
LES PRISES DE THONIDÉS ET LEUR ENVIRONNEMENT AU LARGE DE LA CÔTE-D'IVOIRE

Jean-Michel STRETTA, Michel PETIT et Michel SLÉPOUKHA

Introduction

Dans l'océan Atlantique intertropical et plus particulièrement au large de la Côte-d'Ivoire, trois espèces de thons constituent l'essentiel des captures des canneurs et des senneurs. Ce sont :

- l'albacore (*Thunnus albacares*) ;
- le listao (*Katsuwonus pelamis*) ;
- le patudo (*Thunnus obesus*).

L'étude de l'environnement des thons dans le golfe de Guinée a véritablement débuté par les travaux de POSTEL (1955a et b). Cette étude s'est poursuivie à l'ORSTOM par les travaux de LE GUEN *et al.* (1965). Au large de la Côte-d'Ivoire, plusieurs auteurs se sont penchés sur les conditions de milieu en liaison avec les pêches de thonidés : BANE (1963), INGHAM *et al.* (1968), BAUDIN-LAURENCIN et REBERT (1969, 1970), et STRETTA *et al.* (1973). S'il est vrai comme le souligne POSTEL (1969) que « nos connaissances sur les thons de l'Atlantique doivent beaucoup plus à la pêche commerciale qu'à des expéditions océanographiques systématiquement organisées », en revanche notre étude restreinte de l'environnement des thonidés, dans la province maritime de la Côte-d'Ivoire, s'appuiera également sur des croisières océanographiques et sur des opérations de radiométrie aérienne et de prospection thonière. Généralement, les valeurs limites des paramètres d'environnement, prises en compte dans l'étude de la distribution des thons, sont évaluées essentiellement à partir des pêcheries de surface. En fait, en procédant de cette façon, on

ne décrit pas la distribution des thons mais leur disponibilité et leur capturabilité vis-à-vis des engins de surface. POSTEL (1969) soulève à ce sujet la question de savoir si « nos cartes sont la figuration réelle des différentes espèces ou celle de la distribution des bateaux qui les recherchent ? ».

Parmi les paramètres couramment utilisés pour décrire l'environnement et la distribution des thons, la température — et plus particulièrement la température de surface — a fait l'objet de nombreux travaux pour définir les préférendums thermiques où se rencontrent les différentes espèces de thonidés. D'autres paramètres devront être également pris en compte : la profondeur de la couche homogène et l'intensité du gradient de température au sein de la thermocline, l'oxygène dissous, la salinité, la vitesse du courant, l'état du ciel, de la mer et la vitesse du vent.

Dans un travail de synthèse sur les thonidés dans le golfe de Guinée, STRETTA (1988) décrit les principales relations entre les thons et leur milieu et, dans ce chapitre, nous ferons de larges emprunts à ce travail récent. Notamment, il y est établi que la disponibilité des thons dans l'espace et dans le temps est soumise à de fortes variations et ce n'est que si certaines conditions d'environnement sont réunies qu'apparaîtront les rassemblements de thonidés. En d'autres termes, le comportement des thonidés, dans un écosystème donné, dépend directement des paramètres physiques et biologiques et de leurs interactions relatives, c'est-à-dire de leur action synergique.

La présence des proies ainsi que les systèmes de concentration associés aux bancs (STRETTA et SLÉPOUKHA, 1986) sont un des facteurs primordiaux de la disponibilité des thons. Le thon est le dernier maillon de la chaîne alimentaire. Schématiquement, cette chaîne part d'une production primaire importante déclenchée par l'arrivée des sels nutritifs dans la couche euphotique pour aboutir au micronecton et (ou) au necton qui seront la nourriture des thons. Le thon est un prédateur opportuniste qui chasse à vue (MURPHY, 1959 ; MAGNUSON, 1963) et dont le spectre alimentaire est très vaste (DRAGOVICH, 1969). Cela lui permet de se nourrir sur ce qui lui est le plus accessible à l'endroit où il se trouve (BLACKBURN, 1968 ; VALLÉ *et al.*, 1979). Enfin, de nombreux auteurs estiment que la nourriture va induire la distribution des thons au sein des bornes définies par les paramètres physiques et physiologiques (BLACKBURN, 1965, 1969a ; SUND *et al.*, 1981 ; STRETTA, 1988, 1991).

Données et méthodes

DÉCOUPAGE SPATIO-TEMPOREL

Pour cette étude, nous avons considéré la « zone Côte-d'Ivoire » comme s'étendant de 0° à 7° W et de la côte à 2° S (figure 1) ; soit de la longitude d'Accra au Ghana, à l'est, à la longitude de Grand-Béréby en Côte-d'Ivoire, à l'ouest. Ce découpage, qui déborde de la province maritime ivoirienne *sensu stricto*, correspond à des types de structures et de saisons hydrologiques et à des périodes de pêche particulières ; en raison du caractère migratoire des thonidés, il n'est pas réaliste de traiter de l'environnement des thons dans cette zone en s'arrêtant aux niveaux des frontières politiques des États de la région. La présence de thons au large de la Côte-d'Ivoire dépend de phénomènes hydrologiques qui se déroulent à la fois au large de la Côte-d'Ivoire, au large du Ghana et dans la région équatoriale. Entre la longitude de Grand-Béréby et celle du cap des Palmes, les rares pêches de thonidés sont liées à des situations hydrologiques très éloignées de celles classiquement observées à l'ouest de la Côte-d'Ivoire. Les situations hydrologiques qui règnent entre 2°N et 2°S sont celles de la zone équatoriale. Ces structures hydrologiques sont identifiées par STRETTA (1988). Dans cette synthèse, nous nous bornerons à analyser leurs effets sur la présence des thonidés au sud de la zone d'étude.

DONNÉES D'ENVIRONNEMENT ET MÉTHODES UTILISÉES

Pour étudier les paramètres physiques et biologiques associés à l'environnement des thonidés au large de la Côte-d'Ivoire, nous ferons appel à deux types de données :
— les données et les analyses rencontrées dans la littérature ;

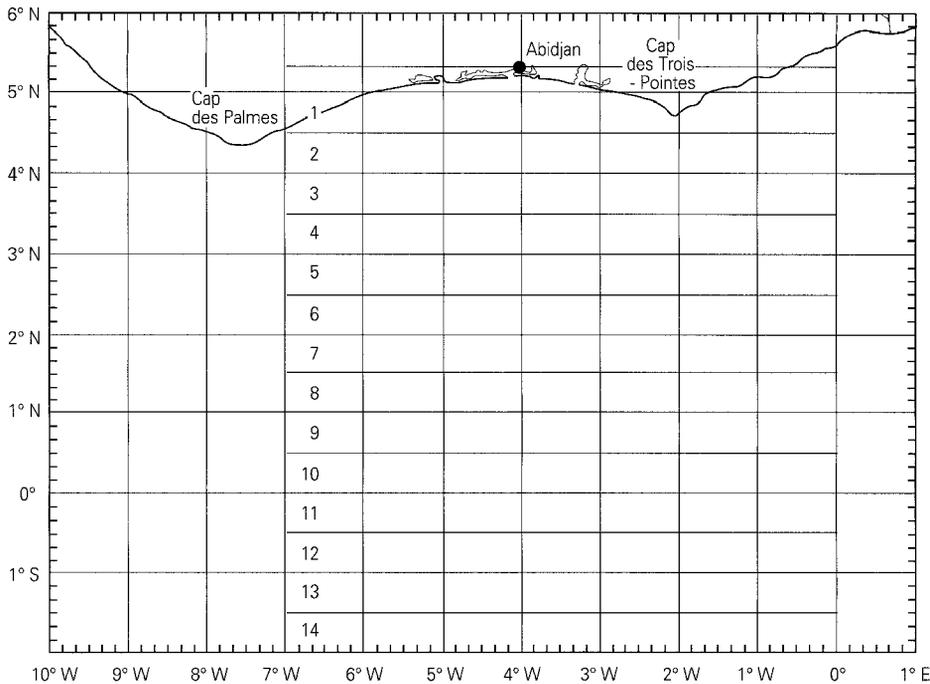


Figure 1
Carte de la zone « Côte-d'Ivoire »

— les données récoltées pendant la campagne océanographique du N.O. *Capricorne* du mois d'août 1971 et au cours des opérations de radiométrie aérienne et de prospection thonière qui ont eu lieu en août 1972 et 1973 (STRETTA *et al.*, 1973).

Les méthodologies d'échantillonnage utilisées lors de la campagne du N.O. *Capricorne* sont présentées dans Dufour et STRETTA (1973a). Il s'agit des récoltes de :

- méso-zooplankton à différents niveaux à l'aide d'une bouteille Niskin de 30 litres ; l'eau de mer de la bouteille est filtrée sur une soie de 200 μm et immédiatement examinée à la loupe binoculaire ; la validité de la bouteille de 30 l pour l'échantillonnage du zooplankton est démontrée par LE BORGNE (1977) ;
- zooplankton à l'aide de filets de type « Bongo » grésés avec deux filets de 505 μm de vide de maille ;
- microncton à l'aide d'un filet pyramidal de 6 m de long à ouverture carrée de 1,8 m de côté inspiré de celui de BLACKBURN (1968) et de 6,5 mm de vide de maille.

Les opérations de radiométrie aérienne ont été réalisées à bord du *Britten-Norman* d'Interthon volant à une altitude de 500 pieds (150 m environ). La mesure de la température de surface de la mer s'est faite à l'aide d'un radiomètre infrarouge Barnes (PRT 5) analysant l'énergie rétrodiffusée de la mer dans une fenêtre optique comprise entre 8 et 14 μm . La méthodologie ainsi que le protocole de calibration du radiomètre sont présentés dans PETIT *et al.*, (1980).

DONNÉES DE PÊCHE UTILISÉES

Deux types de données interviendront :

- les données statistiques globales des efforts et des prises par flottille, couvrant la période 1979 à 1985, sont celles disponibles à l'ICCAT (*International Commission for Conservation of Atlantic Tuna*, Madrid, Espagne) ; le fichier qui a servi à notre analyse porte sur 208 692 heures de recherche et de pêche et sur 5 466 calées ;
- les données thermiques associées aux calées correspondent aux températures mesurées lors des opéra-

tions de pêche (pour environ 50 % des captures) et reportées sur les livres de bord des thoniers de la flottille thonière française, ivoirienne, sénégalaise (FIS), (ces données sont saisies sur le fichier Écologie-thon, STRETTA, 1985).

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que le premier type de données est constitué à partir d'estimations visuelles reportées sur les journaux de bord par les patrons des thoniers, et présente de ce fait certaines limites : l'estimation des tonnages au moment de la mise en cuve du poisson, de la composition spécifique des prises et de la taille des individus capturés manquent parfois de rigueur. En revanche, les positions des pêches sont précises car elles sont relevées par satellite.

Caractéristiques hydrologiques de la « zone Côte-d'Ivoire »

MÉCANISMES D'ENRICHISSEMENT EN ATLANTIQUE

Il existe en Atlantique tropical différents processus d'enrichissement des masses d'eaux. HERBLAND *et al.* (1983) les classent en deux catégories :

- les systèmes « quasi géostrophiques » tels les dômes thermiques de Guinée et d'Angola ainsi que la crête thermique centrée pendant la saison chaude (hiver boréal) entre 2° et 3° S ; on pourrait ajouter à ces deux systèmes le dôme thermique qui se forme au-dessus des guyots ;
- les systèmes non géostrophiques tels la divergence équatoriale en saison froide et les upwellings côtiers classiques que l'on rencontre le long des côtes du Sénégal, le long des côtes du Ghana et de la Côte-d'Ivoire et le long des côtes du Gabon, du Congo et de l'Angola entre le cap Lopez et le cap Frio.

Ces zones d'enrichissement ainsi définies ont un point commun : la remontée de la thermocline dans la couche euphotique. Cette remontée peut atteindre la surface et se traduire par un refroidissement en surface : c'est le cas d'un upwelling côtier ou de la zone de la divergence équatoriale. Lorsque cette remontée n'atteint pas la surface, on assiste alors à la formation d'une structure en dôme ou d'une structure du type crête thermique.

Dans la province maritime ivoirienne, DANDONNEAU (1973) cite quatre formes d'enrichissement en sels nutritifs :

- « — Les remontées en surface d'eaux froides riches en sels nutritifs ;
- la production au niveau de la thermocline où la lumière peut parvenir à ces mêmes eaux ;
- les apports terrigènes au moment des pluies ou des crues des rivières, dont l'effet fertilisant, mal connu, est assez variable en intensité et en qualité ;
- la reminéralisation aux termes de la chaîne alimentaire qui libère peu à peu des sels nutritifs directement utilisables par la photosynthèse. »

Les zones d'upwelling sont le siège de processus de fertilisation de la masse d'eau (MARGALEF, 1978). De plus, JONES (1982) souligne le fait que, dans une zone de remontée d'eau en surface, c'est le transport horizontal de cette masse d'eau qui est important et il ajoute que ce transport horizontal doit se dérouler pendant suffisamment longtemps pour permettre le déroulement de la chaîne alimentaire. Cet auteur démontre que cette chaîne alimentaire, qui part du phytoplancton pour aboutir aux animaux présentant une valeur commerciale, tend à être relativement courte et on peut assister à un court-circuit de la chaîne alimentaire. Cette forme de court-circuit est décrite pour les thons au large de la Basse-Californie (GRIFFITHS, 1965 ; BLACKBURN, 1969b) et dans le golfe de Thaïlande (JONES, 1982).

La dernière forme d'enrichissement par reminéralisation (ou production de régénération) est essentiellement cantonnée dans les eaux chaudes ainsi que DUFOUR et STRETTA (1973a) l'ont observé dans les eaux guinéennes au large du Gabon. Pour la Côte-d'Ivoire, DANDONNEAU (1973) précise toutefois que « les upwellings donnent lieu, bien sûr, aux départs les plus importants de la chaîne alimentaire. »

Les schémas des mécanismes d'enrichissement que nous venons d'évoquer sont valables aussi bien pour les zones d'upwelling côtier que pour les zones frontales ⁽¹⁾.

Toutefois, l'écosystème des thonidés est associé à des mécanismes d'enrichissement qui résultent :

— soit d'un contact entre une eau froide issue d'un upwelling et une masse d'eau chaude créant ainsi une zone frontale avec transfert d'énergie au niveau de l'interface selon le concept développé par FRONTIER (1978) ; exemples : la zone frontale du cap Lopez au large du Gabon (VOITURIEZ *et al.*, 1973 ; DUFOUR et STRETTA, 1973a ; STRETTA, 1977 et 1988) et la zone frontale du cap des Trois-Pointes au large du Ghana (que nous analyserons plus loin) ;

— soit d'une remontée de la thermocline ; exemples : la divergence équatoriale ou encore les dômes d'Angola et de Guinée (STRETTA, 1988).

L'ÉCOSYSTÈME DE TYPE FRONTAL DU CAP DES TROIS-POINTES

Environnement physique

Dans la récente synthèse thonière, GOURIOU (1988) décrit les grandes lignes de l'environnement physique dans le golfe de Guinée. Nous retiendrons que les déplacements saisonniers du Front intertropical (FIT) de convergence des vents déterminent les variations climatiques de toute la zone intertropicale. Ces déplacements sont liés à ceux de l'anticyclone de Sainte-Hélène centré approximativement sur 25° S. Lorsque l'anticyclone de Sainte-Hélène remonte vers le nord pendant l'été boréal, les alizés du sud-est se renforcent et dominent alors dans toute la région septentrionale du golfe de Guinée en tournant vers l'ouest au nord de l'équateur : ils forment alors la mousson du sud-ouest.

