

LES CONDITIONS DE L'ATLANTIQUE ENTRE ABIDJAN ET L'EQUATEUR *

par

Jean René DONGUY

du Centre d'Océanographie et des Pêches (ORSTOM) - Pointe Noire

et

Michel PRIVE

du Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire - Abidjan

Deuxième Partie ~~PRE~~

VARIATIONS HYDROLOGIQUES ANNUELLES

ENTRE ABIDJAN ET L'EQUATEUR

D'octobre 1961 à juin 1963, le Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire a effectué huit radiales Nord-Sud entre Abidjan et l'Equateur (fig.1). Suivant les circonstances, une station était effectuée tous les demi-degrés ou tous les degrés de latitude soit 11 ou 6 stations. Ces radiales appelées "Equateur" portent un numéro chronologique :

Equateur 1	30 octobre - 1er novembre 1961	11 stations
Equateur 2	4 - 6 décembre 1961	6 stations
Equateur 3	11 - 13 février 1962	5 stations
Equateur 4	19 - 21 juin 1962	11 stations
Equateur 5	11 - 13 septembre 1962	11 stations
Equateur 6	5 - 8 novembre 1962	11 stations
Equateur 7	22 - 25 mars 1963	11 stations
Equateur 8	21 - 23 mai 1963	6 stations

Les observations ont atteint au minimum 500 mètres; elles comprenaient la détermination de la salinité, du pH, de la concentration en oxygène et en phosphate dissous.

Nous étudierons ici seulement les variations annuelles de la température, de la salinité et les phénomènes qui en découlent.

* Manuscrit reçu le 9 janvier 1964.

** La première partie de cette étude a paru dans les "Cahiers Océanographiques" XVI, 3 (mars 1964) p.193.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° 32582, ex 1

Côte d'Ivoire B

Conditions superficielles

En vue d'examiner les conditions superficielles, nous utiliserons un graphique sur lequel ont été portées les variations de température et salinité de surface en fonction du temps entre Abidjan et l'Equateur. On obtient ainsi un réseau d'isolignes schématisant les principaux caractères climatiques. Ceux-ci sont semblables à quelques détails près à ceux déjà mis en évidence devant Abidjan. On distingue aussi une saison chaude et une saison froide. La saison chaude est caractérisée par la présence d'eau chaude et dessalée et s'étend de novembre à juin. Son maximum d'intensité s'observe de mars à juin, la température superficielle étant supérieure à 29° de la côte à $1^{\circ}30'N$ (fig.2).

La salinité, comprise généralement entre 34 ‰ et $34,5 \text{ ‰}$ présente quelques variations en allant vers le large. Les influences côtières s'estompent. En mai-juin, elle est inférieure à 34 ‰ entre $1^{\circ}30'N$ et $0^{\circ}30'N$. L'origine de cette dessalure est difficile à connaître. Elle peut être due à une forte pluviosité locale ou à un apport d'eau guinéenne dû au Courant Equatorial (fig.3).

La saison froide s'étend de juin à octobre. Elle est caractérisée par la présence en surface d'eau froide et salée. L'upwelling étant un phénomène purement côtier, la température superficielle s'élève de 23° à 26° et la salinité de surface diminue de $35,5 \text{ ‰}$ à 35 ‰ en allant vers le large. Il faut cependant noter qu'entre $2^{\circ}30'N$ et l'Equateur en novembre la salinité est très élevée et dépasse $35,7 \text{ ‰}$. Ces fortes valeurs sont dues à une arrivée d'eau tropicale chaude et salée.

Structure verticale

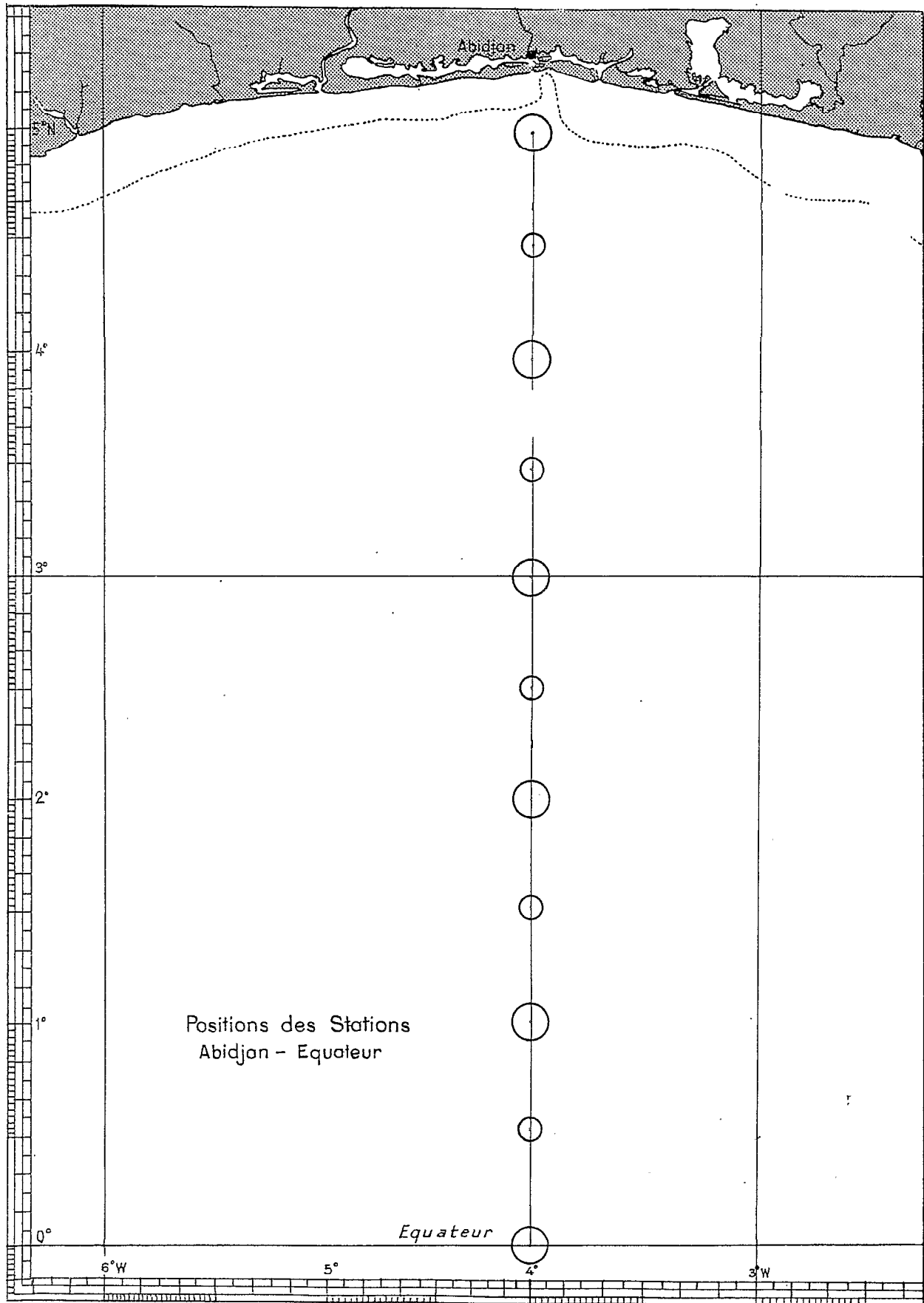
La structure verticale entre Abidjan et l'Equateur est dominée par l'existence d'une thermocline et d'une halocline à des immersions souvent proches l'une de l'autre ce qui entraîne une pycnocline bien caractérisée.

