

CARACTERISATION DES SITUATIONS HYDRO-BIOLOGIQUES
ET POTENTIALITES DE PECHE THONIERE AU CAP LOPEZ
EN JUIN ET JUILLET 1972 ET 1974

par

J. -M. STRETTA*, J. NOEL** et L. VERCESI**

R E S U M E

Les mesures de températures de surface réalisées par radiométrie aérienne ont permis de suivre les mouvements du front thermohalin du Cap Lopez (golfe de Guinée) en juin et juillet 1972 et 1974. Douze situations types sont analysées dans quatre directions: situation de surface, tendance, structure hydro-biologique et potentialités de pêche. Le comportement du thon en fonction de l'évolution de la zone frontale est examiné et des hypothèses quant aux mécanismes qui mènent à de forts rassemblements de thons sont émises.

A B S T R A C T

Surface temperature was measured by remote sensing through Cape Lopez frontal region during the fishing season in june and july 1972 and 1974. Twelve typical situations are analysed through four main directions: surface situation, tendency, hydrobiological structure and availability to fisheries. The tuna behaviour is analysed in relation with the frontal zone movements and a mechanism which tends to aggregate important shoals of tunas is presented.

* Océanographe de l'ORSTOM - C.R.O. - BP V 18 - ABIDJAN - (Côte d'Ivoire)

** Océanographes de l'ORSTOM - Antenne ORSTOM du C.O.B. - B.P. 337 - 29273
BREST CEDEX - (France)

1.- INTRODUCTION

La plupart des régions de l'Atlantique tropical où les pêcheries de thons sont importantes sont le siège de phénomènes océaniques saisonniers dont la principale caractéristique est la variabilité.

Ces zones ont été reconnues comme zone d'enrichissement et si le processus qui mène du mécanisme physico-chimique océanique à la présence de concentrations de thons est difficile à analyser, un des aspects dynamiques de ce processus a pu être saisi dans un secteur privilégié de la côte d'Afrique.

Dans la région du Cap Lopez entre l'île de Sao Tomé et la côte, s'installe à partir de la mi-juin un front thermohalin très marqué. Ce front demeure dans cette région jusqu'au mois de juillet et coïncide chaque année avec d'importantes pêches de thons.

2.- DEVELOPPEMENT DES SITUATIONS TYPES AU CAP LOPEZ

1) - La zone frontale du Cap Lopez

Le front désigne en océanographie une zone de discontinuité physique, se traduisant en surface par un fort gradient de densité causé par l'affrontement d'eaux de température ou (et) de salinité différentes. Le front du Cap Lopez connu dans la littérature scientifique américaine sous le nom de front BERRIT, du nom de son inventeur, est essentiellement un front thermohalin (GALLARDO et LE GUEN 1972, DUFOUR et STRETTA 1973).

La région océanique qui s'étend entre le Cap Lopez et l'île de Sao Tomé est le siège en juin et juillet d'un front thermohalin actif qui sépare les eaux guinéennes (BERRIT, 1962) chaudes et peu salées ($\theta > 24^{\circ}\text{C}$, $S\%_o < 35\%_o$) au nord des eaux froides et salées constituées par un mélange d'eaux sub-tropicales, d'eaux issues de branches côtières du courant de Benguela et d'eaux issues des upwellings côtiers au sud. Ces upwellings sont induits par des vents parallèles à la côte dont le renforcement est notable entre mai et août dans le secteur.

Des études récentes montreraient qu'une partie des eaux du sous-courant équatorial (courant de Lomonosov) jouerait un rôle important dans

le phénomène frontal (GALLARDO et LE GUEN 1972, HISARD et al. 1975).

