

Oua

657

LA PETITE SAISON CHAUDE EN 1959  
 dans la  
 REGION ORIENTALE DU GOLFE DE GUINEE \*

par  
 Georges Roger BERRIT et Jean-René DONGUY  
 Centre d'Océanographie et des Pêches de Pointe-Noire (ORSTOM)

R é s u m é

Une campagne d'observation réalisée en novembre 1959 permet de présenter une situation hydrologique de la "petite saison froide" dans la région orientale du golfe de Guinée.

Deux études analogues ont décrit précédemment des situations de la "grande saison froide" et de la "grande saison chaude".

La couche de couverture, chaude et dessalée, a une épaisseur de 30 m environ. On trouve partout la thermocline, à une profondeur moyenne de 45 m. Le maximum de salinité atteint 36 o/oo. La seconde thermocline est fréquemment observable. Les calculs dynamiques confirment l'existence d'un flux sud au Sud de l'Equateur.

A b s t r a c t

Together with the results of a campaign of observations undertaken in november 1959 is presented a picture of the hydrographical situation during the little warm season in the east part of the Gulf of Guinea.

Two similar papers described already the situations in principal cold season and in principal warm season.

The surface layer is warm, with low salinity and a thickness of about 30 m. The thermocline can be observed everywhere at the average depth of 45 m. The maximum salinity reaches 36 o/oo. The second thermocline can often be observed. Dynamic calculations confirm a south flow South of the Equator.

-----  
 \* Manuscrit reçu le 5 juin 1964

1

O. R. S. T. O. M.  
 Collection de Référence

30 OCT. 1964

Caliers Océanographiques 1964, Août. Sept. - XVI, n° 78 pp 657-684

## INTRODUCTION

Le plan des études hydrologiques entreprises dans la zone orientale du golfe de Guinée par le Centre d'Océanographie et des Pêches a été établi en fonction des variations saisonnières distinguées à Pointe-Noire par les observations commencées en 1953 (G.R. BERRIT - 1958). Celles-ci avaient permis de reconnaître deux "grandes" saisons, une chaude et une froide, qui reviennent avec régularité, et deux "petites" saisons dont l'apparition et la durée peuvent varier considérablement d'une année à l'autre.

Le programme prévoyait, en conséquence pour chacune des quatre saisons des campagnes assez brèves pour que les observations puissent être considérées comme synoptiques. Par la suite cependant certains doutes sont apparus quant à la validité générale des petites saisons. Le manque d'observations continues en d'autres points que Pointe-Noire ne permet pas encore de trancher la question ; les simples mesures de surface sont insuffisantes, le flux d'eaux froides n'étant pas, bien souvent, assez sensible en surface. Il est possible que la petite saison froide ne soit suffisamment caractérisée que dans la région de Pointe-Noire et qu'on doive considérer l'année comme partagée en une saison chaude d'octobre à avril et une saison froide de juin à août. Nous conservons cependant le terme de "petite saison chaude" pour la période d'octobre-novembre. En dehors d'une certaine zone comprenant Pointe-Noire, ce n'est peut-être que le début d'une saison chaude continue.

La campagne de l'"Ombango" a été réalisée pendant cette période, du 6 novembre au 1er décembre 1959, sous la conduite de M. ROSSIGNOL assisté de J.P. TROADEC. Les résultats des observations ont été publiés en 1961 (G.R. BERRIT, M. ROSSIGNOL, J.P. TROADEC - 1961). Le travail ci-dessous expose la situation hydrologique au moment de la campagne. Il fait suite à deux études analogues, l'une portant sur la grande saison froide (G.R. BERRIT-1959), l'autre sur la grande saison chaude (G.R. BERRIT- ). Quoi qu'il en soit de l'existence de la petite saison froide, celle-ci apparaît moins facile à saisir par une série d'observations de courte durée, à cause de sa brièveté et de l'irrégularité de son apparition.

La campagne 10 s'est déroulée dans une zone limitée par les méridiens de Cotonou, le parallèle de Pointe-Noire et la côte (fig.1). La position des stations, dictée par certains impératifs de la prospection biologique ne fournit pas une égale densité pour les observations qui se trouvent concentrées surtout dans la baie de Biafra.

La campagne a duré 25 jours ce qui est sans doute un peu long pour fournir une vue "synoptique". Il n'est guère possible d'apprécier l'évolution qui a pu se produire pendant cette période : les observations étaient alors suspendues à Pointe-Noire et les seules stations fixes qui ont fonctionné étaient celles de Cotonou et Lomé, en bordure de la zone couverte par la

campagne<sup>✽</sup>. On sait (G.R.BERRIT-1958) qu'à Pointe-Noire, novembre est un mois relativement stable, mais il peut arriver que la transition s'y manifeste déjà (ou même la petite saison froide comme ce fut le cas en 1953 et 1956), par un abaissement de la température. La région couverte par la campagne 10 intéresse deux zones hydrologiquement distinctes : celle de la baie de Biafra, où les conditions physico-chimiques des eaux de surface évoluent toujours lentement entre des limites assez étroites, et la zone d'alternance sud occupée successivement par des eaux chaudes dessalées et des eaux froides salées.

En baie de Biafra, novembre paraît bien être un mois de particulière stabilité; en outre le fait que les mesures y ont été exécutées en 12 jours seulement du 14 au 25 novembre permet d'admettre que les observations ont été quasi-simultanées.

Entre les stations 158 et 203, il ne s'est écoulé que 19 jours et on peut envisager encore comme synoptiques les observations au Nord du parallèle 3°S. Il est plus discutable de rapprocher la coupe 151 - 157 (6-10 novembre) et les stations 197 à 210 (26 novembre au 1er décembre).

La comparaison des résultats des stations 152 et 208, situées à 8 milles l'une de l'autre, et occupées, la première le 7 novembre, la seconde 24 jours plus tard donne une idée de l'évolution des conditions entre le début et la fin de la campagne :

Prof. m	Température °C		Salinité ‰	
	St 152	St 208	St 152	St 208
0	26,31	27,34	30,41	30,52
10	25,72	26,34	34,92	35,10
20	25,72	23,48	35,50	35,32
30	25,45	20,22	35,61	35,62
40	23,48	19,40	35,55	35,62
50	20,62	19,05	35,53	35,89
75	17,32	17,24	35,76	35,82
100	16,64	16,28	35,68	35,78
150	14,40	14,90	35,50	35,46

<sup>✽</sup> Voir l'évolution des conditions à Cotonou et à Lomé pendant la campagne 10 dans la IIIème Partie "Résultats d'observations".

Les eaux de surface de la région de Pointe-Noire se sont réchauffées au-dessus de la thermocline, mais sensiblement refroidies au-dessous : l'épaisseur d'eau guinéenne a diminué, ce qui peut passer pour un signe d'évolution vers la petite saison froide.

La présente note analyse et interprète les résultats de la campagne.

On décrira d'abord les conditions de surface. L'examen de la distribution verticale des températures et des salinités mettra en évidence les différentes couches d'eau ainsi que certaines particularités, telles que thermoclines, haloclines, maximum de salinité.

La description et l'étude de chacun de ces traits particuliers seront abordées ensuite, avec un examen des conditions de stabilité.

Enfin le calcul dynamique fera apparaître la circulation géostrophique.

## I - LES CONDITIONS DE SURFACE

Elles sont représentées sur les figures 2 à 5.

Les températures (fig.2), partout élevées (plus de  $25^{\circ}$ ) décroissent du Nord au Sud et d'Est en Ouest. Les eaux les plus chaudes (plus de  $28^{\circ}$ ) se trouvent en bordure de côte, à partir de Libreville vers le Nord, et aussi, semble-t-il, dans l'Ouest du cap Formose.

On rencontre l'isotherme  $27^{\circ}$  entre l'Equateur et  $1^{\circ}$ S. Plus au Sud, les isothermes tendent à prendre une direction parallèle à la côte; les eaux les plus froides se trouvent au large où se placent des valeurs voisines de  $25^{\circ}$  à 400 milles dans l'Ouest de Pointe-Noire.

Les salinités (fig.3) les plus basses (moins de 25 o/oo) se trouvent dans la région de Fernando Pô; les plus élevées (plus de 35 o/oo) dans le Sud et au grand large, là où l'eau est la plus froide. On retrouve le caractère bien connu des eaux superficielles de ces régions pour lesquelles températures et salinités varient généralement en sens contraire.

La salinité croît assez régulièrement quand on s'éloigne, vers le Sud ou vers l'Ouest, du fond de la baie de Biafra, à l'exception d'une bande côtière plus dessalée que les eaux du large. La valeur 33,5 o/oo est atteinte au voisinage de l'Equateur d'une part, sur le méridien de Cotonou d'autre part.

Au Sud de l'Equateur, les isohalines ont tendance, comme les isothermes, à s'orienter parallèlement à la côte, les plus fortes valeurs étant les plus au large.

