines changes in abundance and species composition of neretic fishes resources. San Jose, Costa Rica, 1-29 April 1983.
- Stretta J. M., 1977 : Temperature de surface et pêche thonière dans la zone frontale du Cap Lopez (Atlantique tropical oriental) en juin et juillet 1972, 1974 et 1975. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 15 (2) : 163-180.
- Stretta, J.M. et Slepoukha, M, 1983 : Analyse des températures de surface au sein des concentrations de listao en 1981. ICCAT, SKJ. Conf/83/42 (Teneriffe, juin 1983). A paraître.
- Sund, P. N., M. Blackburn and F. Williams, 1981: Tunas and their environment in the Pacific ocean. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 19 : 433-512.

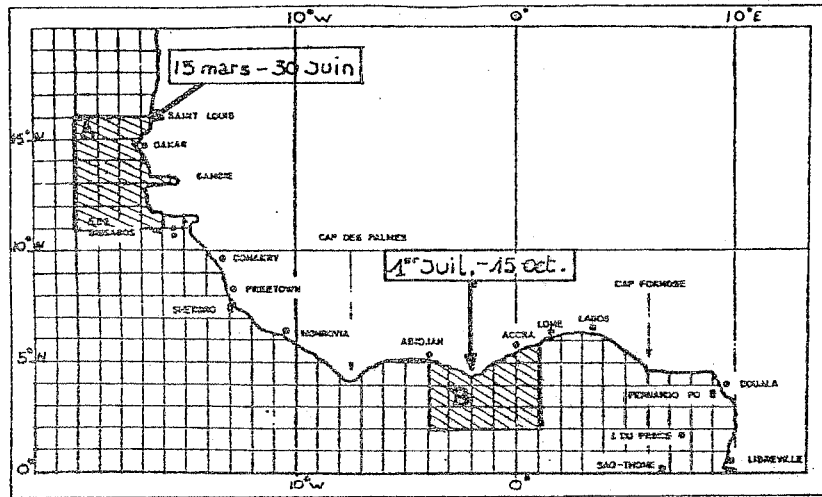


Figure 3.- : Zones et périodes correspondantes retenues (A : Zone "Sénégal", B : Zone "Côte d'Ivoire") pour les comparaisons entre p.u.e. et anomalie de température de surface (SST).

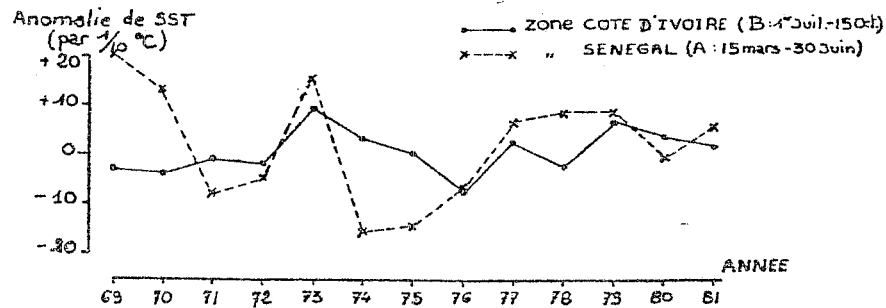


Figure 4.- : Anomalies de température de surface (SST) observées de 1969 à 1981, dans les deux strates spatio temporelles retenues.

PUE (tonnes/jour de recherche)

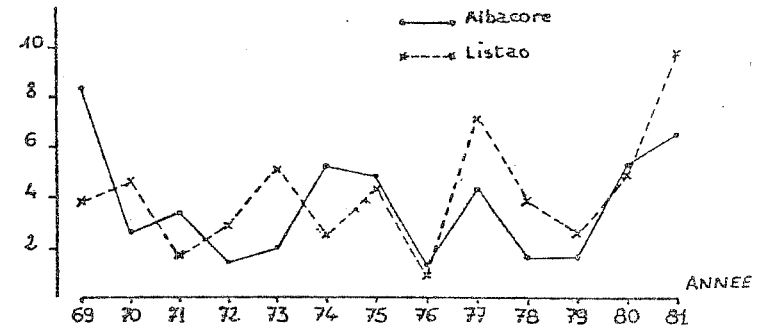


Figure 5.- : Rendements (p.u.e) en albacore et en listao de la flottille de senneurs FISM, observés de 1969 à 1981 dans la zone "Sénégal" pendant la période allant du 15 mars au 30 juin.