En 1971, une première croisière du "CAPRICORNE" (CAP 7103) a permis de constater que ce front était animé de mouvements en latitude et que les gradients horizontaux pouvaient être essentiellement variables (VOITURIEZ et al., 1973). On a constaté une avancée rapide des eaux froides vers le nord avec simultanément une progression beaucoup plus lente des eaux chaudes et dessalées vers le sud. De tels mouvements aboutissaient à une situation confuse au point de vue des caractéristiques de surface. En 1972 et 1974 les croisières du "CAPRICORNE" (CAP 7212 et CAP 7404) ainsi que les survols de l'avion Interthon équipé d'un radiomètre avaient comme objectif l'étude de l'enrichissement au niveau du front et des mécanismes de concentration des thons.

2) - Evolution spatio-temporelle des températures de surface en juin-juillet 1972 et 1974

Un ensemble de douze situations thermiques de surface a été dressé pour la période s'étendant de la fin mai à la fin de la troisième semaine de juillet. Les cartes ont été tracées en incorporant les valeurs de température de surface données par le "CAPRICORNE" et l'avion d'Interthon en 1972 et 1974 et les données biologiques et hydrologiques obtenues à partir du "CAPRICORNE" en 1972 et 1974.

Carte 1: Situation avant l'apparition du système frontal (fin mai 1974)

Cartes 2 et 3: Situations pendant la 3ème semaine de juin
(15-22 juin 1974 et 1972)

Cartes 4, 5 et 6: Situations pendant la 4ème semaine de juin
(23-30 juin 1972 et 1974)

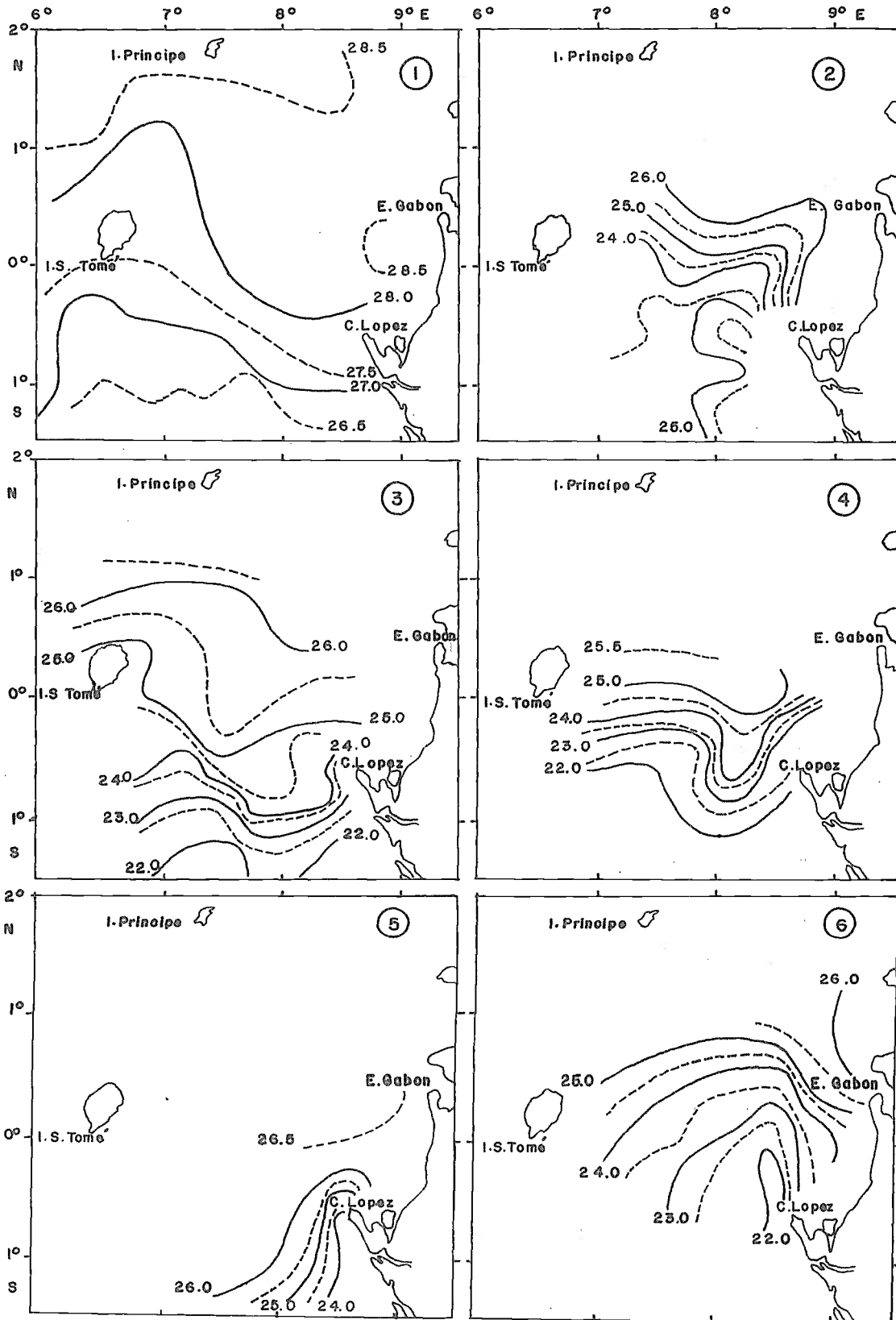
Cartes 7 et 8: Situations pendant la 1ère semaine de juillet
(1-7 juillet 1972 et 1974)

