

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS PHYSIQUES
DES CAMPAGNES, DE PROSPECTION ACOUSTIQUE
SUR LE PLATEAU CONTINENTAL OUEST-AFRICAIN (1973-1982)

par

Bassirou DIAW(1)

INTRODUCTION ET BREF RAPPEL
DES CONDITIONS PHYSIQUES DU MILIEU

Les campagnes de prospection acoustique s'effectuant sur le plateau continental ouest-africain, outre leur objectif principal - à savoir la surveillance de l'évolution dans le temps et dans l'espace des stocks de poissons (pélagiques et semi-pélagiques), la localisation des différentes espèces et l'étude de leurs déplacements - ont permis également l'étude des conditions physico-chimiques du milieu marin.

Au niveau du Centre de Recherches océanographiques de Dakar-Tiaroye (CRODT), la plupart des données, physiques relatives à ces campagnes sont disponibles sous forme d'archives. Nous nous proposons ici d'en faire une synthèse.

Les tableaux numériques et les tracés bathythermographiques contenus dans lesdites archives sont trop nombreux pour être reproduits ici. Par ailleurs, les bathythermogrammes relatifs à chaque campagne sont analysés d'une façon globale, de manière à dégager les traits caractéristiques dominants.

COURANTS. - La région considérée est caractérisée d'une manière générale par deux grandes circulations superficielles :

- le courant nord-équatorial vers l'ouest (avec des eaux froides),
- le contre-courant équatorial vers l'est (avec des eaux chaudes et salées).

Sur le plateau continental, la circulation est méridienne. On distingue :

- un courant sud. (avec des eaux froides) de novembre à mai, improprement appelé courant des "Canaries" (Rossignol, 1963),
- un courant nord. (avec des eaux chaudes) de juin à août.

(1) Physicien, au Centre de Recherches océanographiques de Dakar-Tiaroye (ISRA), B.P. 2241, Dakar (Sénégal).

Les eaux côtières sont constamment renouvelées au cours de l'année par les processus **d'upwelling**. Localement, la direction de la côte, la topographie du plateau continental et les fluctuations du régime des vents **créent d'importantes** modifications spatiales et temporelles de cette circulation qui est largement soumise à des influences extérieures à la zone du plateau (Rébert, 1979).

MASSES D'EAU.- On distingue trois masses d'eau **principales**:

- les eaux froides et salées du courant sud,
- les eaux **chaudes et salées** du courant nord,
- les eaux, libériennes chaudes et **dessalées**.

La zone frontale entre les eaux chaudes et les eaux froides effectue des oscillations nord-sud de grande amplitude. Elle se situe en hiver aux environs de 10°N et en été aux environs de 21°N . De cela résulte l'alternance de deux saisons hydrologiques bien distinctes avec des périodes de transition.

SAISON FROIDE (JANVIER - MAI).- La zone au nord du cap Blanc est, en permanence, occupée par les eaux froides transportées vers le sud par le courant dit des "**Canaries**". En **décembre** le front des eaux chaudes reflue plus au sud pour atteindre sa position **extrême** en février. Sous l'influence des alizés de nombreux upwellings côtiers amènent en surface des eaux plus froides.

TRANSITION SAISON FROIDE - SAISON CHAUDE (MAI - JUIN).-- Les alizés cessant, les eaux froides sont progressivement recouvertes par les eaux chaudes d'origine tropicale, associées au contre-courant **équatorial**. Ces eaux chaudes se déplacent rapidement vers le nord et, seul, subsiste à cette époque **l'upwelling** du cap Blanc en **Mauritanie**. Au sud du cap Roxo se **ren-**contrent **les** eaux libériennes dessalées;

SAISON CHAUDE (JUILLET - OCTOBRE).- Elle correspond à l'extension des eaux chaudes vers le nord (cap Blanc), les eaux **libériennes** pouvant se **ren-**contrer **jusqu'à** 17°N (Rossignol, 1973). En septembre-octobre, le retrait des **eaux chaudes** commence après l'établissement de **l'upwelling** du cap Blanc.

TRANSITION SAISON CHAUDE - SAISON FROIDE (NOVEMBRE - DECEMBRE).- De nombreux upwellings côtiers (cap Blanc, cap Timiris, Cap-Vert) apparaissent **avec** le retour des alizés, et les eaux chaudes sont chassées vers le sud.