L'immersion de la thermocline varie suivant la distance à la côte et la saison (fig.4).

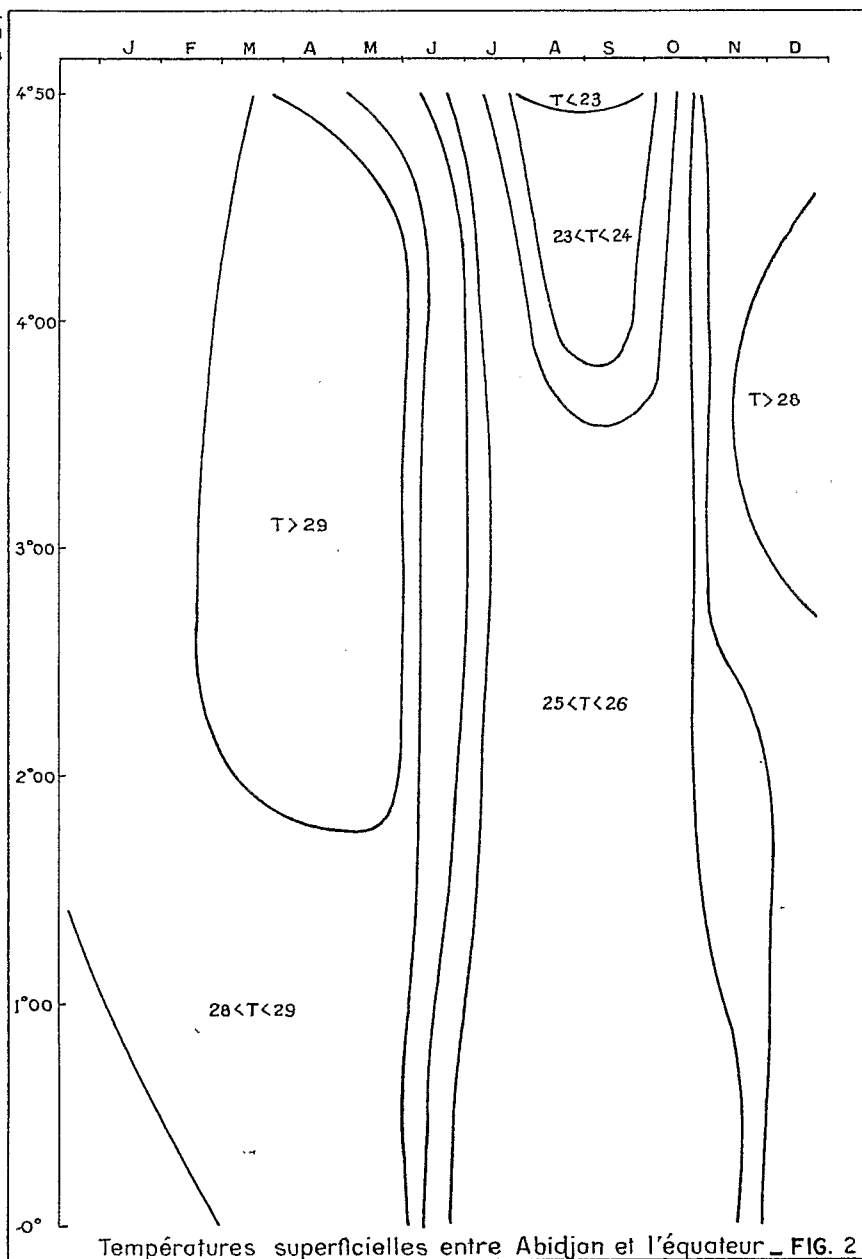
1) Suivant la distance à la côte.

Près de la côte, la thermocline est peu immergée : 17 mètres en moyenne par $4^{\circ}50'N$. Elle s'enfonce vers le Sud.

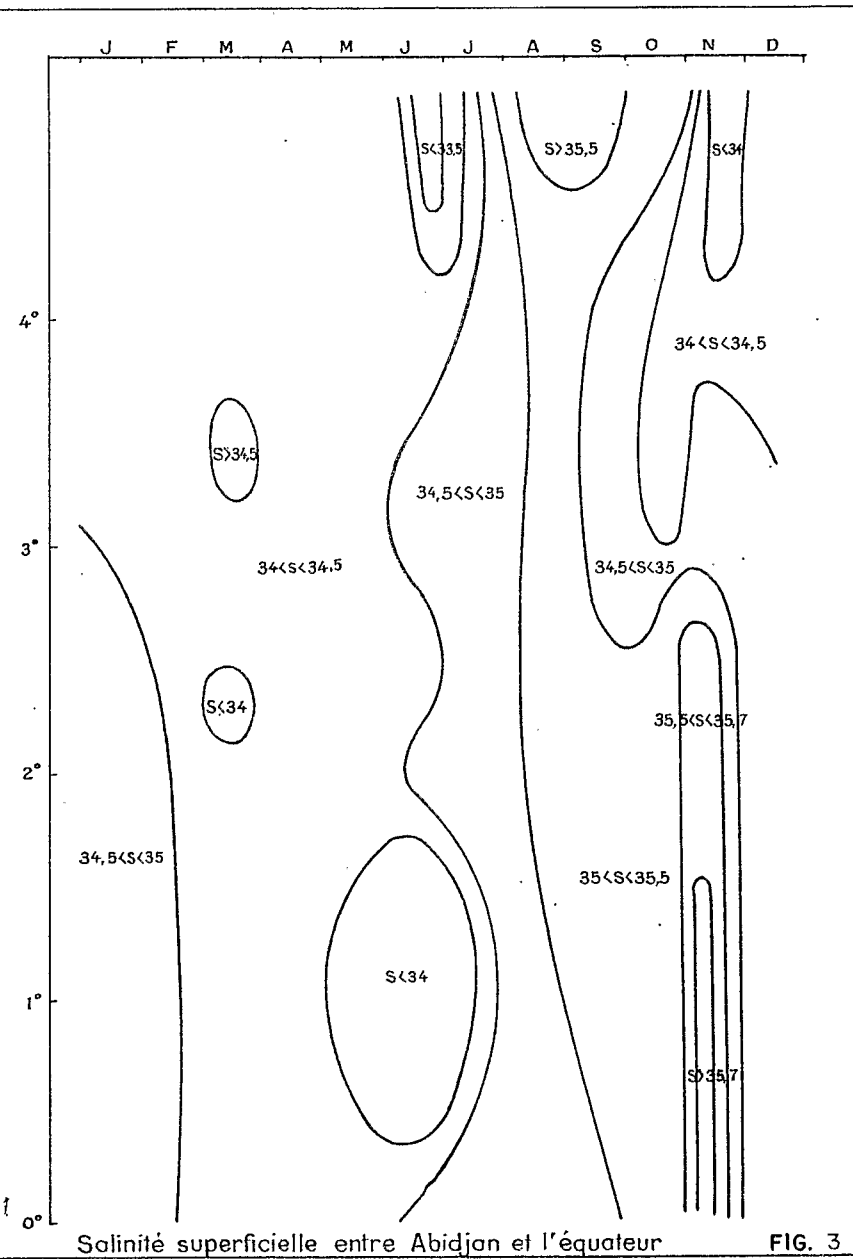
à $4^{\circ}00'N$	elle est en moyenne	à 27 mètres	d'immersion
à $3^{\circ}00'N$	"	à 43 mètres	"
à $2^{\circ}00'N$	"	à 47 mètres	"
à $1^{\circ}00'N$	"	à 40 mètres	"
à l'Equateur	"	à 28 mètres	"