L'explication classique du déclenchement des upwellings côtiers le long du littoral ivoirien sous l'influence des alizés était largement admise (MORLIÈRE, 1970 ; WAUTHY, 1977) ; de récentes études théoriques remettent en cause cette explication (voir l'article de COLIN *et al.* dans cet ouvrage). Sans entrer dans les discussions qui animent les océanographes physiciens, nous pouvons retenir que la baisse de la température de surface entre le cap des Palmes et le cap des Trois-Pointes est due à la remontée de la thermocline (VERSTRAETE et PICAUT, 1983). PICAUT (1983) a montré que le signal d'upwelling saisonnier se propage verticalement et, d'après MC CREARY *et al.* (1984), cité par VERSTRAETE et PICAUT (1983), « l'énergie (de ce signal) se propage verticalement sous la forme d'une superposition d'ondes libres excitées initialement par le vent dans l'Atlantique équatorial ouest ». Cette période est désignée sous le nom de saison froide qui s'étend de juin à septembre.

Sur la zone équatoriale, les alizés entretiennent une divergence équatoriale. L'explication classique de la divergence équatoriale induite par l'accélération des flux des alizés du fait du changement de sens de la force de Coriolis au niveau de l'équateur de mai à juillet est, elle aussi, remise en cause. VOITURIEZ (1983) pense que ce refroidissement superficiel peut être considéré comme le résultat à la fois de la variation de la pente dynamique le long de l'équateur et de la divergence équatoriale induite localement au sud de l'équateur par les alizés de sud-est. En liaison avec les phénomènes hydrologiques liés à la divergence équatoriale (tout en restant dans la « zone Côte-d'Ivoire »), il se forme en été boréal, vers 3° N, une zone de transition entre les eaux froides issues de l'upwelling côtier et les eaux froides issues de la divergence équatoriale. Cette masse d'eau de transition, où s'effectue le mélange entre les eaux chaudes tropi-

⁽¹⁾ Front : la notion de front en océanographie est issue, comme la plupart des définitions et théories dynamiques, de la météorologie. En météorologie, un front est une zone de contact entre une masse d'air chaud et une masse d'air froid. En océanographie, un front est une zone de contact entre une masse d'eaux chaudes et une masse d'eaux froides ; c'est une zone de discontinuité physique dont la trace en surface est déterminée en général par de forts gradients de température et (ou) de salinité donc de densité.

On appelle zone frontale l'étendue marine large de quelques dizaines de milles dans laquelle peut osciller sur quelques jours le front proprement dit.

On désigne par région frontale la totalité de l'espace marin sur lequel évolue le réseau d'isothermes représentatif du front entre le début et la fin d'une saison.

cales définies plus haut et les eaux froides venues du nord et du sud, d'une température comprise entre 25,5° et 26,5 °C, a pu être observée entre 0° et 10° ouest (la région maritime à l'ouest de 10° ouest était située en dehors de la zone d'observation) et entre 2° 30' N et 3° 30' N (figure 2).

En hiver boréal, au moment du déplacement vers le sud de l'anticyclone de Sainte-Hélène, la zone des calmes s'étend en direction de l'équateur. Les vents sont faibles (les alizés de sud-est n'entretenaient plus la divergence équatoriale ?). Le long de la côte septentrionale du golfe de Guinée, les upwellings disparaissent : c'est la saison chaude qui s'étend d'octobre à mai. La saison chaude est interrompue en janvier et février par une petite saison froide (MORLIÈRE, 1970). L'enrichissement de cette zone côtière provient d'upwellings côtiers qui se produisent sporadiquement pendant ces deux mois. Le mécanisme permettant d'expliquer ce phénomène n'est pas encore compris (CURY et ROY, 1987).

L'hydrologie et l'hydroclimat de la province maritime ivoirienne sont décrits par plusieurs auteurs : VARLET (1958), BERRIT (1961, 1962a et b, 1969), DONGUY et PRIVÉ (1964a et b), MORLIÈRE (1970), MORLIÈRE et REBERT (1972), DANDONNEAU (1973), LEMASSON et RÉBERT (1973), HISARD (1975) ; BINET (1976), ARFI *et al.* (1988) et COLIN *et al.* (dans cet ouvrage). De ces articles, il ressort que les eaux tropicales, chaudes (28 °C) et dessalées ($S < 35$ g/l) recouvrent l'eau centrale sud-Atlantique pendant les saisons chaudes. Cependant, en saison froide, une masse d'eau froide est présente le long du littoral ivoirien, les eaux les plus froides (18 °C) se trouvant à l'ouest. La température augmente vers l'est et vers le large. Entre les eaux issues de l'upwelling et les eaux chaudes et dessalées du large, une zone favorable aux concentrations de thons va se développer.

Les isothermes de surface sont difficiles voire impossibles à tracer à partir des données recueillies par un navire océanographique (campagne du N.O. *Capricorne* du mois d'août 1971) et ce n'est qu'à partir de 1972 que nous avons pu expliquer la formation de boucles et de méandres grâce à un survol quotidien de la zone par un avion équipé d'un radiomètre infrarouge (STRETTA *et al.*, 1973 ; STRETTA et NOËL, 1974).

Par ailleurs, les liaisons méridiennes entre les différents courants dans le golfe de Guinée et en particulier dans la province maritime ivoirienne sont complexes. Au large de la Côte-d'Ivoire, le caractère anticyclonique de la circulation a été mis en évidence par la topographie de la thermocline et par la profon-

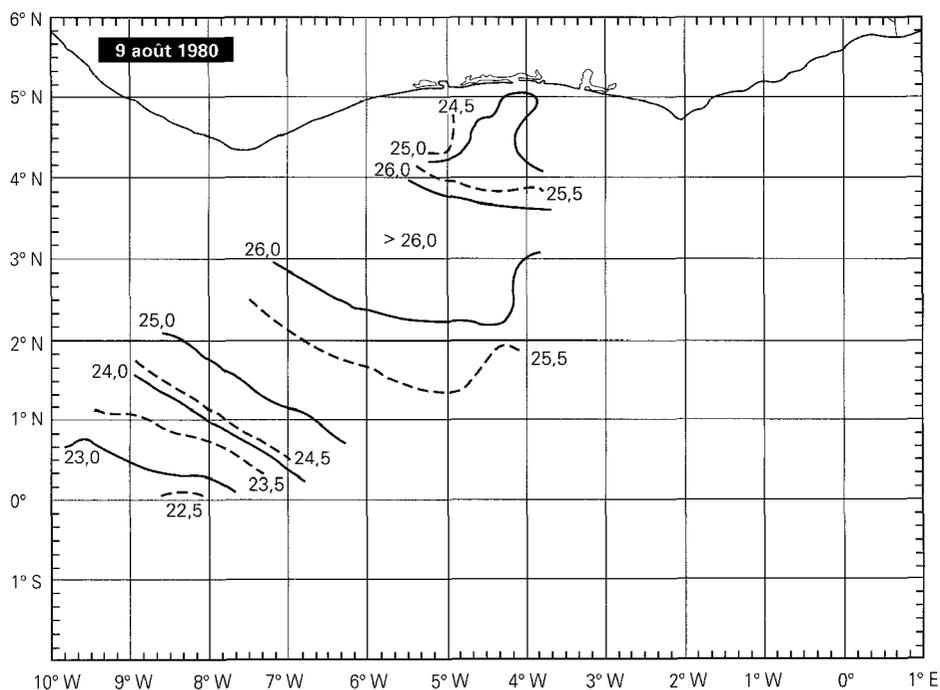


Figure 2
Carte des isothermes de surface relevées lors du vol du 9 août 1980.

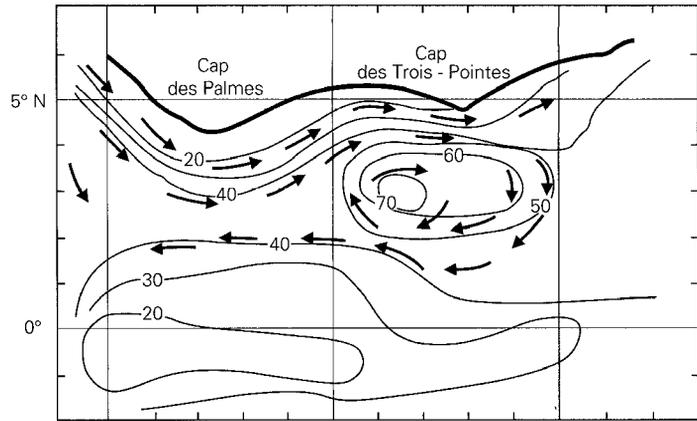


Figure 3
Topographie de la surface isopycne 25,0
en été boréal (in HISARD, 1975).

deur de l'isotherme 24 °C (CÉDIR, 1967 ; BERRIT, 1969). GROUZOV (1971) signale une zone de convergence entre 2° et 3° N. LEMASSON et RÉBERT (1973) confirment l'existence en juin-juillet au large de la Côte-d'Ivoire d'une composante méridienne du courant dirigée vers le sud. HISARD (1975), reprenant les travaux cités ci-dessus, les données centralisées au NODC (*National Oceanographic Data Center, USA*) et le trajet d'une bouée dérivante au large de la Côte-d'Ivoire de juillet 1984 à avril 1985, met en évidence l'existence à chaque trimestre de l'année d'une circulation anticyclonique entre le courant de Guinée et le courant équatorial sud ; c'est en été et en automne boréal que ce « vortex » anticyclonique est le plus net (figure 3). L'existence de cette circulation méridienne est capitale. Nous rejoignons l'opinion de GRANDPERRIN (1975) en pensant que les déplacements méridiens des eaux issues d'upwellings sont en zone tropicale déterminants dans les processus de production.

Évolution des températures de surface en août 1972 et 1973

D'après STRETTA *et al.* (1973), « nous sommes en présence au mois d'août au large de la Côte-d'Ivoire de deux régimes convergents : d'une part les eaux issues de l'upwelling côtier entraînées par la circulation générale du golfe de Guinée ont tendance à gagner le large dans une direction sud-est, d'autre part sous l'influence des alizés établis au sud de 4° 30' N, les eaux chaudes ont tendance à pénétrer au sein des eaux froides dans une direction nord-est. Il en résulte entre Abidjan et le cap des Trois-Pointes la formation de langues d'eaux chaudes qui s'insèrent au sein des eaux froides. Si la poussée des eaux froides est plus forte, ces langues d'eaux chaudes pourront se trouver isolées sous forme de poches. Du fait du caractère convergent de ces régimes, les langues d'eaux chaudes formées se déplacent vers l'est, soit dans leur configuration primitive, soit modifiées sous l'influence prédominante d'un des deux régimes. Quand ces régimes convergents sont stables, il s'ensuit, comme en août 1972, une lente évolution de l'ensemble des isothermes pour aboutir à la formation d'une langue de température supérieure à 24 °C (figure 4) au sein de laquelle de très importantes pêches eurent lieu. En revanche, quand ces régimes convergents sont variables, il en résulte, comme en août 1973, un bouleversement quasi quotidien de toutes les isothermes ».

L'analyse des cartes quotidiennes de cette époque a permis de mettre en évidence trois phases principales :

- extension de l'upwelling, du 6 au 15 août 1973 (figures 5 et 6) ; les eaux froides de l'upwelling (température inférieure à 24 °C) s'étendent jusque devant Abidjan ;
- formations et passages de langues d'eaux de températures égales ou supérieures à 24 °C, entre le 16 et le 25 août 1973 (figures 7 et 8) ; des langues d'eaux chaudes s'insèrent au sein des eaux froides et, du fait du caractère convergent de ces systèmes, ces langues d'eaux chaudes se déplacent vers l'est, soit dans leur configuration primitive, soit modifiées sous l'influence prédominante d'un des deux systèmes ;

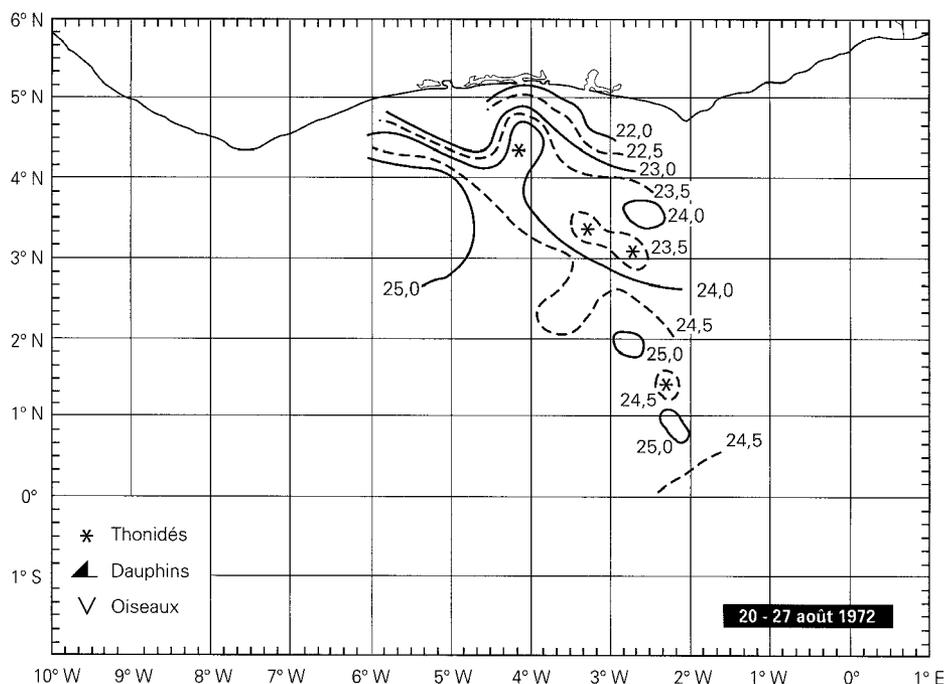


Figure 4
Situation thermique entre les 20 et 27 août 1972.

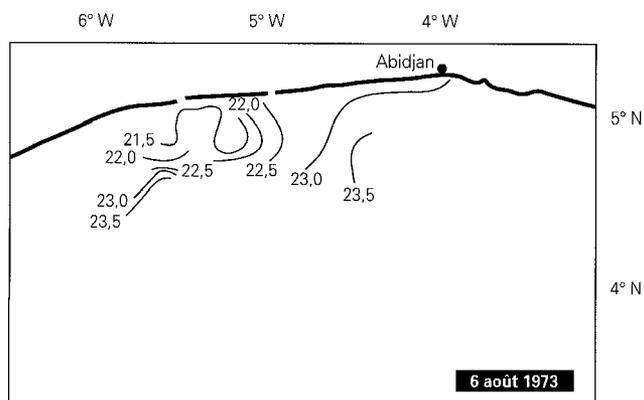


Figure 5
Carte des isothermes de surface relevées lors du vol du 6 août 1973.

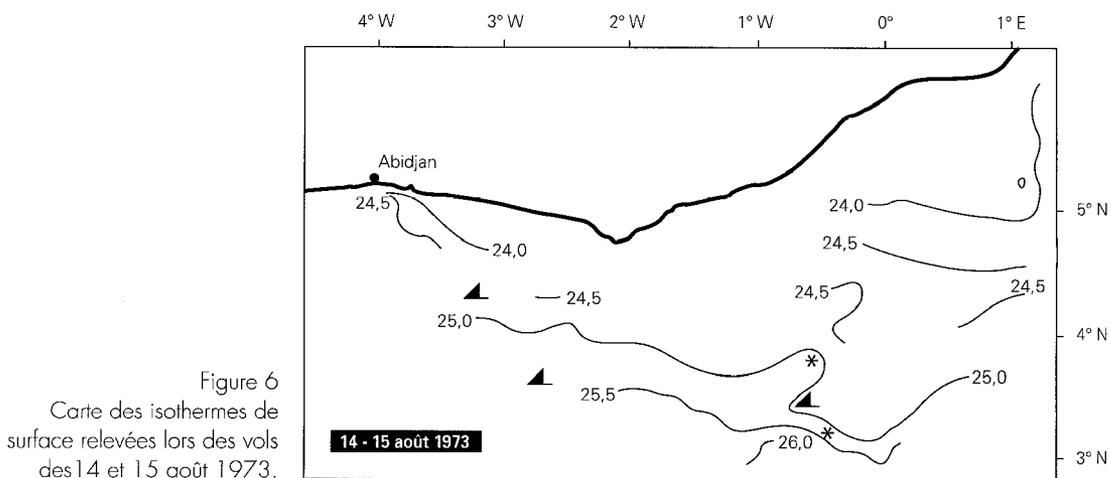


Figure 6
Carte des isothermes de surface relevées lors des vols des 14 et 15 août 1973.