PUE (tonnes/jour de recherche)

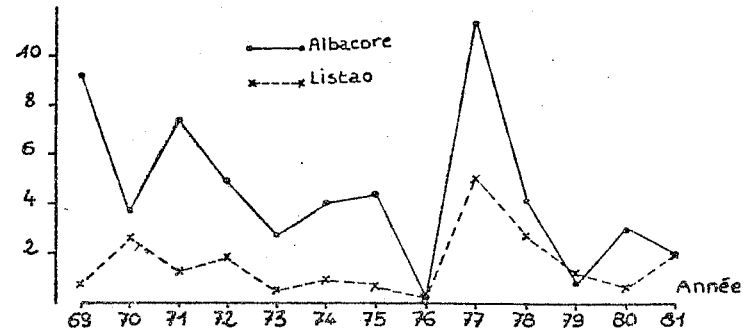


Figure 6.- : Rendements (p.u.e.) en albacore et en listao de la flottille de senneurs FISM, observés de 1969 à 1981 dans la zone "Côte d'Ivoire" pendant la période allant du 1er juillet au 15 octobre.

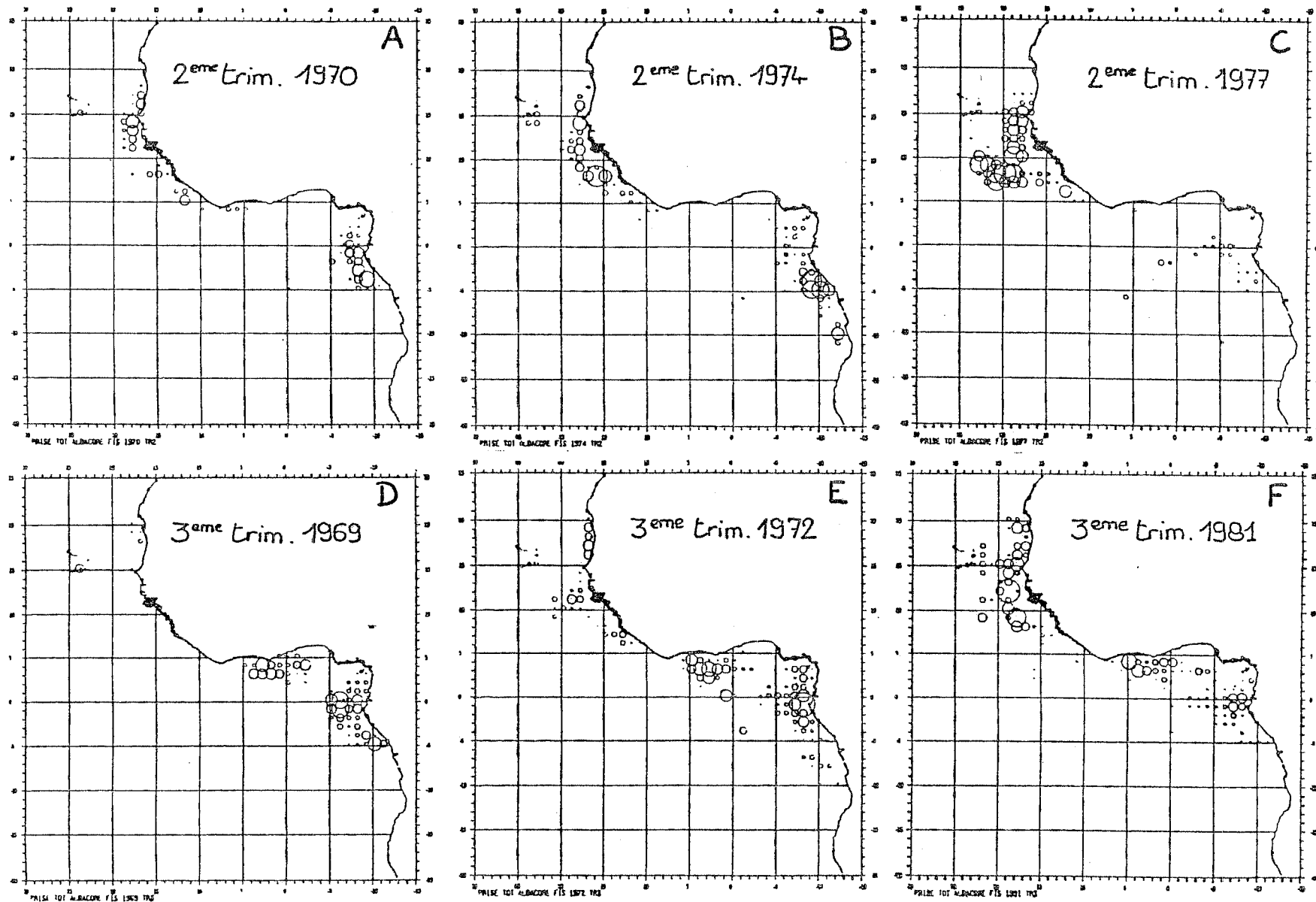