J.R. Donguy - M.Privé



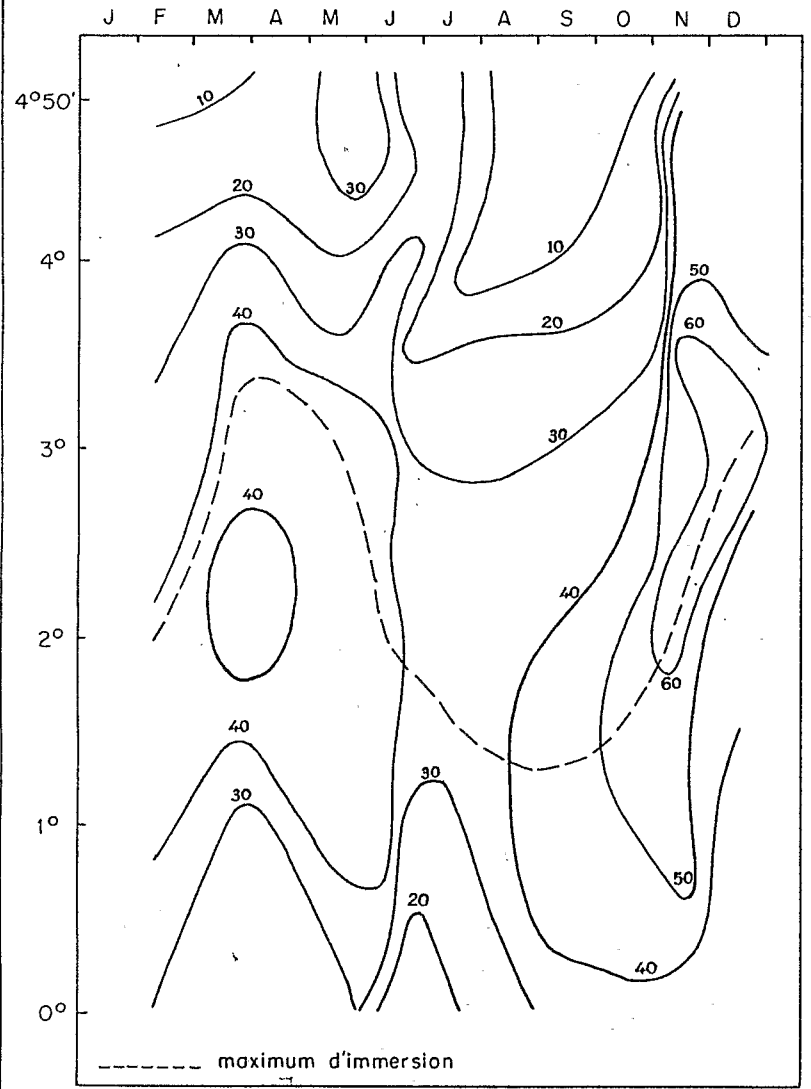
Températures superficielles entre Abidjan et l'équateur - FIG. 2