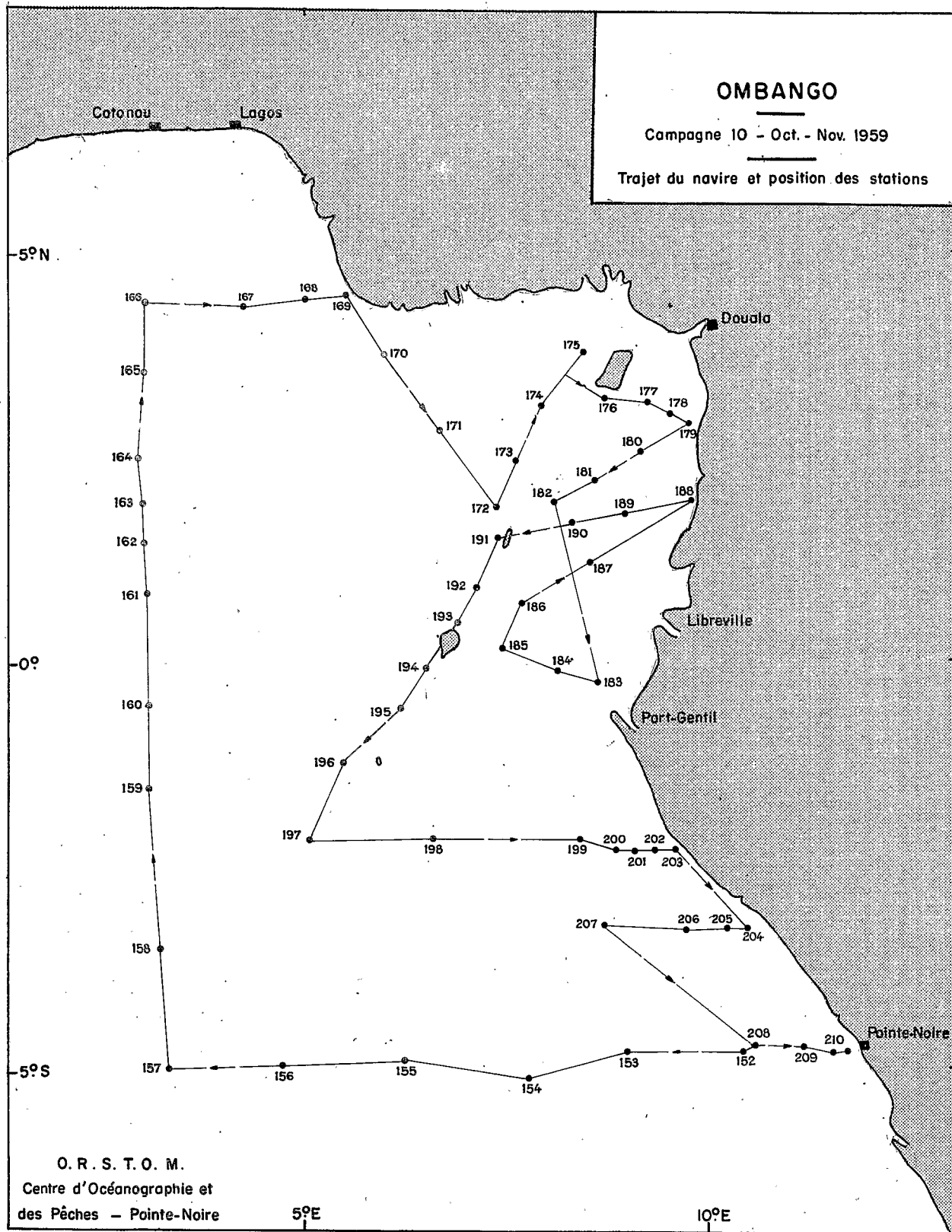


Figure 1

FIG. 2

# OMBANGO

Campagne 10 - Oct. - Nov. 1959

Températures de surface corrigées  
des variations diurnes

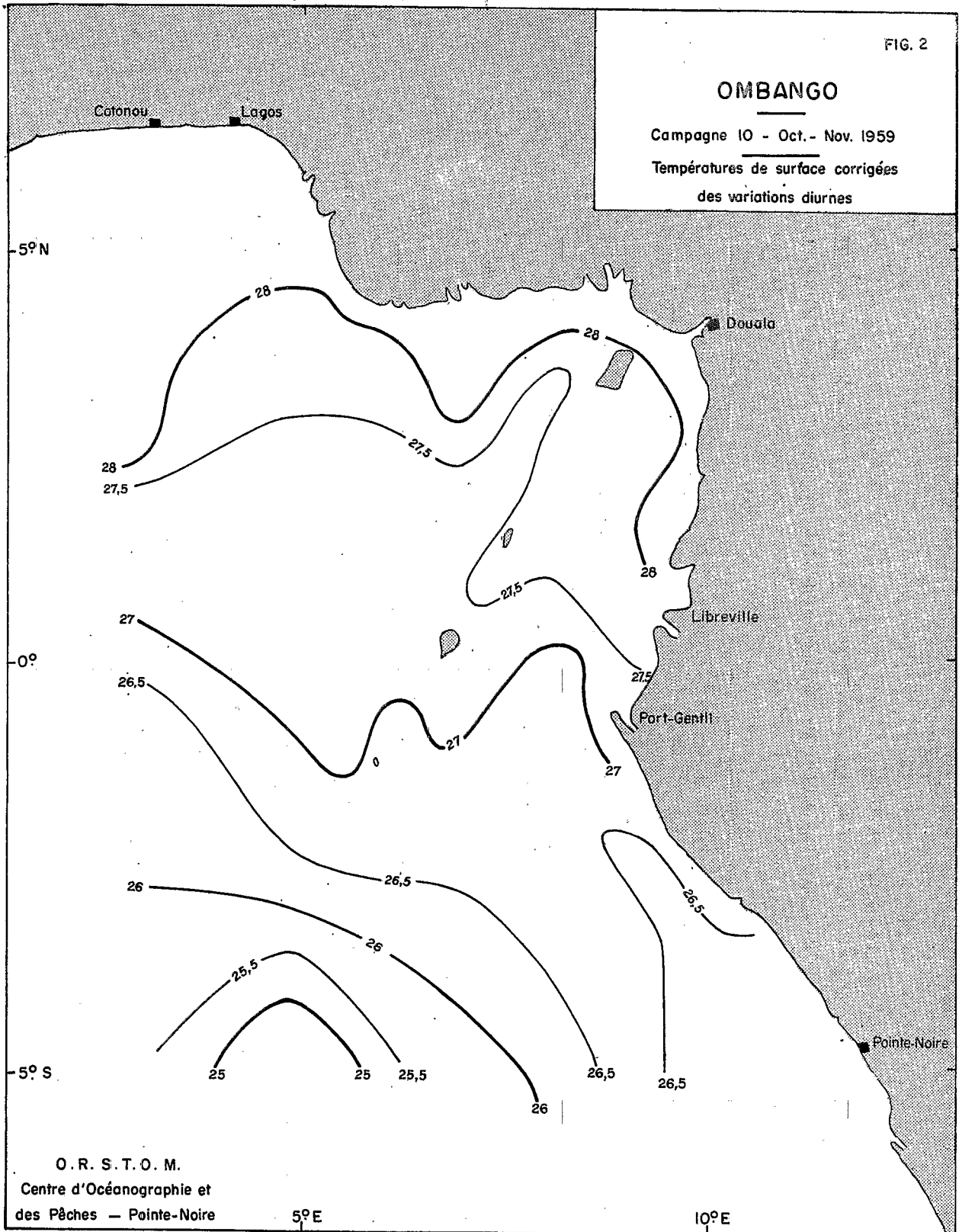


Figure 2

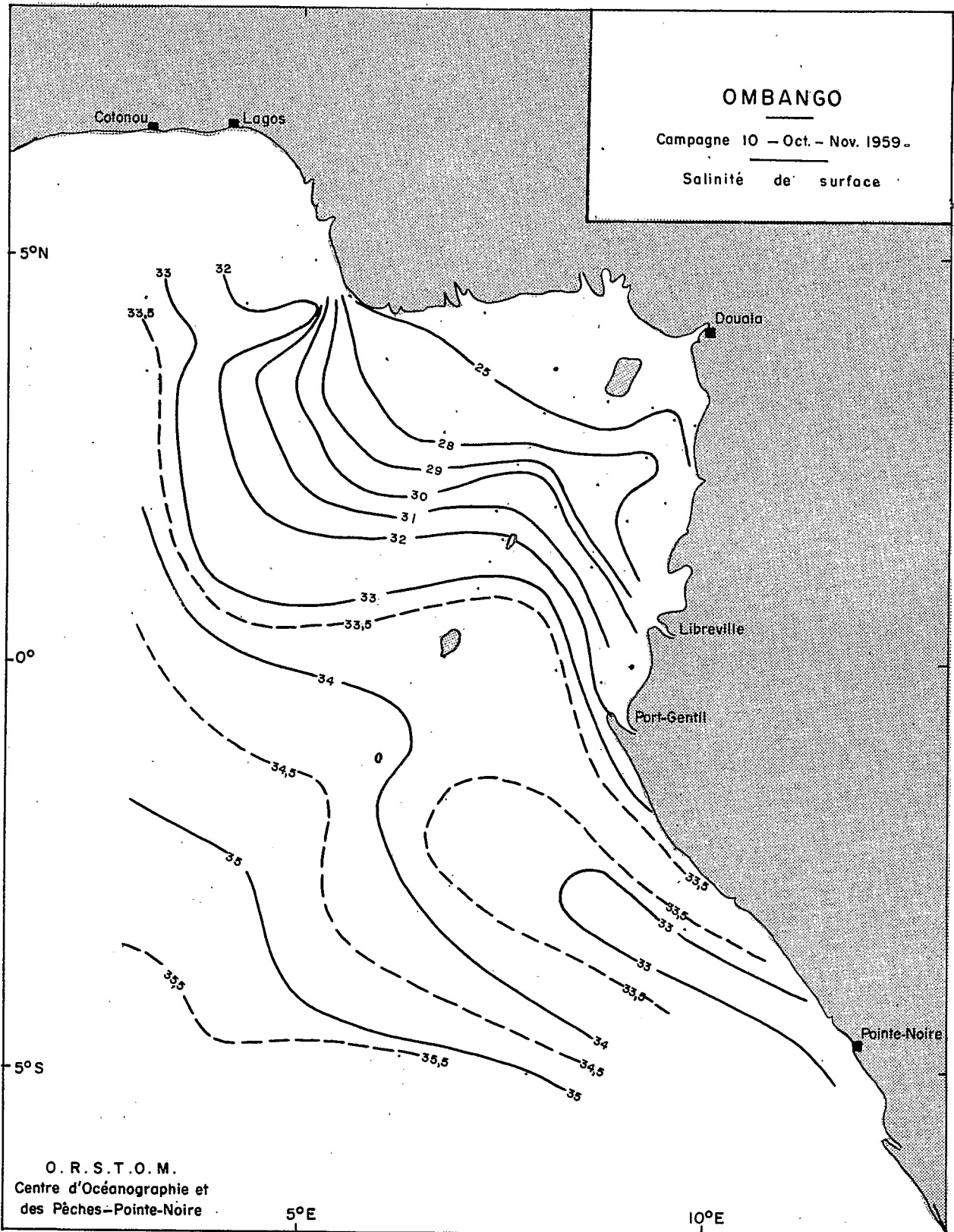


Figure 3

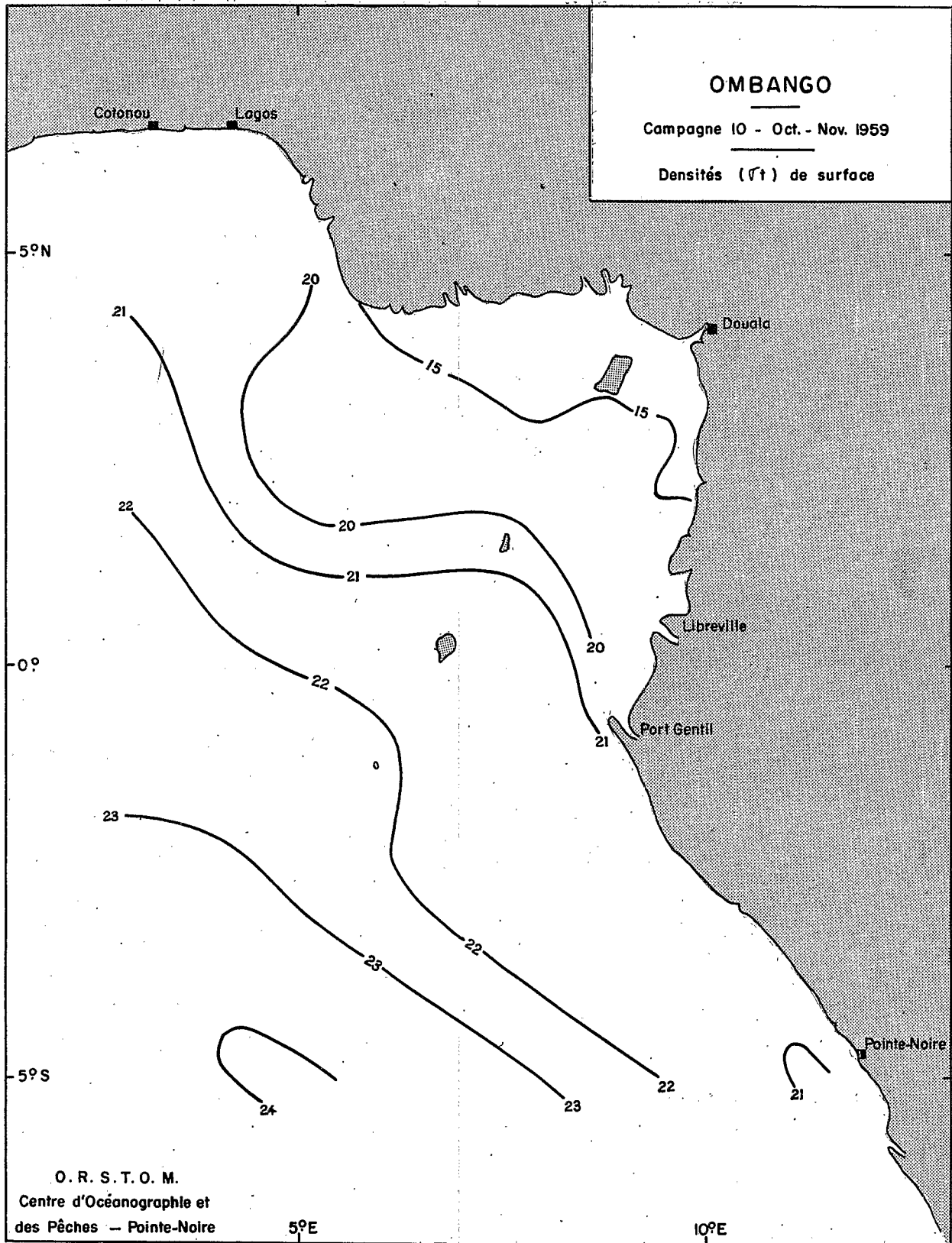


Figure 4



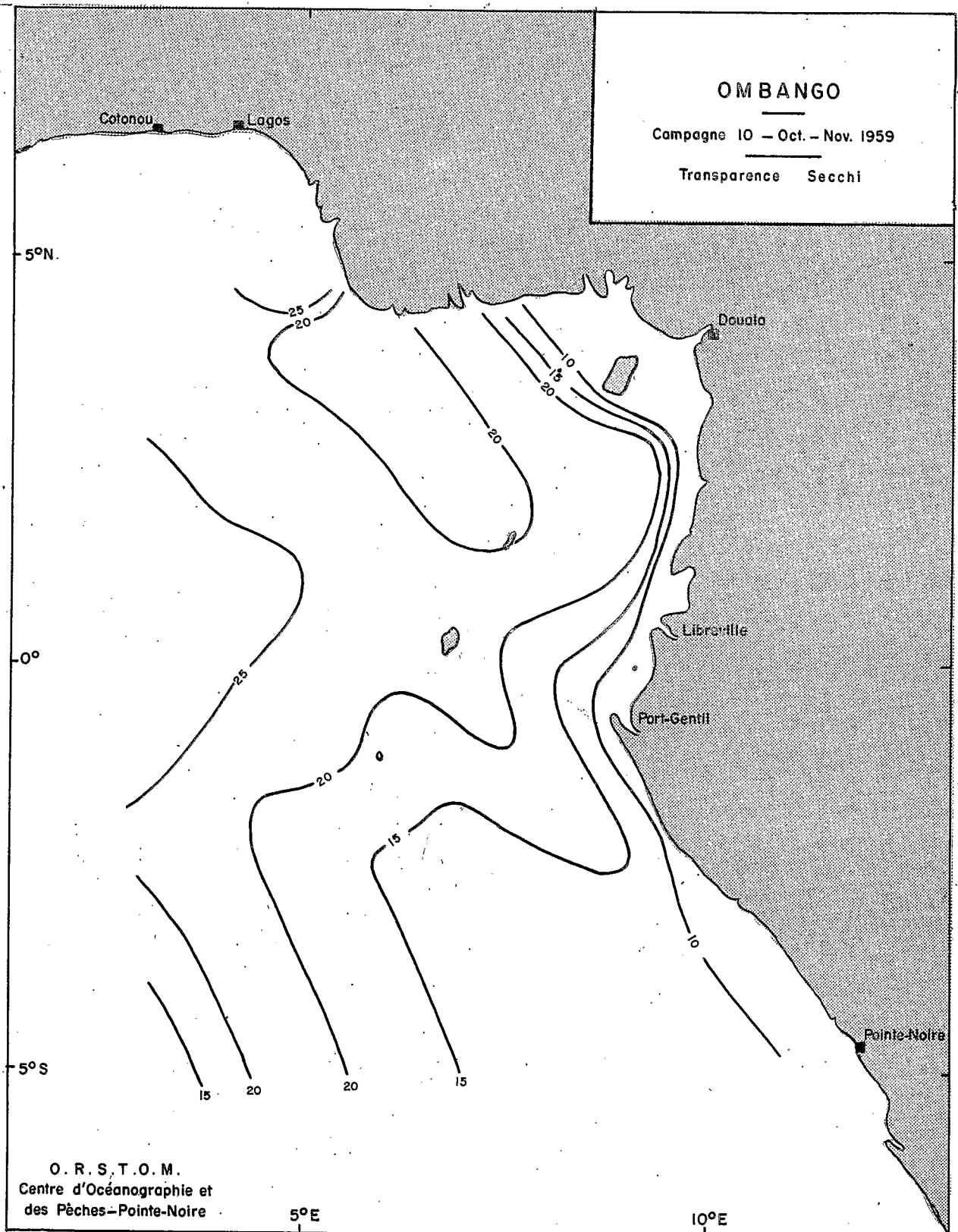
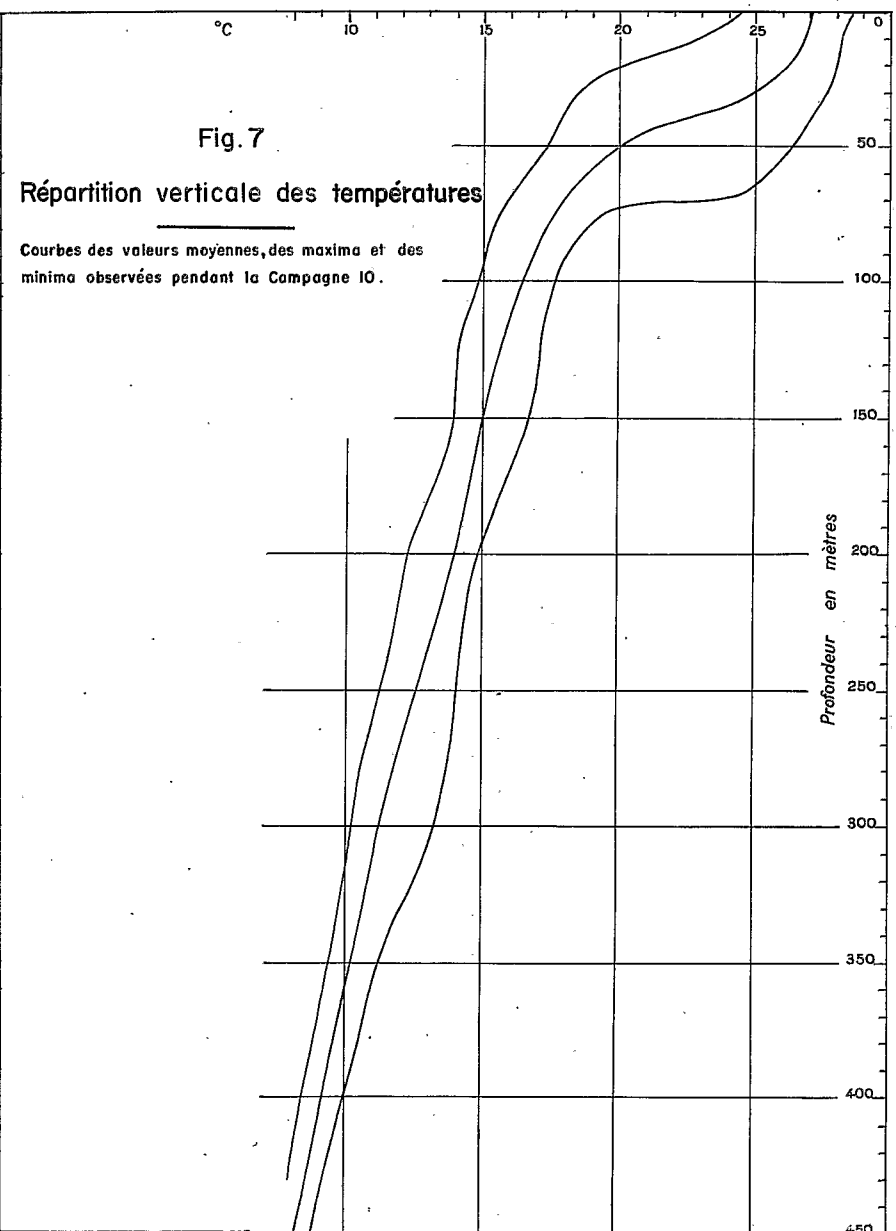
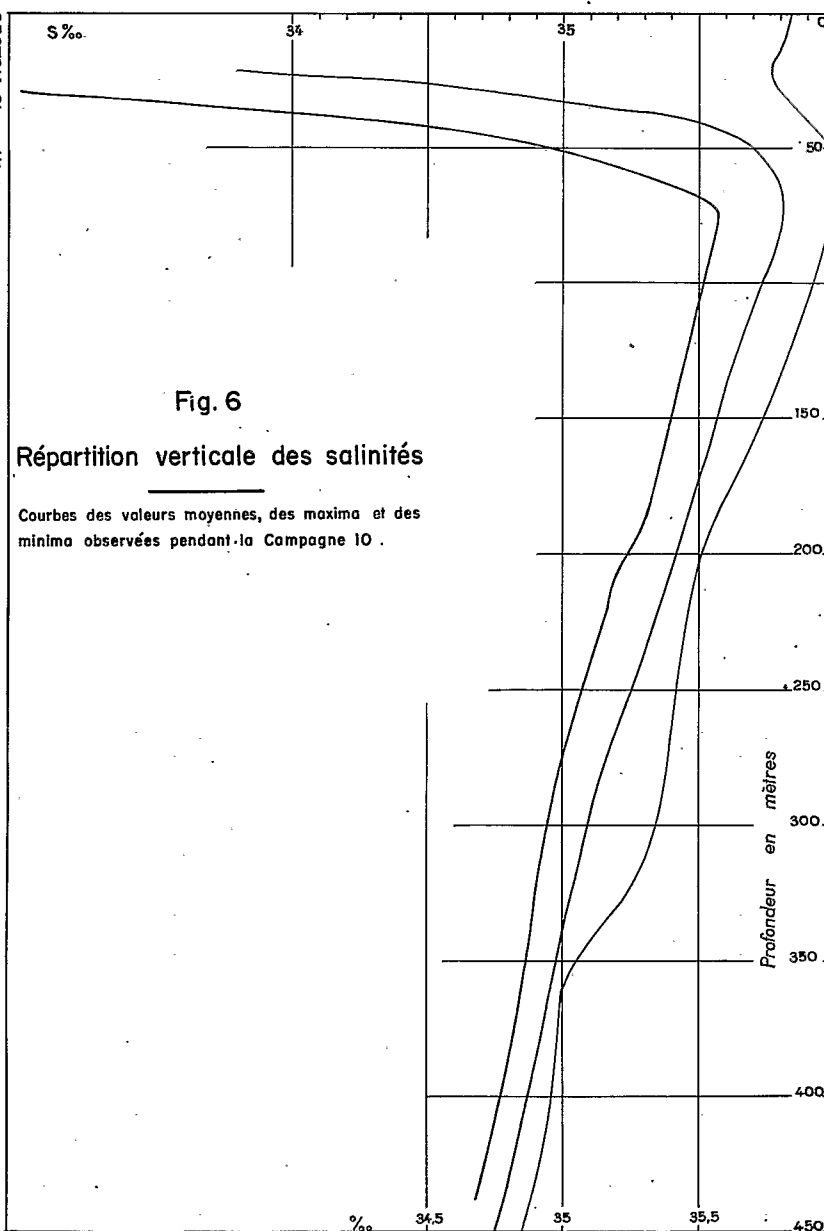