Cartes 9 et 10: Situations pendant la 2ème semaine de juillet
(8-14 juillet 1972 et 1974)

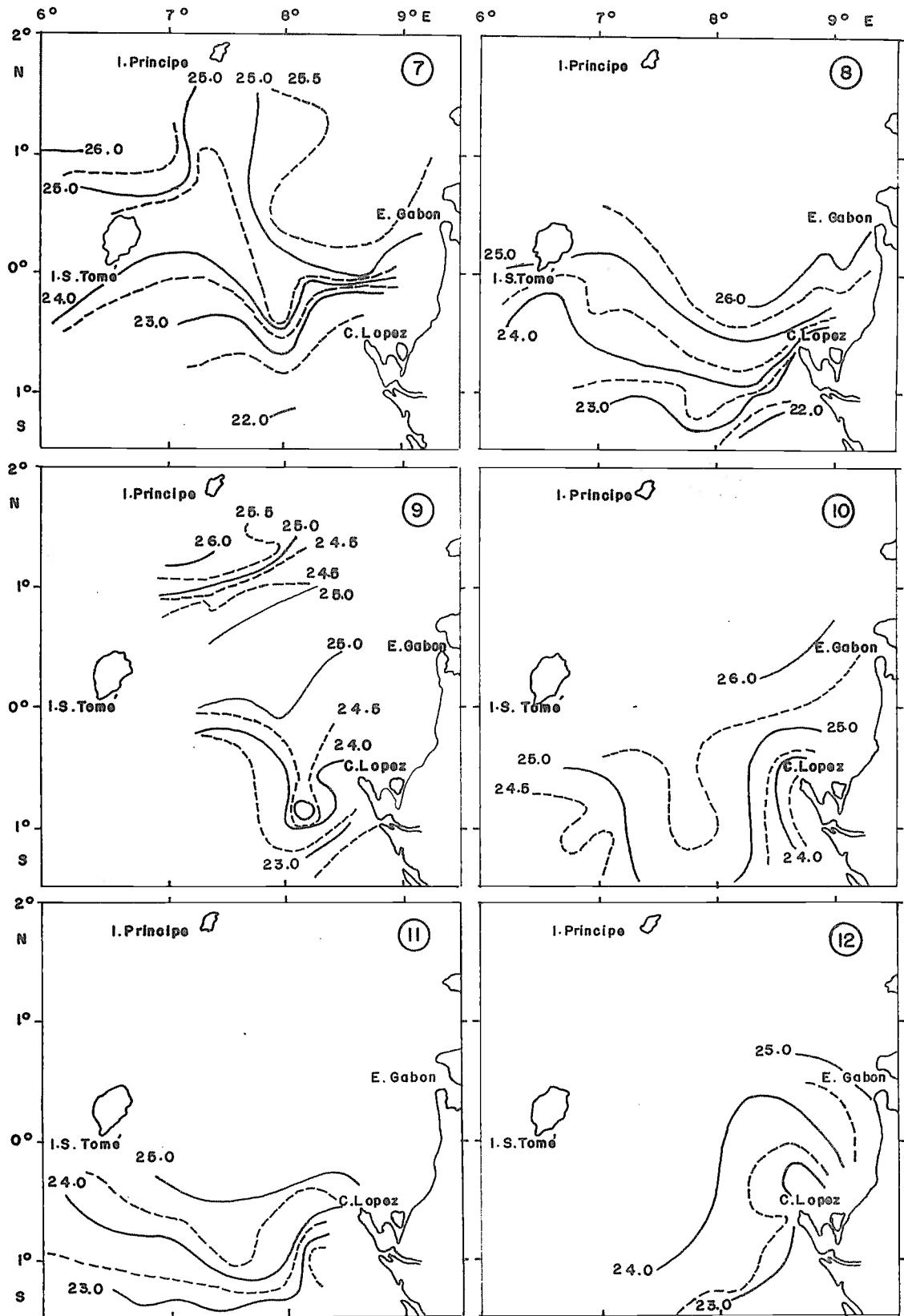
Cartes 11 et 12: Situations pendant la 3ème semaine de juillet
(15-22 juillet 1972 et 1974)