Salinité superficielle entre Abidjan et l'équateur

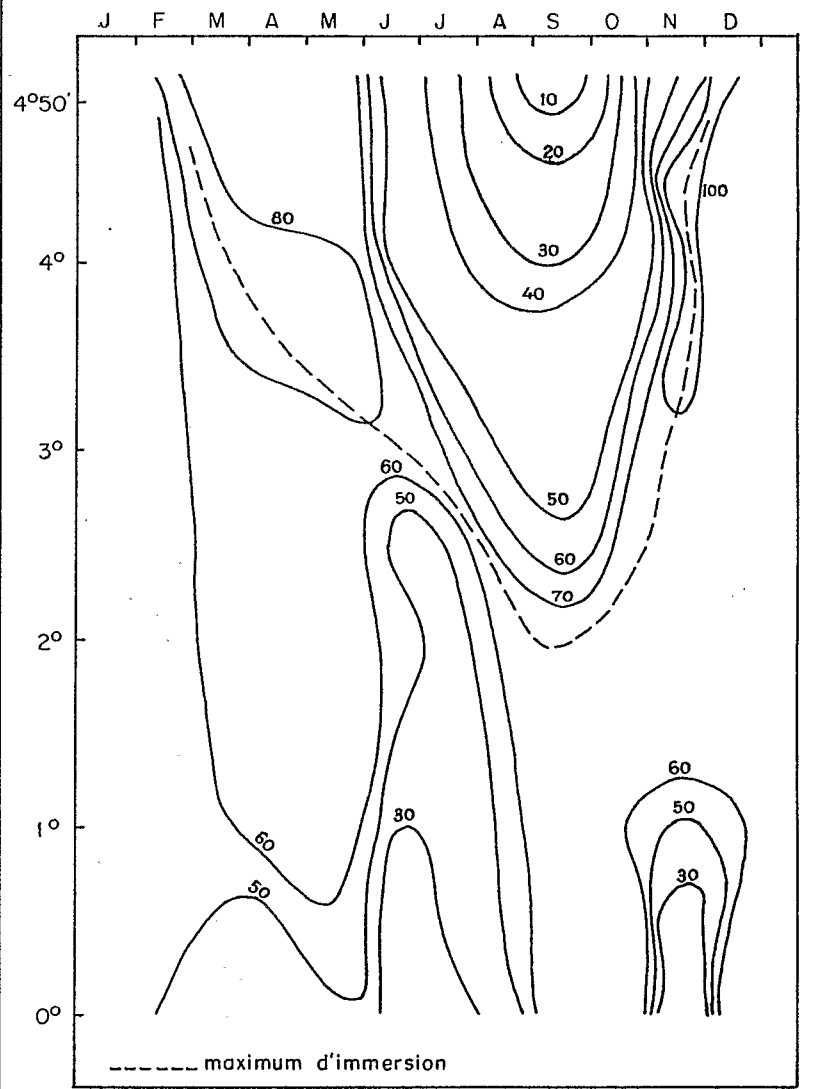
FIG. 3

Figures 2 et 3



Variations de profondeur de la thermocline avec la saison

FIG. 4



Variations de profondeur du maximum de salinité avec la saison

FIG. 5

Figures 4 et 5

J.R. Donguy - M. Privé

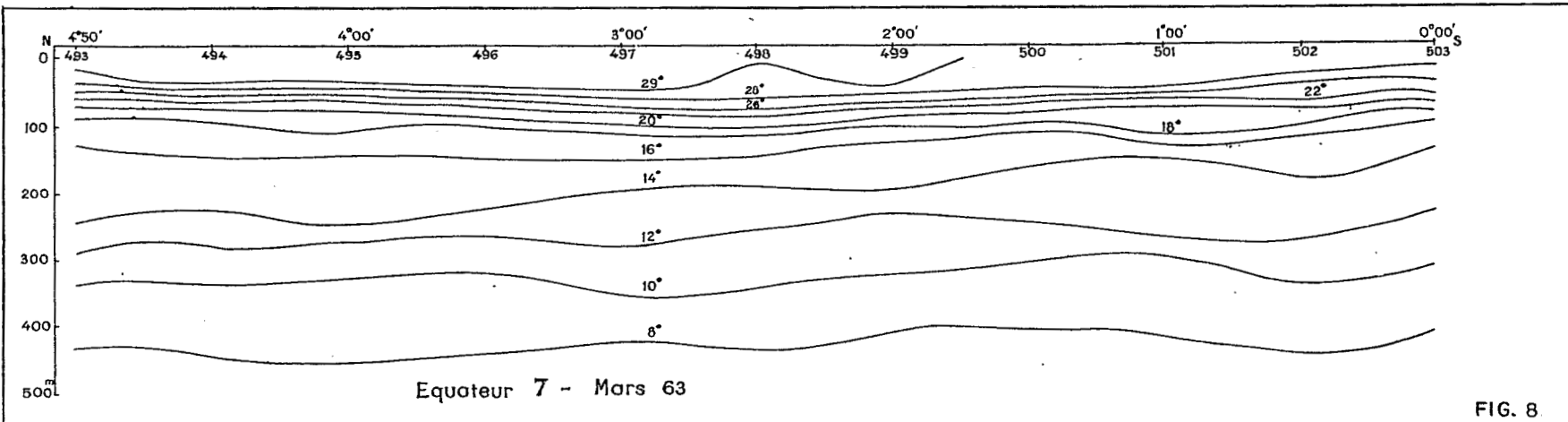


FIG. 8

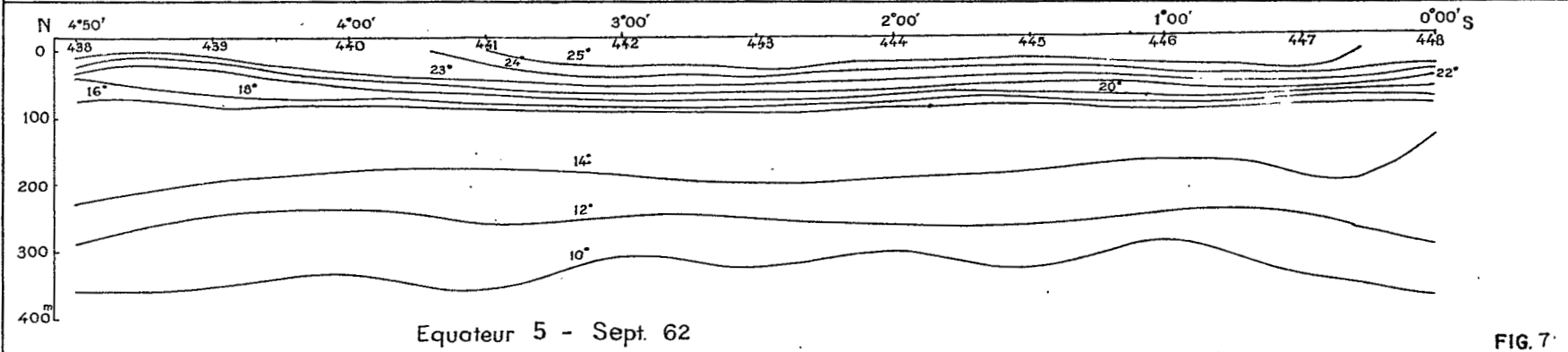


FIG. 7

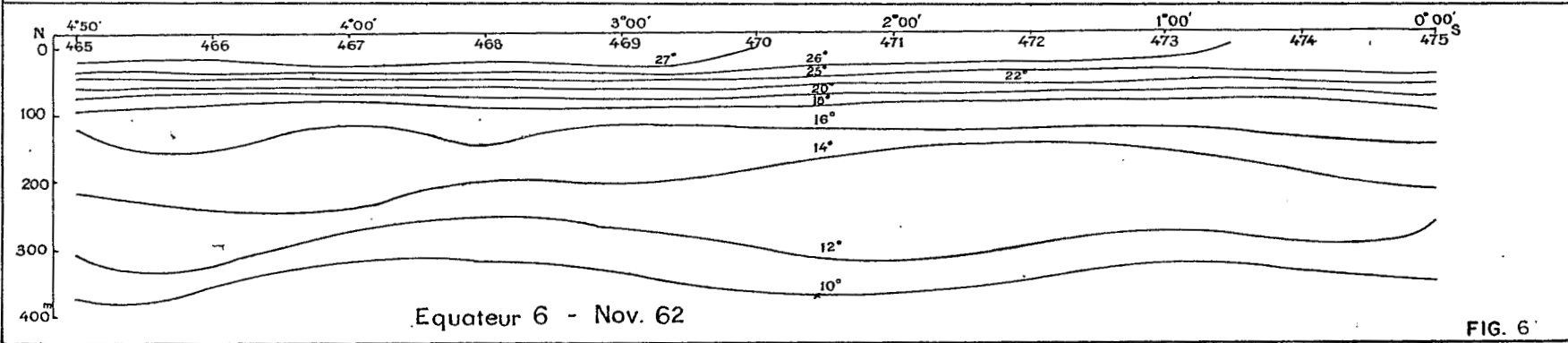


FIG. 6

Figures 6 à 8

Coupes verticales de température entre Abidjan et l'Equateur.

La thermocline atteint donc un maximum d'immersion par 2°00'N de latitude.

2) Suivant la saison.

On remarque surtout la remontée spectaculaire de la thermocline due à l'upwelling de juillet à octobre. Cette remontée se fait sentir jusqu'à 3°00'N (fig.7).

En octobre-novembre au début de la saison chaude on observe au contraire une augmentation de son immersion qui atteint 75 mètres (fig.6).

Son gradient varie de 0,2 degré à 0,5 degré par mètre.

L'immersion de l'halocline coïncide en général avec celle de la thermocline. Le maximum de salinité est immédiatement au-dessous et son immersion présente les mêmes variations que pour cette dernière. C'est vers 2°00'N que l'on trouve son immersion maximale et c'est près de la côte et à l'Equateur qu'il se trouve le plus près de la surface (fig.5).

Par 4°50'N	elle est en moyenne	à 61 mètres
" 4°00'N	"	à 65 mètres
" 3°00'N	"	à 68 mètres
" 2°00'N	"	à 70 mètres
" 1°00'N	"	à 58 mètres
A l'Equateur	"	à 49 mètres

La salinité maximale varie de 35,7 ‰ à 36,3 ‰. Géographiquement on distingue entre l'Equateur et la côte deux noyaux de forte salinité nettement séparés : l'un dont la salinité est supérieure à 35,90 ‰ et dont l'immersion augmente entre l'Equateur et 2°00'N, l'autre dont la salinité est comprise entre 35,80 et 35,90 ‰ et dont l'immersion diminue entre 2°00'N et la côte (fig.12).

En novembre 1962 le maximum de salinité a été observé en surface à l'Equateur et s'est enfoncé ensuite sous la surface vers le Nord. L'épaisseur d'eau tropicale ($T > 24^\circ$, $S > 35$ ‰) atteint 60 mètres sous la surface entre l'Equateur et 2°30'N, diminue ensuite vers le Nord en s'insinuant sous une couche d'eau dessalée (fig.9).

