

LE COURANT DE LOMONOSOV DANS LE FOND DU GOLFE DE GUINEE EN MAI 1973

par A. Morlière, Ph. Hisard et J. Citeau⁽¹⁾

R E S U M E

En mai 1973, une campagne du N. O. CAPRICORNE dans le fond du golfe de Guinée a permis d'identifier à 5°E, les principaux éléments connus de la circulation équatoriale entre 4°N et 4°S. Elle a également permis de mieux cerner la terminaison du courant de Lomonosov.

A l'équateur, sous la circulation superficielle vers l'ouest, le sous courant équatorial Atlantique coule avec une vitesse maximale supérieure à 90 cm/s vers l'est, à 30m de profondeur; les valeurs extrêmes des salinités transportées sont supérieures à 36,20‰. Sous le courant de Lomonosov, à partir de 80m de profondeur environ, il existe un flux contraire dont le maximum de vitesse vers l'ouest est de 30 cm/s à 1°S.

A 4°S, le contre courant équatorial sud se signale par une veine de salinité supérieure à 36,10‰ associée, à 30m, à un noyau de vitesse vers l'est de 40 cm/s.

Vers 3°30'N, c'est au contraire un flux ouest de 40cm/s qui est associé, à 40m, à des salinités supérieures à 36,10‰ pour constituer le "flux de retour" (Hisard et Molière 1974) du courant de Lomonosov. Plus au nord, en surface, le courant de Guinée entraîne des salinités supérieures à 34,5 ‰, à plus de 40 cm/s vers l'ouest.

A la latitude du Cap Lopez, le noyau à forte salinité du courant de Lomonosov s'épaissit de façon très importante à la côte : les eaux de salinité supérieure à 36,00‰ occupent une épaisseur de 70 m au voisinage du cap au lieu de 25m plus au large. Une partie des eaux du courant de Lomonosov s'étend vers le nord en une nappe à forte salinité qui est reprise par la circulation subsuperficielle ouest du fond du golfe de Guinée. Une autre partie coule vers le sud sud-est le long de la côte en une langue de salinité élevée jusqu'à 4°S.

Au sud ouest de la zone frontale du cap Lopez qui est déjà bien marquée en mai, l'existence d'une zone de divergence de vent provoque la résurgence d'eaux à salinité élevée et température basse par rapport aux eaux environnantes.

(1) Océanographes de l'ORSTOM. CRO. BP V18, Abidjan, côte d'Ivoire

A B S T R A C T

A cruise of the R. V. CAPRICORNE in May 1973, in the inner part of the gulf of Guinea, allowed us to identify the main part of the Atlantic circulation at the longitude of 5°E , between 4°N and 4°S . It gave new data on the termination of the equatorial undercurrent.

At the equator, under the westward south equatorial current flows the atlantic equatorial undercurrent with a maximum eastward velocity of 90 cm/sec at 30m depth linked to a salinity maximum higher than $36,20\text{‰}$. Below the equatorial undercurrent, about $80 - 100\text{m}$ depth, flows a westward current with a velocity as high as 30cm/sec .

At 4°S , the south equatorial contercurrent is well delineated by a high salinity core (more than $36,10\text{‰}$) at 30m depth with an eastward velocity core of 40cm/sec . On the contrary, near $3^{\circ}30\text{N}$, a high salinity core ($36,10\text{‰}$) flows westwards with a speed of 40cm/sec at 40m depth : it is the "return flow" of the undercurrent (Hisard and Molière 1974). At 4°N the Guinea current carries eastwards surface salinities of $34,50\text{‰}$ at 40cm/sec .

Off Cape Lopez ($0^{\circ}35'\text{S} - 8^{\circ}42'\text{E}$) the high salinity core of the undercurrent becomes thicker near the shore : 25m thick offshore, the high salinity core is 70m thick near the cape. A part of undercurrent water extend northerly, than flows westwards with the subsurface westward circulation in the inner part of the gulf of Guinea. An other part flows south- south-westwards in a high salinity tongue along the African coast to 4°S .

South-west of Cape Lopez, the trades divergence contributes to an upwelling of cold and high salinity water; this water intensify the Cape Lopez front.

INTRODUCTION

Du 9 au 29 mai 1973, dans le fond du golfe de Guinée, 81 stations hydrologiques furent effectuées ; elles comprenaient : un enregistrement continu de 0 à 375m à l'aide d'une sonde STD (Bisset Berman 9040), 12 prélèvements pour analyse (PO_4 , NO_2 , NO_3 et chlorophylle "a"), des mesures de courantométrie différentielle (référence à 500m) entre 0 et 200m à l'aide d'un appareil Ekman, des observations météorologiques toutes les trois heures, en plus de celles effectuées à chaque station.

VENTS OBSERVES

Les vents observés sont les alizés de Sud-Est de l'Atlantique sud dont la vitesse moyenne pendant la campagne était de 5m/s. La remarquable stabilité des vents à cette époque autorise la représentation des vents dominants par degré carré (fig. 1).

S'insérant bien dans les schémas connus de circulation des vents de la région, on peut admettre que la distribution représentée est le reflet de la situation météorologique moyenne réelle. Entre $4^{\circ}S$ et $2^{\circ}S$, les vents soufflent du sud-est sur toute la zone étudiée ; au voisinage de la côte, ils sont sensiblement parallèles à cette dernière, favorisant la remontée d'eaux froides sur le plateau continental entre $4^{\circ}S$ et le Cap Lopez. La région de l'île d'Anno-Bon est le siège d'une divergence des vents. A cette latitude, et à l'est de $6^{\circ}E$ les vents s'orientent Sud-Ouest tandis qu'à l'ouest de ce méridien ils restent Sud-Est. D'une manière générale, dans le fond du golfe de Guinée, la traversée de l'équateur affecte la direction des vents, ceux-