3.- ANALYSES DES SITUATIONS

3.1.- SITUATION AVANT L'APPARITION DU FRONT (Fin mai 1974) Carte 1



Isothermes de surface en juin et juillet 1972 et 1974 (Fig. 1a6)



Isothermes de surface en juillet 1972 et 1974 (Fig. 7 à 12)

◦ Situation de surface:

Les eaux chaudes sont présentes dans tout le secteur.

◦ Tendance:

Les eaux froides issues de l'upwelling n'ont pas encore atteint la surface, elles sont présentes au Cap Lopez à une dizaine de mètres de profondeur.

◦ Structure hydro-biologique:

Les eaux froides riches de l'upwelling ont à peine atteint la couche euphotique, le développement du phytoplancton est vraisemblablement à son tout début.

◦ Potentialités de pêche:

Faible dans tout le secteur.

3.2.- SITUATIONS PENDANT LA 3ème SEMAINE DE JUIN (15-22 JUIN 1972 ET 1974)

Deux situations peuvent se présenter:

- Occupation du centre du dispositif par les eaux froides: situation observée en 1974 (carte 2)

- Occupation du centre du dispositif par les eaux chaudes: situation observée en 1972 (carte 3)

a) - Occupation du centre du dispositif par les eaux froides (carte 2)

◦ Situation de surface:

Les eaux froides, partant du Cap Lopez et ayant pour origine la zone côtière caractérisée par un upwelling, occupent le centre du dispositif et semblent pousser vers l'ouest. Les eaux chaudes sont présentes au nord et progressent lentement vers le sud repoussant la zone froide à l'ouest.

◦ Tendance:

Les eaux chaudes ont tendance à envahir tout le centre du dispositif.

• Structure hydro-biologique:

Les eaux froides riches en phytoplancton ne sont pas encore assez âgées, le développement du zooplancton est à son début.

• Potentialité de pêche:

Faible dans le secteur. Cependant présence possible de listaos dans le secteur froid près du Cap Lopez le long de l'isotherme 23°C.

b) - Occupation du centre du dispositif par les eaux chaudes (carte 3)

• Situation de surface:

Les masses d'eaux chaudes et dessalées du nord présentent une avancée assez importante au centre du dispositif. Le front thermohalin reste accroché au Cap Lopez par l'existence d'upwellings côtiers qui maintiennent des températures relativement basses le long de la côte.

• Tendance:

Les eaux chaudes ont tendance à repousser la zone froide vers le sud-ouest et le sud-est.