Il semblerait que les origines de ces deux maximums de salinité soient différentes. Nous pouvons faire l'hypothèse que le maximum le plus nord provient, comme le pensait DEFANT (1936), de l'Atlantique Nord par plongée de l'eau tropicale très salée qui existe en surface par 10° de latitude Nord et que le maximum le plus sud provient de l'Atlantique Sud. L'eau tropicale au Sud de l'Equateur plongerait et serait amenée vers le Nord par le Courant Equatorial.

Dynamique

Les calculs dynamiques ont été effectués pour toutes les radiales "Equateur" entre la station située par $4^{\circ}50'N$ et l'Equateur. Le niveau de mouvement nul a été choisi à 300 mètres d'immersion suivant le critère de DEFANT. Ce niveau coïncide avec le minimum d'oxygène comme le montre la coupe de concentration en oxygène d'"Equateur 7" (fig.4).

La figure 13 représente la topographie dynamique de surface relative à 300 décibars et permet de faire les remarques suivantes :

1) La hauteur dynamique est minimale en septembre, maximale en mai. En effet, c'est en septembre, à cause de l'upwelling que la densité de l'eau est la plus forte et c'est en mai, point culminant de la saison chaude, que l'eau est la moins dense.

2) Toutes les radiales "Equateur" ont des topographies dynamiques de surface à peu près semblables. On distingue en effet du Nord au Sud une croissance du potentiel dynamique de plus en plus rapide jusqu'à un maximum situé entre $3^{\circ}30'N$ et $2^{\circ}00'N$ puis une décroissance, rapide d'abord, s'amortissant peu à peu ensuite. Ce maximum correspond probablement au passage du Courant Est du Golfe de Guinée au Courant Ouest Equatorial.

Il a été effectué une coupe dynamique par "Equateur" entre $4^{\circ}50'N$ et $2^{\circ}00'N$, limite extrême d'application de la méthode dynamique. On a seulement produit ici la coupe dynamique d'"Equateur 7" ou "Equalant" (mars 1963) (fig.15). On y voit parfaitement la renverse de courant à la station 498. De ces différentes coupes dynamiques, on peut dégager certains caractères généraux :

1) Le Courant Est paraît en général assez superficiel. Au-dessous de 100 mètres d'immersion, le courant porte en général à l'Ouest et reste inférieur à 20 cm/seconde.

2) La renverse du courant de surface est souvent brutale et on passe souvent d'un courant de 100 cm/seconde vers l'Est à un courant de 100 cm/seconde vers l'Ouest en l'espace de 30 milles.

3) Il ne semble pas exister entre Abidjan et l'Equateur de contre-courant Est au-dessous du Courant Ouest Equatorial. Ce contre-courant n'a été mis en évidence que dans une partie beaucoup plus occidentale de l'Océan Atlantique (A. VOORHIS 1961).

Le courant géostrophique de surface a été porté sur un graphique ayant le temps en abscisse (le mois étant l'unité) et la latitude en ordonnée (entre la côte et $2^{\circ}00'N$) (fig.16). On y distingue nettement les variations de