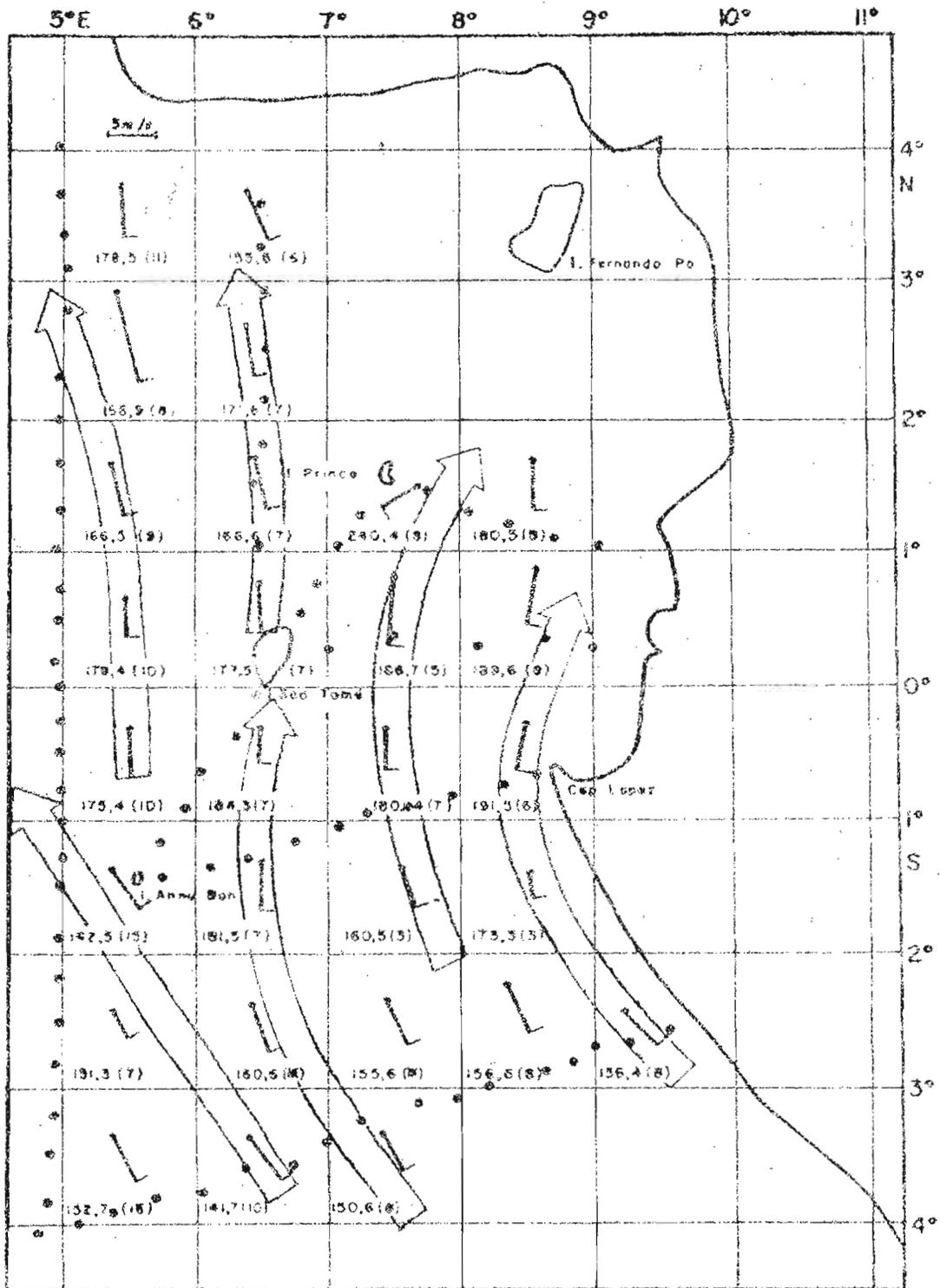


Fig. 1 - Observations de vent en mai 1973, moyennées par degré carré, en cap et en vitesse (m/s); un astérisque repère les interpolations

ci s'orientant vers la côte africaine, sous l'influence particulière des basses pressions continentales.

CONDITIONS DE SURFACE - FRONT DU CAP LOPEZ

Les eaux superficielles à faible salinité qui existent en permanence au fond du golfe de Guinée (Berrit 1966) apparaissent, lors de la campagne étudiée, au nord d'une ligne joignant le cap Lopez à l'île de Sao-Tome (fig. 2). Seules les eaux du courant de Guinée laissent dans le nord une bande étroite de salinités supérieures à 34.5‰ en surface.

Nous savons (Voituriez et al. 1973) que l'axe cap Lopez - Sao-Tome est la zone de formation du front dit du "cap Lopez" qui à partir de juin devient le centre de pêcheries thonières très importantes. Il semble que la zone frontale soit déjà fortement marquée à la mi-mai : sur près de 25 milles, la salinité varie de 2‰ et la température de 0.8°C. On est donc déjà près des valeurs des gradients horizontaux de salinité de 0.1‰ par mille pour des zones étendues citées par Voituriez et al. (1973).

Au sud-ouest de la zone frontale du cap Lopez, apparaît, en surface, une zone isolée à salinité forte (supérieure à 35.7‰) et température faible (inférieure à 26.5°C) (fig. 2 et 3). Or, nous avons vu (fig. 1) que c'est là une région de divergence des vents ; on peut donc penser qu'il y a remontées d'eaux dans cette région, d'où apparition de salinités fortes et températures faibles en surface. Cette résurgence ayant entre autres conséquences d'entretenir en l'accentuant la zone frontale du cap Lopez.