Figure 5



Mise à part une assez faible surface dans le Sud-Ouest, toute la région étudiée offre des salinités superficielles inférieures à 35 ‰.

La langue de dessalure qui part de Pointe-Noire peut raisonnablement être attribuée aux eaux fluviales de la région et notamment du Congo, bien que des observations récentes paraissent indiquer que les eaux de ce fleuve se dirigent plutôt vers l'Ouest, et même le Sud-Ouest que vers le Nord-Ouest<sup>⊗</sup>.

La carte des isopycnes (fig.4) reproduit les grands traits communs aux cartes d'isothermes et d'isohalines : eaux légères, parce que chaudes et dessalées, en baie de Biafra, de plus en plus denses vers le Sud et vers l'Ouest, avec des isolignes orientées, dans la partie nord suivant méridiens et parallèles, et plus ou moins parallèlement à la côte au Sud de l'Equateur.

Le  $\sigma_t$  est voisin de 15 à Fernando Pô, de 20 à l'île du Prince, de 22 à Annobon, de 24 à 200 milles dans le SW de cette île.

Les résultats des observations sur la transparence (fig.5) s'interprètent comme résultant d'une part des influences continentales d'autre part de la règle générale dans le golfe de Guinée qui veut que les eaux les plus chaudes soient aussi les plus claires. On trouve ainsi deux zones principales d'eaux turbides - l'une au fond de la baie de Biafra, en relation avec d'importants écoulements fluviaux, l'autre en bordure de côte.

Les eaux du Nord sont plus transparentes que les eaux du Sud, plus froides. La densité des observations dans le NW de Pointe-Noire ne permet pas de décider si la langue dessalée signalée plus haut est aussi celle de la plus forte turbidité.

## II - LA REPARTITION VERTICALE DES TEMPERATURES, SALINITES ET DENSITES

Les courbes de répartition verticale des températures, salinités et densités mettent en évidence une structure verticale de même allure dans toute la zone étudiée, et analogue en tous points à celle de la grande saison chaude (G.R.BERRIT- ).

a) Une couche de couverture, approximativement isotherme, d'une épaisseur de l'ordre de 30 m avec une salinité relativement basse (moins de 35 ‰).

<sup>⊗</sup> Documents du Centre d'Océanographie et des Pêches de Pointe-Noire.

La stabilité de cette couche est généralement faible, voire nulle.

Dans les zones de forte dessalure superficielle il arrive fréquemment que l'on ait à distinguer plusieurs couches, deux généralement, de salinités assez différentes; la plus superficielle, dont l'épaisseur est de moins de 10 m est caractérisée par des valeurs faibles (moins de 30 ‰) qu'on peut attribuer à une dessalure récente par les précipitations ou les apports fluviaux.

Il arrive aussi que cette couche ait une température légèrement inférieure à celle des eaux sous-jacentes: des inversions de température de l'ordre du dixième de degré sont couramment observées dans les dix premiers mètres.

b) La couche thermocline où la température passe de 26° à 18° environ sur une épaisseur qui va de quelques mètres à une trentaine suivant les stations. A peu près au même niveau la salinité augmente nettement. Les couches haloclines<sup>✕</sup> et thermoclines coïncident généralement sur une partie de leur épaisseur, mais la profondeur moyenne de l'halocline est toujours plus faible que celle de la thermocline. La différence va de 0 à 30 m, en relation principalement avec l'existence et l'importance d'une couche d'eau tropicale.

Accroissement de salinité et baisse de température concourent pour former une pycnocline très nette et donner à la couche où se recouvrent thermocline et halocline une stabilité considérable.

Le maximum de salinité est atteint au voisinage de la surface inférieure de la thermocline et le plus souvent au-dessous.

c) La température décroît ensuite à peu près régulièrement, ainsi que la salinité, jusqu'à un niveau voisin de 300 m où se marque une augmentation simultanée des gradients de température et de salinité. C'est le niveau de la seconde thermocline, plus ou moins nette. L'influence thermique sur la densité est prédominante et on observe une pycnocline, à ce niveau.

d) La température continue de décroître, ainsi que la salinité, dont le minimum n'est pas observé dans cette campagne, les mesures n'ayant pas dépassé 500 m<sup>\*\*\*</sup>.

-----  
✕ Alors que la thermocline est facilement observable à l'aide du bathythermographe, l'halocline n'est connue que par les courbes de salinités construites par points espacés généralement de 10 m.

\*\*\* Nous savons par ailleurs qu'il se situe ordinairement au voisinage de 700 m.

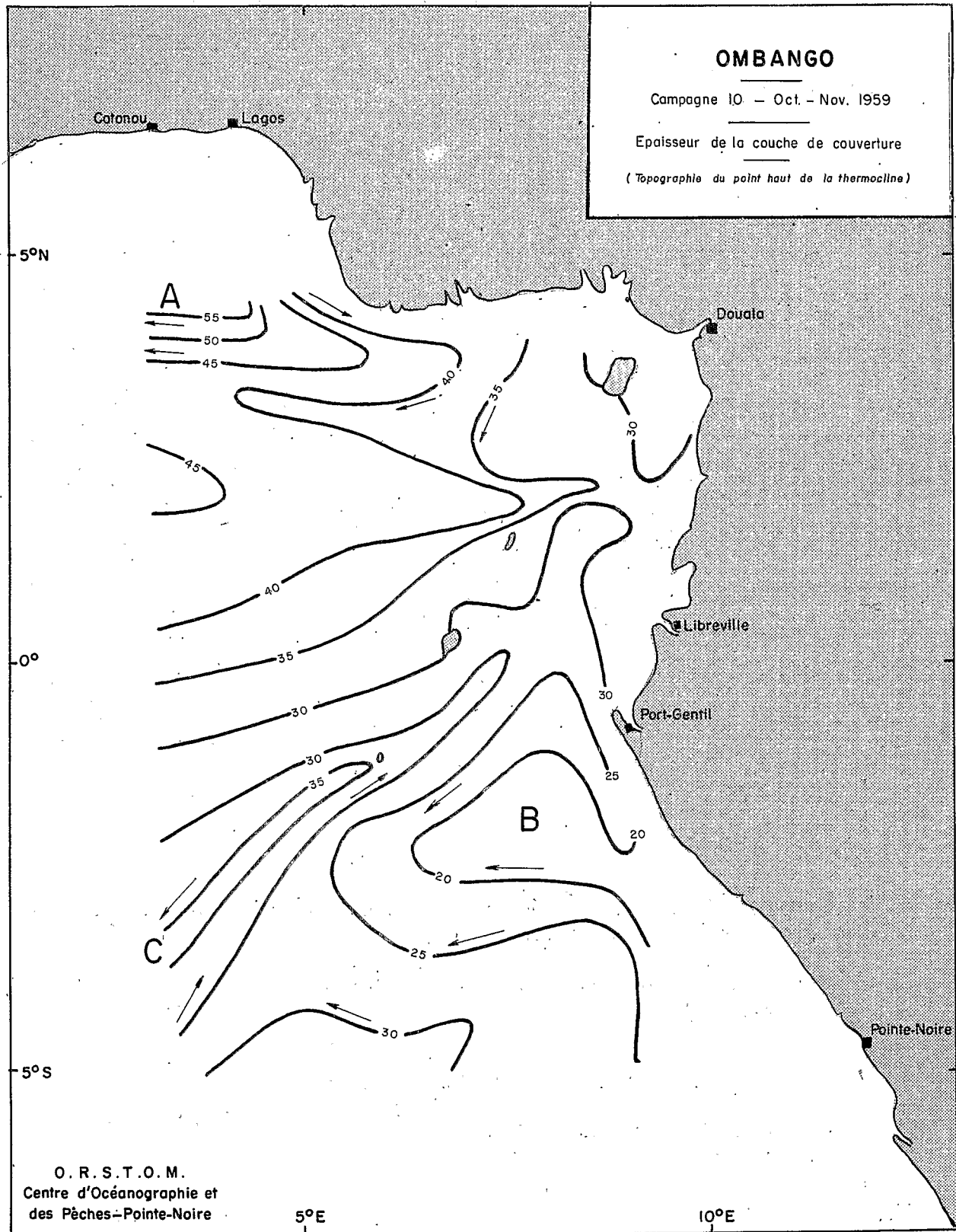


Figure 8

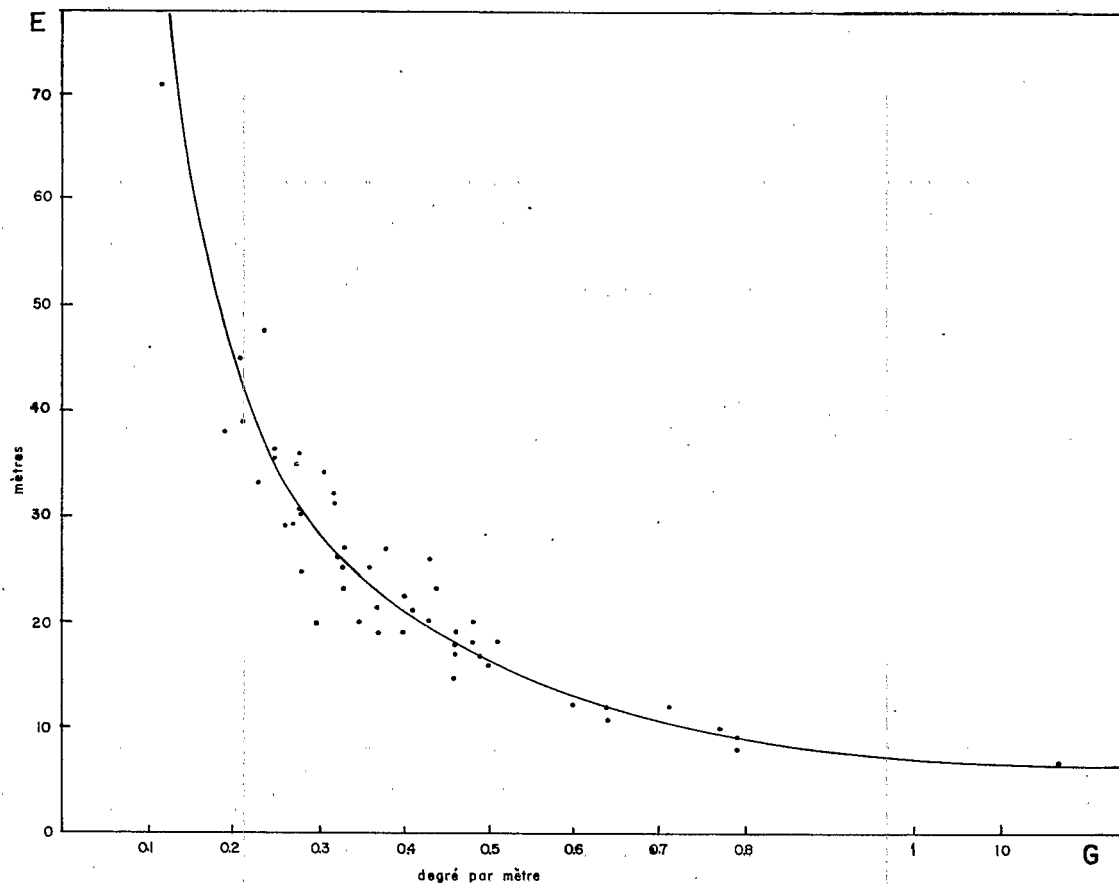


Fig.9. Relation entre l'épaisseur E de la thermocline et le gradient G

L'hyperbole  $G = \frac{9}{E+2}$  est représentée en trait plein

On trouvera en annexe<sup>☞</sup> les tableaux des valeurs moyennes, maximums et minimums, des températures, salinités et densités aux profondeurs standard.

Les immersions des valeurs rondes et leurs moyennes sont également données en annexe.