J.R. Donguy - M. Privé

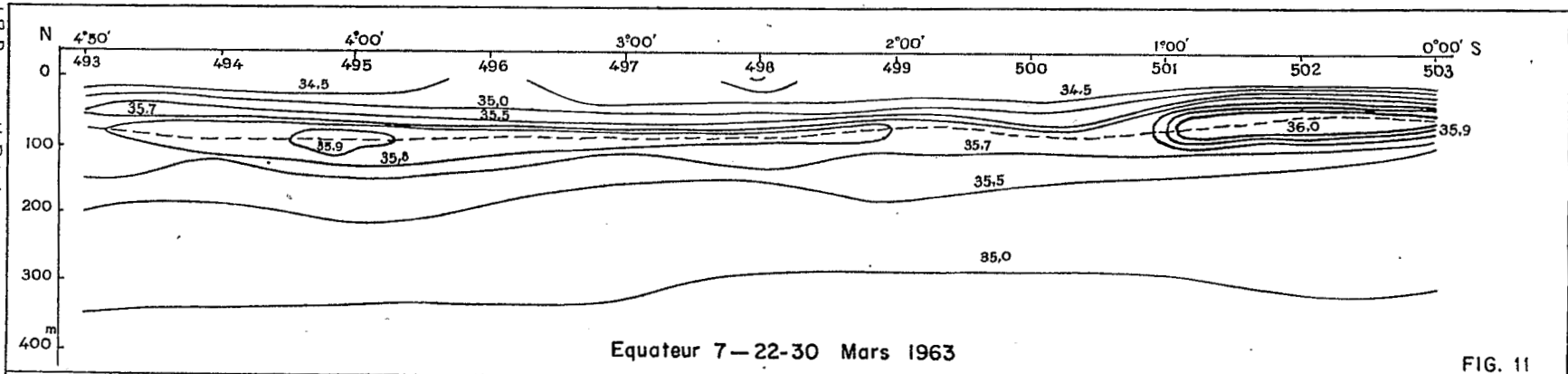


FIG. 11

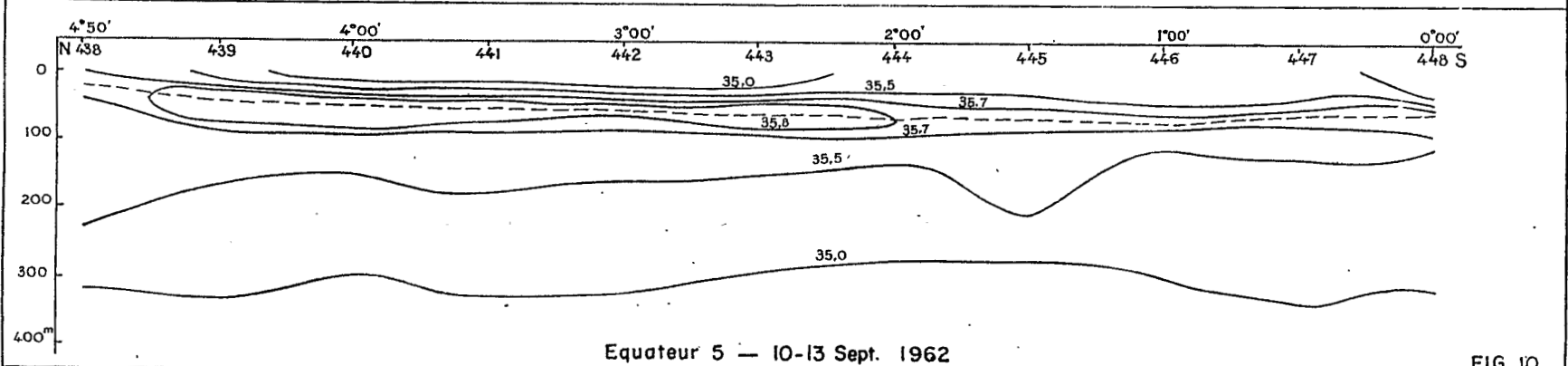


FIG. 10