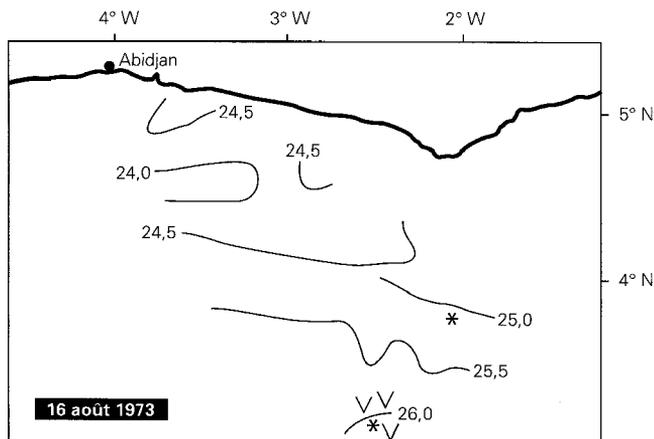


Figure 7
Carte des isothermes de surface relevées lors du vol du 16 août 1973.

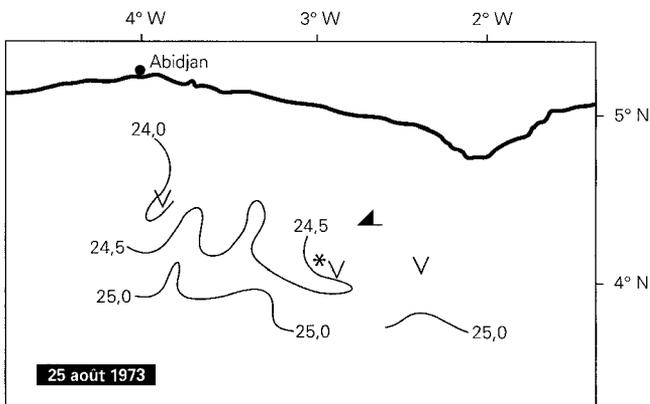


Figure 8
Carte des isothermes de surface relevées lors du vol du 25 août 1973.

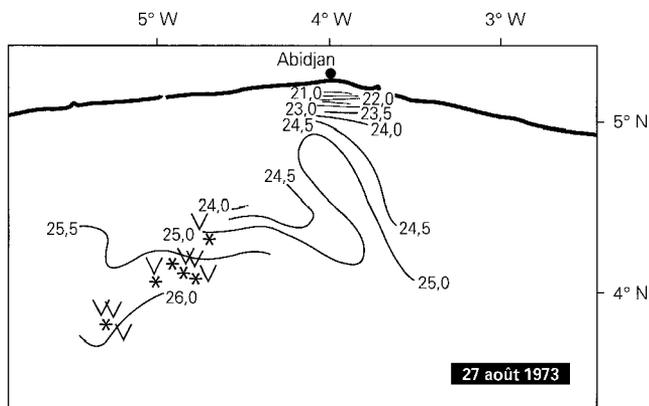


Figure 9
Carte des isothermes de surface relevées lors du vol du 27 août 1973.

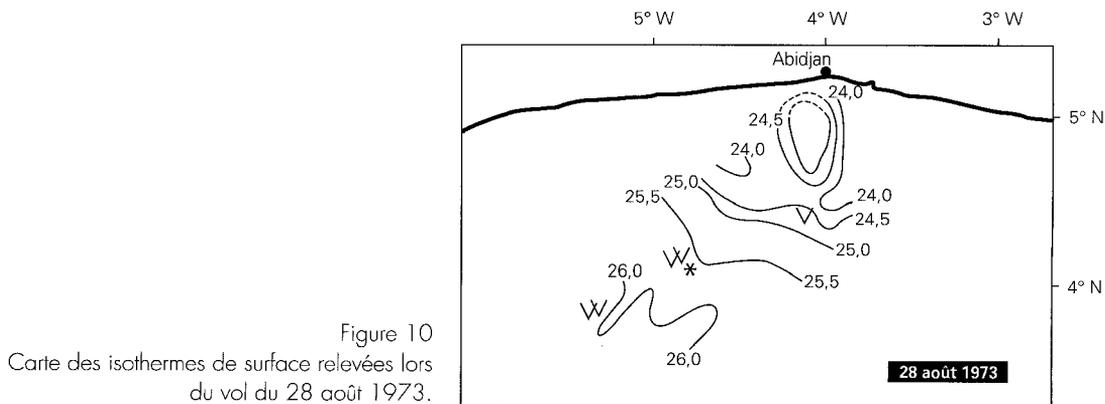


Figure 10
Carte des isothermes de surface relevées lors du vol du 28 août 1973.

Quantités intégrées de 0 à 50 m de chlorophylle *a*, copépodes capturés à la bouteille de 30 l, volume de (poissons et crustacés), pour chaque station

Stations	4	5	7	21	32	34	39	41	43	44	46	50	51
Situation	H	P	P	P	P	P	H	P	P	P	H	H	P
Chl <i>a</i> mg/m ²	25,4	19,7	29,8	19,8	21,5	30,2	4,0	-	18,0	41,4	-	19,6	20,4
Cop. bout. nb/m ²	2352	581	640	1 202	403	361	1 782	-	874	1 105	-	2 227	511
Vol. séd. ml/1000 m ³	512	256	362	381	344	166	-	-	-	597	-	1 176	480
Cop. filet 505 µm	211	26	46	11	47	14	-	-	-	343	-	67	183
Micronecton g/1000 m ³	2,8	-	4,2	2,2	4,8	0,4	-	31,4	-	-	11,4	-	-

H = hors zone de pêche. P = zone de pêche.

Chl *a* mg/m² : Quantité intégrée de 0 à 50 m de chlorophylle *a* recueillie à la bouteille de 30 l.

Cop. bout. nb/m² : Copépodes capturés à la bouteille de 30 l. Valeur intégrée de 0 à 50 m.

— stabilisation des isothermes et formation d'une poche d'eau de température égale ou supérieure à 24,5°C, à partir du 27 août 1973 (figures 9 et 10) ; une langue d'eau de température égale ou supérieure à 24,5°C s'est formée dans le sud d'Abidjan (figure 9), elle reste en position stable mais se trouve isolée par les eaux de température égale ou inférieure à 24°C à l'est (figure 10) ; cette présence d'une langue d'eau de température supérieure à 24°C au sud d'Abidjan a également été mise en évidence en août 1972 (figure 4) à partir des relevés de radiométrie aérienne ; c'est au sein de cette langue que les plus importantes pêches ont eu lieu ; on retrouve ce même type de structure hydrologique favorable aux thons dans le système frontal du cap Lopez au large du Gabon (DUFOR et STRETTA, 1973a).

Phytoplancton

Les remontées d'eaux froides pendant la saison froide se font, d'après DANDONNEAU (1973), le long du rebord du talus continental et il se forme des cellules de circulation sur le plateau continental. Ces poussées d'eaux froides se matérialisent souvent par l'apparition de taches de phytoplancton qui vont se rejoindre à l'est de la Côte-d'Ivoire vers le cap des Trois-Pointes. En août 1971, au large du cap des Trois-Pointes, les zones de pêche se sont situées à la périphérie des cellules de convergence (GALLARDO, *comm. pers.*). De même au large de la Basse-Californie, BLACKBURN (1969b) met en évidence la présence de cellules d'eau froide issues de l'upwelling côtier riches en chlorophylle et en crabe rouge phytophage (*Pleurocondes planipes*). Les thons se rassemblent à la périphérie de ces cellules sans y pénétrer.

Toutefois au large de la Côte-d'Ivoire, pendant la grande saison froide, l'effet de l'upwelling est difficile à cerner du fait de son ampleur et les poussées de phytoplancton apparaissent d'abord au large, puis se rapprochent de la côte quand l'upwelling faiblit (DANDONNEAU, 1973). Les données recueillies à bord du N.O. *Capricorne* en août 1971 à l'est du cap des Trois-Pointes (tableau I) reflètent celles recueillies à l'ouest par DANDONNEAU (1971). Nous avons comparé les valeurs intégrées de 0 à 50 m du phytoplancton prélevé à la bouteille de 30 l au moyen du test de Wilcoxon-Mann-Whitney entre les secteurs de pêche et ceux sans pêche ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Il s'agit de la situation de la pêche du mois d'août 1971 et le N.O. *Capricorne* a réalisé des prélèvements dans la zone d'activité des thoniers, d'une part (ce que nous nommerons par la suite « zone de pêche »), et loin de cette zone, dans les eaux chaudes du large à plus de 40 milles, d'autre part (ce que nous nommerons par la suite « zone sans pêche »).

plancton sédimenté recueilli par le filet de 505 μm , copépodes capturés au filet de 505 μm et de micronecton en dehors et au sein des zones de pêche

55 P	56 H	57 P	58 P	59 P	61 H	63 H	64 H	66 H	68 H	70 H	71 H	72 P	73 H
61,0	-	-	5,9	11,0	6,9	8,8	9,0	7,2	16,0	11,4	12,0	37,0	9,9
792	-	-	411	1 011	1 050	1 292	1 121	962	2 353	1 418	1 692	178	595
319	-	-	284	131	383	427	317	510	-	582	401	412	471
66	-	-	130	37	110	78	123	262	-	273	211	64	60
5,0	5,2	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	1,9	-	-

Vol. séd. ml/1 000 m³ : Volume de plancton sédimenté recueilli par le filet de 505 μm de vide de maille.

Cop. filet 505 μm : Copépodes capturés au filet de 505 μm . Valeur exprimée en nombre de copépodes par m³.

Micronecton g/1 000 m³ : Poissons + crustacé.

Ce test s'avère hautement significatif (tableau II) : les zones de pêche sont plus riches en chlorophylle (intégrée de 0 à 50 m) que les zones sans pêche.

Zooplancton

L'étude du zooplancton, pendant la période qui nous intéresse, montre que les biovolumes de plancton croissent en liaison avec le phytoplancton d'ouest en est (BINET, 1976). La moyenne des récoltes du mois d'août marque un développement par taches comme c'est le cas pour le phytoplancton. Lors de la campagne du R.V. *Geronimo* (GN4-TS3) du 5 août au 23 août 1964, l'enrichissement en zooplancton a lieu surtout à l'est du cap des Trois-Pointes (MAHNKEN, 1969 ; INGHAM, 1970). Pour BINET (1976), « la production primaire répond aux enrichissements du milieu occasionnés par les upwellings et la majeure partie de la biomasse secondaire est expliquée par les variations de la température. Les quantités de zooplancton suivent donc un cycle saisonnier assez net avec un maximum durant la grande saison froide (juillet-septembre) ».

L'analyse des valeurs intégrées de 0 à 50 m du meso-zooplancton capturé à la bouteille de 30 l au cours de la campagne d'août 1971 du N.O. *Capricorne* (tableau I) met en évidence (au moyen du test de Wilcoxon-Mann-Whitney) les différences de richesse des eaux entre les secteurs de pêche et ceux sans pêche. Ce test s'avère hautement significatif (tableau II) : les zones de pêche sont plus pauvres en méso-zooplancton que les zones sans pêche.

Pour la fraction du zooplancton pêché avec les filets de type Bongo de 505 μm de vide de maille (tableau I), les résultats concordent avec ceux obtenus avec la bouteille entre les secteurs de pêche et ceux sans pêche. Pour les volumes sédimentés de zooplancton récolté, le test de Wilcoxon-Mann-Whitney est significatif au seuil de 95 % (tableau II). Enfin, pour les effectifs des copépodes capturés avec ce filet de 505 μm (tableau I), le test de Wilcoxon-Mann-Whitney est également significatif au seuil de 95 % (tableau II). Les zones de pêche sont plus pauvres en zooplancton que les zones sans pêche.

Micronecton

Le faible nombre de traits de micronecton nocturnes (sept traits dans la zone de pêche et cinq en dehors des zones de pêche, tableau I) ne nous permet pas de tirer des conclusions définitives et ce n'est qu'à titre indicatif que nous avons comparé les deux zones avec le test de Wilcoxon-Mann-Whitney

TABLEAU II

Résultats des tests de Wilcoxon-Mann-Withney entre les zones de pêche du cap des Trois-Pointes en août 1971 et en dehors de cette zone de pêche pour les quantités intégrées de 0 à 50 m de chlorophylle a , les copépodes capturés à la bouteille de 30 l, le volume de plancton sédimenté recueilli par le filet de 505 μm , les copépodes capturés au filet de 505 μm et le micronecton (poissons + crustacés)

	Phytopl. bouteille	Zooplancton bouteille	Vol. sédimenté filet 505 μm	Copépodes filet 505 μm	Micronecton
Zone de pêche	12	12	11	11	7
Hors zone de pêche	11	11	9	9	5
Valeur U du test de Wilcoxon-Mann-Withney	20	12	20	23	12
Significativité du test de Wilcoxon- Mann-Withney *	$U_{0,05} = 38$ $U_{0,01} = 28$	$U_{0,05} = 38$ $U_{0,01} = 28$	$U_{0,05} = 27$ $U_{0,01} = 18$	$U_{0,05} = 27$ $U_{0,01} = 18$	$P(U_{\text{obs}}) = 0,21$ $P(U_{\text{obs}}) < 0,52^{**}$

* Rejet de H_0 pour $U_{\text{obs}} < U_{\alpha}$ Scherrer (1984).

** Rejet de H_0 pour $2P(U_{\text{obs}}) \leq \alpha$ ($\alpha = 0.52$) Scherrer (1984).

(tableau II) : les zones de pêche s'avéreraient plus riches que les zones sans pêche (au seuil de 95 %) en terme de biomasses totales du micronecton (poissons + crustacés). Par ailleurs, un océanographe de l'ORSTOM (BAUDIN-LAURENCIN, *comm. pers.*) embarqué à bord du moyen senneur ivoirien *Ile Boulay* pendant cette période a pu voir que les bancs d'albacore au large de la Côte-d'Ivoire étaient mélangés à des bancs de petits *Auxis thazard*.

Contenus stomacaux

Les contenus stomacaux des *Auxis thazard* prélevés dans la bouche des albacores pêchés par l'*Ile Boulay* à 18 h (heure locale, au moment du crépuscule) étaient constitués de copépodes et d'autres éléments du plancton tels que chaetognathes et larves de décapodes. La prise de nourriture remontait à 16 h (DIA, *comm. pers.*). Les résultats sont à rapprocher de ceux obtenus par KISHINOUE (1923) sur les *Auxis* sp. Par ailleurs, les contenus stomacaux de 10 albacores (de 51 à 101 kg) pêchés par deux senneurs américains en août 1971 dans le secteur du cap des Trois-Pointes se sont révélés être, après examen, uniquement composés de *Auxis thazard* de 12 à 15 cm.

Conclusions

Les données recueillies à bord du N.O. *Capricorne* en août 1971 à l'est du cap des Trois-Pointes suggèrent donc que les zones de pêche sont (par rapport aux zones sans pêche) :

- plus riches en phytoplancton ;
- plus pauvres en méso-zooplancton ;
- plus pauvres en zooplancton ;
- plus riches en terme de biomasse totale du micronecton (poissons et crustacés).