1. CAMPAGNES ECHOPROSECTION I I
C I N E C A C A P 7 3 0 8 (2 3 M A R S - 5
: AVRIL ' 1 9 7 3)

Durant cette campagne qui s'est effectuée sur le plateau continental ouest-africain entre 10° et 17° nord, 19 stations de physique ont été occupées : 11 stations avec la sonde **STD** au-dessus du rebord du plateau continental et 8 stations bathythermographiques aux isobathes **50 m**. En surface, les températures étaient relevées en continu et des prélèvements **d'échantillons** d'eau effectués toutes les heures pour la **salinité** et la **chlorophylle**

Nous **n'avons pas retrouvé de résultats** relatifs à cette campagne au niveau du CRODT. Dans le compte rendu de mission qui y est disponible, il est tout de même **succinctement** indiqué que la "**zone d'upwelling est bien** apparente sur tout le plateau continental de 17°N à 11°N (les Bissagos) où l'on passe à des eaux chaudes dont la température est supérieure à 22°C ".

2.1. DESCRIPTION

Cette campagne a été effectuée au large des côtes du Sénégal dans le cadre des accords de coopération scientifiques passés entre la République du Sénégal et, l'URSS.

Du point de vue des objectifs physiques, le LAURENT AMARO a enregistré les températures de surface et le GUIJIGA a effectué 37 stations hydrologiques aux isobathes 10,50 et 200 m (fig. 2a et 2b) en relevant la température, la salinité et l'oxygène dissous à l'aide de bouteilles à renversement aux profondeurs standard.

2.2. ANALYSE DES RESULTATS

2.2.1. En surface

Les eaux sont chaudes et ont une température comprise entre 29 et 27°C (fig. 2c et 2d). Les eaux les plus chaudes sont plaquées vers la côte. La salinité (fig. 2e) supérieure à 35,9 ‰ au niveau de Dakar, diminue régulièrement vers le sud. Au niveau des embouchures des fleuves Gambie et Casamance, les eaux sont dessalées (salinité inférieure à 34,6 ‰), étant contaminées par les apports d'eaux douces fluviales. La teneur en oxygène dissous (fig. 2f) inférieure à 4,0 ml/l vers la côte, augmente en allant vers le large pour être supérieure à 4,4 ml/l sur les fonds de 200 m. La teneur la plus forte (4,6 ml/l) est localisée au niveau du fleuve Casamance.

2.2.2. Sur le fond

Les isothermes gardent une allure parallèle à la côte (fig. 2g). Les eaux sont chaudes sur les petits fonds (28°C sur les 10-20 mètres) et froides sur les grands fonds (température inférieure à 14°C sur les 200 m). Les isohalines (fig. 2h) ont à peu près la même structure qu'en surface. Les salinités gardent dans l'ensemble les mêmes valeurs. Cependant on remarque un certain dessalissement sur le fond au niveau de Dakar (35,4 ‰ contre 35,9 ‰ en surface). Sur les petits fonds la teneur en oxygène dissous (fig. 2i) ne varie pas avec la profondeur (inférieure à 4,0 ml/l). Elle diminue tout de même régulièrement vers le large pour être inférieure à 2,0 ml/l près des fonds de 200 m.

2.2.3. Coupes

La coupe de température (fig. 2j) met en relief une thermocline située d'une manière générale entre 25 et 50 m. Elle est surtout bien marquée au niveau du Saloum et de la Gambie, Au sud de Saint-Louis (partie nord) et au sud de Mbour (partie sud) les isothermes ont tendance à remonter, alors qu'elles s'enfoncent au niveau même de Mbour. En dessous de 50 m les températures sont inférieures à 20°C et décroissent régulièrement avec la profondeur.

L'oxyclyne (fig. 2k) se localise aux environs des profondeurs de 53 m. Au niveau de la fosse de Kayar, à 35-40 m on note une teneur en oxygène relativement forte (supérieure à 5,5 ml/l). En dessous de 100 m l'oxygène se raréfie (1,6 à 1,2 ml/l) et sa teneur varie très peu.