Figure 1.- : Répartition géographique des captures totales d'albacore de la flottille de senneurs FISM au 2^{ème} trimestre (exemples : années 1970, 1974 et 1977 - cartes A à C) et au 3^{ème} trimestre (exemples : années 1969, 1972 et 1981 - cartes D à E).

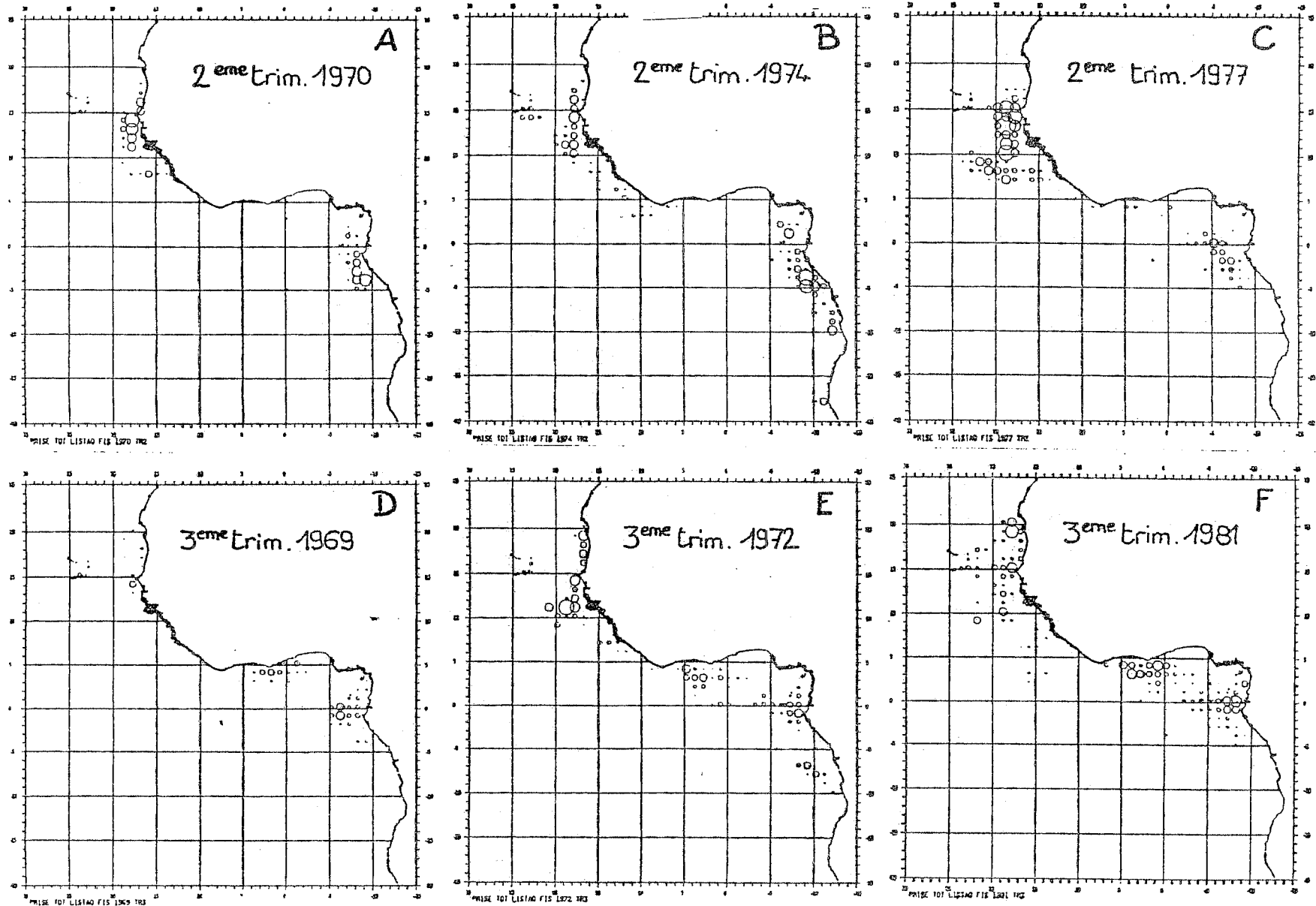
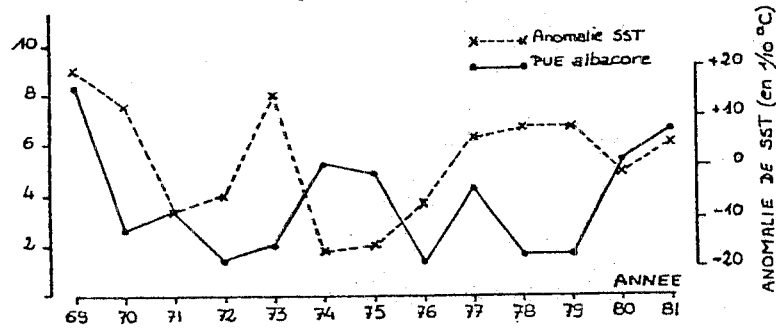