### III - LA COUCHE DE COUVERTURE ET LA THERMOCLINE

La couche de couverture (fig.8), limitée par le premier crochet de la courbe bathythermique a une épaisseur de quelques dizaines de mètres.

☞ Voir IIIème Partie "Résultats d'observations"

De la baie de Biafra vers l'Ouest, la tendance est à un épaississement, indice d'une composante sud de la circulation relative aux couches plus profondes - Sur la coupe méridienne de Cotonou, on observe entre les stations 165 et 166 (région marquée A) une nette augmentation (de 41 m à 56 m) du Sud au Nord, indice d'un fort courant ouest.

Au Sud de l'Equateur, la figure est complexe, avec une épaisseur généralement inférieure à 30 m. On relève une circulation relative parallèle à la côte et une boucle de courants centrée sur les stations 198 - 199 (marquée B sur la figure) où l'épaisseur de la couche de couverture tombe au-dessous de 20 m.

Plus à l'Ouest les fortes valeurs relevées aux stations 156 et 158 relèvent probablement d'un autre système de courants (région marquée C).

La thermocline, examinée sur les thermogrammes, a une épaisseur qui va d'un minimum de 3 m (st.196) à un maximum de 71 m (st.159). Les valeurs les plus fréquentes (70 %) sont comprises entre 10 et 30 m. La moyenne pour les stations de la campagne est de 25 m.

L'"intensité", c'est-à-dire le gradient de température au sein de la thermocline, varie aussi notablement d'une station à une autre : le minimum est de 0,12 par mètre (st.159), le maximum de 2,10 par mètre (st.196), la moyenne des stations est de 0,43 par mètre. Suivant la règle générale, les fortes intensités correspondent à des thermoclines peu épaisses et inversement. La relation est assez étroite et peut être représentée par la formule

empirique  $G = \frac{9}{E + 2}$ , où G est le gradient en degré par mètre et E l'épaisseur en mètres (fig.9).

La température du point haut de la thermocline est en moyenne de 26,5 (minimum 24,4, maximum 27,6) et celle du point bas, moins bien défini généralement, de 17,6 (minimum 15,5, maximum 20,0).

En résumé les caractéristiques moyennes de la thermocline sont les suivantes dans la zone couverte par la campagne :

Point haut	à	31 m	-	température 26,5
Point bas	à	59 m	-	température 17,6
Profondeur moyenne	:	45 m		
Epaisseur	:	28 m		
Moyenne des Intensités	:	0,42		par mètre.

\* Toutes les moyennes données sont pondérées d'après la répartition géographique des observations.

La carte de la profondeur moyenne de la thermocline (fig.10) suggère une circulation analogue, dans ses grandes lignes, à celle qu'on peut déduire de la topographie du point haut: courant Est entre le cap Formose et Fernando Pô, courant Ouest plus à l'Ouest; dérive Sud dans la région des îles.

Au large de la côte entre Pointe-Noire et Port-Gentil, courant nord-ouest; plus au large, courant nord -

#### Les catégories d'eau de la couche de couverture (Fig.11)

La couche de couverture est constituée presque partout d'eau guinéenne ( $t > 24^\circ$ ,  $S < 35$  o/oo). Deux zones font exception à cette règle: on y trouve de l'eau tropicale ( $t > 24^\circ$ ,  $S > 35$  o/oo) en surface; ce sont les deux régions du Sud-Ouest (stations 154 à 158, 196, 197) et du Nord-Ouest (St.165, 166, 167). Ailleurs l'isohaline de 35 o/oo est généralement très voisine (et au-dessous) du point haut de la thermocline, quand elle ne coïncide pas pratiquement avec lui.

Sauf dans les deux régions déjà signalées, l'isotherme de  $24^\circ$  est aussi confondu (à quelques mètres près, marge de l'erreur) avec l'isohaline de 35 o/oo. Il n'y a donc pas d'eau tropicale entre l'eau guinéenne de surface et les eaux froides.

L'eau tropicale apparaît dans le Nord-Ouest, au-dessous de l'eau guinéenne (fig.11) sur une épaisseur qui atteint 25 m et dans le Sud où on la trouve d'abord en surface sur quarante mètres puis s'enfonçant vers le Nord en diminuant d'épaisseur entre l'eau guinéenne et l'eau froide jusqu'à disparaître.

#### IV - LE MAXIMUM DE SALINITE

Au-dessous de la couche de couverture la thermocline est constituée essentiellement d'une eau de  $26^\circ$  à  $18^\circ$  dont la salinité croît rapidement avec la profondeur. Le maximum de salinité se place en règle générale au-dessous du point bas, mais dans quelques cas au sein même et dans la partie inférieure de la thermocline.

Les plus fortes valeurs, voisines de 36 o/oo, ont été observées dans la région des îles Sao Tomé - Annobon (fig.12). On retrouve là, à une profondeur moyenne de 60 à 70 m, la masse d'eau salée déjà rencontrée et signalée en d'autres saisons (G.R. BERRIT-1959-...) et dont le maintien ne peut s'expliquer que par une circulation fermée.

Les profondeurs auxquelles se situe le maximum de salinité varient de 0 à 100 m, et on peut se demander si cette eau particulièrement salée constitue une seule couche continue ou si elle ne représenterait pas plusieurs



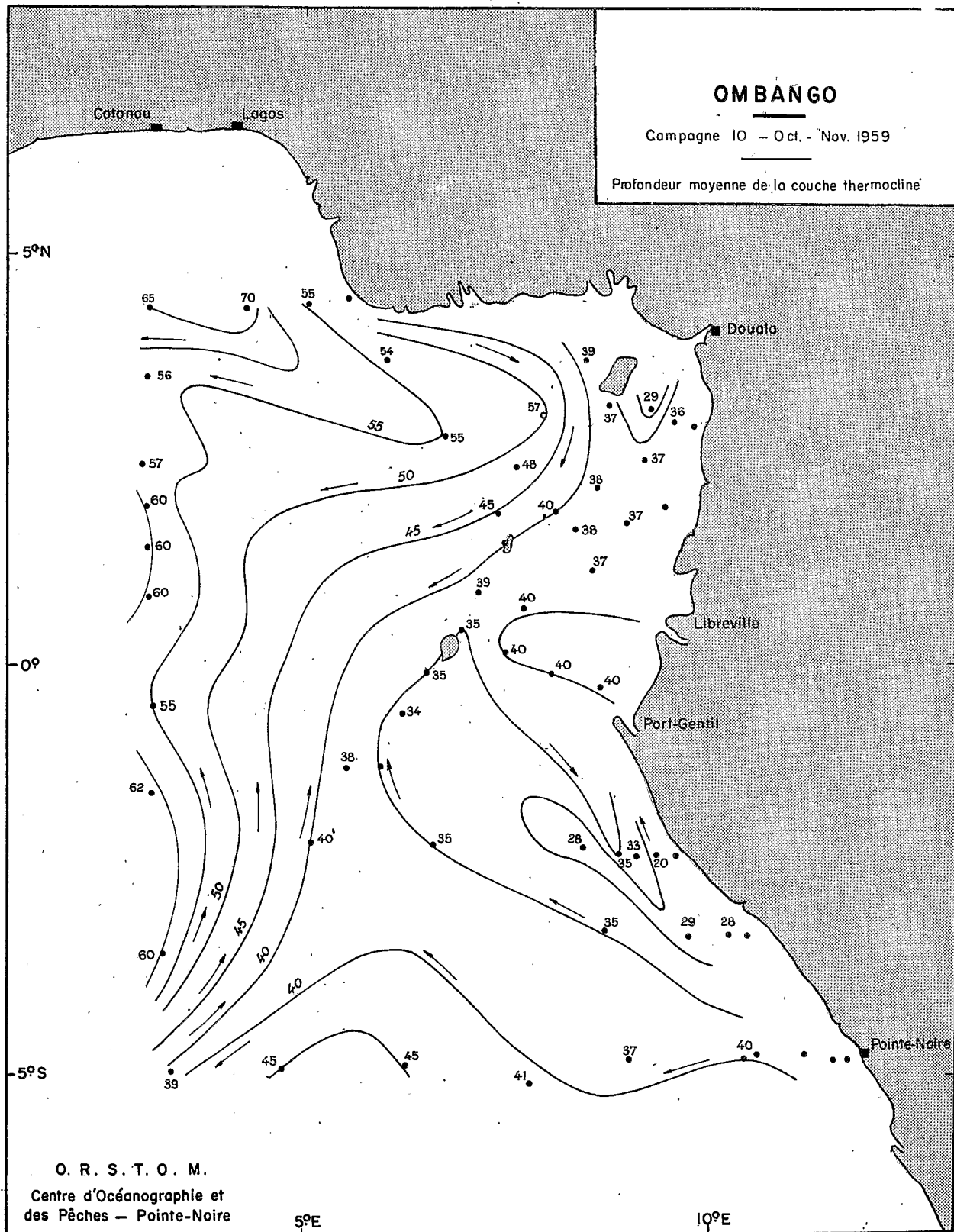


Figure 10



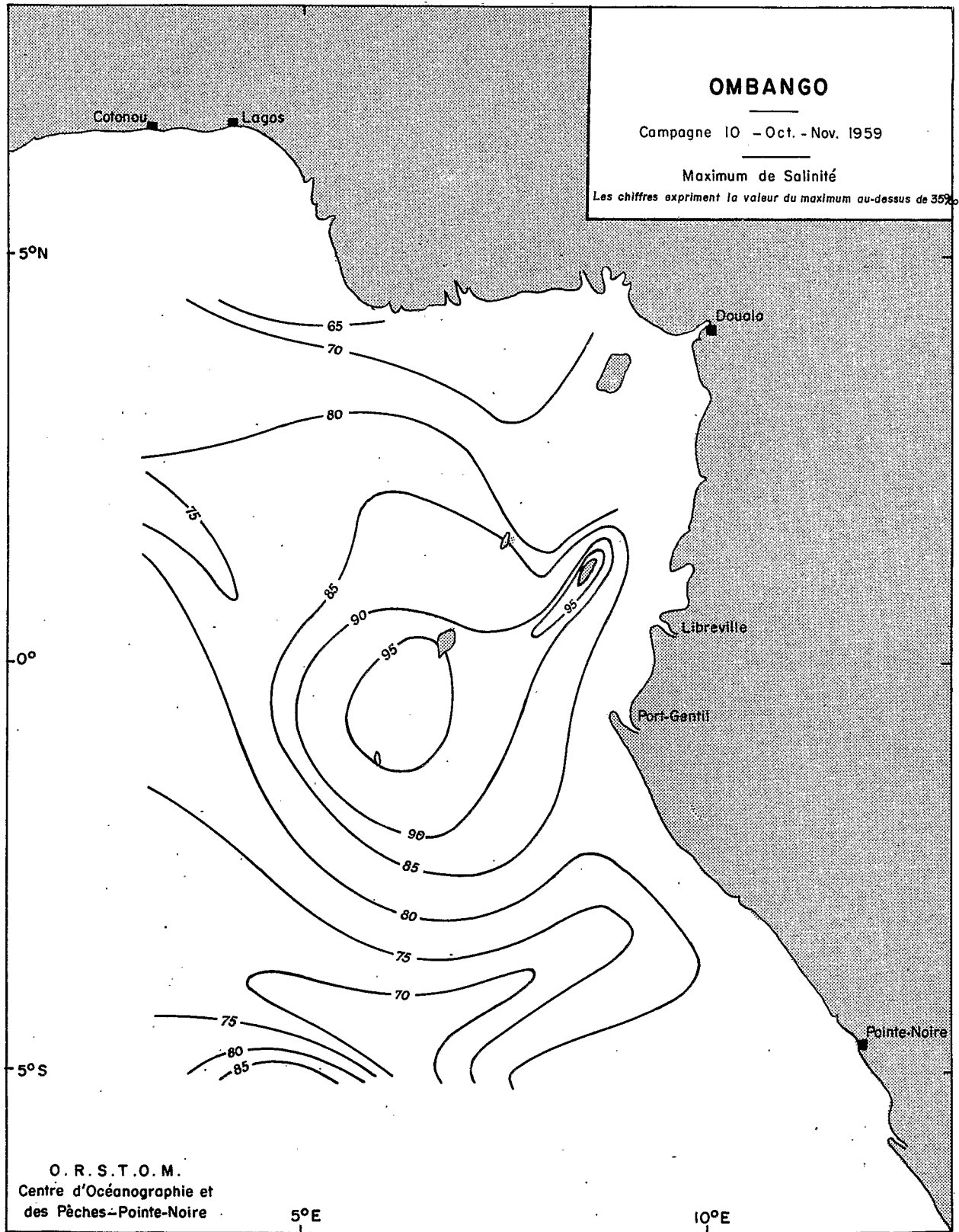


Figure 12

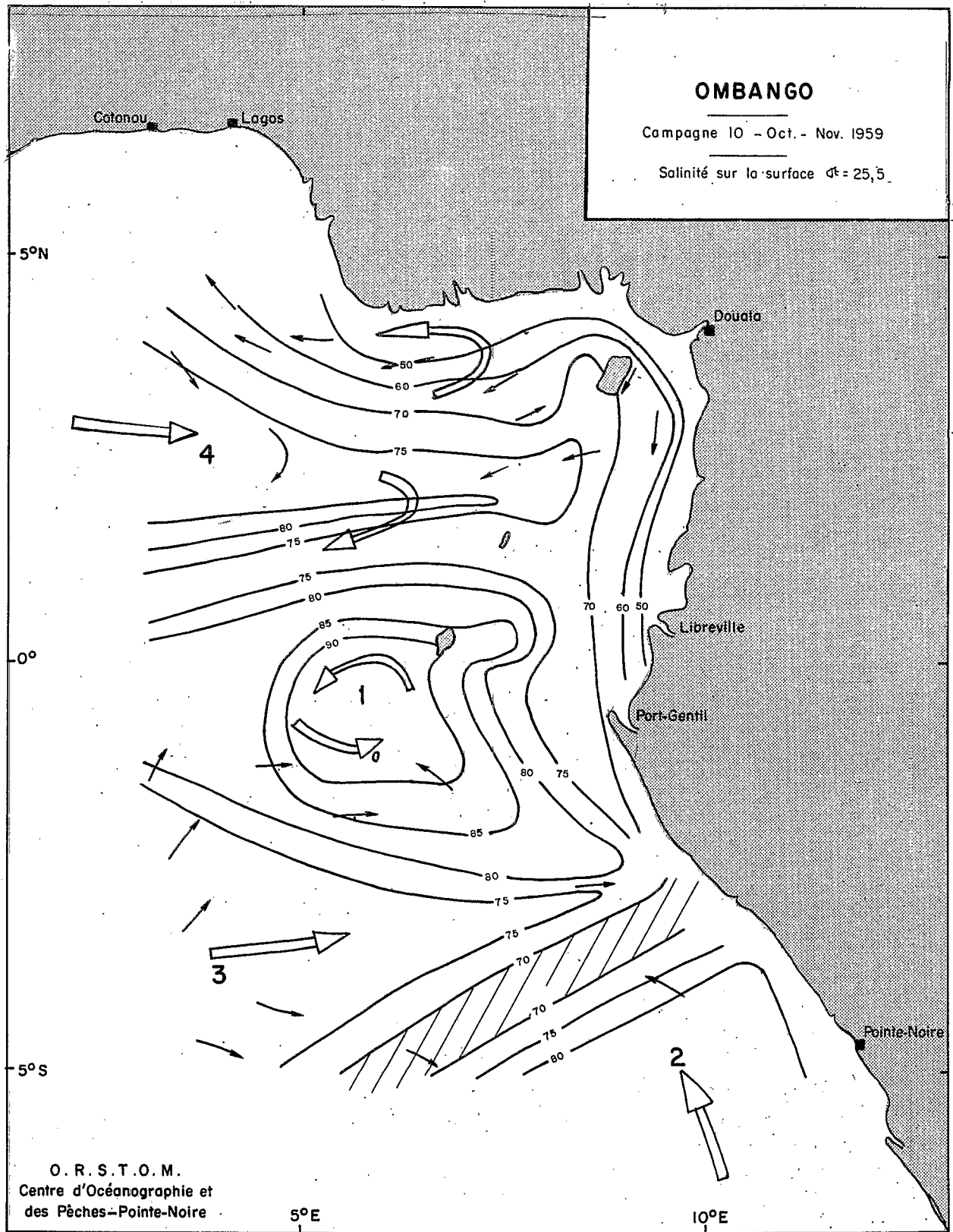


Figure 13

couches à des niveaux différents. On a représenté (fig.13) la salinité de la surface moyenne  $\sigma_t = 25,5$  qui correspond, en gros, à la zone où se place le maximum. On voit que les deux figures 12 et 13 diffèrent assez peu l'une de l'autre et font apparaître des mêmes traits essentiels. Donc, même si les maximums ne se trouvent pas exactement sur la même surface  $\sigma_t$ , et participent ainsi à des circulations un peu différentes, la couche salée, prise dans son ensemble peut être considérée comme unique, et traitée comme telle.