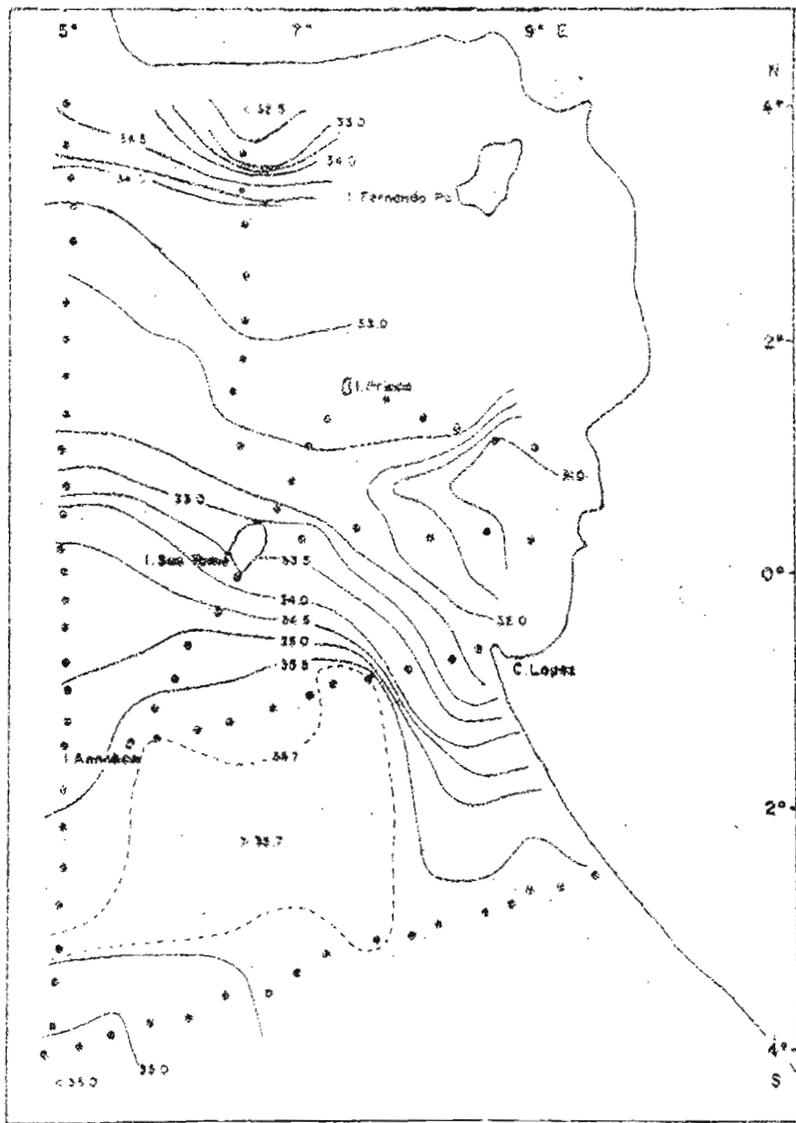


Fig. 2 - Salinités de surface (mai 1973)

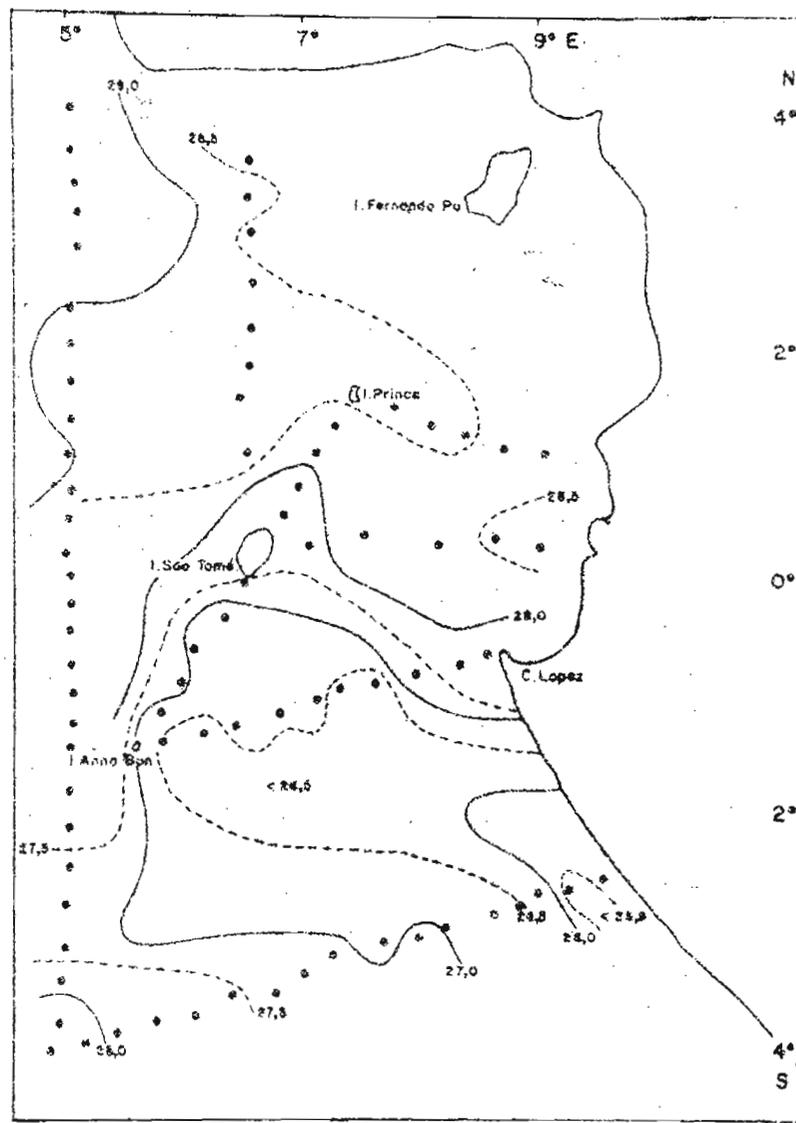


Fig. 3 - Températures de surface (mai 1973)

Les températures inférieures à 26°C au voisinage de la côte, vers 4°S sont également à relier aux vents qui soufflent parallèlement à la côte dans cette région.

CIRCULATION

Coupe méridienne le long de 5°E.

Sur la coupe méridienne à 5°E (fig. 4, 5, 6), on retrouve les principaux éléments connus de la circulation de cette région de l'Atlantique.

A 4°N, entre 0 et 20m., le courant de Guinée coule vers l'est à des vitesses supérieures à 40cm/s. Il transporte des eaux à 29°C de salinité voisine de 34.8‰.