Figure 2.- : Répartition des captures totales de listao de la flottille de senneurs FISM au 2^{eme} trimestre (exemples : années 1970, 1974 et 1977 - cartes A à C) et au 3^{eme} trimestre (exemple : années 1969, 1972 et 1981 - cartes D à E).

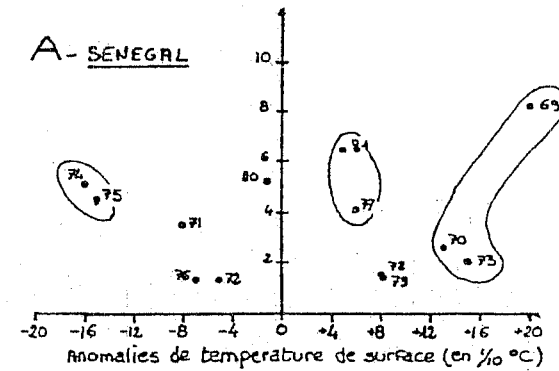
A - SÉNÉGAL

PUE (tonnes/jour)



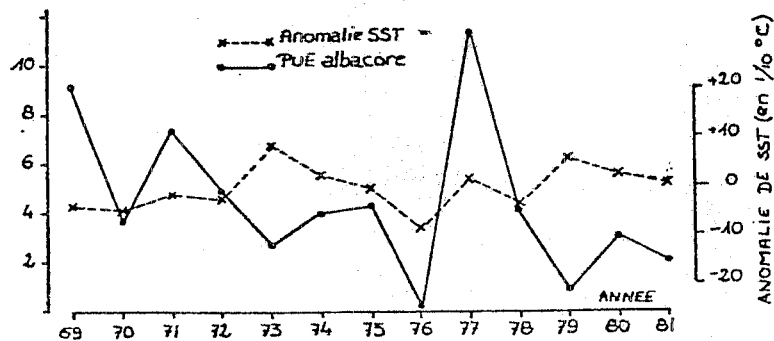
PUE (tonnes/jour)

A - SÉNÉGAL



B - CÔTE D'IVOIRE

PUE (tonnes/jour)



PUE (tonnes/jour)

B - CÔTE D'IVOIRE

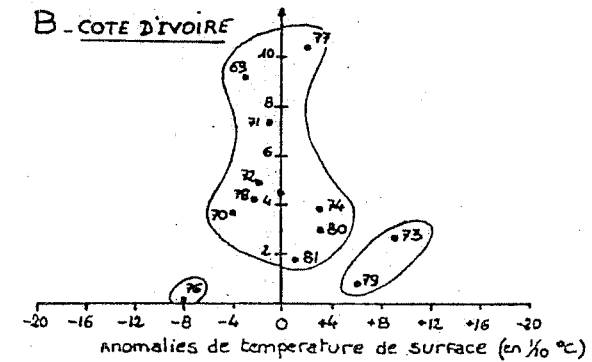


Figure 7.- : Anomalies de température de surface (SST) et rendements (p.u.e.) en albacore de la flottille de senneurs FISM de 1969 à 1981 ;
 - A : Dans la zone "Sénégal" entre le 15 mars et le 30 juin
 - B : Dans la zone "Côte d'Ivoire" entre le 1er juillet et le 15 octobre.