Ces résultats peuvent laisser croire que l'on se trouve devant un cas de court-circuit de la chaîne alimentaire entre le phytoplancton et le micronecton. Les quelques contenus stomacaux examinés ne corroborent pas toutefois cette hypothèse : mais il est connu que l'on ne retrouve pas dans les traits de micronecton les animaux proies des thons (GRANDPERRIN, 1975). Au large de la Côte-d'Ivoire, on pourrait avoir la chaîne alimentaire suivante (que nous analyserons plus loin) :

phytoplancton > micronecton > thonidés.

Caractéristiques de la pêche thonière dans la « zone Côte-d'Ivoire »

ANALYSE DES CAPTURES

Analyse sur le fichier global

Sur le fichier global des prises des thoniers de la flottille FIS de 1979 à 1985 (voir p. 355), nous avons extrait pour chaque année, chaque mois et chaque strate les paramètres suivants :

- l'effort de pêche (exprimé en nombre d'heures de recherche et de pêche) ;
- le nombre total de calées ;
- le rendement global (rapport du nombre de calées sur le nombre d'heures de recherche et de pêche) ;
- les nombres de calées pour des prises inférieures à 10 t, des prises entre 10 et 60 t et des prises supérieures à 60 t.

Nous nous proposons de tester l'homogénéité : (a) des prises par années, (b) des prises par mois (afin de cerner des fluctuations saisonnières) et (c) des prises par strates. Nous emploierons pour cela l'analyse de variance ⁽¹⁾, le test de Kruskal-Wallis ⁽²⁾ et le test de Noether (SCHERRER 1984) pour mettre en évidence le ou les échantillons qui entraînent la non-homogénéité des populations étudiées dans les cas bien sûr où le test de Kruskal-Wallis nous amène à rejeter l'hypothèse d'identité des populations testées.

Analyse sur le fichier Écologie-thon

À partir des données du fichier Écologie-thon (voir p. 355) nous avons testé, pour l'albacore et le listao, s'il existe dans la zone Côte-d'Ivoire, de 0° à 7°W, et par strate de 30' de latitude entre 2° N et la côte ou entre 2° S et la côte :

- un effet « température » sur les paramètres suivants : les prises, le nombre de calées, les prises moyennes par calée. Pour analyser cet effet « température », nous utiliserons le test de Kruskal-Wallis. Dans un deuxième temps, toujours à partir des données du fichier Écologie-thon nous avons testé, pour l'albacore et le listao, s'il existe, dans la zone Côte-d'Ivoire, de 0° à 7°W, et par bandes de 30' de latitude entre 2° N et la côte ou entre 2° S et la côte :
- un effet « strate de pêche » au sein de chaque classe de température pour les paramètres suivants : les prises, le nombre de calées, les prises moyennes par calée ;
- un effet « température » au sein de chaque strate pour les paramètres suivants : les prises, le nombre de calées, les prises moyennes par calée.

Pour analyser ces effets « strate » au sein de chaque classe de température et « température » au sein de chaque strate, soit une analyse à deux critères de classification, nous utiliserons le test de Friedman ⁽³⁾.

Dans un troisième temps, nous avons effectué pour les deux principales périodes de pêche une analyse globale de l'effet « strate » par la taille des calées que l'on peut assimiler à la taille des bancs.

⁽¹⁾ Nous utiliserons l'analyse de variance lorsque les conditions de normalité et d'homocédasticité seront remplies. Pour tester l'homocédasticité des populations, nous utiliserons le test de Bartley qui a en plus l'avantage d'être très sensible à la non-normalité des populations. Les analyses de variance sont effectuées avec le logiciel Statgraphics 2.6.

⁽²⁾ Nous utiliserons le test de Kruskal-Wallis quand les conditions de normalité ne sont pas respectées : les calculs sont effectués avec le logiciel Statgraphics 2.6.

⁽³⁾ Les tests de Friedman sont calculés avec le logiciel Statgraphics.

Variations annuelles

À partir du fichier global, pour toute la zone Côte-d'Ivoire de la côte à 2°S, il n'y a pas identité entre les sept années pour l'effort de pêche et le nombre de calées (total et toutes classes de tonnage ; voir *supra*). En revanche, il y a identité des rendements pour les sept années étudiées (tableau IIIa). En comparant le nombre de calées par année ou l'effort de pêche par années prises deux par deux par le test de Noether et en reliant par un trait les années ne présentant pas de différences significatives entre elles, les résultats des comparaisons deux à deux se résument ainsi:

Années : 79 80 81 82 83 84 85

On a donc un ensemble homogène qui s'étend des années 1979 à 1983 et un deuxième ensemble homogène qui couvre les années 1984 et 1985. Cela est à relier au départ, dès 1984, d'une partie de la flottille FIS dans l'océan Indien. Notons que les rendements ne présentent pas de variations interannuelles ; cela signifie que l'efficacité de l'engin de pêche et (ou) le stock de thonidés dans son ensemble sont (est) resté(s) statistiquement constant.

Variations mensuelles

À partir du fichier global, pour toute la zone Côte-d'Ivoire de la côte à 2°S, il n'y a pas identité entre les douze mois pour l'effort de pêche, le nombre de calées (total et toutes classes de tonnage, tableau IIIb). En comparant comme précédemment le nombre de calées par mois ou l'effort de pêche par mois ou les rendements mensuels pris deux par deux par le test de Noether et en reliant par un trait les mois ne présentant pas de différences significatives, les résultats des comparaisons se résument ainsi:

Mois : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2

On relève toutefois une légère incohérence dans les résultats (les mois de décembre et janvier d'une part, ainsi que les mois de janvier et février d'autre part, ne présentent pas de différences significatives alors que les mois de décembre et février en présentent). SCHERRER (1984) estime que ce genre d'incohérence, fréquente dans les résultats, est dû à des erreurs de type II. Les différences sont significatives entre mars et avril d'une part et entre septembre et octobre d'autre part. Il est possible de dégager de cette analyse trois ensembles qui sont, par ordre d'importance :

- les mois d'avril à septembre ;
- les mois d'octobre à décembre-janvier ;
- les mois de décembre-janvier à mars.

Nous verrons plus loin comment, à partir de ces tests et des saisons hydrologiques, nous définissons les périodes de pêche.

Variations géographiques

À partir du fichier global, pour toute la zone Côte-d'Ivoire de la côte à 2°S, il n'y a pas identité (tableau IIIc) entre les quatorze strates, chaque mois, pour l'effort de pêche, les rendements et le nombre de calées (total et toutes classes de tonnage). En comparant comme précédemment le nombre de calées, l'effort de pêche ou les rendements par strate pris deux par deux avec le test de Noether et en reliant par un trait les strates ne présentant pas de différences significatives entre elles, les résultats des comparaisons se résument ainsi:

Strates: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Ce graphique nécessite quelques explications : les strates 1-2, 2-3, 6-7, 7-8, 8-9 et 9-10 ne présentent pas de différences significatives prises deux par deux ; toutefois, la différence entre la strate 1 et la strate 3 est significative ; il en est de même entre la strate 6 et la strate 8, etc. Les strates 3-4-5-6 forment un ensemble homogène et il n'y a pas de différences significatives entre elles. Il en est de même pour l'ensemble formé par les strates 10-11-12-13-14. On peut noter une légère incohérence dans les résultats car la strate 3 ne présente pas de différence significative avec les strates 2 et 4 alors que ces deux dernières présentent une différence significative entre elles. Les deux strates côtières (strates 1 et 2) totalisent 39,3 % du nombre de calées et 29,9 % de l'effort de pêche, dans l'ensemble de la région.

TABLEAU III

Résultats des tests de Kruskal-Wallis portant sur les variations annuelles, mensuelles et géographiques pour les paramètres suivants : les efforts de pêche, le nombre total de calées, le rendement global (rapport du nombre de calées pour 100 heures de recherche et de pêche), les nombres de calées pour des prises inférieures à 10 t, comprises entre 10 et 60 t et supérieures à 60 t

(a) Analyse annuelle	Effet testé (χ^2_{obs})	Global	Saison 1 Mois 1-3	Saison 2 Mois 7-9	Saison 3 Mois 10-12
	Effort/années	165,84	103,96	47,73	16,44
	Calées/années	27,28	42,26	26,22	77,55
	Rendement/années	8,42*	14,50	cf. ADV	9,93*
	B < 10 t/années	34,46	36,39	28,93	23,16
	10 > B < 60 t/années	27,54	40,25	26,65	10,92*
	B > 60 t/années	24,81	30,53	7,94*	9,44*
	$\chi^2_{0,95} = 12,6$ pour 6 ddl				
(b) Analyse mensuelle	Effet testé (χ^2_{obs})	Global	Saison 1 Mois 1-3	Saison 2 Mois 7-9	Saison 3 Mois 10-12
	Effort/mois	136,80	7,56	3,35*	5,08*
	Calées/mois	107,84	4,40*	3,35*	0,87*
	Rendement/mois	58,47	2,18*	cf. ADV	0,64*
	B < 10 t/mois	83,80	4,18*	2,66*	0,81*
	10 > B < 60 t/mois	86,88	3,37*	6,31	0,85*
	B > 60 t/mois	42,72	2,01*	2,21*	0,82*
	$\chi^2_{0,95} = 19,7$ pour 11 ddl pour analyse globale $\chi^2_{0,95} = 5,99$ pour 2 ddl pour saisons 1, 2 et 3				
(c) Analyse géographique (par strate)	Effet testé (χ^2_{obs})	Global	Saison 1 Mois 1-3	Saison 2 Mois 7-9	Saison 3 Mois 10-12
	Effort/strates	117,23	27,49	12,46	57,49
	Calées/strates	79,74	34,85	9,89*	59,21
	Rendement/strates	76,00	45,10	9,77*	39,13
	B < 10/strates	86,63	36,20	7,81*	56,22
	10 > B < 60 t/strates	58,55	28,13	12,72	42,84
	B > 60 t/strates	35,94	31,31	7,80*	30,67
	$\chi^2_{0,95} = 22,4$ pour 13 ddl pour analyse globale et saisons 1 et 3 $\chi^2_{0,95} = 11,1$ pour 5 ddl pour saison 2 * $\chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{0,95}$				

SAISONS DE PÊCHE

Si l'on examine les répartitions par mois et par strate de l'effort de pêche, du nombre de calées et des rendements des senneurs FIS de 1979 à 1985 sur des diagrammes tridimensionnels (figures 11, 12 et 13), on remarque qu'il est difficile de cerner de façon précise des saisons de pêche : cela est à mettre au compte des fluctuations annuelles des prises et de l'effort de pêche. Toutefois, en s'appuyant sur les résultats obtenus ci-dessus et sur les saisons définies en fonction de l'hydroclimat classiquement observé au large de la province maritime ivoirienne, on distingue dans cette région trois saisons de pêche (STRETTA, 1988).

La première période de pêche, de janvier à mars, correspond à la petite saison froide ; la deuxième, de juillet à septembre, correspond à la grande saison froide ; la troisième saison de pêche, d'octobre à novembre-décembre, se situe pendant la première partie de la grande saison chaude. On peut relever le fait que, de 1967 à 1979, la deuxième période de pêche s'étendait en général jusqu'aux mois d'août et septembre. Le raccourcissement de cette période de pêche que l'on constate actuellement demeure inexpliqué : cela pourrait être relié au fait que d'autres secteurs de pêche plus productifs sont exploités à la même époque et en particulier la zone au large du cap Lopez (Gabon). On notera également que les canneurs de Tema qui exploitent en permanence cette zone depuis une vingtaine d'années y ont des rendements en listaos, albacores et patudos juvéniles qui ne manifestent pas de saisonnalité nette (FONTENEAU, 1987).

Saison de pêche de janvier à mars

Analyses mensuelle, annuelle et géographique

Une première période de pêche a lieu au cours du premier trimestre de l'année. Les pêches se situent dans des eaux dont la température de surface est comprise entre 25 et 30 °C (figure 14 a). La gamme de température est très étroite : 67,1 % des prises d'albacore sont réparties en deux classes de température (27 et 28 °C) et 62,2 % des prises de listao se font dans une seule classe de température (28 °C). Au cours de cette période de pêche, il y a lieu de distinguer trois zones géographiquement différentes : la première qui s'étend de la côte à 2-3°N, la deuxième de 2-3°N à l'équateur et la troisième de l'équateur à 2°S (tableau IV). Dans la première zone, cette saison de pêche hivernale est à relier à l'enrichissement par des upwellings côtiers pendant la « petite saison froide » (BINET, 1976). La deuxième zone est incluse dans une des principales aires de ponte de l'albacore (ALBARET, 1977). Enfin, cette saison de pêche hivernale est à relier, entre l'équateur et 2°S, à l'enrichissement de la zone par la crête thermique que l'on observe entre 1 et 3°S (DUFOUR et STRETTA, 1973b ; VOITURIEZ et HERBLAND, 1977). Par rapport à l'ensemble des années, cette saison de pêche représente 43,8 % du nombre de calées et 41,8 % de l'effort de pêche.

Si l'on teste l'homogénéité intermensuelle de cette saison de pêche, on constate qu'il s'agit d'une saison homogène (tableau IIIb) : il y a identité des rendements et du nombre de calées (total et toutes classes de tonnage). En revanche, il n'y a pas identité intermensuelle pour l'effort de pêche.

Si l'on teste à présent l'homogénéité de cette saison de pêche d'une année sur l'autre entre 1979 et 1985, on observe qu'il y a une hétérogénéité interannuelle pour tous les paramètres analysés (tableau IIIa). On retrouve pour les efforts de pêche et le nombre de calées avec le test de Noether l'ensemble homogène des années 1979 à 1983 et le deuxième ensemble des années 1984 et 1985. En revanche, pour le paramètre « rendement » le test de Noether ne permet pas de retrouver les deux groupes d'années.

Si l'on teste à présent la variabilité géographique, c'est-à-dire la variabilité entre les quatorze strates, pendant cette saison de pêche, on note une hétérogénéité totale de la zone pour tous les paramètres analysés (tableau IIIc). Le test de Noether ne permet pas de mettre en évidence de différences significatives entre les strates prises deux par deux.

Figure 11

Diagramme des répartitions par strates et par mois de l'effort de pêche (exprimé en heure de recherche et de pêche).

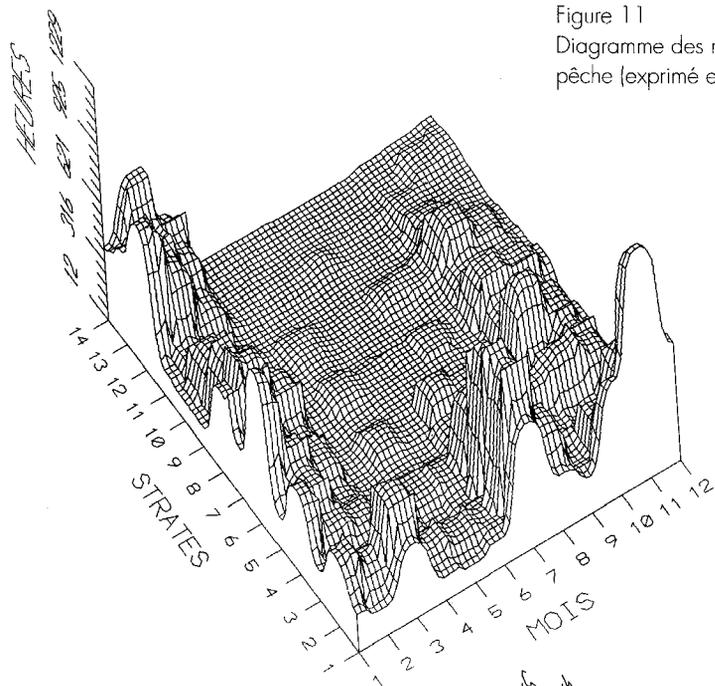


Figure 12

Diagramme des répartitions par strates et par mois du nombre de calées.