En l'absence de toute mesure directe de courants et vu la proximité de l'Equateur, il est difficile d'examiner la circulation dans cette couche et d'interpréter les variations du maximum. La seule donnée utilisable est le courant géostrophique à 50 m (au voisinage de la surface  $\sigma_t = 25,5$ ).

Les directions de ce courant ont été portées sur la figure 13 qui peut s'interpréter de la façon suivante :

- Dans la région Annobon-Sao Tomé (zone 1 sur la fig.13) se trouve une masse isolée, soumise à une circulation fermée de sens droite-gauche probablement.

- Au Sud-Est (zone 2) une masse progresse parallèlement à la côte en se dessalant assez rapidement.

- Au Sud-Ouest (zone 3) on trouve le maximum en surface (à la station 157). La partie inférieure (vers les 50 mètres) de cette couche salée circule dans la direction Est et avance en coin entre les systèmes 1 et 2.

- Au Nord un quatrième système amène jusqu'au Nord de l'île du Prince des eaux à 35,80 o/oo environ en provenance de l'Ouest - et qui reviendrait vers l'Ouest en se divisant en deux branches nord et sud.

V - L'EAU CENTRALE - STABILITE DE L'EAU CENTRALE -  
LA SECONDE THERMOCLINE - PYCNOCLINES ET COUCHES  
A FAIBLE STABILITE.

Les points figuratifs du maximum de salinité se placent sur le diagramme T.S. sur la droite de l'eau centrale dont ils représentent la partie supérieure. Les observations de la campagne 10 confirment une fois encore le caractère rigoureux de la relation T.S. : entre 100 m et 500 m la salinité peut être déduite avec une précision de  $\pm 0,04$  o/oo de la relation linéaire :

$$S = 33,83 + 0,113 t$$

où S est exprimé en o/oo et t en degrés centigrades.

On retrouve généralement dans l'eau centrale la seconde thermocline à des profondeurs qui vont de 180 m à 350 m (Annexe n°10)<sup>✱</sup>. Elle n'apparaît pas à toutes les stations et elle est souvent peu marquée : le gradient n'atteint nulle part 0,1 par mètre<sup>✱✱</sup>.

En ce qui concerne la densité, on rencontre fréquemment, plus ou moins bien marquée, la distribution suivante : le gradient de  $\sigma_t$ , d'abord assez fort jusqu'à 150 m diminue et on trouve souvent une épaisseur d'une cinquantaine de mètres où le gradient (et la stabilité) tombent à des valeurs très faibles (Annexe n°11)<sup>✱</sup>. Plus bas le gradient augmente à nouveau et passe par un maximum de l'ordre de  $5 \cdot 10^{-3} \sigma_t/m$ , généralement entre 200 et 300 m. C'est le niveau de la seconde pycnocline qui coïncide à peu près avec celui de la seconde thermocline.

Il est à noter qu'à ce même niveau on constate également une augmentation du gradient vertical de salinité qui tend à diminuer l'effet thermique sur la variation de densité dans la couche de la seconde thermocline.

## VI- DYNAMIQUE

Aucune mesure directe ni estimation des courants n'a été réalisée durant la campagne. Le calcul du courant géostrophique est donc, en dehors des connaissances traditionnelles, la seule base qui permette de construire un schéma de la circulation.

Le niveau de référence a été choisi à 250 db considéré comme surface de moindre mouvement dans la tranche d'eau soumise aux observations.

### Courant de surface

La figure 14 représente la topographie dynamique de surface. De part et d'autre de la zone d'indétermination équatoriale on relève les traits suivants :

Dans la région nord, un courant dont la vitesse est de l'ordre du noeud porte à l'WNW.

Au Nord et au Sud de cette veine principale des contre-courants orientés ESE dans l'Ouest de Fernando Pô et sur le méridien de Cotonou vers 3°N.

<sup>✱</sup> Voir IIIème Partie "Résultats d'observations"

<sup>✱✱</sup> Depuis les observations de la campagne 10, on a relevé fréquemment des enregistrements bathythermographiques de cette seconde thermocline dont le gradient paraît pouvoir atteindre des valeurs plusieurs fois plus élevées.

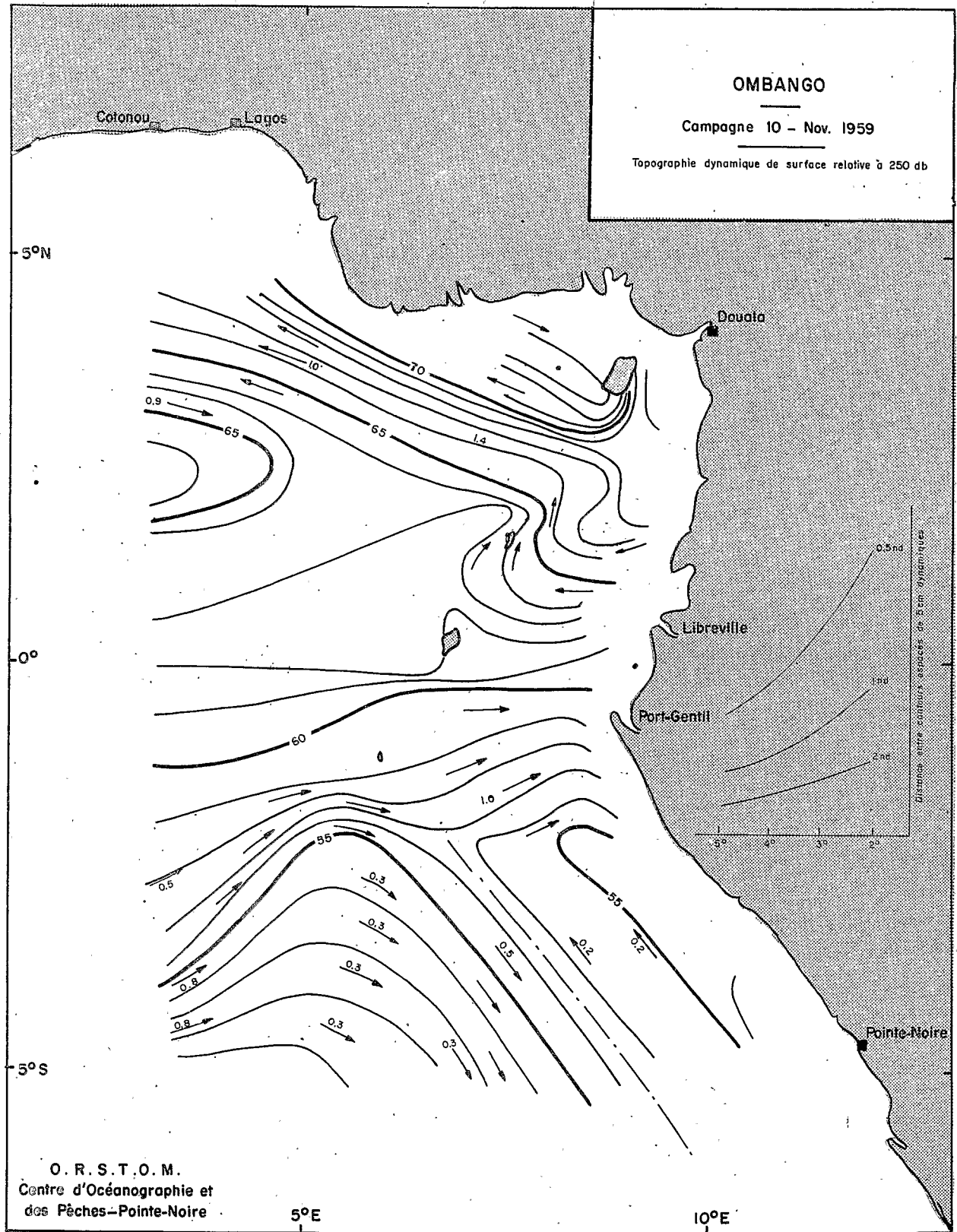


Figure 14





Pendant la grande saison chaude en 1960 (G.R. BERRIT- ) on a aussi observé un courant de composante W à une cinquantaine de milles plus au Sud. En saison froide (G.R. BERRIT-1959) ce courant serait plutôt dirigé vers le SW.

Quant au courant Est, extrémité du contre-courant-équatorial, on n'en reconte, pendant la campagne 10, aucune indication ailleurs que sur le méridien de Cotonou.

Au Nord de l'Equateur, une ligne de faible convergence, parallèle à la côte à 150 milles environ au large. A l'Est de cette ligne le courant portant au NW est bien connu des navigateurs mais avec des vitesses considérées généralement comme nettement supérieures à ce qu'indique le calcul dynamique\*.

A l'Ouest de la ligne de convergence le courant porte au SE avec des vitesses de 0,3 à 0,5 noeud.

Le champ de courants au Sud de l'Equateur est analogue à celui qui a été relevé en grande saison chaude (G.R. BERRIT- ). On trouve là une nouvelle confirmation de l'existence d'un flux portant à l'Est, puis au SE aux latitudes comprises entre 5°S et 2°S. Le courant NW parallèle à la côte n'est qu'une dérive qui s'étend plus ou moins loin vers le large, mais guère au-delà de 100 ou 200 milles.

A la profondeur de 50 m c'est-à-dire au niveau de la thermocline la carte du courant géostrophique (fig.15) reproduit les lignes principales de la circulation de surface avec des vitesses beaucoup plus faibles. A 100m la surface isobarique est déjà pratiquement parallèle à la surface de référence.

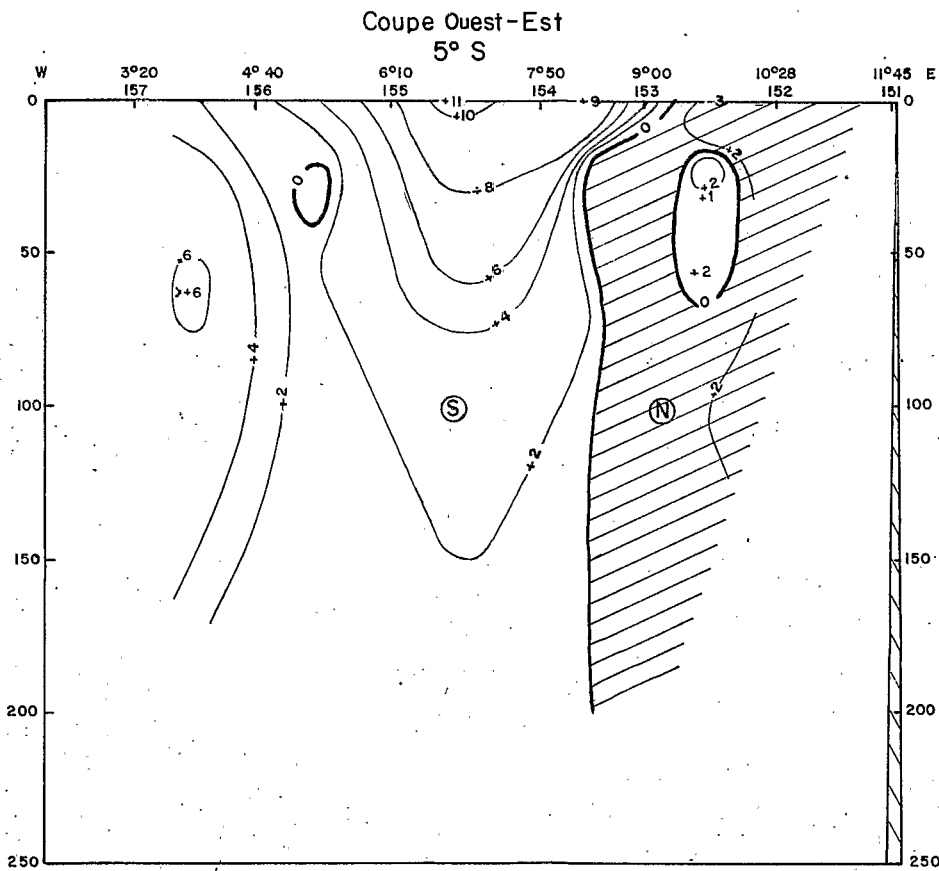
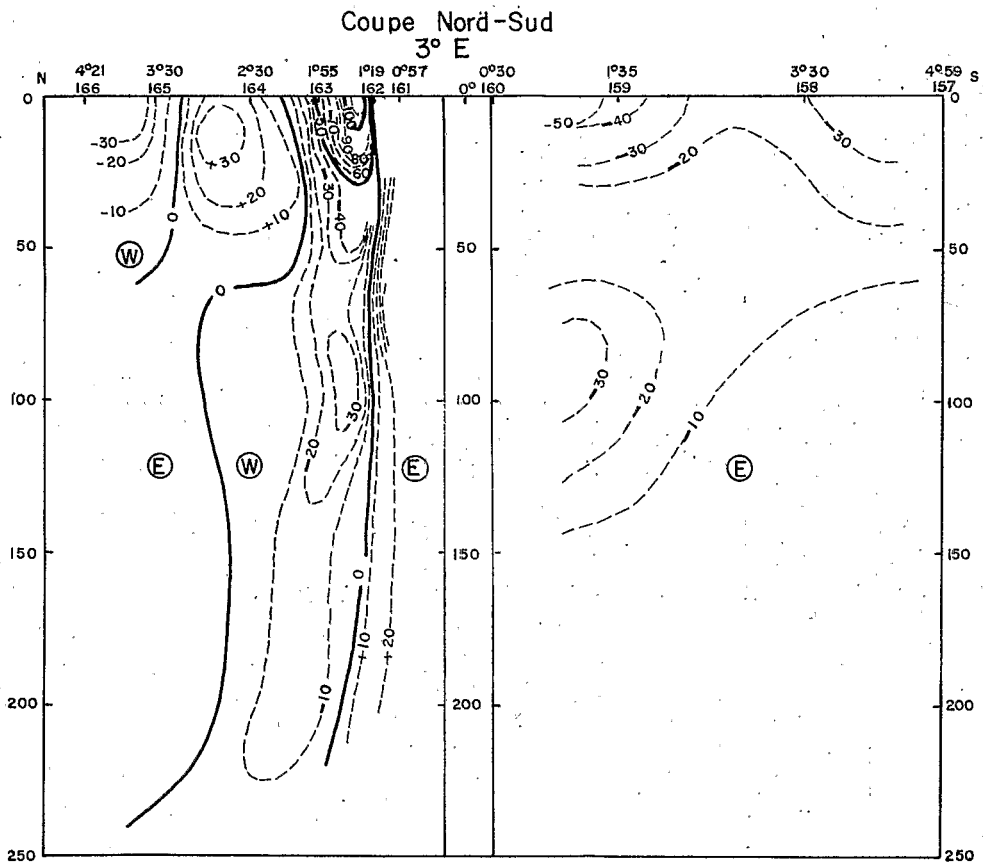
La figure 16 donne l'orientation et la force des courants calculés pour les coupes 5°S (Est-Ouest) et 3°E (Nord-Sud) de la surface à 250 mètres.