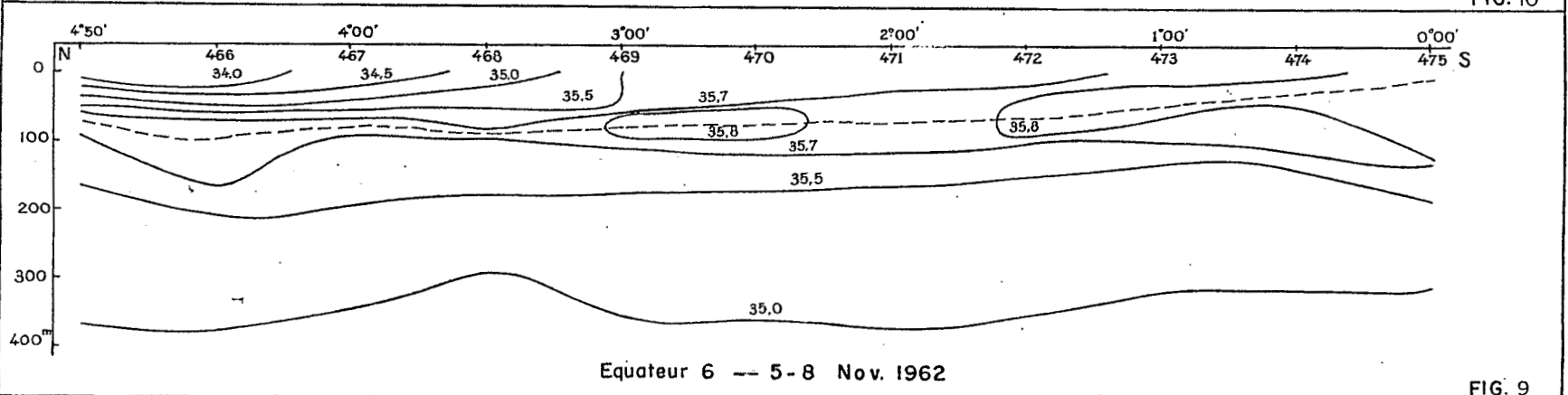
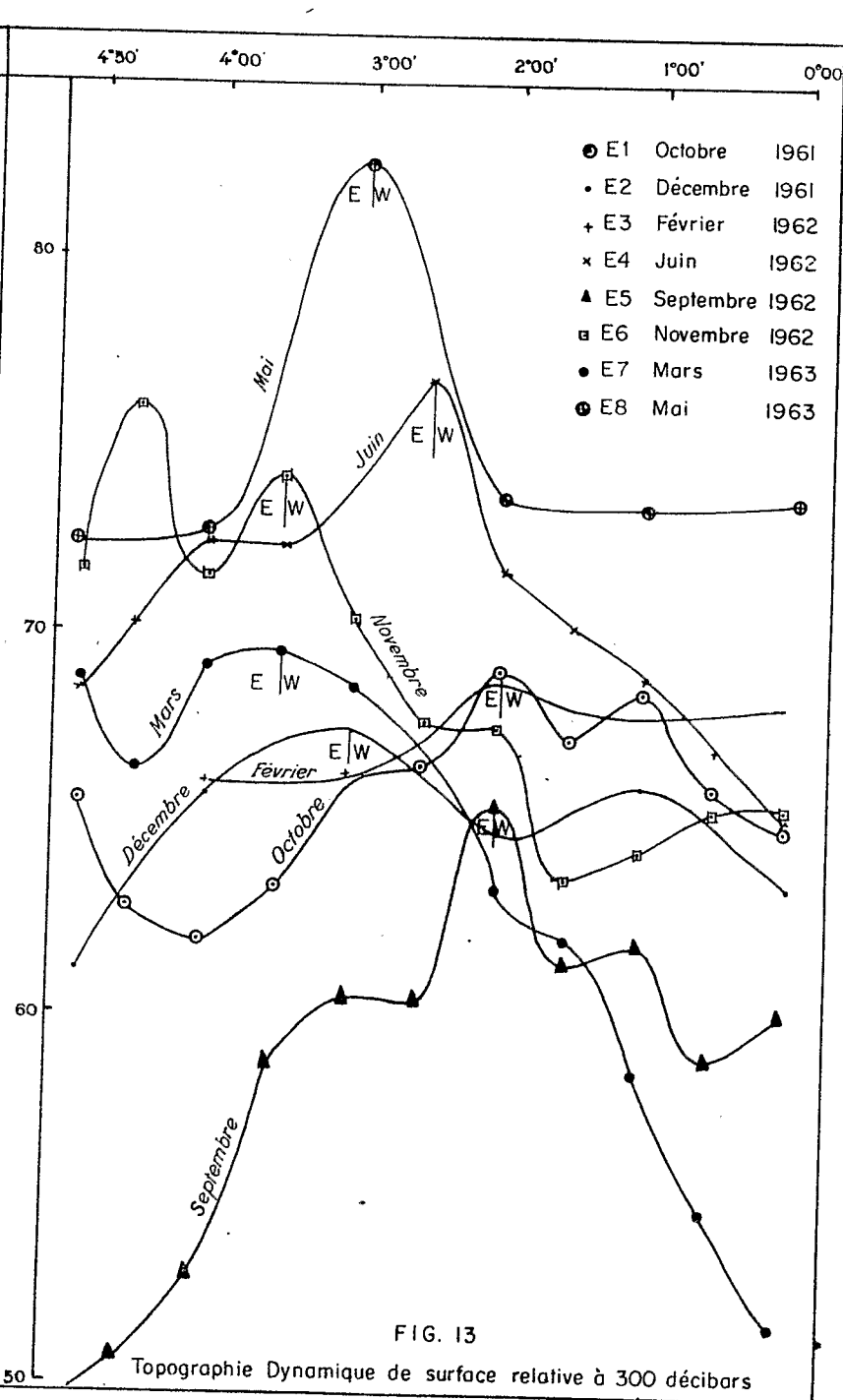
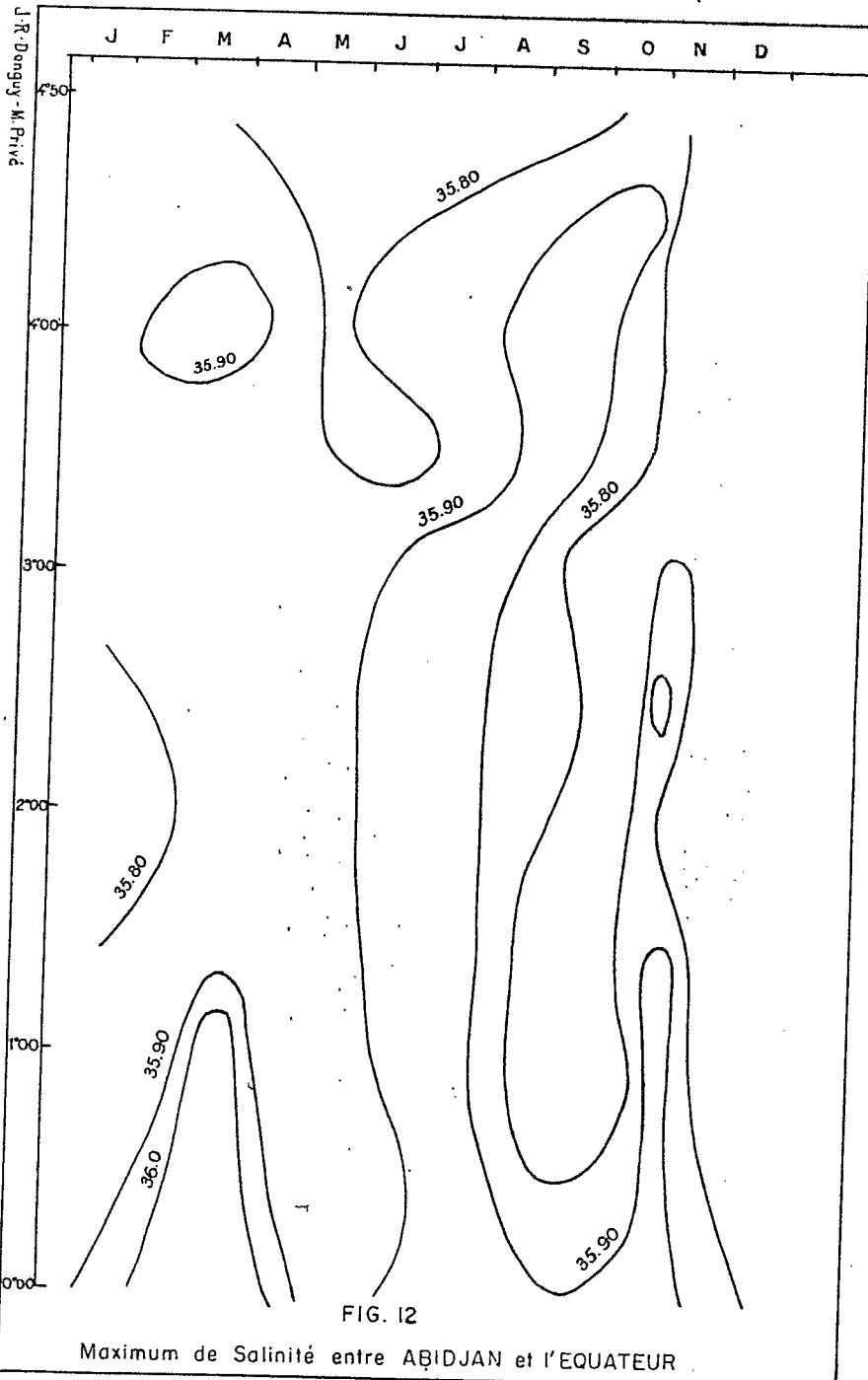