Entre 4°N et 2°N, la couche des vingt premiers mètres est occupée par des eaux à salinité faible ; au dessous existe un flux ouest transportant des salinités élevées. Vers 3°30N, cette couche de flux ouest possède un noyau de vitesse maximale supérieure à 40cm/s vers l'ouest entre 30 et 50m. ; il est associé à un noyau de salinité forte (supérieure à 36‰). Il correspond au "courant de retour" vers l'ouest du courant de Lomonosov déjà signalé par Hisard et Morlière (1974).

A l'équateur, on retrouve un schéma classique de circulation équatoriale Atlantique. Entre 0 et 15m., un flux ouest transportant des salinités inférieures à 35‰ ; au dessous, entre 20 et 80m., un flux est très important puisque les composantes vers l'est de la vitesse dépassent 90cm/s. Le courant de Lomonosov s'observe entre 1°N et 2°S ; le maximum de vitesse vers l'est situé vers 40m, est étroitement associé au maximum de salini-

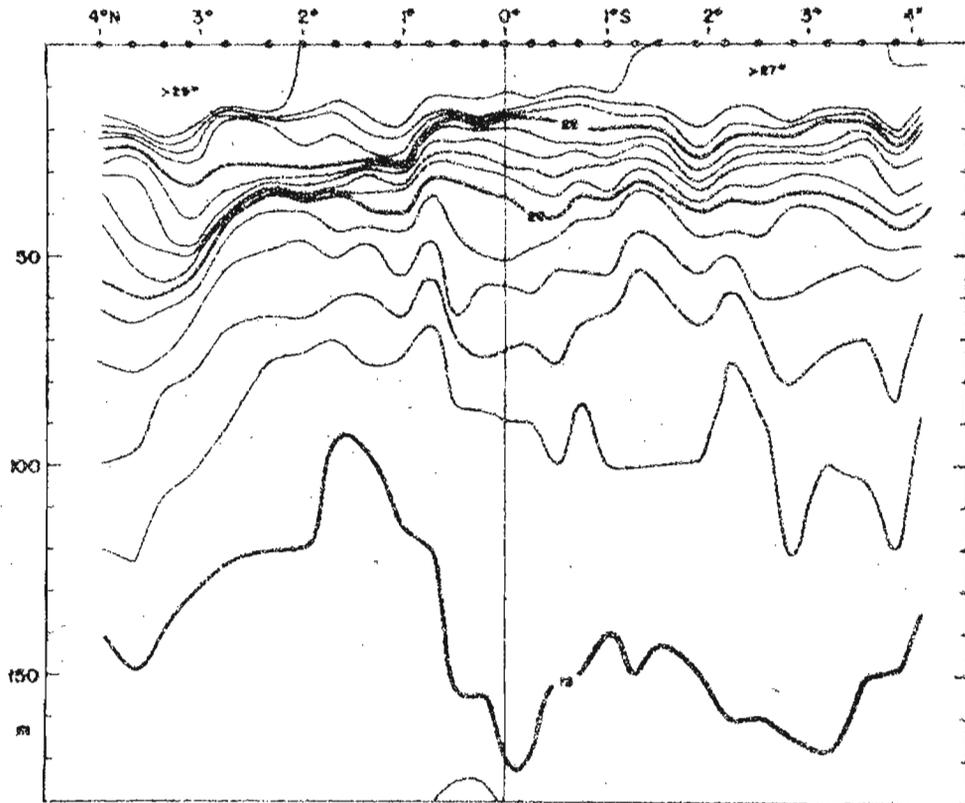


Fig. 4 - Coupe de température le long de 5° E, mai 1973

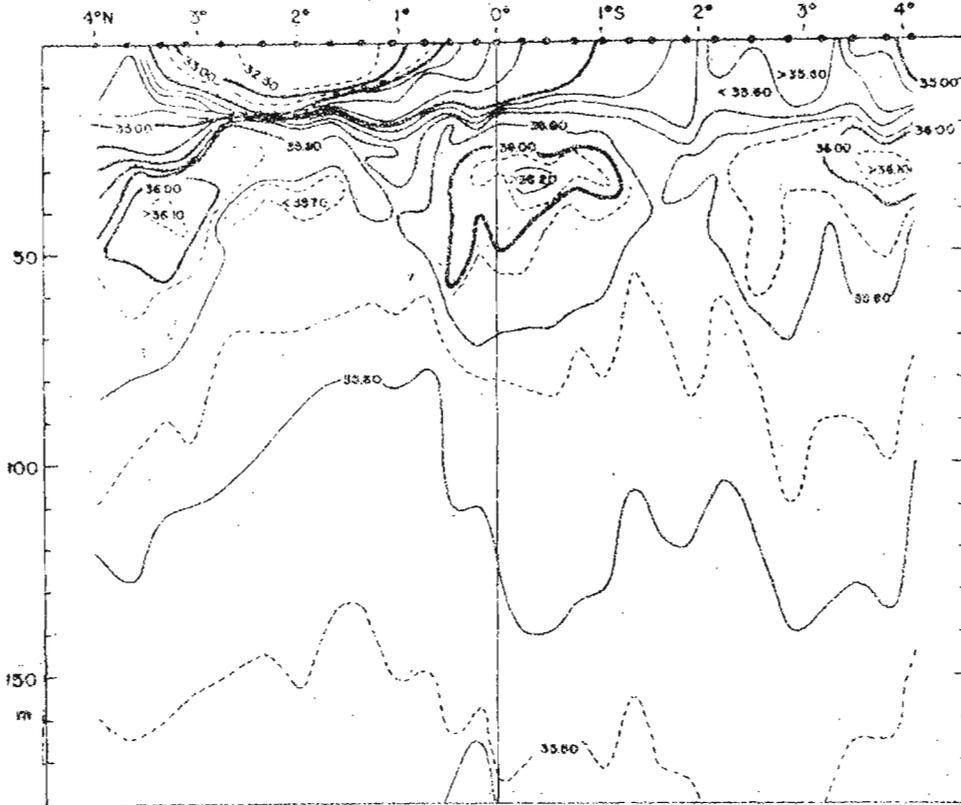


Fig. 5 - Coupe de salinité le long de 5°E (mai 1973)