3 . CROISIERE CAPRICORNE 7407 ET 7408
 (DU 19 AU 28 OCTOBRE 1974 ET
 DU 1^{er} AU 29 NOVEMBRE 1974)

3.1. DESCRIPTION

Ces deux campagnes ont couvert l'ensemble du plateau continental ouest-africain compris entre les parallèles 11° et 3° nord. Au cours de ces deux missions, 313 bathythermogrammes (B.T.) espacés de 5 à 10 milles ont été réalisés. L'appareil utilisé a été le B.T. n° 2232 TX-Q-250 m appartenant au Centre de Recherches océanographiques d'Abidjan. Les températures de surface de l'eau et celles de l'air ont été relevées. Les B.T. répartis en zones selon la fig. 3a ont permis d'appréhender la structure verticale de la température de l'eau.

3.2. ANALYSE DES RESULTATS

3.2.1. Zone I (cap Verga - Cap-Vert)

Dans cette partie, la température est quasi homogène de la surface aux profondeurs 10 mètres (27°C). De 10 à 50 mètres les B.T. indiquent une décroissance nette et rapide de la température : c'est le siège de la thermocline. A 50 mètres la température de l'eau est de 17°C en moyenne.

La température de surface (fig. 3b) est croissante du nord au sud de façon régulière : 24°C au niveau de Dakar et 28°C au niveau de l'archipel des Bissagos. Dans les parages du Cap-Vert on note un faible upwelling côtier, avec des températures inférieures à 24°C. Au niveau du Saloum et de la Gambie la température est inférieure à 27°C sur les fonds de 200 m tandis que près de la côte elle est supérieure à 28°C.

La température de l'air est en moyenne de 26°C.

3.2.2. Zone II (Cap-Vert - cap Blanc)

Cette partie est composée de deux sous-zones thermiquement distinctes.

- Du Cap-Vert au cap Timiris, la couche d'eau quasi homogène (19°C - 20°C) occupe les 10 et, quelques fois, les 20 premiers mètres. La thermocline est en général assez nette entre 20 et 50 mètres (16°C en moyenne à 50 mètres).

La température moyenne de l'air est de 20°C.

- Du cap Timiris au cap Blanc la température est homogène dans les 20 premiers mètres (18°C en moyenne). La thermocline a pratiquement disparu. La température de l'air est en moyenne égale à 17°C.

Les upwellings sont apparents tout le long de la côte mauritanienne (fig. 3c). Le front thermique se situe au niveau du fleuve Sénégal.

3.2.3. Zone III (cap Blanc - cap Bojador)

La couche homogène est assez épaisse. Elle occupe en général les 40 premiers mètres (17°C en moyenne). La thermocline, assez peu marquée se localise à 50 mètres de profondeur (15°C en moyenne).

Les températures de surface (fig. 3d) sont de 17°C, de la côte à l'isobathe 50 m, et supérieures à 18°C au delà des profondeurs de 200 m. La température moyenne de l'air est de 17,5°C.

3.2.4. Zone XV (cap Bojador - Agadir)

La thermocline est inexistante ou très peu marquée et se situe généra-

lement entre 10 et 20 mètres de profondeur. Les températures de surface sont en moyenne de 17°C (fig. 3e). La température moyenne de l'air est de 17°C.

4. CAMPAGNE DE PROSPECTION PELAGIQUE DU BIELOGORSK (AVRIL 1975)

4.1. DESCRIPTION

Cette campagne a été effectuée par le chalutier de recherches "BIELOGORSK" de l'AtlantNIRO au large des côtes sénégalaises du 15 au 21 avril 1975. La température de surface a été relevée toutes les heures. A chaque opération de pêche, un bathythermogramme fut effectué avec l'appareil de type CM7N 113.0/200 m.

4.2. ANALYSE DES RESULTATS

A la suite de remontées d'eaux froides, les températures relevées en surface sont particulièrement basses, de l'ordre de 15,5°C au nord de Dakar et de 14,5°C dans la région de Dakar (fig. 4a). Elles s'élèvent ensuite régulièrement pour atteindre 19,5°C au sud. La structure thermique relevée au bathythermographie montre un abaissement rapide de la température avec la profondeur dans la couche superficielle de 0 à 30 mètres.

5. CAMPAGNE CAPRICORNE 7605 (AVRIL - MAI 1976)

5.1. DESCRIPTION

Cette campagne a couvert en huit jours le plateau continental sénégalais, de Saint-Louis au cap-Roxo (fig. 5a et 5b). Le secteur a été prospecté par des radiales est-ouest, espacés de 10 milles, allant des fonds de 10 m jusqu'à la limite du plateau (fonds de 2% n). Les températures de surface ont été relevées.