Figure 8.- : Anomalies de température de surface et rendements (p.u.e.) en albacore pour les années 1969 à 1981.
 A - Strate "Sénégal" (15 mars - 30 juin)
 B - Strate "Côte d'Ivoire" (1er juillet - 30 octobre)

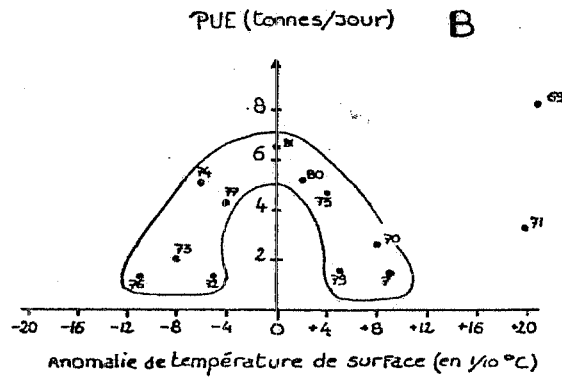
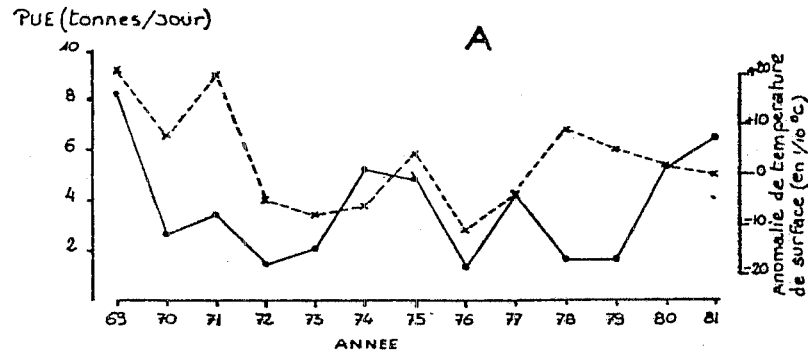


Figure 9 (A et B).- : Anomalies de température de surface observées du 1er janvier au 31 mars des années 1969 à 1981 dans la zone "Sénégal" et rendements (p.u.e.) en albacore réalisés dans la même zone aux mêmes années mais pendant la période allant du 15 mars au 30 juin par la flottille de sennieurs FISM, selon deux expressions graphiques (A et B) différentes.

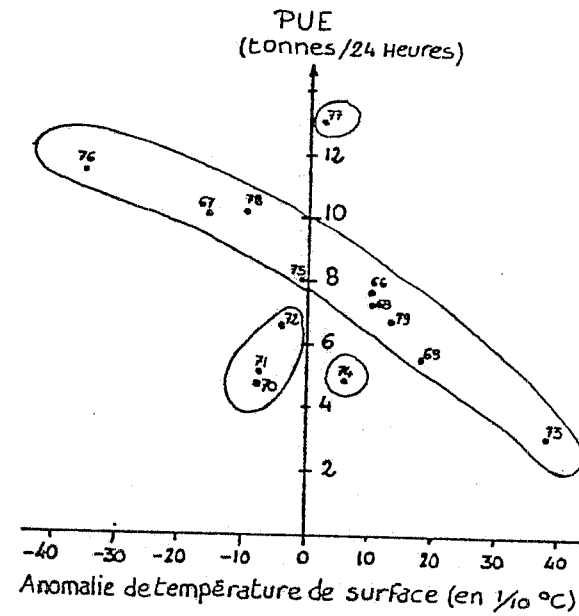


Figure 10.- : Anomalies de température de surface et rendements en petits pélagiques (*Sardinella* spp., *Brachydeuterus auritus* etc...) observés dans la pêcherie de la zone ivoiro-ghanéenne de 1966 à 1979. (D'après CURY et ROY, 1985).