• Structure hydro-biologique:

La situation hydro-biologique est à peu près identique à la situation précédente avec un décalage dans l'espace.

• Potentialité de pêche:

Faible dans tout le secteur sauf à l'est et nord-est de Sao Tomé le long de l'isotherme 25,5°C.

3.3.- SITUATIONS PENDANT LA 4ème SEMAINE DE JUIN (23-30 JUIN 1972 ET 1974)

Trois situations peuvent se présenter :

- Présence des eaux froides au Cap Lopez résistant à la poussée des eaux chaudes: situation observée en 1972 (carte 4)

- Occupation de tout le dispositif par les eaux chaudes: situation observée en 1974 (carte 5)

- Enrichissement de tout le secteur par les eaux froides: situation observée en 1974 (carte 6).

a) - Présence des eaux froides du Cap Lopez résistant à la poussée des eaux chaudes (carte 4)

◦ Situation de surface:

Les mouvements des isothermes déduits de la figure 3 accentuent les déformations du front. Nous constatons une extension importante des eaux froides dans la région ouest du front. Ce mouvement a lieu à la fois vers le nord et vers l'île de Sao Tomé. Simultanément les eaux côtières froides du Cap Lopez progressent vers le nord-ouest accentuant les gradients thermiques dans la partie orientale du front. L'extension vers le sud des eaux guinéennes au centre du front est confirmée. L'ensemble de ces déplacements favorise la création d'une langue d'eau guinéenne de plus en plus contrastée avec les eaux du sud.

◦ Structure hydro-biologique:

La situation hydro-biologique présente un type transitoire; les situations frontales se développent et se resserrent, le phytoplancton est en plein développement.

◦ Potentialité de pêche:

Faible dans le secteur. Cependant dans la région frontale qui s'est formée au nord du Cap Lopez d'importantes concentrations peuvent apparaître.

b) - Occupation de tout le dispositif par les eaux chaudes (carte 5)

◦ Situation de surface:

C'est la phase chaude maximum. Toute la zone est recouverte d'eaux chaudes et dessalées. Le vent s'étant légèrement renforcé nous assistons simultanément à la progression des eaux chaudes vers le sud et à une réapparition de l'upwelling côtier, plus actif que dans la phase précédente.

! Structure hydro-biologique:

Tout le secteur présente une structure hydrologique uniforme, les eaux de température égale ou supérieure à 26° sont recouvertes d'une couche d'eau dessalée d'une épaisseur de 15-20 m.

! Potentialité de pêche:

Faible dans tout le secteur.

c) - Envahissement de tout le secteur par les eaux froides (carte 6)

. Situation de surface:

La carte 6 montre le cas extrême de l'envahissement de tout le secteur par les eaux froides. Le vent persiste et atteint un maximum d'intensité. L'upwelling se développe considérablement et les eaux froides progressent vers le nord.

. Potentialité de pêche:

Très faible car nous sommes dans une phase froide.

3.4.- SITUATION PENDANT LA 1^{ère} SEMAINE DE JUILLET (1-7 JUILLET)

Deux situations peuvent se présenter :

- Accentuation du phénomène frontal: situation observée en 1972 (carte 7)

- Progression des eaux chaudes vers le sud: situation observée en 1974 (carte 8).

a) - Accentuation du phénomène frontal (carte 7)

. Situation de surface:

La carte 7 présente une situation qui suit celle de la carte 4. Dans la partie occidentale du front les eaux froides ont très largement débordé l'île de Sao Tomé et créent un deuxième front dans le nord-ouest.

Les eaux côtières ont poursuivi leur progression vers le large cependant qu'au centre les eaux guinéennes maintiennent un mouvement vers le sud de plus en plus accentué. Les gradients thermiques superficiels sont très importants dans la zone orientale.

• Tendance:

On assiste à la formation d'une poche d'eau chaude qui s'insère au sein des eaux froides.

• Structure hydro-biologique:

Les eaux frontales sont biologiquement âgées, les biomasses des stades inférieurs (phytoplancton) de la chaîne alimentaire sont en diminution alors que celles des stades ultérieurs (micronecton) sont en augmentation.