FIG. 9

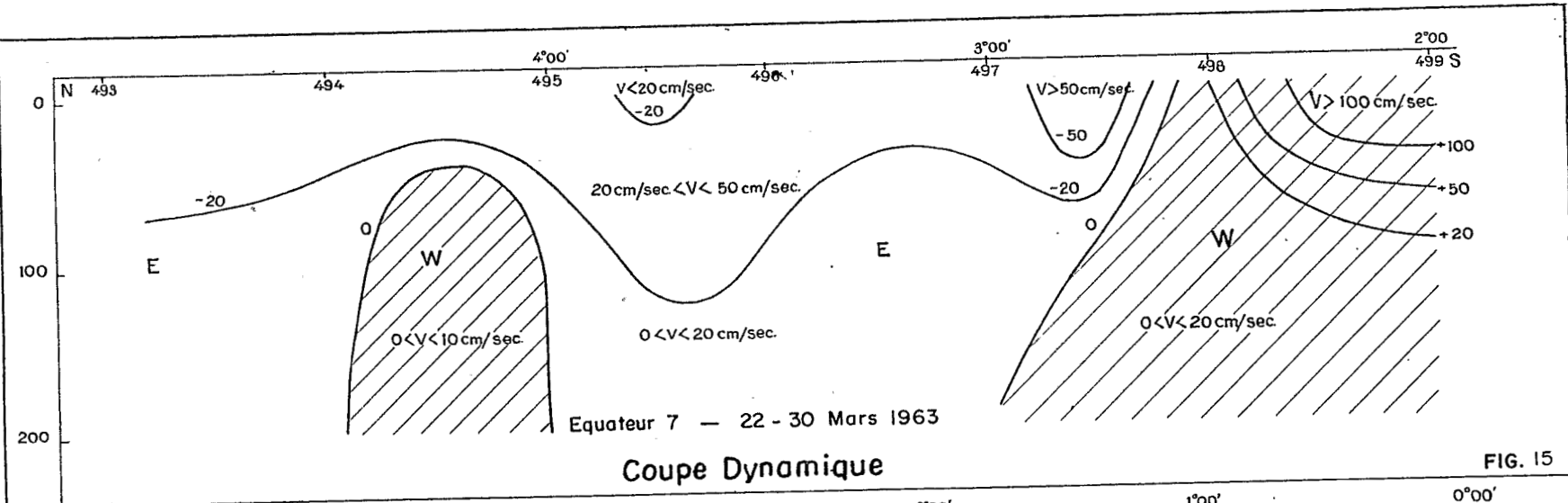
Figures 9 à 11

----- maximum de salinité
 Coupes verticales de salinité



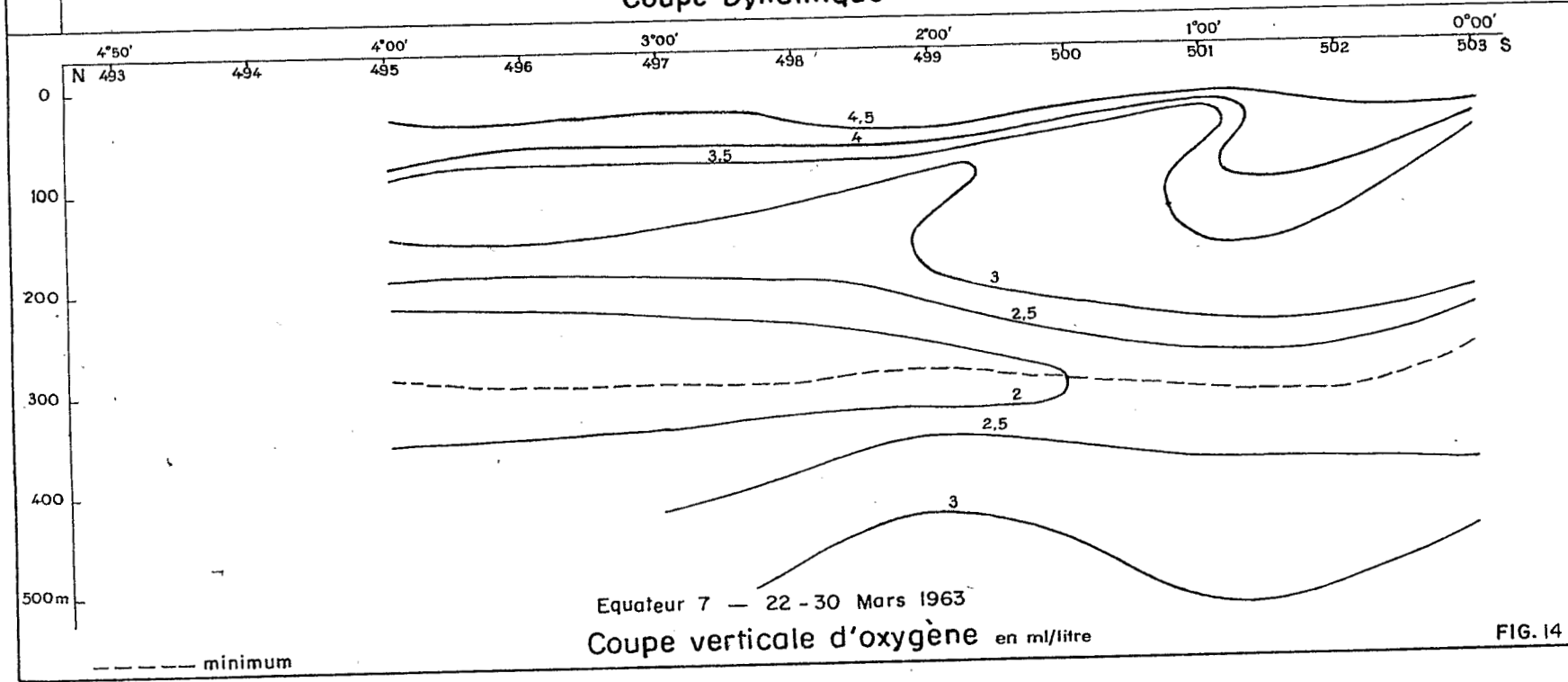
Figures 12 et 13

J.R. Donguy - M. Prive



Coupe Dynamique

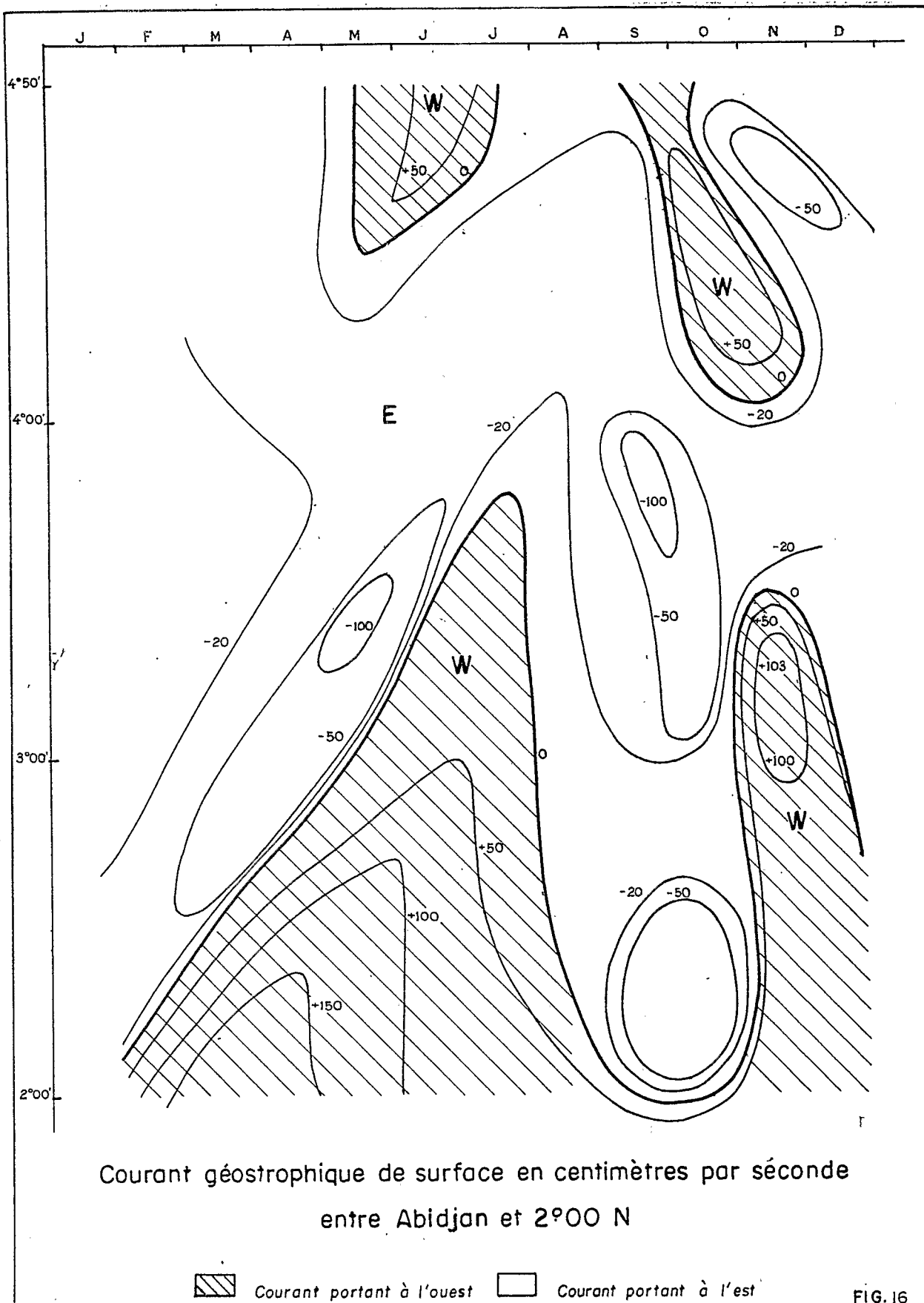
FIG. 15



Coupe verticale d'oxygène en ml/litre

FIG. 14

Figures 14 et 15



Courant géostrophique de surface en centimètres par seconde
entre Abidjan et 2°00 N

Courant portant à l'ouest
 Courant portant à l'est

FIG. 16

la limite entre les courants Est et Ouest, variations confirmées par la navigation du navire. Cette limite, aux environs de $2^{\circ}00'N$ en janvier, se rapproche de la côte de janvier à juillet jusqu'à $3^{\circ}30'N$, s'éloigne ensuite vers le Sud jusqu'à $2^{\circ}00'N$ en septembre, se rapproche encore de la côte jusqu'à $3^{\circ}30'N$, puis revient à $2^{\circ}00'N$. Près de la côte on trouve deux lobes secondaires de courant Ouest entre mai et juillet puis en septembre et octobre.

Le maximum de courant Est se trouve vers $3^{\circ}30'N$ en mai et en septembre (courant supérieur à 100 cm/seconde).

Nous pouvons faire des rapprochements intéressants entre le graphique représentant les variations du courant géostrophique de surface (fig.16) et ceux représentant les variations de profondeur du maximum de salinité et de la thermocline (fig.4 et 5). Nous remarquons que la grande extension vers le Nord du courant Est d'août à octobre correspond à l'upwelling et au renforcement du vent d'Ouest.

L'extension vers le Nord du courant Ouest (maximum en juin et novembre) correspond à un renforcement du maximum de salinité et à une plongée de celui-ci (fig.5).

Il est intéressant de constater, puisque la température est le facteur dominant de la densité de l'eau, la coïncidence entre le maximum d'immersion de la thermocline et la renverse du courant superficiel.

Il semblerait donc que le changement de courant soit lié à un phénomène de convergence des eaux tropicales chaudes et salées qui s'enfonceraient au-dessous des eaux guinéennes chaudes et dessalées.

BIBLIOGRAPHIE

- DEFANT A. (1936) - Die Troposphäre des Atlantischen Ozeans -
Wiss. Erg. Deusch. Atl. Exp. Meteor 1926-27,
Bd VI, I Teil, 1936.
- POCHAPSKY T.E. (1962) - Measurement of Currents below the Surface at
a Location in the Western Equatorial Atlantic -
Nature 195, pp.767-768, August 25 1962.
- VOORHIS A. (1961) - Evidence of an Eastward Equatorial Undercurrent
in the Atlantic from Measurements of Current
Shear - Nature Vol. 191, n° 4784, pp.157-158,
July 8 1961.

551.465.43