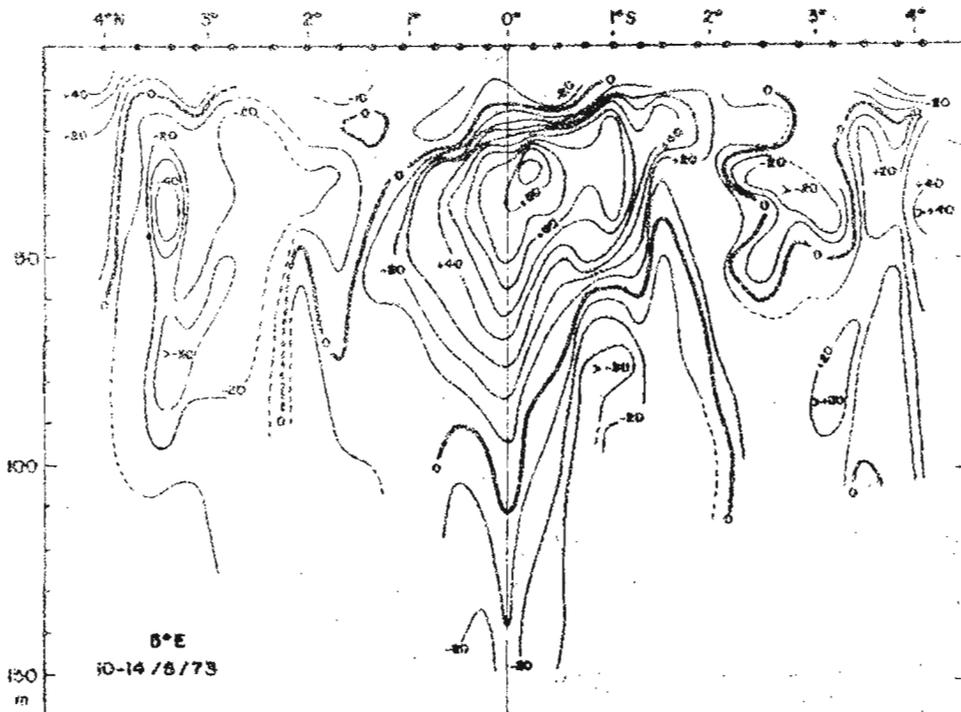


Fig. 6 - Coupe de courant le long de 5°E (mai 1973)

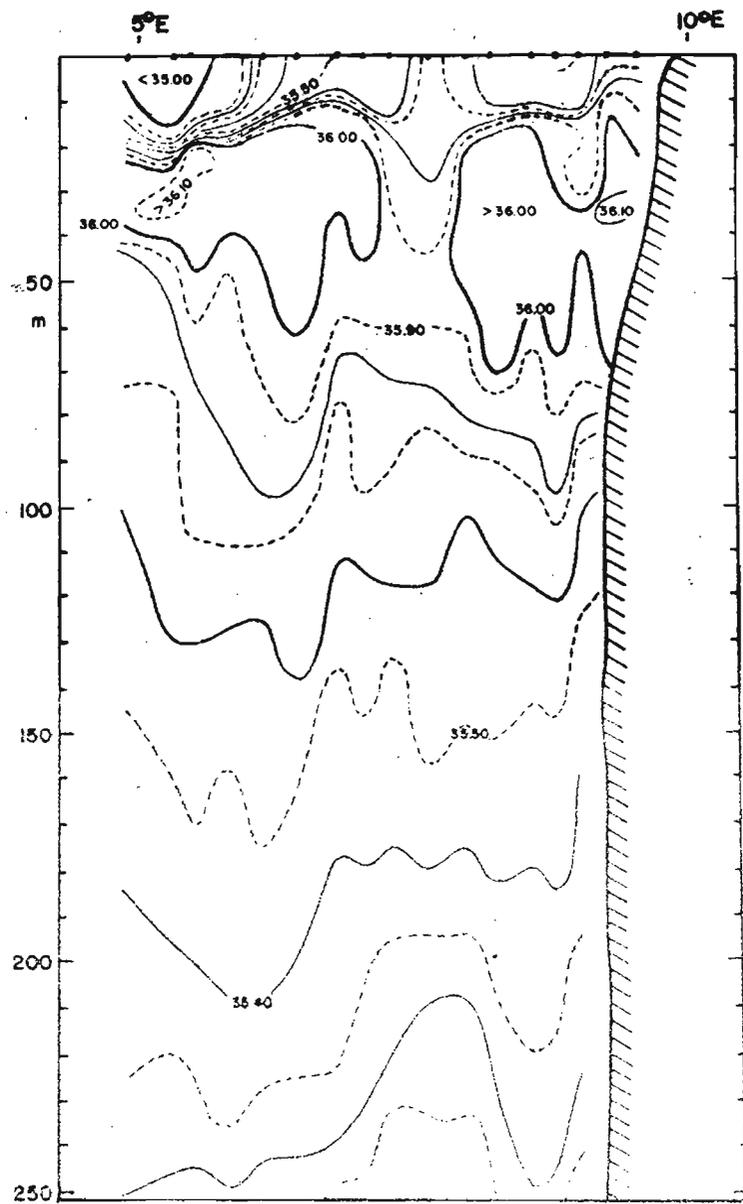


Fig. 7 - Coupe sud de salinité (mai 1973)