• Potentialité de pêche:

Les potentialités de pêche sont bonnes sur le pourtour de l'ébauche de la langue d'eau chaude. Dans l'E.N.E. de Sao Tomé des concentrations importantes de thons apparaissent sur de petits fronts thermiques isolés.

b) - Progression des eaux chaudes vers le sud (carte 8)

• Situation de surface:

A la suite de l'avancée maximale des eaux froides (carte 6), l'eau chaude a tendance à envahir le secteur mais est retardée par l'upwelling persistant. La langue d'eau froide bascule vers l'ouest où elle se maintient au sud de Sao Tomé dans ce secteur où règnent les eaux déjà "évoluées" de l'upwelling.

• Structure hydro-biologique:

L'évolution des eaux frontales a un léger retard par rapport à la situation de la carte 7. Le zooplancton n'a pas tout à fait atteint son maximum de développement, le phytoplancton est encore abondant.

◦ Potentialité de pêche:

Du fait du retard dans l'avancée des eaux chaudes les potentialités de pêche dans cette situation sont faibles; cependant du fait du maintien des eaux froides au sud de Sao Tomé, une zone de pêche peut se développer du secteur Est au secteur Sud-Est de l'île.

3.5.- SITUATIONS PENDANT LA 2ème SEMAINE DE JUILLET (8-14 JUILLET 1972-1974)

Deux situations proches l'une de l'autre peuvent se développer :

- Présence d'une "bulle" d'eau chaude étroite: situation observée en 1972 (carte 9)

- Présence d'une poche d'eau chaude lâche: situation observée en 1974 (carte 10).

◦ Situations de surface communes aux deux cartes:

L'eau chaude qui a envahi le centre du secteur est maintenue à l'est par les eaux froides d'un upwelling de plus en plus actif et à l'ouest par les eaux froides déjà présentes, elle se dispose en langue créant autour d'elle des zones frontales.

◦ Structures hydro-biologiques communes aux deux cartes:

La production biologique des eaux frontales est dans sa plénitude. Les quantités de zooplancton et de micronecton sont maximales dans la zone frontale entre les isothermes 23°5 et 25°0. On rencontre dans cette zone de très nombreux bancs de juvéniles de sardinelles (Sardinella aurita) dont le lieu de ponte se situe entre le Cap Lopez et l'embouchure du Gabon en saison froide (FONTANA et PIANET, 1973).

◦ Potentialités de pêche communes aux deux cartes:

Les potentialités de pêche sont maximales dans ces deux situations. La pêche se situe à la périphérie et au sein de la langue d'eau chaude. Au nord de la poche, les probabilités de présence de fortes concentrations de thons sont élevées. Au début de la formation de la langue d'eau chaude, la pêche débute sur le côté ouest, puis se déplace vers l'est.

3.6.- SITUATIONS PENDANT LA 3^e SEMAINE DE JUILLET (15-22 JUILLET 1972-1974)

Au cours de la troisième semaine de juillet, on assiste à la dilution du système frontal. Deux situations peuvent se présenter :

- Dilution du front: situation observée en 1972 (carte 11)
- Dilution du front et formation d'une poche d'eau froide au nord du Cap Lopez: situation observée en 1974 (carte 12).

o Situations de surface communes aux deux cartes:

La progression des eaux guinéennes vers le sud se poursuit alors qu'apparaît à nouveau l'impact des eaux côtières froides. Bien que nous n'ayons aucune information sur l'évolution du front thermique nord, on peut raisonnablement penser qu'il s'est peu à peu résorbé.

o Structures hydro-biologiques communes aux deux cartes:

La production biologique des eaux dont la température de surface est comprise entre 23°5 et 25° est élevée, mais du fait du relachement de la zone frontale, cette production s'étend longitudinalement.

o Potentialités de pêche communes aux deux cartes:

La zone de pêche qui dans la situation précédente était concentrée se trouve à présent répartie le long de l'isotherme 24°, cependant de fortes concentrations peuvent persister près du Cap Lopez surtout si l'upwelling reste actif. Dans le cas de la figure 12, les eaux froides issues de l'upwelling côtier gagnent le nord du Cap Lopez pour y former une poche d'eau froide; la pêche, dans ce cas, se trouve répartie à la périphérie de cette poche d'eau froide là où les gradients thermiques de surface sont prononcés.