5.2. ANALYSE DES RESULTATS

L'examen de la distribution des températures de surface (fig. 5c à 5f) indique l'existence de deux zones froides, l'une située devant Saint-Louis, l'autre au sud de la presqu'île du Cap-Vert.

Au nord de la presqu'île existe une zone d'eau plus chaude liée à un phénomène de convergence. Celui-ci est dû au changement d'orientation de la côte et se reproduit chaque année à cette époque. A cette convergence peut être associé un vortex cyclonique créant un contre courant côtier dirigé vers le nord, ce qui serait en accord avec la répartition des températures et le léger réchauffement observé entre l'aller et le retour. Cependant aucune mesure de courant n'a été réalisée.

Au sud du Cap-Vert l'upwelling est très côtier et se traduit en surfac-

ce par une langue d'eau froide d'extension limitée située entre les isobathes 20 et 50 m ce qui semble correspondre à une cellule de circulation verticale au-dessus du plateau continental avec convergence aussi bien côtière qu'au large.

Bien que la situation semble relativement stable cet upwelling régresse entre le début et la fin de la campagne, ce qui est confirmée par les mesures journalières côtières qui indiquent un réchauffement de $1,5^{\circ}\text{C}$ du 20 avril au 5 mai.

En aval de la zone d'upwelling il semble exister de part et d'autre de la bande centrale des lentilles d'eaux froides dues vraisemblablement à l'occlusion des méandres issus des oscillations latérales de la bande d'upwelling.

6. CROISIERE CAPRICORNE 7 7 0 3 (16 AVRIL - 10 MAI 1977)

6.1. DESCRIPTION

Cette mission a couvert l'ensemble du plateau continental ouest-africain compris entre les parallèles $10^{\circ}30'$ et $11^{\circ}41'$ Nord (fig. 6a). 168 bathythermogrammes (B.T.) espacés de 8 à 12 milles ont été réalisés avec 1 appareil de type B.T. TSK n° 2231 de 0 à 125 m, appartenant au CRO d'Abidjan. Les températures de surface ont été relevées.

6.2. ANALYSE DES RESULTATS

Les isothermes de surface (fig. 6b à 6e) sont parallèles à la côte. Au niveau de la Guinée-Bissau (fig. 6b), les eaux côtières sont chaudes (25°C). L'immersion de la thermocline est de 10 à 15 mètres (fig. 6f). On remarque une langue d'eaux froides (22°C) venant du large (du nord-ouest) et descendant vers le sud, axée entre les isobathes 20 et 50 mètres où l'immersion de la thermocline est en moyenne de 15 à 20 mètres.

Les eaux froides remontées au niveau du Cap-Vert descendent vers la Casamance et sont nettement délimitées par l'isotherme 20°C entre les isobathes 20 et 50 mètres (fig. 6c). La thermocline est à une profondeur de 10 à 15 mètres en moyenne (fig. 6g).

Au sud de Kayar, entre les profondeurs 50 et 200 mètres on remarque une "bulle" d'eaux chaudes (24°C). La zone d'upwelling est apparente de Saint-Louis au cap Timiris (fig. 6d, 6e). Du Cap-Vert au cap Timiris l'immersion de la thermocline est de 10 à 15 mètres en moyenne (fig. 6h, 6i).

7. CAMPAGNE CAPRICORNE - ECHOLES (10 SEPTEMBRE - 5 OCTOBRE 1977)

7.1. DESCRIPTION

Cette mission s'est déroulée du cap Timiris ($19^{\circ}20'\text{N}$) au cap Roxo ($12^{\circ}21'\text{N}$) fig. 7a).

Des bathythermogrammes ont été réalisés à l'aide de l'appareil TSK n° 2231 (0 à 125 m) appartenant au CRO d'Abidjan. Des relevés de température ont été effectués à la surface, à 3 mètres et à 20 mètres. Les salinités ont été mesurées au salinomètre à induction Bisset et Berman.

7.2. ANALYSE DES RESULTATS

La température des eaux de surface croît régulièrement du cap Timiris' (23°C) au cap Roxo (29°C) (fig. 7b à 7d). Les isothermes de surface ont une allure perpendiculaire à la côte. On remarque des eaux chaudes de 30°C placées à la côte, à Kayar (fig. 7c) et des eaux de même température (30°C) centrées sur l'isobathe 50 mètres au niveau de la Casamance (fig. 7d).