Coupe 5°S - Les courants sont partout faibles (le maximum est de 11 cm/s) et s'annulent pratiquement dès 100 ou 150 m.

On trouve d'abord, de la côte à 8°E environ un faible flux portant au Nord, puis un flux plus important au Sud avec des vitesses de 0,2 à 0,1 noeud entre la surface et 100 mètres.

Sur la coupe NS par 3°E le flux a généralement une composante Est à l'exception de deux veines qui portent à l'Ouest. L'une, vers 4°N, n'a qu'une

-----  
\* Les Instructions Nautiques indiquent (Edition 1943) "Entre l'embouchure du Congo et le cap Lopez on trouve un courant général très net dirigé vers le NW ou le NNW et dont la vitesse constante est approximativement 2 noeuds" . L'indication de 2 noeuds est considérée localement comme trop élevée . On admet des vitesses généralement de 0,5 à 1 noeud.



COURANT GEOSTROPHIQUE SUR UNE COUPE MERIDIENNE ( 3° E )  
ET UNE COUPE PARALLELE ( 5° S )

Vitesses en cm/s.

*Figure 16*

épaisseur de l'ordre de 50 m, l'autre se développe plus profondément avec des fortes valeurs de vitesses, particulièrement en surface.

Si on fait le bilan des volumes qui traversent ces deux coupes on constate que les transports méridiens sont très faibles : de la côte à 3°E et dans la tranche 0-250 m, le flux entrant (vers le Nord) est de 1 600 000 m<sup>3</sup>, le flux sortant (vers le Sud) de 2 700 000 m<sup>3</sup>.

Dans le sens Est-Ouest les transports sont nettement plus importants : on trouve entre 5°S et 4°N (en exceptant la zone équatoriale d'indétermination) un flux entrant (vers l'Est) de 18 millions de m<sup>3</sup> et un flux sortant de 7,2 millions de m<sup>3</sup>.

Au total les calculs indiquent pour la zone océanique limitée par le méridien 3°E et le parallèle 5°S le bilan suivant exprimé en millions de m<sup>3</sup> :

Entrant	: 18
Sortant	: 8,3
<hr/>	
Excès	: 9.7

L'excès peut être évacué par les deux tranches non estimées, la tranche équatoriale et celle comprise entre 4°N et la côte dahoméenne. Il faudrait donc supposer dans l'une au moins de ces deux régions un flux portant à l'Ouest. Sans doute faut-il penser que le courant ouest trouvé vers les 4°N se développe vers le Nord et en profondeur. Sur 60 milles de large il faudrait un courant moyen de 0 à 250 m de 30 cm/s environ pour évacuer les 9 millions de m<sup>3</sup> excédentaires. A la même époque de l'année on peut calculer d'après d'autres observations (G.R. BERRIT-1960) une composante ouest du courant dont la valeur moyenne est de 15 cm/s entre 0 et 250 mètres.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BERRIT G.R. (1958) - Les saisons marines à Pointe-Noire  
Bulletin d'Information du COEC, X, 6 (juin 1958) pp.335-360
- BERRIT G.R., ROSSIGNOL M., TROADEC J.P. (1961) - Résultats d'observations -  
Année 1959 - Centre d'Océanographie de Pointe-Noire -  
Campagnes n°7,8,9,10 de l'"Ombango".  
Cahiers Océanographiques XIII, 5 (mai 1961) pp.319-347.
- BERRIT G.R. (1959) - Campagne de la "Calypso" dans le golfe de Guinée -  
Océanographie Physique -  
Résult. Scient. Camp. "Calypso" - Ann. Inst. Océan.  
T.37 - pp.37-73.

- BERRIT G.R., A. GUYOT et F. VARLET (1960) - Résultats d'observations - Stations hydrologiques effectuées par le "Léon Coursin" - Cahiers Océanographiques XII - 5 (mai 1960) pp.345-356 et 7 (juillet-août 1960) pp.493-505;
- BERRIT G.R. ( ) - Les conditions de saison chaude dans la région orientale du golfe de Guinée  
Sous presse (Deep Sea Research).
- DEFANT A. (1936) - Die Troposphäre -  
In schichtung u. Zirkulation des Atlantischen Ozeans -  
Wiss. Erg. Deut. Atl. Exp. "Meteor" - Bd VI - 1 - Teil.  
1936.
- SCHOTT G. (1944) - Géographie des Atlantischen Ozeans - Hamburg 1944.

551.465.4

## Troisième Partie

## RÉSULTATS D'OBSERVATIONS

---oo0oo---

## CAMPAGNE N° 10 DE L'"OMBANGO"

par

Georges Roger BERRIT

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

Les résultats bruts des observations de la campagne n° 10 de l'"Ombango" ont été publiés dans les "Cahiers Océanographiques" XIII, 5 (mai 1961) pp.333-347.

Les annexes ci-dessous font suite à la note technique sur la petite saison chaude en 1959 dans la région orientale du golfe de Guinée, de G.R. BERRIT et J.R. DONGUY.

## LISTE DES ANNEXES

- Annexe n° 1 : Position des stations
- n° 2 : Evolution de la situation hydrologique dans la région de la côte du Bénin
- n° 3 : Profondeurs en mètres aux valeurs rondes des températures
- n° 4 : " " " " salinités
- n° 5 : " " " " densités
- n° 6 : Moyennes des profondeurs auxquelles se rencontrent les valeurs rondes des températures, salinités et densités
- n° 7 : Moyennes, maximums et minimums des températures, salinités et densités aux profondeurs standard
- n° 8 : Caractéristiques de la thermocline
- n° 9 : Maximum de salinité
- n° 10 : Position et intensité de la seconde thermocline
- n° 11 : Seconde pycnocline et couches à stabilité minimale.

551.46.062.5

Annexe n° 1  
Positions des stations

Station n°	Latitude	Longitude	Station n°	Latitude	Longitude	Station n°	Latitude	Longitude
151	4 47 S	11 45 E	171	2 48 N	6 45 E	191	1 26 N	7 17 E
152	4 47	10 28	172	1 47	7 22	192	0 55	7 02
153	4 48	9 00	173	2 24	7 43	193	0 25 N	6 47
154	5 04	7 50	174	3 00	8 00	194	0 02 S	6 33
155	4 55	6 10	175	3 40	8 27	195	0 41	6 07
156	4 59	4 40	176	3 06	8 43	196	1 20	5 36
157	4 59	3 20	177	3 03	9 09	197	2 18	5 05
158	3 30	3 18	178	2 59	9 34	198	2 18	6 42
159	1 35	3 16	179	2 56	9 46	199	2 20	8 26
160	0 30 S	3 14	180	2 35	9 11	200	2 26	8 57
161	0 57 N	3 04	181	2 14	8 38	201	2 27	9 02
162	1 19	3 03	182	1 54 N	8 04	202	2 28	9 15
163	1 55	3 03	183	0 30 S	8 43	203	2 28	9 35
164	2 30	3 03	184	0 13 S	8 07	204	3 25	10 30
165	3 30	3 04	185	0 07 N	7 24	205	3 25	10 20
166	4 21	3 05	186	0 39	7 43	206	3 25	9 43
167	4 21	4 11	187	1 05	8 29	207	3 25	8 45
168	4 25	5 00	188	1 48	9 37	208	4 50	10 36
169	4 26	5 28	189	1 42	8 51	209	4 50	11 17
170	3 40 N	6 00 E	190	1 34 N	8 09 E	210	4 50 S	11 47 E

Annexe n° 2

Evolution de la situation hydrologique dans  
la région de la côte du Bénin durant  
la campagne n° 10

Observations à Cotonou et à Lomé

Déroulement de la campagne n° 10 :

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| - du 6 au 10 novembre 1959       | - Radiale 5°S         |
| - du 10 au 13 "                  | - Radiale 3°E         |
| - du 14 au 25 "                  | - Baie de Biafra      |
| - du 25 novembre au 1er décembre | - Au Sud du cap Lopez |

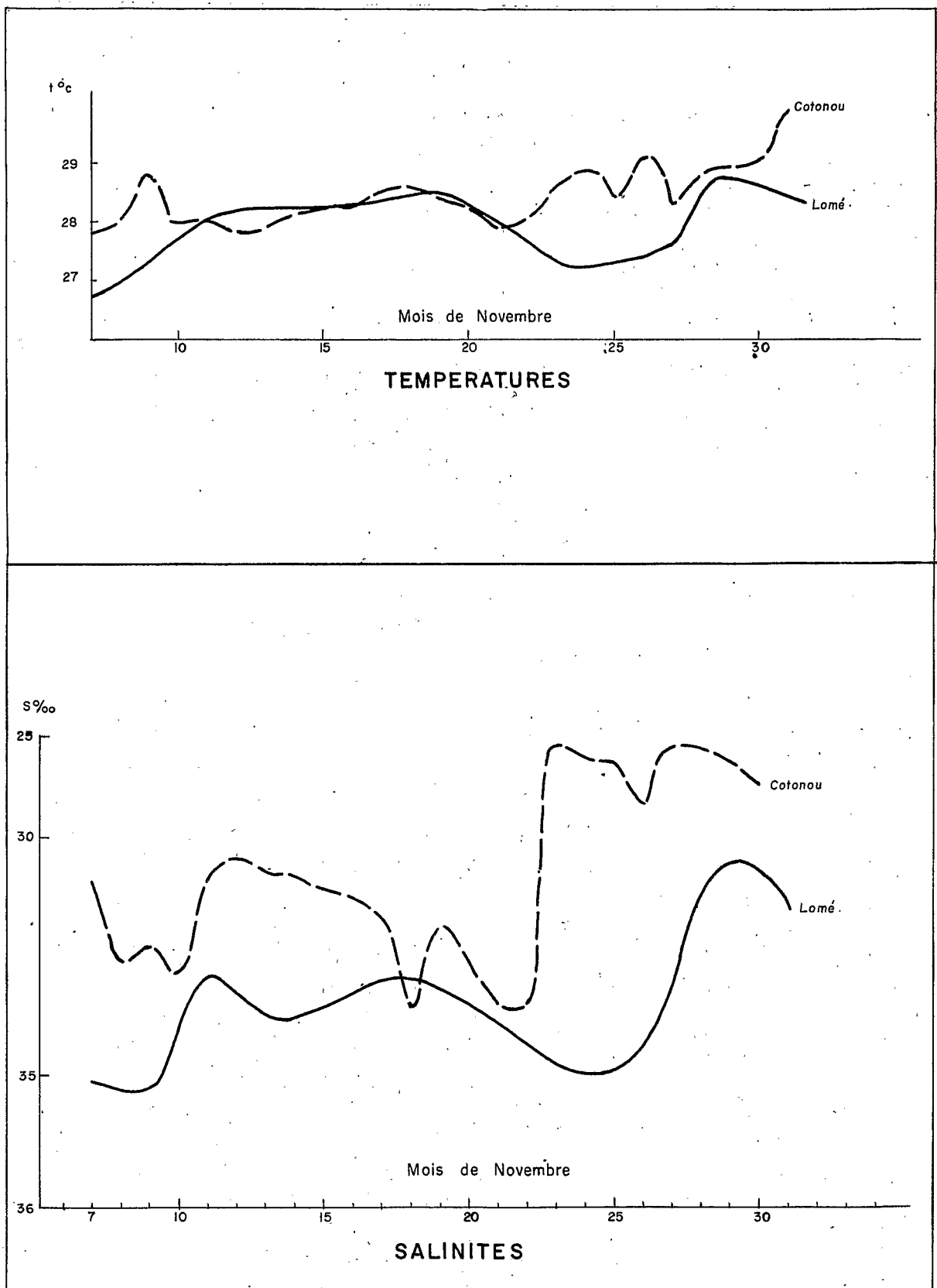
1° - Evolution à Cotonou

Du 7 au 21 novembre, la température de surface se maintient à des valeurs voisines de 28° ; la salinité varie entre 34‰ et 31‰. A partir du 22 novembre on trouve devant Cotonou une autre eau, nettement plus dessalée (27‰) et un peu plus chaude, peut être d'origine locale mais plus probablement rattachée aux eaux très chaudes et peu salées qu'on peut rencontrer à l'Est, dans la région Lagos-Cap Formose de novembre à février.

2° - Evolution à Lomé

Du 7 au 11, élévation de la température (de 26,7 à 28°) avec abaissement de la salinité (de 35‰ à 33,5‰). Puis, du 11 au 21, stabilité : températures comprises entre 28° et 28,5, salinités entre 33,7 et 34,4‰.

Du 21 novembre au 1er décembre, d'abord baisse de la température qui tombe au-dessous de 27,5 pendant que la salinité augmente légèrement, puis réchauffement avec forte baisse de la salinité.



Variations des températures et des salinités de surface à Cotonou et à Lomé en Novembre 1959

Figure 17

Températures et salinités observées\* à Cotonou et à Lomé  
durant la campagne n° 10

Date	Lomé		Cotonou		Date	Lomé		Cotonou		Date	Lomé		Cotonou	
1959	t°C	S‰	t°C	S‰	1959	t°C	S‰	t°C	S‰	1959	t°C	S‰	t°C	S‰
7 novembre	26,7	35,05	27,8	31,46	15 novembre	-	-	28,2	31,70	23 novembre	27,3	34,90	28,6	25,66
8 -	-	-	28,0	33,37	16 -	-	-	28,2	31,96	24 -	-	-	28,9	26,47
9 -	27,3	35,12	28,8	33,04	17 -	28,4	33,69	28,5	32,48	25 -	27,3	34,93	28,4	26,67
10 -	-	-	27,8	33,64	18 -	-	-	28,6	34,17	26 -	-	-	29,1	28,78
11 -	28,0	33,66	28,0	31,40	19 -	28,5	33,87	28,4	32,59	27 -	27,6	33,86	28,3	25,48
12 -	-	-	27,8	31,68	20 -	-	-	28,2	33,37	28 -	-	-	28,7	25,75
13 -	28,2	34,27	27,9	31,22	21 -	28,0	34,38	27,9	34,05	29 -	28,8	30,93	28,9	26,64
14 -	-	-	28,1	31,33	22 -	-	-	28,0	34,07	30 -	-	-	29,0	27,66
										1er décembre	28,5	32,20	-	-

\* Documents du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan.