4.- RELATIONS AVEC LES CONCENTRATIONS DE THONS

Les zones frontales sont biologiquement plus riches que les zones adjacentes. Ainsi dans la zone frontale du Cap Lopez, DUFOUR et STRETTA (1973) ont montré que :

- au nord du front thermohalin, la couche d'eau guinéenne de surface, chaude, peu salée, épuisée en sels nutritifs, ne peut supporter qu'une production primaire faible, la quantité de zooplancton est également faible.

- au sud du front thermohalin les concentrations en chlorophylle de la couche 0-100 m sont deux à trois fois plus importantes qu'au nord, il en est de même pour le zooplancton.

- dans le front thermohalin on rencontre une divergence du côté chaud et une convergence du côté froid.

Ces divergences et convergences associées au front ont pour conséquence un enrichissement des eaux frontales. Cette richesse en sels nutritifs dans la zone euphotique favorise une production primaire plus intense que dans les eaux adjacentes. La présence du contre-courant favorise également le cycle de la matière vivante commencé dans les upwellings côtiers (GALLARDO et LE GUEN, 1972).

Les biomasses du phytoplancton et du zooplancton surtout, vont donc s'accroître lorsque le front sera particulièrement actif, c'est-à-dire lors des mouvements des eaux froides vers le nord. Les richesses seront d'autant plus élevées que les gradients thermiques seront intenses, c'est-à-dire que les eaux guinéennes formeront un barrage à l'avancée des eaux froides.

Lorsque la tendance des mouvements vers le nord s'arrête et que s'amorce un mouvement sud des eaux guinéennes, ces eaux sont enrichies par la divergence associée au front depuis suffisamment de temps pour qu'elles présentent un accroissement notable de leur biomasse en micronecton. Des eaux de ce type, ayant suivi un tel processus seront donc favorables à des rassemblements importants de thons.

5.- COMPORTEMENT DU THON

Si le thon était présent au tout début des opérations (Carte 2) il faut attendre que se déroule une phase chaude et une phase froide avant qu'il ne réapparaisse dans le secteur.

De l'ensemble des opérations, il se dégage que des mouvements trop rapides des masses d'eau ne sont pas favorables à la concentration des thons: par exemple si les eaux froides d'origine récente envahissent complètement la zone (Cartes 5 et 6). Au contraire, lorsque les eaux froides sont retardées ou plus anciennes nous assistons à l'apparition de thons.

On peut émettre un certain nombre d'hypothèses sur ce comportement: le thon ne fait son apparition que lorsque les eaux froides ont une certaine maturité (cas des cartes 1, 6, 10), puis il se déplace en se maintenant dans le même type d'eau (carte 12); des eaux récentes et froides ne sont pas propices aux concentrations de thons (cartes 3, 6).

6.- ESSAI DE SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

La succession des situations étudiées plus haut (§ 3) ont été favorables à de fortes concentrations de thons.

A partir de ces situations, il est possible de dégager un certain nombre de traits communs aux conditions de surface et à leurs évolutions en liaison avec les concentrations de thons.

Un des processus qui mène à de forts rassemblements de thons pourrait être le suivant :

- existence de masses d'eau contrastées en évolution saisonnière avec présence de mécanismes d'enrichissement (eaux chaudes pauvres et eaux froides riches) : le thon est présent et dispersé.

- mouvements importants des eaux riches créant des structures thermiques frontales, sièges d'actions mécaniques (convergences, divergences) favorisant le développement du zooplancton et du micronecton: apparition de concentrations importantes de thons.