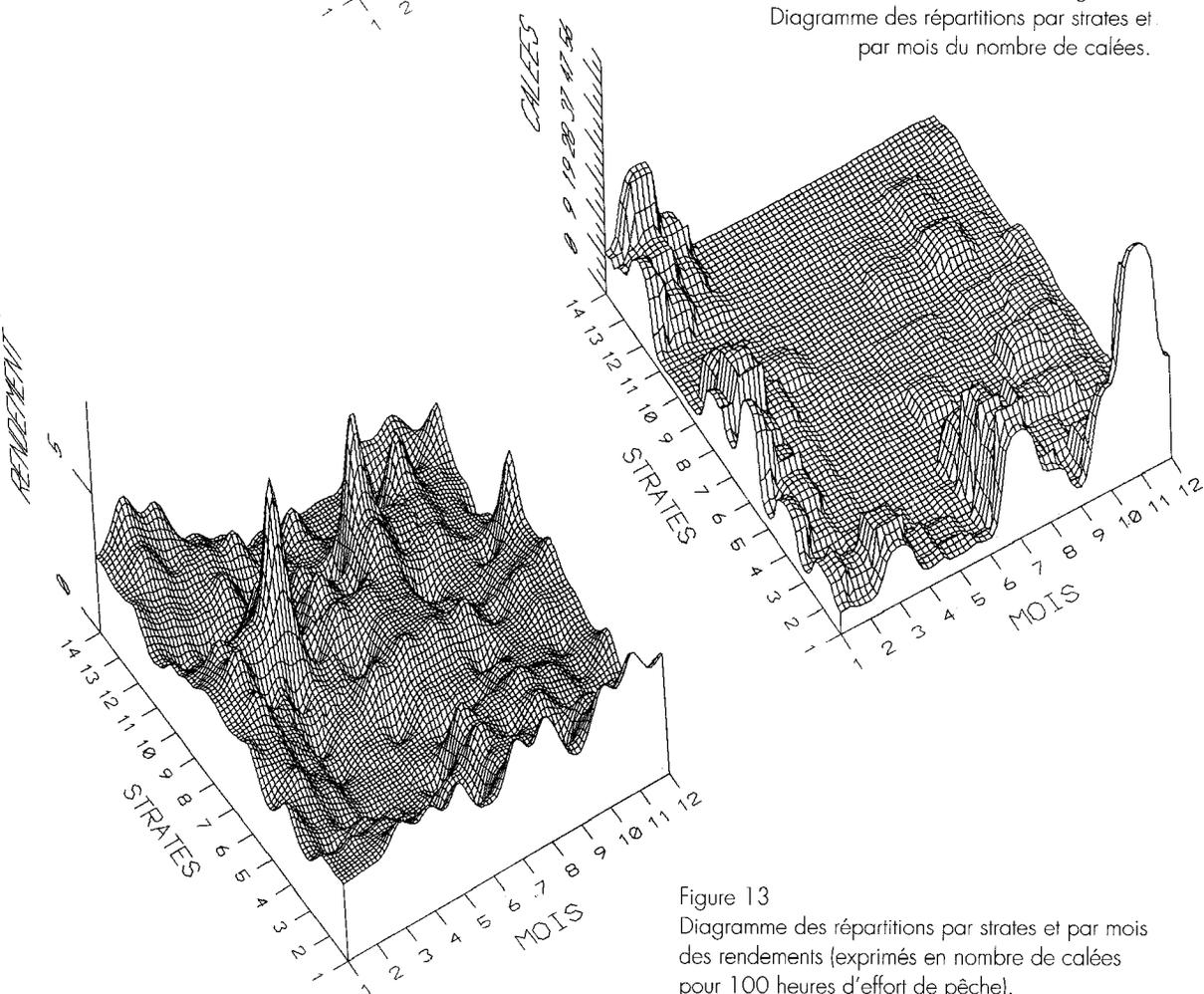


Figure 13

Diagramme des répartitions par strates et par mois des rendements (exprimés en nombre de calées pour 100 heures d'effort de pêche).

TABLEAU IV

Prises totales et prises moyennes par calée positive (en tonnes), nombre total de calées et nombre de calées positives (valeur entre parenthèses) contenant de l'albacore et du listao, par zone géographique (figure 1) et par classe de température pendant les mois de janvier à mars

Zones		25°	26°	27°	28°	29°	30°
1	Albacore	-	16/5,3 (3-0)	204/25,5 (9-1)	125/12,5 (13-2)	5/2,5 (2-0)	-
	Listao	-	6/2,0 (3-0)	8/1,6 (5-0)	62/12,4 (7-2)	5/2,5 (2-0)	-
2	Albacore	215/53,8 (4-0)	133/33,3 (8-4)	88/6,8 (14-1)	74/5,7 (18-5)	20/5,0 (4-0)	4/4,0 (1-0)
	Listao	28/7,0 (4-0)	32/8 (9-5)	76/9,5 (8-0)	63/9,0 (12-5)	52/52,0 (2-1)	-
3	Albacore	-	-	3/1,5 (2-0)	134/19,1 (9-2)	44/22,0 (4-2)	-
	Listao	-	-	3/1,5 (2-0)	18/6,0 (3-0)	1/1,0 (1-0)	-
4	Albacore	-	25/12,5 (2-0)	19/9,5 (2-0)	72/12,0 (11-5)	14/7,0 (3-1)	-
	Listao	-	10/10,0 (2-1)	3/3,0 (1-0)	228/57,0 (4-0)	-	-
5	Albacore	-	-	46/15,3 (3-0)	226/22,6 (17-7)	85/12,1 (8-1)	-
	Listao	-	0/0 (1-1)	9/4,5 (2-0)	10/5,0 (5-3)	1/1,0 (1-0)	-
6	Albacore	-	0/0 (1-1)	271/18,1 (17-2)	462/33,0 (19-5)	146/24,3 (8-2)	70/17,5 (6-2)
	Listao	-	0/0 (1-1)	3/1,5 (2-0)	143/23,8 (11-5)	2/2,0 (1-0)	5/5,0 (2-1)
7	Albacore	-	15/7,5 (3-1)	219/27,4 (10-2)	293/26,6 (16-5)	36/18,0 (4-2)	0/0 (1-1)
	Listao	-	78/26,0 (3-0)	14/4,7 (5-2)	116/16,6 (9-2)	12/12,0 (1-0)	-
8	Albacore	-	15/15,0 (1-0)	52/13,0 (4-0)	162/20,3 (8-0)	225/56,3 (5-1)	20/20,0 (1-0)
	Listao	-	-	21/10,5 (2-0)	127/42,3 (4-1)	-	75/37,5 (2-0)
9	Albacore	-	-	21/10,5 (2-0)	213/71,0 (4-1)	107/26,8 (6-2)	-
	Listao	-	-	-	183/61,0 (4-1)	1/1,0 (1-0)	-
10	Albacore	-	42/21,0 (2-0)	14/14,0 (4-3)	65/21,7 (3-0)	53/26,5 (3-1)	-
	Listao	-	4/4,0 (1-0)	20/20,0 (1-0)	81/20,3 (4-0)	5/5,0 (1-0)	-
11	Albacore	30/30,0 (2-1)	20/20,0 (5-4)	26/6,5 (9-5)	0/0 (3-3)	-	-
	Listao	-	0/0 (2-2)	46/15,3 (3-0)	60/30,0 (4-2)	-	-
12	Albacore	265/88,3 (4-1)	378/37,8 (11-1)	763/47,7 (22-6)	297/27,0 (14-3)	-	-
	Listao	-	26/13,0 (2-0)	1/1,0 (1-0)	20/20,0 (1-0)	-	-
13	Albacore	-	197/24,6 (10-2)	257/23,4 (16-5)	658/41,1 (18-2)	153/51,0 (8-5)	-
	Listao	-	102/20,4 (6-1)	0/0 (1-1)	8/4,0 (3-1)	-	-
14	Albacore	-	110/36,7 (3-0)	170/28,3 (7-1)	63/31,5 (3-1)	145/48,3 (3-0)	-
	Listao	-	-	8/2,7 (3-0)	3/3,0 (1-0)	2/2,0 (1-0)	-
Totaux	Albacore	510 - (10-2)	951 - (49-13)	2 153 - (121-26)	2 844 - (158-37)	1 033 - (57-17)	94 - (9-3)
	Listao	28 - (4-0)	258 - (30-11)	212 - (36-3)	1 122 - (72-22)	81 - (11-1)	80 - (4-1)

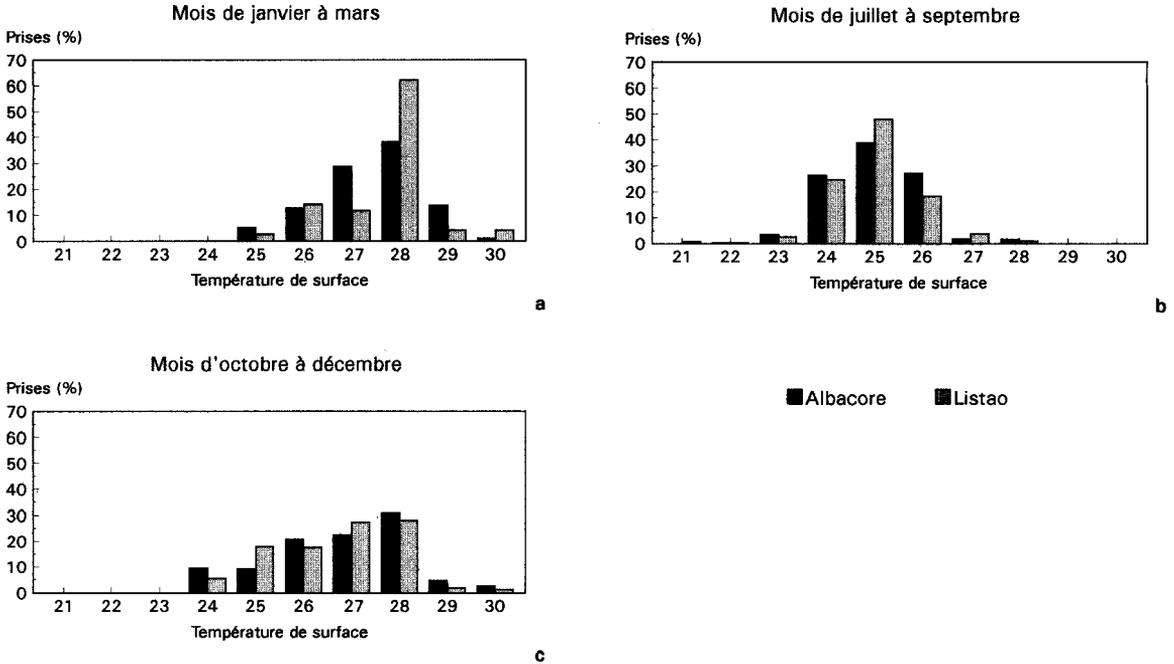


Figure 14

Prises de thonidés au large de la Côte-d'Ivoire en fonction de la température pendant les 3 saisons de pêche.

- (a) Mois de janvier-mars : 7 585 t d'albacore et 1 781 t de listao ;
- (b) mois de juillet-septembre : 5 422 t d'albacore et 2 914 t de listao ;
- (c) mois d'octobre-décembre : 3 834 t d'albacore et 1 920 t de listao.

Dans certaines conditions, il semble que la taille des bancs puisse constituer un bon indice de la richesse en nourriture pour les thons (PETIT, 1991). En vérifiant l'identité du nombre de calées d'un tonnage supérieur à 60 t (tableau IIIc), il y a statistiquement plus de gros bancs dans une strate plutôt que dans une autre. Autrement dit, les différentes strates semblent de potentiel différent quant à la nourriture des thons.

Analyse des données thermiques

Les résultats des tests de Kruskal-Wallis sont regroupés dans le tableau V. Pour l'albacore et le listao, il y a identité des prises, des prises moyennes par calée et du nombre de calées par classe de température. Il y a donc un effet « température ».

Si donc, pour l'albacore et le listao, il y a, dans l'ensemble de la région, une ou des classes de température particulières, qu'en est-il si l'on compare les pêches de ces espèces par classe de température et par strate en recherchant s'il existe (a) un effet « strate » au sein de chaque classe de température et (b) un effet « température » au sein de chaque strate ? Les résultats des tests de Friedman sont reportés dans le tableau VI. Pour l'albacore et le listao, on met en évidence un effet « strate » au sein de chaque classe de température ; ce qui pourrait signifier que chaque classe de température correspond à une productivité différente suivant la strate où l'on se situe. Pour l'albacore et le listao, il n'y a pas d'effet « température » au sein de chaque strate pour les trois paramètres analysés ; ce qui pourrait signifier qu'au sein d'une strate donnée, la productivité est la même suivant la température dans laquelle on se situe (tableau VI). Cela ne semble pas étonnant dans la mesure où la gamme de température dans laquelle se déroulent les pêches est très étroite.

TABLEAU V

Résultats des tests de Kruskal-Wallis ; effets de la température de surface le jour de la pêche sur les prises, le nombre de bancs et les prises par calées au cours des saisons de pêche de janvier à mars, de juillet à septembre et d'octobre à décembre

		Prises par calées Effet température	Prises Effet température	Nombre de bancs Effet température
Janv.-mars	Albacore	10,91 ⁽¹⁾	12,49 ⁽¹⁾	18,62 ⁽¹⁾
	Listao	16,24 ⁽¹⁾	13,89 ⁽¹⁾	13,78 ⁽¹⁾
Juil.-sept.	Albacore	8,98 ⁽²⁾	6,85 ⁽²⁾	7,67 ⁽²⁾
	Listao	8,99 ⁽²⁾	5,66 ⁽²⁾	9,98 ⁽²⁾
Oct.-déc.	Albacore	8,08 ⁽³⁾	10,84 ⁽³⁾	9,41 ⁽³⁾
	listao	6,10 ⁽³⁾	6,45 ⁽³⁾	7,82 ⁽³⁾

⁽¹⁾ $\chi^2_{0,95} = 11,1$ pour 5 degrés de liberté

⁽²⁾ $\chi^2_{0,95} = 9,49$ pour 4 degrés de liberté

⁽³⁾ $\chi^2_{0,95} = 12,6$ pour 6 degrés de liberté

TABLEAU VI

Résultats des tests de Friedman sur les prises, le nombre de bancs et les prises moyennes par calées au cours des saisons de pêche de janvier à mars, de juillet à septembre et d'octobre à décembre pour rechercher :
un effet de la strate de pêche au sein de chaque classe de température ;
un effet « température » au sein de chaque strate

		Prises		Prises par calées		Nombre de bancs	
		Effet zone	Effet température	Effet zone	Effet température	Effet zone	Effet température
Janv.-mars	Albacore	22,26 ⁽⁴⁾	47,58 ⁽²⁾	20,09 ⁽⁴⁾	35,53 ⁽²⁾	29,68 ⁽⁴⁾	59,18 ⁽²⁾
	Listao	19,28 ⁽⁴⁾	55,24 ⁽²⁾	14,93 ⁽⁴⁾	52,46 ⁽²⁾	26,54 ⁽⁴⁾	55,49 ⁽²⁾
Juil.-sept.	Albacore	10,62 ⁽¹⁾	12,17 ⁽¹⁾	2,22 ⁽¹⁾	7,83 ⁽¹⁾	10,68 ⁽¹⁾	12,20 ⁽¹⁾
	Listao	7,58 ⁽¹⁾	13,70 ⁽¹⁾	7,87 ⁽¹⁾	7,55 ⁽¹⁾	9,29 ⁽¹⁾	13,55 ⁽¹⁾
Oct.-déc.	Albacore	19,30 ⁽²⁾	19,94 ⁽³⁾	9,89 ⁽²⁾	12,24 ⁽³⁾	23,50 ⁽²⁾	24,52 ⁽³⁾
	Listao	19,23 ⁽²⁾	17,23 ⁽³⁾	7,61 ⁽²⁾	10,01 ⁽³⁾	24,30 ⁽²⁾	21,49 ⁽³⁾

⁽¹⁾ $\chi^2_{0,95} = 9,49$ pour 4 degrés de liberté

⁽²⁾ $\chi^2_{0,95} = 11,1$ pour 5 degrés de liberté

⁽³⁾ $\chi^2_{0,95} = 12,6$ pour 6 degrés de liberté

⁽⁴⁾ $\chi^2_{0,95} = 22,4$ pour 13 degrés de liberté

Saison de pêche de juillet à septembre

Analyses mensuelle, annuelle et géographique

La période de pêche des senneurs en été boréal est localisée entre le cap des Trois-Pointes à la limite du plateau continental (particulièrement large à cet endroit) et 2° 30' N. On note que, pendant cette période, les pêches se situent dans des eaux dont la température de surface est comprise entre 21 et 28 °C (figure 14 b) avec toutefois 98,4 % des prises réparties en trois classes de 24 à 26 °C. Cela sous-entend que ces prises seraient en relation avec des enrichissements des masses d'eaux en provenance des remontées d'eaux froides issues de la région côtière et de la divergence équatoriale. Les prises d'albacores et de listaos dans les eaux de température inférieure à 24 °C se font dans la frange côtière de la zone d'étude entre 4° 30' N et la côte (tableau VII).