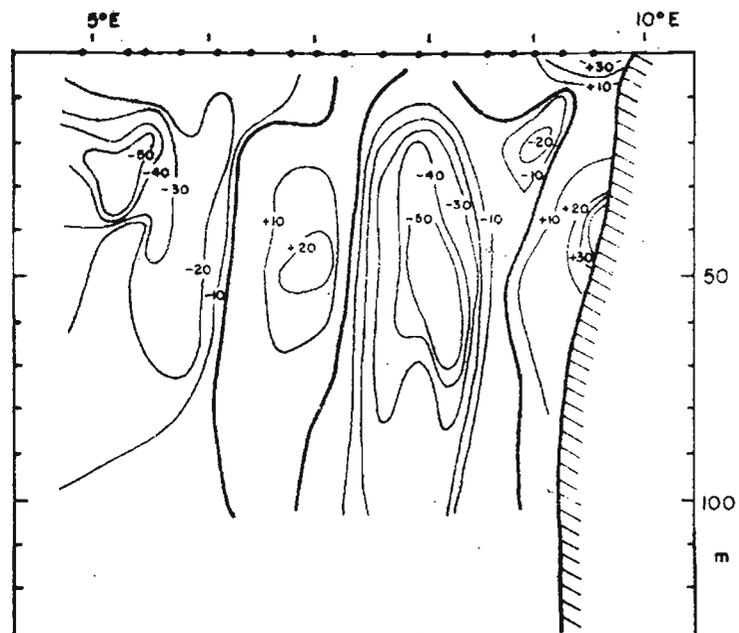


Fig. 8 - Coupe sud de courant (mai 1973)

nité qui est supérieur à 36.20‰ (fig. 5 et 6), il est légèrement au sud de l'équateur (0°15'S).

Au dessous du courant de Lomonosov se trouve un flux ouest supérieur à 20cm/s dont le maximum de vitesse est vers 1°S ; il est au dessous de 100m. dans le voisinage immédiat de l'équateur, mais remonte jusqu'à 80m. à 1°S où il atteint son maximum de vitesse de 30cm/s.

Entre 2° et 3°30'S, entre 0 et 50m. s'étend une zone de flux ouest faible (de l'ordre de 20cm/s).

Vers 4°S, la coupe de courant (fig. 6) fait apparaître un courant vers l'est de vitesse maximum supérieure à 40cm/s située vers 40m. et associée à un noyau de salinité de 36.10‰. Il s'agit là du courant signalé par Reid (1964) et par Mazeika (1968) à partir de calculs dynamiques et observé par Lemasson et Rebert (1973) : le contre courant sud équatorial. L'importance de la composante sud de la vitesse du courant à 4°S montre qu'il tourne vers le sud dans cette région. Nous sommes là à la limite de l'extension vers l'est de ce courant.

Coupe zonale sud (figure 7 et 8)

Entre 5 et 6°E la bifurcation vers le sud du contre courant équatorial sud, se manifeste par des composantes de vitesse vers le sud dont le maximum est supérieur à 50cm/s à 30m.

De 6 à 7°30 E, un flux nord faible sépare la zone du contre courant sud équatorial d'une zone à flux sud important. De 7°30 E à 8°30 E, de la surface à 100m existe un flux sud important dont le maximum de vitesse supérieure à 60cm/s

se trouve entre 50 et 60m. ; il est associé à des salinités supérieures à 36‰. Ce serait la branche sud de la terminaison du courant de Lomonosov.

A la côte, sur le bord du plateau continental existe un fort courant nord (vitesse supérieure à 40cm/s) transportant des eaux à salinité élevée (36.10‰) vers 40m en une bande étroite.

BILAN DES FLUX D'EAUX DANS LA ZONE ETUDIEE

Les deux grandes sections nord-sud et est-ouest, définissent une maille fermant le fond du golfe de Guinée. En calculant les différents flux d'une station à la suivante, nous avons outre la connaissance des bilans à travers les radiales, la critique des observations et du choix de la surface de référence. Deux types de bilans furent évalués : le premier entre 0 et 100m. enferme la plus grande extension verticale du courant de Lomonosov mesurée à 5°E ; le second, avec pour frontières les isanostères 230 et 330 cl/t, enferme le maximum de salinité supérieur à 36‰. En comptant positivement les flux pénétrant dans la maille définie plus haut, la différence "flux entrant - flux sortant" entre 0 et 100m. à travers la section nord-sud est de + 5,6 millions de m³/s. Elle est de - 5,7 millions de m³/s à travers la section est-ouest. Le bilan est donc voisin de zéro. La figure (9) donne une idée des transports élémentaires sur ces deux radiales.

Le débit du courant de Lomonosov est d'environ 8 millions de m³/s à 5°E. Cette valeur est à rapprocher des 15 millions de m³/s trouvés par Kolesnikov (1971) en mars, période où le courant de Lomonosov semble avoir son débit maximum.

L'évaluation des flux entre les isanostères 230 et 330 cl/t permet de séparer le flux du courant de Lomonosov entre 1°N et 2°S du flux du contre courant équatorial sud au sud de 3°S (fig. 9 bis).

Entre la côte et les îles de Principe, Sao-Tome et Anno-Bon, l'évaluation des flux donne des résultats non satisfaisants quand on cherche à relier les divers flux entre eux. Il semble donc qu'entre la côte et les îles, le choix de la surface de référence à 500m. ne soit plus satisfaisant et que la circulation soit affectée par le relief sous-marin.

TERMINAISON DU COURANT DE LOMONOSOV

La carte du maximum de salinité (fig. 10), fait nettement apparaître un éclatement des fortes salinités associées au courant de Lomonosov sur le cap Lopez. Au sud de ce cap l'isohaline 36.10‰ descend vers le sud-est parallèlement à la côte ; au nord, cette même isohaline monte vers le nord puis s'infléchit vers l'ouest.

Les mesures de courant dans la veine de salinité forte qui s'étend au sud du cap Lopez, font apparaître un courant de 20 à 40cm/s vers le sud-est c'est-à-dire sensiblement parallèle à la côte (fig. 11). Ces résultats sont tout à fait similaires à ceux obtenus en mars 1964 lors de la campagne Equalant III (Rinkel et al. 1966).

Au nord du cap Lopez, la circulation mesurée est plus confuse, les courants faibles, de direction variable. Par contre, au niveau de l'île du Prince des courants de 20 à 40cm/s vers l'ouest sont associés aux salinités supérieures à 36.10‰. Il s'agit du "flux de retour" déjà signalé.