## Annexe n° 3

Profondeurs en mètres  
aux valeurs rondes des températures

St. N°	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171
Temp.																				
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	18	-	5	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	42	4	40	27	40	32	40	-	27	20
26	18	26	-	-	-	-	36	7	40	45	48	52	48	36	47	59	46	-	43	37
25	25	35	29	30	-	20	45	35	44	48	50	54	52	46	51	66	48	-	47	44
24	30	37	32	33	41	34	50	38	46	50	52	56	55	50	54	70	50	-	49	47
23	33	38	34	34	42	35	53	42	49	53	54	58	58	53	57	71	52	-	52	50
22	37	39	36	35	43	37	55	48	-	57	57	59	60	55	60	71	54	-	54	52
21	42	40	40	36	44	39	59	55	-	60	59	61	61	58	64	72	55	-	56	55
20	49	41	49	38	46	42	63	66	-	64	62	62	62	60	66	73	57	-	58	60
19	58	44	54	41	48	46	66	79	-	69	66	64	65	63	70	74	63	-	60	66
18	70	51	60	47	54	52	71	85	-	75	71	66	69	69	73	76	75	-	64	74
17	82	69	67	54	64	60	77	91	-	86	79	71	77	80	79	81	92	-	72	86
16	100	136	80	68	80	69	85	98	136	106	93	96	96	110	96	90	128	-	94	102
15	140	170	140	98	140	90	95	119	160	146	122	164	158	154	138	106	164	-	118	125
14	184	198	222	194	194	148	168	204	198	201	198	214	242	246	198	194	222	-	-	182
13	234	240	-	262	238	240	210	256	248	228	238	264	309	276	260	258	280	-	-	235
12	288	-	-	292	268	289	268	-	271	257	300	308	331	300	292	294	-	-	-	308
11	330	-	-	332	-	324	325	-	306	286	336	334	349	328	322	321	-	-	-	344
10	368	-	-	376	-	360	347	-	347	339	365	362	366	352	354	356	-	-	-	400
9	412	-	-	418	-	397	372	-	400	396	400	394	394	384	390	410	-	-	-	430
8	466	-	-	462	-	434	-	-	-	466	458	-	452	452	438	464	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Temp.	St. N°																			
	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	0	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	6	-
27	12	20	25	19	23	21	17	17	23	20	22	-	20	30	31	27	20	22	21	26
26	24	32	36	33	34	24	32	30	27	28	32	36	30	32	34	36	35	33	27	34
25	36	39	41	37	36	26	36	-	30	34	35	39	31	32	34	36	36	36	31	36
24	40	43	45	37	36	27	37	-	31	35	37	40	32	32	34	36	38	37	33	37
23	48	45	47	37	36	28	37	-	33	36	38	40	34	33	35	36	38	37	35	38
22	50	47	49	38	37	30	38	-	36	36	42	41	36	33	35	36	39	38	37	39
21	50	50	51	39	41	33	39	-	39	38	46	41	40	36	36	36	40	38	40	40
20	51	54	54	44	51	37	42	-	43	43	52	42	45	40	46	37	43	41	47	44
19	57	60	60	54	64	46	49	-	48	56	66	44	56	68	59	42	47	49	58	53
18	67	67	70	63	80	74	64	-	66	72	76	58	92	86	86	78	-	72	72	-
17	85	81	88	86	100	96	88	-	100	84	85	100	108	98	126	102	-	92	90	-
16	113	133	112	144	136	142	-	-	120	104	100	-	132	136	154	146	-	124	112	-
15	140	162	145	179	178	180	-	-	180	164	160	-	168	164	178	176	-	166	166	-
14	212	202	212	202	202	202	-	-	206	196	200	-	200	188	198	201	-	192	200	-
13	239	244	258	232	227	228	-	-	226	230	236	-	230	205	226	230	-	220	224	-
12	244	284	294	292	300	264	-	-	254	270	274	-	258	224	254	260	-	254	262	-
11	318	332	340	-	350	338	-	-	300	332	320	-	284	266	280	298	-	300	304	-
10	386	384	389	-	402	396	-	-	388	396	380	-	350	324	334	344	-	352	342	-
9	438	436	434	-	452	458	-	-	440	438	430	-	400	402	380	396	-	396	384	-
8	488	488	473	-	-	-	-	-	-	494	480	-	450	454	430	456	-	444	446	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Temp.	St. N°																			
	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	32	25	20	4	0	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	4	-	-	-	-
26	34	31	29	25	32	17	16	15	11	15	8	6	0	12	14	21	12	4	3	-
25	35	32	33	26	33	22	20	19	19	24	16	10	6	16	18	25	16	8	6	-
24	35	33	34	28	33	25	23	21	25	29	20	15	14	18	22	28	19	12	8	-
23	36	34	34	30	34	29	27	22	30	37	21	25	21	22	25	30	21	15	10	-
22	37	34	35	35	36	35	31	24	32	42	22	-	26	25	30	33	23	18	13	-
21	39	36	36	40	45	44	44	27	34	47	24	-	29	30	34	36	26	22	18	-
20	43	40	41	48	57	53	61	37	39	54	28	-	-	35	39	40	32	26	22	-
19	68	72	61	58	67	61	65	47	49	61	42	-	-	45	53	47	50	40	28	-
18	82	88	71	70	77	68	69	61	76	71	-	-	-	-	78	57	63	54	-	-
17	90	104	114	86	87	78	74	86	116	92	-	-	-	-	93	72	80	75	-	-
16	132	134	171	108	97	110	98	120	-	-	-	-	-	-	121	98	108	95	-	-
15	162	164	194	152	120	142	156	176	-	-	-	-	-	-	148	134	144	112	-	-
14	182	206	213	212	204	196	188	198	-	-	-	-	-	-	163	180	186	125	-	-
13	202	233	234	229	225	250	226	220	-	-	-	-	-	-	179	222	221	-	-	-
12	235	251	257	243	264	286	268	248	-	-	-	-	-	-	206	256	262	-	-	-
11	292	268	286	260	304	309	312	290	-	-	-	-	-	-	254	292	316	-	-	-
10	340	324	-	320	332	342	366	382	-	-	-	-	-	-	312	340	396	-	-	-
9	390	392	-	398	382	388	410	418	-	-	-	-	-	-	412	396	428	-	-	-
8	446	454	-	458	440	436	460	466	-	-	-	-	-	-	-	450	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Annexe n° 4

## Profondeurs en mètres aux valeurs rondes des salinités

St. N° S ‰	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
30,0										
31,0										
32,0										
33,0	4	3								
34,0	6	11		15						
34,5	7	14		18						
34,6	7	15		18						
34,7	7	16	482	19			446			5
34,8	8	16	430	19		414	418			37
34,9	8	17	383	20		378	390	394		39
35,0	8	18	345	22		349	361	332		40
35,1	8	18	307	23	22	320	333	302	30	322
35,2	8	19	264	24	23	290	305	266	36	42
35,3	23	19	222	26	24	289	276	222	37	292
35,4		20	180	27	25	250	210	179	38	251
35,5		22	139	28	26	158	134	107	39	220
35,6		27	110	30	27	110	80	67	44	142
35,7		42	91	32	30	75		51	47	122
35,8		46	67	37	44	58			58	79
35,9									62	96
36,0										50
St. N° S ‰	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
30,0										
31,0										
32,0										
33,0										
34,0			8	18	9	22	22	0	13	26
34,5	33		44	33	26	28	24	33	16	24
34,6	35	28	46	37	27	30	24	38		24
34,7	38	36	474	40	28	31	26	39		24
34,8	40	40	438	43	428	426	31	40		25
34,9	42	42	402	46	382	370	37	41		28
35,0	44	44	360	50	355	341	43	42		37
35,1	46	47	318	52	342	315	48	44		42
35,2	48	49	275	54	330	292	52	46		45
35,3	50	52	235	56	313	276	55	48		48
35,4	52	54	208	58	252	264	58	49	282	52
35,5	56	56	157	62	202	184	62	52	260	56
35,6	62	58	116	66	126	130	65	57	166	59
35,7	68	62	91	75	64	100	68	72	124	63
35,8		67	76	75	98	67	88			105
35,9										
36,0										
St. N° S ‰	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
30,0									16	
31,0	17								18	
32,0	18	5		17			26		20	25
33,0	20	10		19	26	21	26		21	26
34,0	20	20		24	28	31	27			27
34,5	22	24		26	32	35	27			29
34,6	22	26		26	33	35	28			30
34,7	23	28		27	34	36	28			30
34,8	25	32	454	27	36	37	38	466		30
34,9	30	36	400	28	40	41	38	422		30
35,0	43	38	344	30	37	37	38	29		31
35,1	45	41	286	48	39	366	38	29		32
35,2	47	42	250	48	40	326	38	30		32
35,3	48	43	230	48	42	284	39	30		33
35,4	49	44	214	48	44	244	40	228		33
35,5	50	45	202	48	47	217	41	204		35
35,6	53	45	154	48	50	190	42	180		35
35,7	58	46	116	51	58	122	44	154		39
35,8	68	60		100	80		50	110	114	40
35,9										44
36,0										57

St. N° / S° /	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
30,0										
31,0										
32,0										
33,0	27	24					27	25	30	
34,0	30	32	5				30	33	31	29
34,5	30	34	21	20	31	34	31	35	32	31
34,6	30	34	32	26	33	35	31	35	32	31
34,7	30	35	33	27	33	35	32	35	32	31
34,8	30	486	33	28	470	35	32	36	32	432
34,8	30	458	36	30	426	35	32	36	32	388
34,9	31	412	36	33	388	35	33	38	33	362
35,0	31	380	37	34	340	35	33	39	33	338
35,1	31	330	38	34	274	36	34	40	34	306
35,2	32	246	39	35	250	36	34	41	35	258
35,3	32	224	41	35	228	36	34	42	36	226
35,4	32	202	42	36	204	37	35	43	37	204
35,5	32	178	44	37	182	38	35	45	39	186
35,6	33	126	46	38	156	38	36		43	162
35,7	33	94	50	41	124	35	38		49	124
35,8			48	75	57	40	41		60	90
35,9						50	45			
36,0							56			
St. N° / S° /	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
30,0										
31,0	0									
32,0	20									
34,0	30									
34,5	31	33	34		13			16	15	15
34,6	31	34	36	24	23	27		17	17	16
34,7	31	34	36	32	25	29		17	17	16
34,8	32	470	36	32	26	31	448	18	18	17
34,8	32	436	36	33	27	478	386	478	430	460
34,9	32	35	36	33	28	32	13	18	18	18
35,0	32	35	36	33	28	32	19	19	19	19
35,1	33	35	36	33	29	32	394	20	20	22
35,2	34	35	36	33	29	32	354	22	22	24
35,3	35	35	36	33	29	32	318	23	23	26
35,4	36	36	36	34	29	32	295	24	24	28
35,5	38	37	36	34	30	33	250	25	25	30
35,6	41	38	36	34	30	34	222	26	26	30
35,7	44	39	36	35	31	35	202	27	27	30
35,8	49	44	39	36	32	37	176	30	30	30
35,9			68	75	45	71	106	38	38	32
36,0							90	40	40	32
St. N° / S° /	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
30,0										
31,0										
32,0										
33,0										
34,0	20	11	10	6	12	13	19	10	0	
34,5	26	14	11	8	16	14	19	10	4	
34,6	27	15	11	8	17	14	19	10	6	
34,7	28	16	11	8	17	15	19	10	6	
34,8	28	17	12	8	17	16	19	10	7	
34,9	29	17	12	8	18	16	430	10	7	
35,0	30	18	14	8	18	16	428	10	8	
35,1	32	19	17	9	18	16	380	10	8	
35,2	34	20	22	10	20	16	336	10	8	
35,3	37	20		15	21	20	292	10	8	
35,4		21		20	24	25	19	13	8	
35,5		22		26	27	174	20	246	9	
35,6		23			32	160	20	218	9	
35,7		25			40	146	21	182	13	124
35,8		30				127	22	136	18	115
35,9						63	28	122	26	104
36,0							88	111	35	91
							100	85	46	72

## Annexe n° 5

Profondeurs en mètres aux valeurs rondes des densités  $\sigma_t$ 

St. N° $\sigma_t$	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	7	25	-	25
22	11	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	24	27	32	-	28
23	15	17	22	-	-	-	-	-	5	40	43	46	9	26	33	47	51	41	-	43
24	-	28	33	30	33	-	30	48	35	46	52	54	55	56	50	54	58	50	-	50
25	-	42	39	42	38	44	42	60	76	-	64	63	60	65	62	62	66	56	-	54
25,5	-	52	47	50	43	47	47	68	87	-	71	68	62	69	67	66	72	66	-	56
26,0	-	74	56	62	52	58	57	75	92	-	80	72	74	74	72	75	80	94	-	68
,1	-	80	66	67	57	63	62	77	95	-	85	76	77	75	80	81	84	105	-	73
,2	-	93	92	72	63	70	67	80	97	-	94	82	80	83	93	92	88	121	-	85
,3	-	110	138	82	71	75	75	86	99	-	112	96	120	100	115	108	96	143	-	100
,4	-	144	162	120	90	120	92	99	118	160	140	122	160	152	158	120	126	170	-	127
,5	-	190	198	222	162	180	136	156	194	200	166	170	204	240	230	200	180	206	-	166
,6	-	235	230	268	250	222	200	202	250	243	228	234	260	290	267	250	233	258	-	-
,7	-	280	-	-	279	255	260	227	-	266	245	294	294	311	292	294	282	-	-	-
,8	-	318	-	-	314	278	290	312	-	290	272	334	322	330	310	320	320	-	-	-
,9	-	360	-	-	390	-	333	337	-	330	362	380	352	352	332	346	364	-	-	-
27,0	-	416	-	-	438	-	392	362	-	410	408	-	382	380	360	385	400	-	-	-
,1	-	480	-	-	-	-	-	-	-	-	430	-	-	446	470	475	480	-	-	-
,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St. N° $\sigma_t$	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
21	15	10	18	24	19	25	22	22	22	22	21	20	5	-	-	-	22	20	22	18
22	21	17	24	28	28	33	24	30	-	26	26	30	14	18	30	36	31	30	30	25
23	36	31	30	37	33	36	26	34	-	30	32	34	34	30	32	37	34	34	34	31
24	46	42	44	45	37	38	28	36	-	34	34	38	38	35	34	37	35	33	36	34
25	57	48	50	51	40	44	35	40	-	40	38	45	41	41	35	38	36	38	38	37
25,5	66	54	58	58	51	59	45	47	-	46	50	59	42	50	47	50	38	47	47	48
26,0	78	75	75	82	78	92	87	81	-	90	84	83	84	97	90	107	74	-	82	83
,1	84	85	90	92	100	100	99	94	-	106	87	86	99	106	96	124	86	-	90	90
,2	95	99	112	105	132	108	123	110	-	128	96	92	-	120	107	138	97	-	100	97
,3	107	130	134	112	162	150	157	-	-	153	130	110	-	136	130	152	120	-	125	116
,4	127	163	158	144	187	178	178	-	-	186	160	155	-	164	159	170	170	-	182	156
,5	158	200	190	180	210	200	200	-	-	210	188	190	-	199	180	192	197	-	190	189
,6	226	240	232	262	230	232	224	-	-	226	238	234	-	222	200	214	226	-	214	214
,7	310	263	278	289	256	270	250	-	-	242	265	268	-	244	220	239	257	-	236	238
,8	365	293	315	313	-	327	322	-	-	268	300	312	-	274	242	269	287	-	262	280
,9	398	376	368	374	-	390	385	-	-	356	366	375	-	310	318	318	326	-	322	318
27,0	437	445	420	434	-	436	470	-	-	440	438	436	-	376	380	370	390	-	388	370
,1	-	-	495	-	-	-	-	-	-	-	500	-	-	450	480	424	460	-	450	-
,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St. N° $\sigma_t$	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
21	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	-
22	30	26	27	26	13	-	-	18	16	15	14	8	5	2	10	10	15	7	6	-
23	34	30	30	30	22	31	22	20	19	20	24	14	10	7	15	16	18	10	8	-
24	37	34	34	33	28	32	28	21	22	26	34	20	20	12	20	20	24	18	10	-
25	40	38	36	35	35	40	45	41	24	36	-	24	-	-	30	34	37	28	23	19
25,5	44	52	44	45	39	58	52	58	44	42	-	34	-	-	40	46	48	44	35	24
26,0	-	85	94	75	71	80	67	68	66	96	-	-	-	-	89	69	68	60	-	-
,1	-	88	99	110	79	85	75	73	74	112	-	-	-	-	96	76	75	60	-	-
,2	-	110	111	160	93	91	90	85	97	133	-	-	-	-	105	86	86	86	-	-
,3	-	140	137	180	110	98	106	110	121	-	-	-	-	-	122	97	102	100	-	-
,4	-	164	166	198	137	125	126	161	144	-	-	-	-	-	143	125	160	114	-	-
,5	-	182	192	214	200	200	160	185	188	-	-	-	-	-	160	176	187	125	-	-
,6	-	200	218	232	224	225	240	214	220	-	-	-	-	-	175	208	212	-	-	-
,7	-	232	240	253	-	250	280	250	236	-	-	-	-	-	191	244	260	-	-	-
,8	-	284	270	280	-	292	318	293	273	-	-	-	-	-	226	270	313	-	-	-
,9	-	337	315	-	-	343	356	350	328	-	-	-	-	-	292	308	368	-	-	-
27,0	-	390	374	-	-	400	398	408	383	-	-	-	-	-	418	382	425	-	-	-
,1	-	450	450	-	-	460	460	468	462	-	-	-	-	-	-	470	-	-	-	-
,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Annexe n° 6