Nous ne retiendrons que les strates 1 à 6 car, au sud de 2°N, les masses d'eaux sont sous l'influence de la divergence équatoriale. Les masses d'eaux sont froides et aucun bateau ne s'y aventure. Par rapport à l'ensemble des années, cette saison de pêche représente 19,7 % du nombre de calées et 18,2 % de l'effort de pêche. Dans ces conditions, une étude statistique comparable aux précédentes confirme qu'il s'agit bien là d'une période homogène du point de vue des rendements (cf. analyse de variance du tableau VIII), de l'effort de pêche et du nombre de calées, total et toutes classes de tonnage (tableau IIIb).

Si l'on teste l'homogénéité de cette saison de pêche d'une année sur l'autre entre 1979 et 1985, on observe qu'il y a identité des rendements (cf. analyse de variance du tableau VIII) et du nombre de calées d'un tonnage supérieur à 60 t (tableau IIIa). En revanche, il n'y a pas identité des efforts de pêche, du nombre total de calées, des nombres de calées d'un tonnage inférieur à 10 t et d'un tonnage compris entre 10 et 60 t (tableau IIIa). Ces résultats ne sont pas étonnants : on retrouve l'identité interannuelle des rendements (voir p. 366). Si, pour l'effort de pêche et le nombre de calées, on applique le test de Noether pour mettre en évidence la ou les années qui entraînent la non-homogénéité interannuelle, on retrouve un ensemble homogène qui comprend les années 1979 à 1983 et un deuxième ensemble homogène qui comprend les années 1984 et 1985.

TABLEAU VII

Prises totales et prises moyennes par calée positive (en tonnes), nombre total de calées et nombre de calées positives (valeur entre parenthèses) contenant de l'albacore et du listao, par zone géographique et par classe de température pendant les mois de juillet à septembre

Zones		≤ 23°	24°	25°	26°	27°
1	Albacore	87/8,7 (11-10)	376/16,3 (27-23)	550/26,2 (21-21)	462/66,0 (10-7)	127/15,9 (11-8)
	Listao	61/6,1 (12-10)	84/5,6 (15-15)	230/10,9 (24-21)	15/7,5 (2-2)	50/10,0 (5-5)
2	Albacore	120/24,0 (6-5)	387/24,2 (20-16)	539/23,4 (30-23)	118/16,9 (9-7)	2/2,0 (2-1)
	Listao	42/8,4 (6-5)	126/12,6 (13-10)	276/13,1 (24-21)	89/11,1 (8-8)	-
3	Albacore	-	316/17,5 (20-18)	378/19,9 (25-19)	508/26,7 (21-19)	50/25,2 (2-2)
	Listao	12/12,0 (1-1)	369/24,6 (16-15)	366/16,6 (25-22)	224/17,2 (14-13)	90/45,0 (2-2)
4	Albacore	2/2,0 (1-1)	231/33,0 (10-7)	658/31,3 (28-21)	349/15,2 (24-23)	14/7,0 (2-2)
	Listao	0/0 (1-0)	57/19,0 (5-3)	510/34,0 (16-15)	193/11,3 (19-17)	6/6,0 (1-1)
5	Albacore	-	108/27,0 (4-4)	0/0 (1-0)	40/40,0 (2-1)	0/0 (1-0)
	Listao	-	87/29,0 (3-3)	12/12,0 (2-1)	15/15,0 (2-1)	0/0 (1-0)
Totaux	Albacore	209 - (18-16)	1 418 - (81-68)	2 125 - (105-84)	1477 - (66-57)	193 - (18-13)
	Listao	115 - (20-16)	723 - (52-46)	1 394 - (91-80)	536 - (45-41)	146 - (9-8)

TABLEAU VIII

Résultats de l'analyse de variance ; effets du facteur années et mois sur les rendements de pêche au cours de la saison de pêche de juillet à septembre

Origine de la variation	ddl	Moyennes des carrés	F calculé	F 5%
Rendement*				
Par années	6	$3,916.10^{-4}$	1,105	3,01
Résiduelle	110	$3,544.10^{-4}$		
Rendement				
Par mois	2	$2,779.10^{-4}$	0,777	4,83
Résiduelle	114	$3,577.10^{-4}$		

* Voir texte pour la définition du rendement.

Dans un troisième temps, le test sur la variabilité géographique de la pêche en cette saison révèle qu'il y a homogénéité au niveau du nombre de calées, des rendements et du nombre de calées d'un tonnage inférieur à 10 t et de celles d'un tonnage supérieur à 60 t (tableau IIIc). En revanche, il n'y a pas identité de l'effort de pêche et du nombre de calées d'un tonnage compris entre 10 et 60 t dans les six strates. Dans le cas de l'effort, le test de Noether ne met cependant pas en évidence de différences significatives entre les strates prises deux par deux.

Comme nous l'avons fait pour la première période de pêche, l'analyse des gros bancs (calées d'un tonnage supérieur à 60 t) montre qu'il n'y a pas statistiquement plus de gros bancs dans une strate plutôt que dans une autre (tableau IIIc). Autrement dit, les différentes strates semblent de potentiel comparable quant à la nourriture des thons.

Analyse des données thermiques

Les résultats des tests de Kruskal-Wallis sont regroupés dans le tableau V. Pour l'albacore et les trois paramètres examinés, il y a identité des prises, des prises moyennes par calée et du nombre de calées par classe de température. Il n'y a donc pas d'effet « température ». Pour le listao, il y a identité des prises et des prises moyennes par calée par classe de température. En revanche, il y a un effet « température » pour le nombre de bancs.

Si donc, pour l'albacore, il n'y a pas, dans l'ensemble de la région, une classe de température particulière, qu'en est-il si l'on compare les pêches de cette espèce par classe de température et par strate en recherchant s'il existe (a) un effet strate au sein de chaque classe de température et (b) un effet classe de température au sein de chaque strate ? Les résultats des tests de Friedman sont reportés dans le tableau VI ; pour l'albacore, on met en évidence un effet « strate » au sein de chaque classe de température et un effet température au sein de chaque strate pour les prises et le nombre de bancs : c'est-à-dire que (a) chaque classe de température correspond à une productivité différente suivant la strate où l'on se situe et que (b), au sein d'une strate donnée, la productivité sera différente suivant la température dans laquelle on se situe. Dans le cas du listao on ne trouve pas d'effet « strate » au sein de chaque classe de température pour les trois paramètres étudiés ; en revanche, on rencontre un effet « température » au sein des différentes strates pour les prises et le nombre de calées (tableau VI).

Saison de pêche d'octobre à décembre

Analyses mensuelle, annuelle et géographique

Si pour analyser la saison de pêche estivale nous nous sommes limités à une zone allant de la côte à 2°N, en revanche, pour analyser cette nouvelle saison, nous prendrons la « zone Côte-d'Ivoire » dans son intégralité ainsi qu'elle est définie page 354.

Au cours de la deuxième saison de pêche qui se déroule dans ce secteur d'octobre à décembre, l'essentiel des captures des deux espèces (albacore et listao) par les senneurs se situe dans une gamme thermique allant de 24 à 30°C (figure 14 c), beaucoup plus élevée et plus étendue que pendant le mois de juillet (tableau IX). Par rapport à l'ensemble des années, cette saison de pêche représente 30,18 % du nombre de calées et 29,87 % de l'effort de pêche. On suivra encore dans ces conditions, la même démarche dans l'analyse statistique ; il y a identité intermensuelle entre les rendements, l'effort de pêche, le nombre de calées, total et toutes classes de tonnage (tableau IIIb).

Si l'on teste l'homogénéité de cette saison de pêche d'une année sur l'autre entre 1979 et 1985, on observe qu'il y a identité des rendements et des nombres de calées d'un tonnage compris entre 10 et 60 t et d'un tonnage supérieur à 60 t (tableau IIIa). On retrouve pour l'effort de pêche et le nombre de calées avec le test de Noether l'ensemble homogène des années 1979 à 1983 et le deuxième ensemble homogène des années 1984 et 1985. Comme pour la saison de pêche de juillet-septembre, on retrouve l'identité interannuelle des rendements. On relève que, pour cette saison, le nombre de gros bancs (calées d'un tonnage supérieur à 60 t) n'est pas sensible (au seuil choisi) à des variations annuelles.

Cette saison de pêche diffère cependant totalement de la précédente dans le fait qu'elle présente une totale hétérogénéité géographique (tableau IIIc). Le test de Noether, avec les six différents paramètres que nous avons retenus, ne permet pas de cerner la ou les strates responsables de l'hétérogénéité de la région. Sans apporter de certitude statistique, si l'on porte sur un graphique les moyennes (et leur intervalle) des efforts de pêche et du nombre de calées par strate (figures 15 a et b), on peut remarquer que la strate 1 (la strate côtière) diffère des autres. Cette strate 1 n'est pas la seule responsable de l'hétérogénéité de la région : si l'on refait le test de Kruskal-Wallis sur le nombre de calées, l'effort de pêche et les rendements en éliminant la strate 1, on aboutit au même résultat ⁽¹⁾ à savoir qu'il y a toujours une hétérogénéité géographique de la région. Si l'on porte sur un graphique les moyennes des rendements par strate (et leur intervalle), nous pouvons remarquer que ce sont les strates 1 et 8 qui diffèrent des autres bien que le test de Noether ne nous permette pas de cerner statistiquement ces strates (figure 15c).

L'analyse du nombre de gros bancs (calées d'un tonnage supérieur à 60 t) montre également qu'il y a pendant cette saison une différence du potentiel de la nourriture des thons entre les strates (tableau IIIc). Pour ce paramètre, le fait d'ôter les effectifs de la strate 1 n'entraîne pas une homogénéité du potentiel de nourriture dans la région ($\chi^2_{\text{obs}} = 22,82$; $\chi^2_{0,95} = 21,0$ pour 12 degrés de liberté).

Analyse des données thermiques

Nous ne retiendrons, dans cette analyse, que les strates 1 à 6. Au sud de 2°N, la quantité d'information que nous possédons dans le fichier Écologie-thon (calées avec une indication de la température de surface) est trop faible par rapport aux strates côtières.

Si l'on analyse avec le test de Friedman, chez l'albacore et le listao, l'effet « strate » par classe de température et l'effet « température » au sein de chaque strate (tableau VI), on met en évidence ces deux effets pour les prises et le nombre de calées ; cette situation a déjà été observée plus haut au cours de la saison de juillet à septembre. C'est-à-dire qu'à une température donnée, les prises et le nombre de calées sont significativement différents suivant la strate et la classe de température auxquelles on s'adresse (tableau VI).

CONCLUSIONS

« Zone Côte-d'Ivoire » dans son ensemble

Si l'on se place à un niveau général, on peut retenir que :

- on est en présence de deux groupes d'années homogènes, le premier de 1979 à 1983 et le deuxième formé par les années 1984 et 1985 ;

⁽¹⁾ Pour le nombre de calées : $\chi^2_{\text{obs}} = 54,77$; l'effort de pêche : $\chi^2_{\text{obs}} = 57,90$; les rendements : $\chi^2_{\text{obs}} = 33,75$ ($\chi^2_{0,95} = 21,0$ pour 12 degrés de liberté).

TABLEAU IX

Prises totales et prises moyennes par calée positive (en tonnes), nombre total de calées et nombre de calées positives (valeur entre parenthèses) contenant de l'albacore et du listao, par zone géographique (figure 1) et par classe de température pendant les mois d'octobre à décembre

Zones		≤ 24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
1	Albacore	70/35,0 (2-2)	132/13,2 (11-10)	140/14,0 (12-10)	318/24,5 (17-13)	653/24,2 (32-27)	132/14,7 (11-9)	1/0,5 (2-2)
	Listao	10/10,0 (1-1)	210/15,0 (16-14)	78/7,8 (10-10)	384/32,0 (17-12)	319/10,6 (36-30)	16/2,7(8-6)	2/1,0 (2-2)
2	Albacore	243/27,0 (10-9)	191/17,4 (15-11)	340/20,0 (20-17)	156/17,3 (16-9)	305/14,5 (22-21)	35/11,7 (4-3)	40/40,0 (1-1)
	Listao	60/8,6 (8-7)	111/13,9 (11-8)	192/11,3 (18-17)	100/14,3 (7-7)	139/13,9 (11-10)	10/3,3 (3-3)	0/0 (1-0)
3	Albacore	-	2/2,0 (2-1)	8/ 8,0 (2-1)	13/ 6,5 (3-2)	15/ 5,0 (3-3)	-	62/31,0 (3-2)
	Listao	-	-	39/13,0 (4-3)	34/ 8,5 (6-4)	14/ 2,8 (8-5)	0/0 (2-0)	25/25,0 (1-1)
4	Albacore	8/8,0 (1-1)	-	28/14,0 (3-2)	130/26,0 (5-5)	90/22,5 (4-4)	0/0 (1-0)	-
	Listao	10/10,0 (1-1)	-	4/4,0 (1-1)	2/2,0 (3-1)	15/3,8 (5-4)	-	-
5	Albacore	-	0/0 (1-0)	107/35,7 (6-3)	180/45,0 (5-4)	105/52,5 (3-2)	0/0 (1-0)	-
	Listao	-	0/0 (1-0)	15/15,0 (3-1)	7/3,5 (2-2)	7/7,0 (1-1)	6/6,0 (1-1)	-
6	Albacore	41/13,7 (5-3)	15/5,0 (4-3)	214/23,8 (11-9)	50/16,7 (6-3)	10/2,5 (5-4)	0/0 (1-0)	-
	Listao	25/25,0 (3-1)	24/6,0 (5-4)	10/10,0 (7-1)	0/0 (1-0)	44/8,8 (6-5)	8/8,0 (1-1)	-
Totaux	Albacore	362	340	837	847	1178	167	103
	Listao	105	345	338	527	538	40	27