- stabilisation des structures thermiques frontales riches en micronecton sur lesquelles le thon se maintient en surface en bancs facilitant la pêche à la senne tournante ou à la canne.

- résorption des structures thermiques frontales et évolution vers une situation d'avant-saison où le thon est dispersé.

Les secteurs du golfe de Guinée où le thon apparaît en fortes concentrations semblent presque toujours être ceux où les eaux chaudes ont

résisté à l'avancée générale des eaux froides.

Le fait que dans une tendance générale à une certaine évolution thermique des secteurs ne participent pas à cette évolution et par conséquent créent des structures de plus en plus contrastées, pourrait être un moyen de recenser les zones qui à brève échéance seront favorables à la concentration des thons.

En juin et juillet 1975, une campagne radiométrie menée à partir de l'avion Interthon a mis en évidence des variations quant au "scénario" de l'évolution de la zone frontale sans pour cela remettre en question le processus qui mène à de forts rassemblements de thons.

A N N E X E

MATERIELS ET METHODES

Un radiomètre BARNES PRT-5 installé dans la cabine d'un bimoteur BRITTEN-NORMAN appartenant au groupement d'armateurs Interthon mesurait la température de surface en continu à une altitude de 500 pieds. Ce radiomètre était étalonné par des passages quotidiens au-dessus d'un des navires océanographiques de l'ORSTOM travaillant dans le secteur aux altitudes de 50, 500 et 1000 pieds. De plus durant les opérations un étalonnage était effectué tous les trois ou quatre jours à l'aide d'un récipient d'eau placé sous le radiomètre et dans lequel on faisait varier la température de 16 à 28 °C.

Les corrections en fonction de l'état du ciel et préconisées par SAUNDERS (1970) et DESCHAMPS et al. (1973) ont été apportées.

Chaque jour, les plans de vol étaient établis afin de couper perpendiculairement les isothermes de surface relevées lors du vol précédent.

BIBLIOGRAPHIE

BERRIT (G.R.), 1962.- Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. 2ème partie. Etude régionale. Cah. Océanogr. C.C.O.E.C., XIV, 9: 633-643

- DESCHAMPS (P.Y.), LECOMTE (P.), VANMOUTTE (J.C.), 1973.- Améliorations apportées aux techniques de mesure de la température de surface de la mer par radiométrie infra-rouge et applications aux levés aériens de température.
Inter Ocean 1973, Düsseldorf 13-18 nov. 1973: 871-884
- DUFOUR (Ph.), STRETTA (J.-M.), 1973.- Fronts thermiques et thermohalins dans la région du Cap Lopez (golfe de Guinée) juin-juillet 1972: Phytoplancton, zooplancton, micronecton et pêche thonière.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, IV, 3: 99-142
- FONTANA (A.), PIANET (R.), 1973.- Biologie des sardinelles, Sardinella eba (Val.) et Sardinella aurita (Val.) des côtes du Gabon et du Congo.
Doc. Scient. - Centre ORSTOM de Pointe Noire, N.S. n°31, 39 p.
- GALLARDO (Y.), LE GUEN (J.-C.), 1972.- Caractères hydrologiques des régions frontales d'Angola et du Gabon favorables aux concentrations d'albacores.
Doc. Scient. - Centre ORSTOM de Pointe Noire, N.S. n°23, 16 p.
- HISARD (Ph.), CITEAU (J.), MORLIERE (A.).- Le courant de Lomonosov et la formation de la zone frontale du Cap Lopez (Baie de Biafra, golfe de Guinée).
Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr. (Sous presse)
- SAUNDERS (P.M.), 1970.- Corrections for airborne radiation thermometry.
Jour. Geophys. Res., 75 (36): 7596-7601
- STRETTA (J.-M.), NOEL (J.), 1974.- Relations between tuna and thermic fronts (Measured by ART) in the Gulf of Guinea.
Communication presented at the first International Congress of Ecology (La Haye, Sept. 1974)
- 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. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI, 2: 229-249

*

* *