Moyennes des profondeurs auxquelles se rencontrent  
Les valeurs rondes des températures, salinités et densités

T° C	Moyenne Pondérée m	S‰	Moyenne Pondérée m	$\sigma_t$	Moyenne Pondérée m
28	8	33,0	18	21,0	14
27	19	34,0	21	22,0	17
26	29	34,5	25	23,0	27
25	34	34,6	26	24,0	37
24	37	34,7	26	25,0	45
23	39	34,8	27	25,5	53
22	41	34,9	29	26,0	76
21	45	35,0	31	26,1	84
20	49	35,1	33	26,2	97
19	57	35,2	34	26,3	117
18	67	35,3	36	26,4	146
17	82	35,4	37	26,5	174
16	108	35,5	39	26,6	231
15	146	35,6	43	26,7	259
14	194	35,7	50	26,8	294
13	237	35,8	50	26,9	346
12	268	35,9	55	27,0	403
11	309	36,0	56	27,1	468
10	358				
9	406				
8	456				

## Annexe n° 7

Moyennes, maximums et minimums des températures,  
salinités et densités aux profondeurs standard

## Températures

Profondeur m	Nombre d'obs.	Moyenne Pondérée	Maximum	Minimum	Profondeur m	Nombre d'obs.	Moyenne Pondérée	Maximum	Minimum
0	60	26,78	28,61	24,49	100	49	16,22	17,65	14,84
10	59	26,83	28,08	22,94	150	45	15,06	16,76	13,97
20	58	26,31	28,03	20,31	200	44	13,93	14,71	12,20
30	57	25,07	27,73	18,54	250	43	12,65	14,07	11,30
50	53	20,75	26,45	17,38	300	41	11,35	13,20	10,14
75	50	17,48	19,28	15,60	400	38	9,20	9,95	8,36

## Salinités

Profondeur m	Nombre d'obs.	Moyenne Pondérée	Maximum	Minimum	Profondeur m	Nombre d'obs.	Moyenne Pondérée	Maximum	Minimum
0	59	32,05	35,84	20,43	100	48	35,65	35,93	35,52
10	58	32,94	35,82	23,96	150	45	35,56	35,75	35,39
20	56	34,04	35,77	30,13	200	44	35,41	35,52	35,23
30	57	34,88	35,81	33,15	250	43	35,25	35,46	35,07
50	52	35,65	35,99	34,97	300	40	35,11	35,35	34,94
75	49	35,75	35,99	35,57	400	36	34,87	34,96	34,77

Densités  $\sigma_t$ 

Profondeur m	Nombre d'obs.	Moyenne Pondérée	Maximum	Minimum	Profondeur m	Nombre d'obs.	Moyenne Pondérée	Maximum	Minimum
0	59	20,51	24,14	10,98	100	48	26,24	26,42	25,95
10	59	21,22	24,25	13,88	150	45	26,39	26,51	26,16
20	56	22,22	25,15	18,88	200	44	26,53	26,74	26,44
30	57	23,25	25,72	21,47	250	42	26,67	26,83	26,54
50	52	25,55	25,94	22,94	300	40	26,80	26,91	26,64
75	49	25,98	26,32	25,53	400	35	27,00	27,06	26,91

## Annexe n° 8

## Caractéristiques de la thermocline

BT n°	Station n°	Latitude	Longitude	Point haut		Point bas		Profondeur moyenne m	Epaisseur m	I Degré C par mètre
				Prof. m	t°	Prof. m	t°			
112	152	4 47 S	10 28 E	30	25,3	50	19,2	40	20	0,30
113	153	4 48	9 00	25	26,4	50	17,5	37	25	0,36
114	154	5 04	7 50	26	25,1	56	16,5	41	30	0,28
115	155	4 55	6 10	32	25,3	57	15,8	45	25	0,38
116	156	4 59	4 40	34	24,4	55	16,8	45	21	0,37
117	157	4 59	3 20	28	25,2	50	16,5	39	22	0,40
118	158	3 30	3 18	36	26,0	84	15,5	60	48	0,24
119	159	1 35	3 16	27	26,2	98	16,0	62	71	0,12
120	160	0 30 S	3 14	33	26,5	78	17,0	55	45	0,21
121	161	0 57 N	3 04	44	26,9	76	16,7	60	32	0,32
122	162	1 19	3 03	43	27,0	77	16,4	60	34	0,31
123	163	1 56	3 03	46	27,2	73	17,0	60	27	0,38
124	164	2 30	3 03	46	27,3	69	17,3	57	23	0,44
125	165	3 30	3 04	41	26,8	72	17,0	56	31	0,32
126	166	4 21	3 05	56	26,0	74	16,9	65	18	0,51
127	167	4 21	4 11	57	26,6	83	15,6	70	26	0,43
128	168	4 25	5 00	39	26,2	70	18,4	55	15	0,66
129	170	3 40	6 00	44	26,0	64	18,2	54	20	0,48
130	171	2 48	6 45	37	27,0	73	16,8	55	36	0,28
131	172	1 47	7 22	41	26,0	50	17,4	45	9	0,79
132	173	2 24	7 43	30	26,8	67	17,7	48	37	0,25
133	174	3 00	8 00	32	26,8	70	17,3	51	38	0,25
134	175	3 40	8 27	30	26,2	48	17,7	39	18	0,46
135	176	3 06	8 43	32	26,7	42	18,8	37	10	0,78
136	177	3 03	9 09	20	27,3	38	18,4	29	18	0,48
137	278	2 59	9 34	28	26,3	45	18,5	36	17	0,46
138	180	2 35	9 11	27	27,4	48	18,3	37	21	0,42
139	181	2 14	8 38	35	27,3	42	19,0	38	7	1,17
140	182	1 54 N	8 04	32	27,0	49	18,6	40	17	0,49
141	183	0 30 S	8 43	30	26,5	49	18,5	40	19	0,40
142	184	0 13 S	8 07	25	26,6	54	18,8	40	29	0,26
143	185	0 07 N	7 24	30	27,0	50	19,5	40	20	0,35
144	186	0 39	7 43	30	27,0	50	18,4	40	20	0,43
145	187	1 05	8 29	31	27,5	43	18,9	37	12	0,71
146	189	1 42	8 51	30	27,3	45	18,9	37	25	0,33
147	190	1 34	8 09	25	27,5	52	18,5	38	27	0,33
148	191	1 26	7 17	32	27,3	48	19,3	40	16	0,50
149	192	0 55	7 02	32	27,6	46	18,8	39	14	0,64
150	193	0 25 N	6 47	28	27,3	41	19,1	35	13	0,64
151	194	0 02 S	6 33	30	27,1	40	19,4	35	10	0,79
152	195	0 41	6 07	28	27,2	40	19,9	34	12	0,60
153	196	1 20	5 36	37	26,6	40	20,0	38	3	2,10
154	197	2 18	5 05	27	26,6	53	17,6	40	26	0,35
155	198	2 18	6 42	18	26,8	53	16,8	35	35	0,28
156	199	2 20	8 26	16	26,6	39	18,7	28	23	0,33
157	200	2 26	8 57	21	26,0	50	18,1	35	29	0,27
158	201	2 27	9 02	17	26,0	50	18,9	33	33	0,23
159	202	2 28	9 15	5	26,0	38	18,4	20	33	0,23
160	205	3 25	10 20	9	26,4	48	19,5	28	39	0,21
161	206	3 25	9 43	10	26,0	48	18,7	29	38	0,19
162	207	3 25	8 45	25	26,8	44	18,0	35	19	0,46
163	208	4 50	10 36	10	27,1	40	18,7	25	30	0,28
164	209	4 50 S	11 17 E	7	26,6	26	19,6	16	19	0,37

## Annexe n° 9

## Maximum de salinité

S : valeur du maximum - P : profondeur du maximum - t : température au niveau du maximum.

Station n°	S	P	t	Station n°	S	P	t	Station n°	S	P	t
152	35,82	54	19,4	172	35,80	60	18,6	192	35,88	58	19,2
153	35,82	42	19,8	173	35,78	62	18,7	193	35,90	70	19,1
154	35,82	50	19,7	174	35,70	80	16,3	194	35,98	55	19,5
155	35,66	50	17,4	175	35,70	60	18,3	195	35,99	50	19,8
156	35,88	20	24,4	176	35,75	100	17,0	196	35,94	60	19,7
157	35,77	0	25,4	177	35,77	70	18,1	197	35,82	75	17,2
158	35,72	72	17,8	178	35,72	64	18,0	198	35,90	54	20,6
159	35,75	75	19,2	179	-	-	-	199	35,82	70	17,4
160	-	-	-	180	35,78	80	17,8	200	35,82	70	18,2
161	35,72	80	17,5	181	35,77	75	17,7	201	-	-	-
162	35,82	70	18,0	182	35,78	65	19,0	202	-	-	-
163	35,70	75	16,5	183	35,83	62	17,3	203	-	-	-
164	35,80	75	17,2	184	35,87	70	18,8	204	-	-	-
165	35,79	75	17,3	185	35,94	66	19,2	205	-	-	-
166	35,75	75	17,6	186	35,82	56	19,2	206	35,80	54	19,0
167	35,62	78	17,5	187	36,02	66	18,6	207	35,72	60	17,8
168	35,62	100	16,8	188	35,75	-	-	208	35,90	50	19,0
169	-	-	-	189	35,83	75	17,8	209	35,84	56	17,9
170	35,69	70	17,1	190	35,74	90	17,0	210	-	-	-
171	35,81	75	17,8	191	35,88	64	18,7				

## Annexe n° 10

## Position et intensité de la seconde thermocline

Numéros des stations	Profondeur m	10 <sup>-2</sup> degré par mètre	Numéros des stations	Profondeur m	10 <sup>-2</sup> degré par mètre
152	-	-	180	225	5,2
154	-	-	181	-	-
155	290	4,0	185	200	6,3
156	270	4,0	186	-	-
157	290	4,0	187	-	-
158	320	5,3	189	-	-
160	255	4,5	190	205	5,4
161	240	4,3	192	180	6,0
163	330	5,8	193	250	7,0
164	340	7,3	194	-	-
165	310	6,4	195	225	7,5
166	330	4,0	196	215	5,2
167	-	-	197	-	-
171	-	-	198	-	-
172	240	4,0	199	245	5,3
173	-	-	206	170	9,0
174	-	-	207	-	-
175	190	4,9	208	-	-
176	-	-			
177	215	5,4			

Les stations en face desquelles ne figure aucune indication sont celles pour lesquelles on ne distingue pas de seconde thermocline et celles où le gradient est inférieur à  $4 \cdot 10^{-2}$  degré par mètre.

## Annexe n° 11

## Seconde pycnocline et couches à stabilité minimale

Numéros des stations	Seconde pycnocline		Stabilité minimale		Numéros des stations	Seconde pycnocline		Stabilité minimale	
	Prof. m	G	Prof. m	G		Prof. m	G	Prof. m	G
152	-	-	-	-	182	x	x	x	x
153	-	-	-	-	183	-	-	-	-
154	?	?	100-200	0,9	184	200-250	4,3	155-175	3,2
155	275	4,9	125-210	0,8	185	-205	5,4	-140	3,3
156	?	?	110-160	1,5	186	?	?	x	x
157	275	4,3	200-250	0,2	187	170-270	3,6	120-140	1,8
158	325	4,7	250-300	0,2	188	-	-	-	-
159	?	?	?	?	189	195-245	4,4	-150	3,2
160	260	3,9	?	?	190	-240	5,0	100-200	3,2
161	220	4,2	180-215	1,9	191	-	-	-	-
162	340	5,4	?	?	192	-195	6,0	105-145	3,0
163	350	4,2	?	?	193	-230	5,0	150-200	3,6
164	320	5,8	190-240	0,2	194	-200	6,4	-110	0,9
165	315	5,1	190-220	1,0	195	-235	6,8	150-200	0,9
166	320	4,3	180-220	1,4	196	-225	5,0	150-175	1,1
167	320	3,5	150-230	1,6	197	290-320	4,3	160-190	1,1
168	?	?	195-245	1,8	198	-175	4,8	-125	1,3
169	-	-	-	-	199	-220	5,3	145-160	1,2
170	-	-	-	-	200	-	-	-	-
171	x	x	200-300	1,2	201	-	-	-	-
172	x	x	x	x	202	-	-	-	-
173	x	x	x	x	203	-	-	-	-
174	270	4,4	195-230	0,5	204	-	-	-	-
175	?	?	?	?	205	-	-	-	-
176	210	5,3	x	x	206	x	x	x	x
177	x	x	x	x	207	-270	4,0	x	x
178	-	-	-	-	208	-170	4,7	100-130	0,5
179	-	-	-	-	209	-	-	-	-
180	225	7,5	-175	2,8	210	-	-	-	-
181	x	x	x	x					

G : gradient en  $10^{-3} \sigma_t$  par mètre

? : données insuffisantes pour affirmer et chiffrer pycnocline et stabilité minimale

- : profondeur insuffisante

x : pas de pycnocline ou de minimum de stabilité nettement discernable.