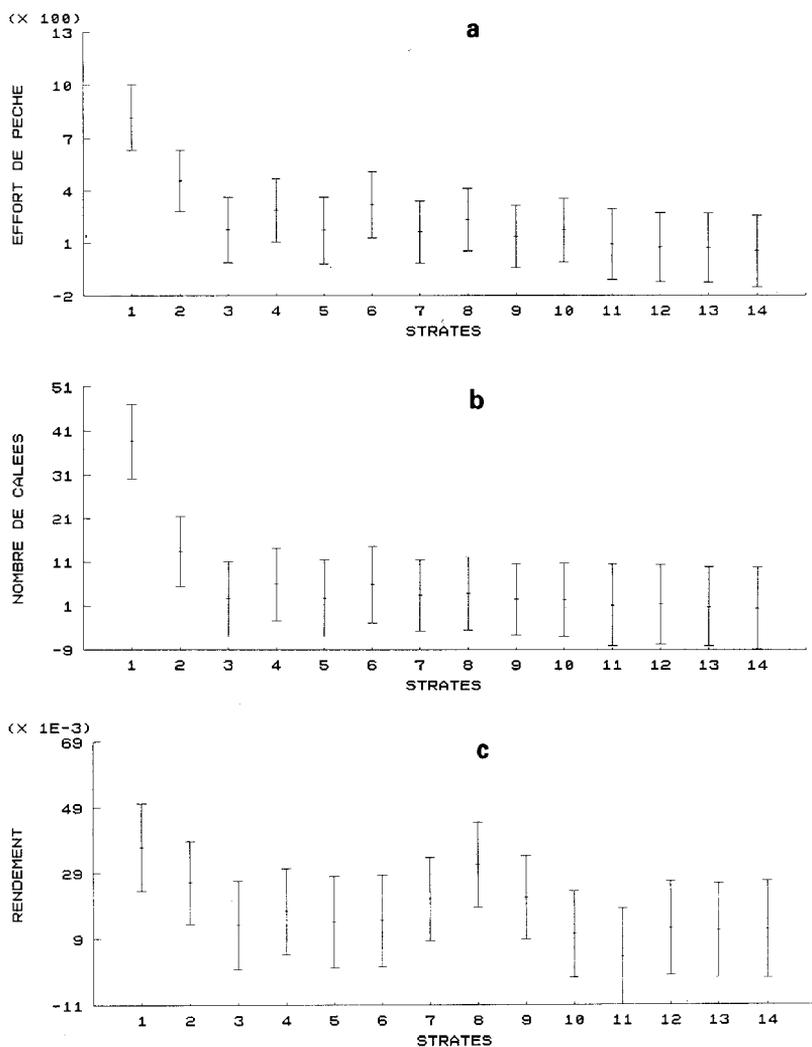


Figure 15

Diagramme des moyennes (et leur intervalle de confiance au seuil de 95 %) par strate pour (a) l'effort de pêche ; (b) le nombre de calées ; (c) les rendements.

- on peut distinguer au large de la Côte-d'Ivoire trois importantes saisons de pêche, la première de janvier à mars, la deuxième de juillet à septembre et une troisième saison d'octobre à décembre ; ces saisons se rattachent à des saisons hydrologiques bien marquées ;
- la zone Côte-d'Ivoire telle que nous l'avons définie plus haut ne présente pas un caractère homogène au niveau spatial, chaque strate ayant ses propriétés propres ; il faut noter que la principale activité de pêche se déroule dans les deux strates côtières avec 39,3 % du nombre de calées.

Saison de pêche de janvier à mars

Cette saison de pêche homogène dans le temps pendant le premier trimestre, présente toutefois une totale hétérogénéité géographique. Cette caractéristique est sans doute à relier au fait que la zone Côte-d'Ivoire est soumise pendant ces trois mois à différents types d'enrichissement. Ces différences se rencontrent dans la répartition des gros bancs (tonnage supérieur à 60 t) entre les quatorze strates.

Saison de pêche de juillet à septembre

Pour cette saison de pêche on retiendra que 98,4 % des prises se répartissent en trois classes de température de 24 à 26 °C, que ces trois mois forment un ensemble homogène et, qu'au niveau spatial, on est en présence d'une région homogène quant aux rendement et nombre de calées. Si l'on se réfère aux gros bancs, les différentes strates semblent de potentiel comparable quant à la nourriture des thons.

Il y a, au cours de cette saison de pêche, chez l'albacore et le listao, un effet « température » pour les prises, les prises moyennes par calée et le nombre de calées. Chaque classe de température correspond à une productivité différente suivant la strate où l'on se situe. En revanche, au sein d'une strate donnée, la productivité est la même suivant la température dans laquelle on se situe.

Saison de pêche d'octobre à décembre

Pour cette saison de pêche, on retiendra que l'essentiel des captures des deux espèces par les senneurs se situe dans une gamme de température allant de 24 à 30 °C, que ces trois mois forment également un ensemble homogène. En revanche, par rapport à la saison de pêche précédente, on est en présence d'une région parfaitement hétérogène pour tous les paramètres étudiés. Au niveau du potentiel de la nourriture des thons existe alors une différence entre toutes les strates.

On ne relève pas globalement, pour les deux espèces de thonidés, la présence d'un effet « température ». On retiendra également qu'à une température donnée, les prises et le nombre de calées sont significativement différents suivant la strate et la classe de température auxquelles on s'adresse.

Discussion et essai de synthèse

Au cours de la saison de pêche estivale, nous avons noté le caractère homogène de la région comprise entre la côte et 2°N : cette homogénéité est à relier au vortex anticyclonique au large de la Côte d'Ivoire entre la côte et 2°N (voir p. 359). À cette saison, on est en présence de deux systèmes d'enrichissement dans la région, à savoir le système des upwellings côtiers et le système de la divergence équatoriale au sud de 2°N. On peut admettre que la circulation particulière que nous venons de signaler et le « mouvement » des isothermes de surface peuvent contribuer à mettre les différentes strates à un potentiel comparable quant à la nourriture des thons.

Dans le système côtier, les eaux froides et riches en sels nutritifs, issues de l'upwelling, vont être entraînées par la circulation générale du courant de Guinée. Au cours de leur dérive vers l'est, ces eaux se réchauffent et voient leur production phytoplanctonique croître d'ouest en est. Au niveau de la longitude du cap des Trois-Pointes, ces eaux riches en chlorophylle ne sont pas encore le siège d'un important développement de zooplancton alors que le peuplement en phytoplancton de ces eaux est caractéristique d'eaux en cours de maturation (DANDONNEAU, 1973).

Dans le système équatorial, les eaux froides et riches en sels nutritifs issues de la divergence vont également être entraînées par la circulation générale avant qu'une partie de cette masse ne soit reprise par le vortex anticyclonique.

À cette saison, on se trouve donc en présence de deux systèmes d'enrichissement : l'upwelling côtier et la divergence équatoriale. Au centre du dispositif, une masse d'eau de transition beaucoup plus chaude (le centre de ce dispositif étant le centre du vortex anticyclonique). En l'absence de formation de zones frontales, *sensu stricto*, il y a sans doute des échanges selon le concept développé par FRONTIER (1978) entre ces masses d'eaux froides du nord et du sud et cette masse d'eau chaude. Cela pourrait expliquer les très importantes pêches dans cette masse d'eau de transition depuis leur « découverte » en 1978.

Par ailleurs, JONES (1982) insiste sur le fait que, dans une zone de remontée d'eau en surface, c'est le transport horizontal de cette masse d'eau qui est important car il doit durer suffisamment longtemps pour permettre le développement de la chaîne alimentaire. Cette hypothèse trouverait confirmation au large de la Côte d'Ivoire où DANDONNEAU (1973) montre qu'il existe un décalage entre les saisons froides hydro-

gique et phytoplanctonique : « le maximum de développement du phytoplancton se situe à une distance vers l'est, à partir de la zone la plus favorable à l'upwelling, correspondant à un transport pendant 5 à 10 jours ». Au cours de leur transport vers l'est ces eaux peuvent se trouver isolées sous forme de langues ou de poches et subir un réchauffement superficiel. Ce réchauffement superficiel sous l'action des masses d'eaux avoisinantes plus chaudes et plus légères atteint une profondeur de 15 à 30 m et accentue la stabilité verticale : le phytoplancton va pouvoir se développer rapidement.

À partir de là, deux hypothèses peuvent être avancées :

1. Soit le zooplancton qui commence à se développer va être consommé par des *Auxis thazard* ou des sardinelles (*Sardinella aurita* ; DIA, 1972). (Si les *Auxis thazard* se récoltent abondamment dans les contenus stomacaux des albacores et des listaos [BANE, 1963 ; SUND et RICHARDS, 1967 ; DRAGOVICH, 1969 ; BORODULINA, 1982], en revanche les sardinelles sont moins fréquemment rencontrées [MARCHAL, 1959 ; BANE, 1963 ; DRAGOVICH, 1969] ; cela est à relier sans doute au fait que cette espèce se cantonne au plateau continental sur les fonds de 50 à 80 m [FRU/CRO/ORSTOM, 1976] ; il est possible que l'on soit dans des conditions identiques à celles rencontrées au large du Sénégal où le maximum de prises de listaos se fait au niveau de la rupture du plateau continental ; STRETTA [1988] émet l'hypothèse que ces concentrations de thons se nourrissent activement aux dépens de l'important stock de pélagiques côtiers sénégal-mauritanien.)

2. Soit on assiste comme au large de la Basse-Californie à un court-circuit de la chaîne alimentaire ⁽¹⁾ avec comme maillon intermédiaire dans le cas de la zone Côte-d'Ivoire, le micronecton et (ou) le necton phytophage. LE BORGNE *et al.* (1983) évoquent pour le micronecton « la possibilité lors d'un accroissement de la biomasse phytoplanctonique d'augmenter la part d'algues dans leur ration au détriment des autres particules : d'un régime omnivore, ils pourraient passer à un régime franchement phytophage ». Cette variation du régime alimentaire qui s'accompagne d'un court-circuit de la chaîne trophique est signalée par JONES (1982) pour la chaîne alimentaire aboutissant aux thons dans le golfe de Thaïlande (figure 16) ; si, en zone d'upwelling, les plus gros herbivores sont des poissons, JONES (1982) relève qu'avec l'accroissement de la production primaire, les poissons de taille commerciale peuvent se nourrir à des niveaux progressivement plus bas de la chaîne alimentaire, ce qui entraîne un raccourcissement de cette chaîne. Cet auteur souligne que les plus gros individus à chaque niveau trophique ont tendance à croître avec l'augmentation de la production primaire et que cette tendance apparaît à des niveaux élevés de la chaîne alimentaire. Au large, en partant de toutes petites cellules de phytoplancton, RYTHER (1969) trouve qu'il y a quatre ou cinq étapes de la production primaire aux pêcheries ; cela suggère que la chaîne alimentaire doit être considérée comme une série de simples chaînes parallèles classées selon la taille relative des particules.

Ces deux hypothèses ne sont émises qu'à titre indicatif et devraient être vérifiées car les données à partir de contenus stomacaux d'albacore d'une part et les traits de micronecton d'autre part sont trop peu nombreux.

Les importantes pêches des mois d'octobre à décembre se déroulent pendant la petite saison chaude dans des eaux chaudes lorsque l'upwelling cesse. À partir du mois d'octobre, lorsque les eaux de la grande saison froide se stabilisent, DANDONNEAU (1973) relève que la production primaire est importante et se situe au niveau de la thermocline. En novembre-décembre, cette production peut être freinée par une couche homogène épaisse et turbide. Cette période correspond également à une saison de décharge liée à une petite saison des pluies. Toutefois, cet auteur insiste sur le fait que ce qui caractérise la province maritime ivoirienne est « la rareté des périodes où les conditions oligotrophiques se prolongent plus de deux semaines. Des mouvements d'upwelling plus ou moins importants, ou des apports terrigènes, exercent presque toujours une action fertilisante qui se traduit par des eaux plus productives ».

⁽¹⁾ En Basse-Californie, la chaîne alimentaire peut, d'après BLACKBURN (1969b), se résumer ainsi :
phytoplancton → crabes rouges pélagiques → albacores

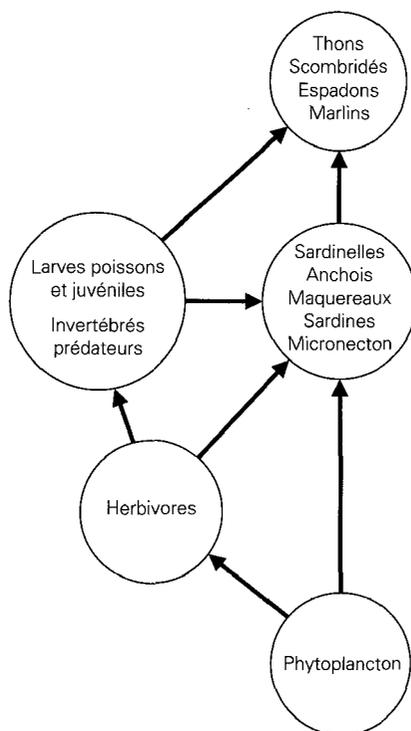


Figure 16

Schéma de la chaîne alimentaire en zone tropicale. D'après JONES (1982).

Les pêches très localisées des mois de janvier à mars sont à relier à deux formes d'enrichissement :

- entre la côte et 2° N l'enrichissement est lié au développement de la petite saison froide qui voit l'apparition d'eaux froides dans ce secteur ; DANDONNEAU (1973) note que la production en petite saison froide contribue au maintien de l'activité biologique ;
- entre l'équateur et 2° S l'enrichissement est lié à la crête thermique.

Cette argumentation qui relie les pêches de thonidés à des enrichissements de la zone, eux-mêmes liés à l'arrivée en surface d'eaux froides et riches, doit être minimisée par l'étude de l'effet des anomalies de l'environnement sur l'exploitation des thonidés de CAYRÉ et ROY (1986) ? Ces auteurs remarquent qu'au sein des zones de pêche thonière au large de la Côte-d'Ivoire et au large du Sénégal, les rendements (exprimés en PUE) semblent répondre de manière négative à toute anomalie thermique importante, qu'elle soit positive ou négative. Ils évoquent le fait « qu'il n'y a pas de corrélation simple entre les rendements (PUE) en albacore dans l'Atlantique tropical oriental et la variabilité interannuelle de la température de surface considérée comme un indicateur de productivité biologique dans les zones à upwellings ».

Conclusion

Le comportement des thonidés dépend directement des paramètres physiques et biologiques et de leurs interactions relatives. Au large de la Côte-d'Ivoire, la disponibilité des thonidés dépend pour une bonne part de conditions hydrologiques qui se sont déclenchées ailleurs que dans la zone de pêche. Le moteur principal de l'enrichissement de cette région est le régime de la remontée en surface d'eaux froides riches en sels nutritifs. Ces remontées d'eaux froides pendant la saison froide ne sont pas permanentes, il en résulte la présence de langues d'eaux chaudes qui s'insèrent au sein des eaux froides. Les campagnes océanographiques dans cette région mettent en évidence une possibilité de court-circuit de la

chaîne alimentaire qui part du phytoplancton pour arriver aux thonidés. Des analyses plus fines à partir des journaux de bord de thoniers mettent en évidence le fait qu'il n'y a pas globalement d'effet zone ni d'effet température : c'est-à-dire qu'il n'y a pas au large de la Côte-d'Ivoire de secteurs, ni de gammes de température particulièrement favorables au rassemblement des thonidés. En revanche, une classe de température n'aura pas la même productivité suivant sa position en latitude ; ce qui revient à dire qu'une masse d'eau à une température donnée aura une fertilité différente suivant la région où elle est mesurée.

Cette synthèse sur les études de l'environnement des thonidés au large de la Côte-d'Ivoire tente de dégager un certain nombre d'acquis. Il apparaît que, compte tenu du caractère hauturier et migratoire des thons, la variabilité du stock de thons au large de la Côte-d'Ivoire, en terme d'abondance, de lieu et de période de pêche, dépend pour une bonne part de conditions hydrologiques qui se sont déclenchées ailleurs que dans la zone de pêche.