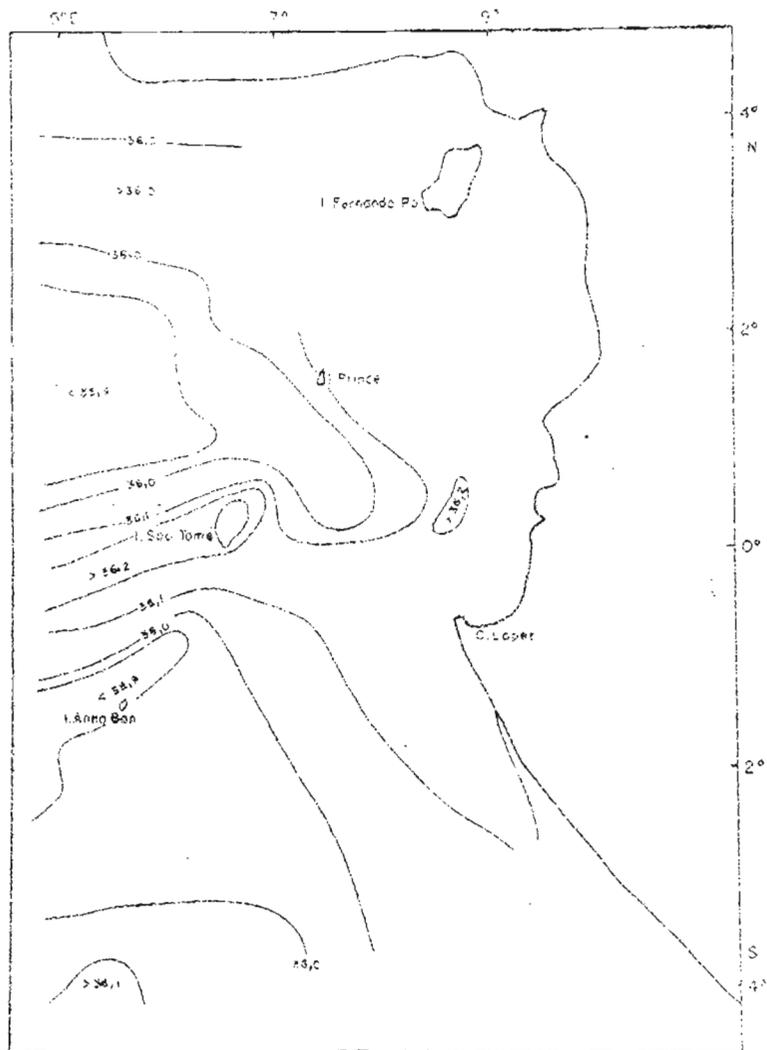


Fig. 10 - Répartition du maximum de salinité (mai 1973)

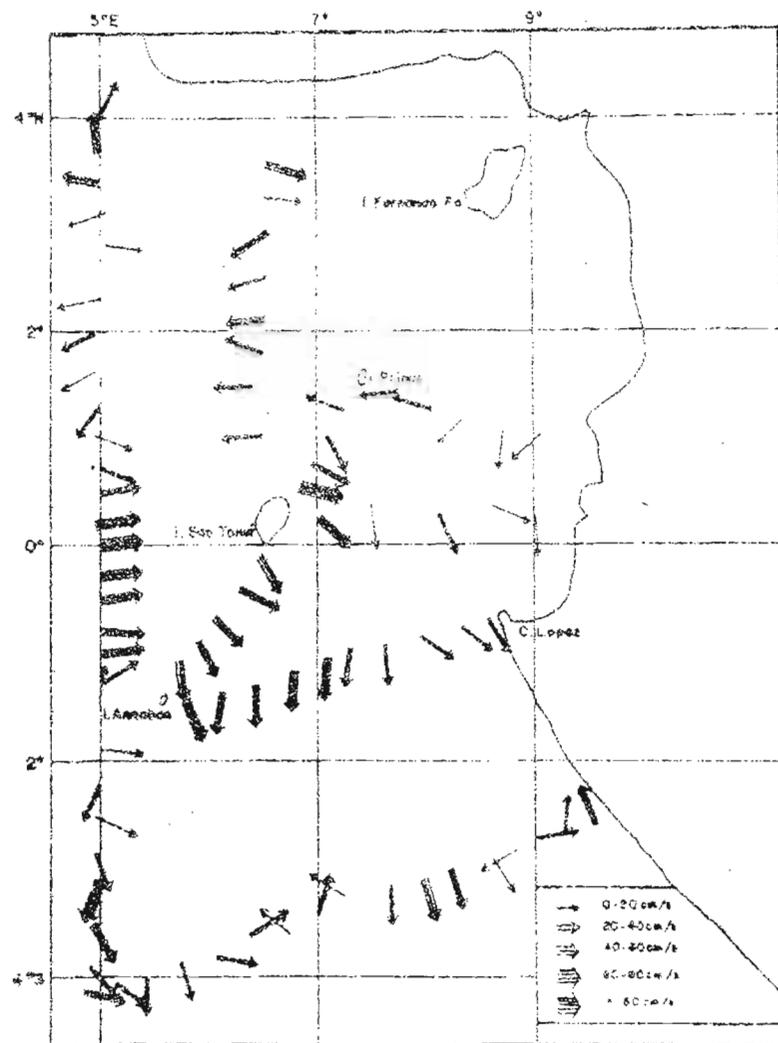


Fig. 11 - Courants mesurés à 40 m (mai 1973)