La plupart des paramètres de l'environnement qui agissent sur la disponibilité des thons sont identifiés. Toutefois, de nombreuses recherches sont nécessaires pour les quantifier et modéliser leur action synergique sur les variations spatio-temporelles des thonidés dans cette zone.

RÉFÉRENCES

- ALBARET (J.J.), 1977.— La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le golfe de Guinée. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 15(4) : 389-419
- ARFI (R.), PEZENNEC (O.), CISSOKO (S.), MENSAH (M.), 1988.— Évolution spatio-temporelle d'un indice caractérisant l'intensité de la résurgence ivoiro-ghanéenne. Groupe de travail « Impact des fluctuations environnementales sur la dynamique des stocks pélagiques côtiers en Afrique de l'ouest », CRODT, Dakar, Sénégal, décembre 1988, 22 p.
- BANE (G.W. Jr.), 1963.— The biology of the yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Bonnaterre) in the gulf of Guinea. Thesis, Cornell Univ., 444 p.
- BAUDIN-LAURENCIN (F.) et REBERT (J.P.), 1969.— Août, septembre : une nouvelle saison de pêche thonière dans le secteur ivoirien. *Doc. Scient. Prov. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 39, 7 p.
- BAUDIN-LAURENCIN (F.) et REBERT (J.P.), 1970.— La pêche thonière à Abidjan de 1966 à 1969. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 1(1) : 37-61.
- BERRIT (G.R.), 1961.— Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Première partie : généralités. *Cah. Océanogr. CCOEC*, 13(10) : 715-727.
- BERRIT (G.R.), 1962a.— Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Deuxième partie : étude régionale. *Cah. Océanogr. CCOEC*, 14(9) : 633-643.
- BERRIT (G.R.), 1962b.— Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Troisième partie : étude régionale (suite et fin). *Cah. Océanogr. CCOEC*, 15(10) : 719-729.
- BERRIT (G.R.), 1969.— Les eaux dessalées du golfe de Guinée. Proc. Symp. UNESCO : Oceanography and Fisheries Resources of tropical Atlantic, Abidjan, 20-28 octobre 1966 : 13-22.
- BINET (D.), 1976.— Biovolumes et poids secs zooplanctoniques en relation avec le milieu pélagique au-dessus du plateau ivoirien. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 14(4) : 301-326.
- BLACKBURN (M.), 1965.— Oceanography and the ecology of tunas. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 3 : 299-322.
- BLACKBURN (M.), 1968.— Micronekton of the eastern tropical Pacific ocean : family composition, distribution, abundance and relations to tuna. *Fish. Bull.*, 67(1) : 71-115.
- BLACKBURN (M.), 1969a.— Outlook for tuna oceanography. In : Perspectives in Fisheries Oceanography. Jap. Soc. Fish. Oceanogr., Tokyo : 221-225.
- BLACKBURN (M.), 1969b.— Conditions related to upwelling which determine distribution of tropical tunas off western Baja California. *Fish. Bull.* 68(1) : 147-176.
- BORODULINA (O.D.), 1982.— Food composition of yellowfin tuna *Thunnus albacares* (Scombridae). *J. Ichthyol.*, 21(6) : 38-46.
- CAYRÉ (P.) et ROY (C.), 1986.— Variabilité des rendements en albacore (*Thunnus albacares*) et listao (*Katsuwonus pelamis*) en relation avec les anomalies interannuelles de la température de surface. *Rec. Doc. Scient. ICCAT*, 25 : 67-76.
- CÉDIR (K.A.), 1967.— Quelques données sur les courants de l'Atlantique équatorial. *Trav. AtlantNIRO, Kaliningrad*, 18 : 67-85. En russe, trad. Hisard (P.) (ORSTOM, Montpellier, France).
- CURY (P.) et ROY (C.), 1987.— Upwelling et pêche des espèces pélagiques côtières de Côte-d'Ivoire : une approche globale. *Oceanol. Acta*, 10(3) : 347-358.
- DANDONNEAU (Y.), 1971.— Étude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte-d'Ivoire. I - Groupes d'espèces associées. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 9(2) : 247-265.
- DANDONNEAU (Y.), 1972.— Étude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte-d'Ivoire. II - Représentation

- sentativité de l'eau de surface pour la description et l'interprétation des phénomènes dynamiques. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 10(3) : 267-274.
- DANDONNEAU (Y.), 1973.— Étude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte-d'Ivoire. III - Facteurs dynamiques et variations spatiotemporelles. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 11(4) : 431-454.
- DIA (A.K.), 1972.— Étude de la nutrition de certains clupéidés (poissons téléostéens) de Côte-d'Ivoire. FAO/PNUD, Rapp. Scient. RS 11/72, Abidjan, 33 p.
- DONGUY (J.R.) et PRIVÉ (M.), 1964a.— Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'équateur. *Cah. Océanogr. CCOEC* 16(3) : 193-204.
- DONGUY (J.R.) et PRIVÉ (M.), 1964b.— Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'équateur. Deuxième partie : Variations hydrologiques annuelles. *Cah. Océanogr. CCOEC*, 16(5) : 393-398.
- DRAGOVICH (A.), 1969.— Review of studies of tuna food in the Atlantic ocean. *U.S. Fish Wildl. Ser., Spec. Sci. Rep. Fish.*, 593, 21 p.
- DUFOUR (P.) et STRETTA (J.M.), 1973a.— Fronts thermiques et thermohalins dans la région du cap Lopez (golfe de Guinée) : phytoplancton, zooplancton et micronecton. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 11(3) : 99-142.
- DUFOUR (P.) et STRETTA (J.M.), 1973b.— Production primaire, biomasse du phytoplancton et du zooplancton dans l'Atlantique tropical sud le long du méridien 4°W. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 11(4) : 419-429.
- FONTENEAU (A.), 1987.— Composition spécifique des captures des thons de petite taille (albacore, listao et patudo) par les senneurs et les canneurs dans le secteur du cap des Trois-Pointes. *Rec. Doc. Scient. ICCAT*, 26(1) : 210-215.
- FRONTIER (S.), 1978.— Interface entre deux écosystèmes : exemple dans le domaine pélagique. *Ann. Inst. Océanogr. Paris*, 54(2) : 95-106.
- FRU/CRO/ORSTOM, 1976.— Rapport du groupe de travail sur la sardinelle (*S. aurita*) des côtes ivoiro-ghanéennes. Abidjan, 28 juin-3 juillet 1976, 62 p.
- GOURIOU (Y.), 1988.— Le milieu dans l'Atlantique tropical est. In : Fonteneau (A.) et Marcille (J.) eds, Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique centre-est. *FAO Doc. Tech. Pêches*, 292 : 11-32.
- GRANDPERRIN (R.), 1975.— Structures trophiques aboutissant aux thons de longue ligne dans le Pacifique sud-ouest tropical. Thèse Doct. État, Univ. Aix-Marseille-II, 296 p.
- GRIFFITHS (R.C.), 1965.— A study of ocean fronts off cape San Lucas, Lower California. *US Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish.*, 499, 54 p.
- GROUZOV (L.N.), 1971.— La formation des accumulations de zooplancton dans la zone pélagique du golfe de Guinée. In les zones productives de l'océan Atlantique équatorial et les conditions de leur formation. *Trav. AtlantNIRO*, Kaliningrad. 37 : 406-428. En russe, trad. Hisard (P.) (ORSTOM Montpellier, France).
- HERBLAND (A.), LE BORGNE (R.), LE BOUTEILLER (A.), VOITURIEZ (B.), 1983.— Structure hydrologique et production primaire dans l'Atlantique tropical oriental. *Océanogr. trop.*, 18(2) : 249-293.
- HISARD (P.), 1975.— La circulation superficielle dans la partie occidentale du golfe de Guinée. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 6(2) : 41-57.
- INGHAM (M.C.), 1970.— Coastal upwelling in the northwestern gulf of Guinea. *Bull. Mar. Sci.*, 20(1) : 1-34.
- INGHAM (M.C.), GOULET (J.R. Jr), BRUCKS (J.T.), 1968.— Oceanic conditions in the northwestern gulf of Guinea, Geronimo Cruise 4, 5 august to 13 october 1964. *US Fish and Wildl. Serv. Data Rep.*, 26, 48 p.
- JONES (R.), 1982.— Ecosystems, food chains and fish yields. In Pauly (D.) and Murphy (G.I.) eds, Theory and management of tropical fisheries. *ICLARM Conf. Proc.*, 9 : 195-239.

- KISHINOUE (K.), 1923.— Young scombroïd fishes from the gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 9(1) : 100-115.
- LE BORGNE (R.), 1977.— Étude de la production pélagique de la zone équatoriale de l'Atlantique à 4° W. II - Biomasses et peuplements du zooplancton. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 15(4) : 333-348.
- LE BORGNE (R.), HERBLAND (A.), LE BOUTEILLER (A.), ROGER (C.), 1983.— Biomasse, excrétion et production du zooplancton - micronecton hauturier du golfe de Guinée. Relations avec le phytoplancton et les particules. *Océanogr. trop.*, 18(2) : 419-460.
- LE GUEN (J.C.), POINSARD (F.), TROADEC (J.P.), 1965.— La pêche de l'albacore (*Neothunnus albacares* Bonaterre) dans la zone orientale de l'Atlantique intertropical. Étude préliminaire. *Doc. Scient. Centre ORSTOM Pointe-Noire, S.R.*, 263, 27 p.
- LEMASSON (L.) et REBERT (J.P.), 1973.— Les courants marins dans le golfe ivoirien. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 11(1) : 67-95.
- MAGNUSON (J.J.), 1963.— Tuna behavior and physiology, a review. *FAO Fish. Rep.*, 6(3) : 1057-1066.
- MAHNKEN (C.V.W.), 1969.— Primary organic production and standing stock of zooplankton in the tropical Atlantic ocean. Equalant I and II. *Bull. Mar. Sci.*, 19(3) : 550-567.
- MARCHAL É., 1959.— Analyse de quelques contenus stomacaux de *Neothunnus albacora* (Lowe). *Bull. IFAN, sér. A*, 21 : 1123-1136.
- MARGALEF (R.), 1978.— What is an upwelling ecosystem. In : Boje (R.) and Tomczack (M.) eds, *Upwelling ecosystems*. Springer-Verlag, New-York : 12-14.
- MC CREARY (J.P.), PICAUT (J.), MOORE (D.W.), 1984.— Effects of remote annual forcing in the eastern tropical Atlantic ocean. *J. Mar. Res.*, 42 : 55-81.
- MORLIÈRE (A.), 1970.— Les saisons marines devant Abidjan. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 1(2) : 1-15.
- MORLIÈRE (A.) et REBERT (J.P.), 1972.— Étude hydrologique du plateau continental ivoirien. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 3(2) : 1-30.
- MURPHY (G.I.), 1959.— Effect of water clarity on albacore catches. *Limn. Oceanogr.*, 4 : 86-93.
- PETIT (M.) (1991).— Contribution de la télédétection aérospatiale à l'élaboration des bases de l'halieutique opérationnelle : l'exemple des pêcheries thonières tropicales de surface (aspect évaluatif). Thèse Doct., spécialité océanologie biologique, Univ. Pierre et Marie Curie Paris-VI, 123 p. + annexes.
- PETIT (M.), MUYARD (J.), MARSAC (F.), 1980.— Radiométrie aérienne et prospection thonière. *Rapp. Centre ORSTOM Nouméa, Nouvelle-Calédonie*, 103 p.
- PICAUT (J.), 1983.— Propagation of seasonal upwelling in the Eastern Equatorial Atlantic. *J. Phys. Oceanogr.*, 13 : 100-128.
- POSTEL (E.), 1955a.— Recherches sur l'écologie du thon à nageoires jaunes, *Neothunnus albacora* (Lowe), dans l'Atlantique tropico-oriental. *Bull. IFAN, sér. A*, 17 : 279-318.
- POSTEL (E.), 1955b.— Contribution à l'étude de la biologie de quelques Scombridae de l'Atlantique tropico-oriental. *Ann. Sta. Océanogr. Salammbô*, 10, 167 p.
- POSTEL (E.), 1969.— Répartition et abondance des thons dans l'Atlantique tropical. *Proc. Symp. UNESCO : Oceanography and Fisheries Resources of tropical Atlantic, Abidjan, 20-28 octobre 1966* : 109-138.
- RYTHER (J.H.), 1969.— Photosynthesis and fish production in the sea. *Science*, 166 : 72-76.
- SCHERRER (B.), 1984.— Biostatistiques. Gaëtan Morin éd., Québec, Canada, 850 p.
- STRETTA (J.M.), 1977.— Température 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.), 1985.— Description et mode d'emploi de la chaîne d'analyse des paramètres écologiques associés à la pêche thonière. Note diffusion restreinte, Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 04/85, 26 p.
- STRETTA (J.M.), 1988.— Environnement et pêche thonière en Atlantique tropical oriental. In : Fonteneau (A.) et Marcille (J.) eds, Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique centre-est. *FAO Doc. Tech. Pêches*, 292 : 269-316.
- STRETTA (J.M.) (1991).— Contribution de la télédétection aérospatiale à l'élaboration des bases de l'halieutique opérationnelle : l'exemple des pêcheries thonières tropicales de surface (aspect prédictif). Thèse Doct. État, Univ. Pierre et Marie Curie Paris-VI, 123 p. + annexes.
- STRETTA (J.M.) et NOËL (J.), 1974.— Relation between tunas and thermic fronts (measured by ART) in the gulf of Guinea. First Congress of Ecology, The Hague (september 1974).
- STRETTA (J.M.), NOËL (J.), LE GUEN (J.C.), 1973.— Mesures de température de surface par radiométrie aérienne et concentrations de thons au large d'Abidjan en août 1973. *Doc. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 16 p.
- STRETTA (J.M.) et SIÉPOUKHA (M.), 1986.— Analyse des facteurs biotiques et abiotiques associés aux bancs de listaos. In : Symons (P.E.K.), Miyake (P.M.), Sakagawa (G.T.) eds, Comptes rendus de la Conférence ICCAT sur le Programme International du Listao. ICCAT, Madrid : 161-169.
- SUND (P.N.), BLACKBURN (M.), WILLIAMS (F.), 1981.— Tunas and their environment in the Pacific Ocean : a review. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 19 : 443-512.
- SUND (P.N.) et RICHARDS (W.J.), 1967.— Preliminary report on the feeding habits of tunas in the gulf of Guinea. *U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish.*, 551, 6 p.
- VALLE (S.), MEZENTSEVA (N.), RODRIGUEZ (A.), 1979.— Contenido estomacal del atun de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Atlantico centro oriental. *ICCAT. Scient. Pap.*, 9(2) : 199-208.
- VARLET (1958).— Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan. *Études Éburn.* (IFAN), 7 : 97-222.
- VERSTRAETE (J.M.) et PICAUT (J.), 1983.— Variations du niveau de la mer, de la température et des hauteurs dynamiques le long de la côte nord du golfe de Guinée. *Océanogr. trop.*, 18(2) : 139-162.
- VOITURIEZ (B.), 1983.— Les variations saisonnières des courants équatoriaux à 4°W et l'upwelling équatorial du golfe de Guinée. *Océanogr. trop.* 18(2) : 163-199.
- VOITURIEZ (B.) et HERBLAND (A.), 1977.— Étude de la production pélagique de la zone équatoriale de l'Atlantique à 4°W. I - Relations entre la structure hydrologique et la production primaire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 15(4) : 313-331.
- VOITURIEZ (B.), VERSTRAETE (J.M.), LE BORGNE (R.), 1973.— Conditions hydrologiques de la zone frontale du cap Lopez pendant la campagne thonière de juin-juillet 1971. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 11(2) : 229-249.
- WAUTHY (B.), 1977.— Révision de la classification des eaux de surface du golfe de Guinée (BERRIT, 1961). *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 15(2) : 279-295.