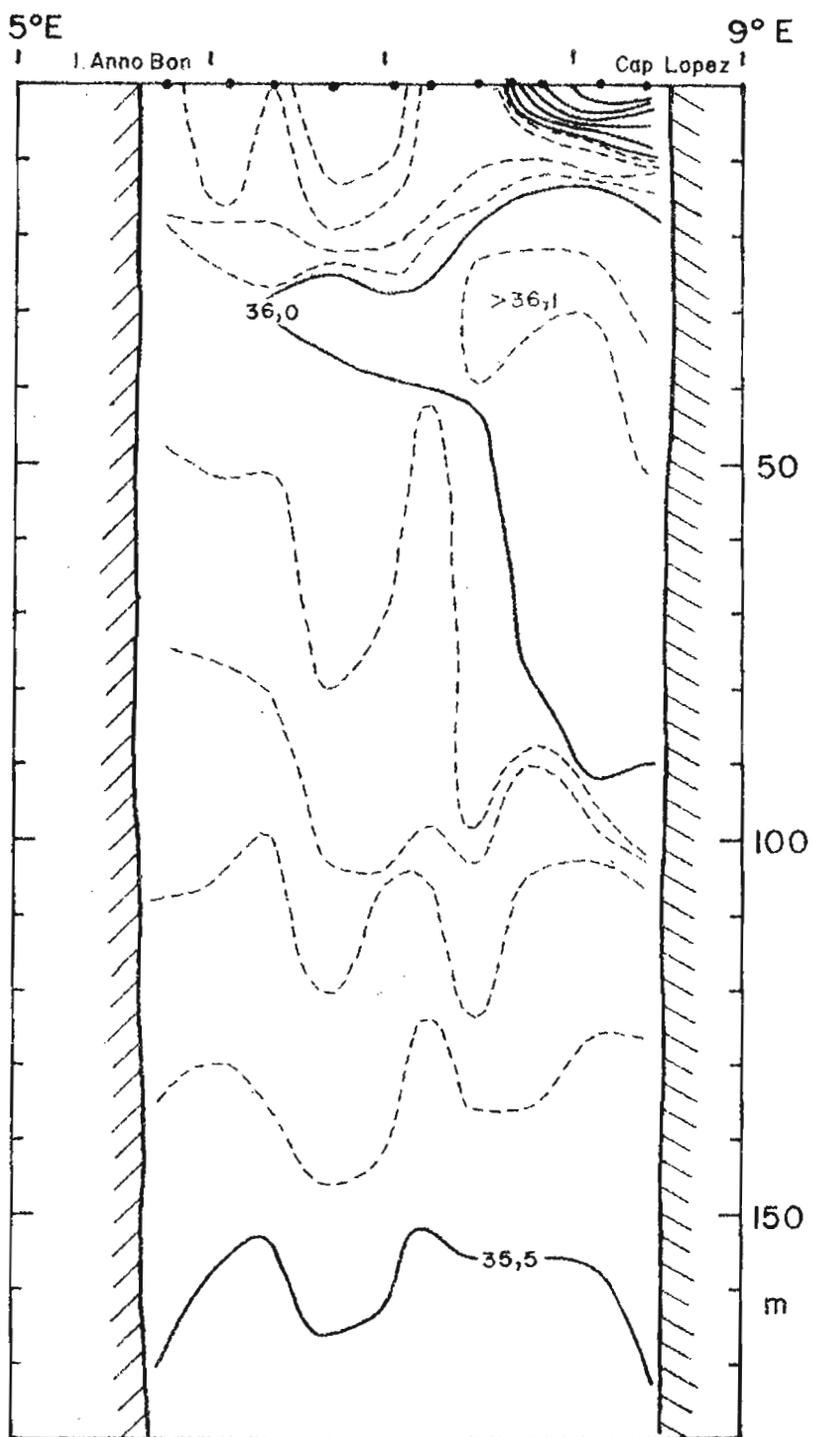


Fig. 12 - Coupe de salinité entre le cap Lopez et l'île Anno-Bon (mai 1973)

La coupe entre le cap Lopez et l'île Anno-Bon (fig. 12) fait apparaître une extension verticale du noyau de salinité (associé au courant de Lomonosov) quand il vient au contact de la côte. De 25m environ d'épaisseur au large ($7^{\circ}36'E$), la veine limitant les isohalines 36,00‰ atteint 70m à la côte.

CONCLUSION

Cette campagne a permis d'observer, en mai, un courant de Lomonosov très net (vitesse supérieure à 90cm/s vers l'est, maximum de salinité supérieur à 36,20‰) jusqu'au fond du golfe de Guinée où il se divise en deux branches. La branche nord qui est entraînée vers l'ouest par la circulation subsuperficielle est caractérisée par un noyau de vitesse et un maximum de salinité vers $3^{\circ}30' N$. La branche sud s'étend le long de la côte fermant une langue de salinité élevée dont l'extension méridionale est mal connue. La distribution des vents observés pendant la campagne présente certaines caractéristiques (vents parallèles à la côte, zone de divergence au sud-ouest du cap Lopez) qui favorisent la montée des eaux de la branche terminale sud vers la surface.

BIBLIOGRAPHIE

- BERRIT (G.R.), 1966.- Les eaux dessalées du Golfe de Guinée.
Doc. Sc. Prov. C.R.O. Abidjan, 9.
- HISARD (Ph.), MORLIERE (A.), 1974.- Etude de l'extension du
sous-courant équatorial Atlantique dans le Golfe
de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Oceanogr.
(sous presse).
- LEMASSON (L.), REBERT (J.P.), 1973.- Circulation dans la par-
tie orientale de l'Atlantique sud. Doc. Sc. Vol.
IV, n°1, C.R.O. Abidjan.
- MAZEIKA (P.), 1968.- Eastward flow within the South Equato-
rial current in the Eastern South Atlantic. J.
Geoph. Res., Vol. 73, n°18.
- REID (J.), 1964.- A transequatorial Atlantic oceanographic
section in July 1963 compared with other Atlantic
and Pacific sections. J. Geoph. Res., Vol. 69
n° 24.
- RINKEL (M.O.), SUND (P.) et NEUMAN (G.), 1966.- The location of
the terminaison area of the equatorial undercurrent
in the Gulf of Guinea based on observations during
Equalant III. J. Geoph. Res., Vol. 71, n°16.
- VOITURIEZ (B.), VERSTRAETE (J.M.), LE BORGNE (R.), 1973.-
Conditions hydrologiques de la zone frontale du
cap Lopez pendant la campagne thonière de juin-juil-
let 1971. Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Oceanogr., Vol XI,
n°2.