La structure thermique est pratiquement la même à 3 mètres qu'à la surface (fig. 7e et 7f).

Entre le cap Timiris et le cap Verga, à 20 mètres, les eaux sont plus froides près de la côte (21°C) qu'au large (27°C) (fig. 7g, 7h). Tandis qu'entre le Cap-Vert et le Saloum elles sont plus chaudes entre les isobathes 20 et 50 mètres (27°C) qu'au delà.

Sur les fonds de 20 et 200 mètres, l'immersion de la thermocline est de 10 à 15 mètres, entre le cap Timiris et le Cap-Vert, et de 10 à 15 mètres, dans la partie sud (fig. 7i à 7k).

En surface, la salinité est maximale au nord où elle est de 36,10 ‰ en moyenne dans la région mauritanienne (fig. 7l à 7n). Au niveau de Saint-Louis, elle est faible (25,0 ‰ à 34 ‰) à cause des apports d'eaux douces fluviales, de même qu'au niveau de la Gambie (fig. 7l, 7n). Dans la Partie sud, du Cap-Vert au cap Roxo, la salinité moyenne est de 35,25 ‰.

3. CAMPAGNE ECHOSAP 1 ET 2 (FÉVRIER ET SEPTEMBRE 1930)

8.1. DESCRIPTION

Ces deux campagnes ont eu lieu le long des côtes mauritanienne et sénégalaise, respectivement en saison froide (février) et chaude (septembre).

La température et la salinité ont été relevées en surface,

8.2. ANALYSE DES RESULTATS

8.2.1. Un février

Les eaux chaudes sont localisées au sud de 11°N (Bissagos), l'ensemble du plateau continental prospecté étant recouvert d'eaux froides et salées.

8.2.1.1. Au nord du Cap-Vert (fig. 8a, 8b)

si l'on excepte la région à l'ouest du cap Blanc aucun upwelling marqué n'a pu être mis en évidence, les isothermes étant régulièrement espacés et orientés nord-sud. La région située au nord du cap Timiris présente un aspect plus complexe (difficile à interpréter). Les salinités de surface montrent un gradient croissant continu du sud au nord, les valeurs passant de 35,55 ‰ au niveau du Cap-Vert à 36,00 ‰ le long du banc d'Arguin.

8.2.1.2. Au sud du Cap-Vert (fig. 3c, 3d)

L'upwelling typique de ce secteur en saison froide est observé,

Du 4 au 6 février, période pendant laquelle les alizés sont complètement tombés, les eaux chaudes du large (23°C) ont tendance à envahir toute la région.

Du 20 au 25 février : le régime des alizés s'étant établi aux alentours du 13 février, on voit apparaître et se développer une langue d'eaux froides (17°C) en baie de Dakar. Ces eaux froides, qui atteignent, pratiquement l'embouchure de la Gambie (13°30'N) entre le 20 et le 22 février, se rencontrent jusqu'en Casamance (12°30'N) le 25.

Sur l'ensemble de la zone, les valeurs de salinité de surface sont très homogènes. On observe cependant des eaux légèrement plus salées le long de la "Petite Côte" dans la zone de naissance des upwellings.

8.2.2. En septembre (fig. 3e à 3h)

Le front thermique séparant les eaux chaudes des eaux froides a déjà commencé son mouvement de transgression vers le sud et a pu être localisé, aux alentours du 28 septembre, entre Nouakchott et le cap Tiniris (fig. 3e). Au nord de ce front, au large du banc d'Arguin, les eaux sont froides (entre 18°C et 20°C) et salées (36°C). Au sud du front l'ensemble du plateau continental est recouvert par des eaux chaudes avec des températures très homogènes avoisinant 27°C. Les salinités de surface au sud du front sont plus variables qu'au nord, principalement du fait de l'apport d'eau douce par les fleuves et les rivières (fig. 3f).

9 . C A Y P A G N E " P E L A G O S 7 9 0 9 "

(J U I L L E T - S E P T E M B R E 1 9 8 0)

9.1. DESCRIPTION

Cette campagne a été effectuée par le navire espagnol "CORNIDE DE SAAVEDRA", du Sénégal à la Sierra Leone. Cette zone a été divisée en quatre secteurs (fig. 9a).

76 stations hydrologiques ont été réalisées avec des mesures aux profondeurs 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200 et 250 mètres. La température et la salinité de surface ont été enregistrées en continu.

9.2. ANALYSE DES RESULTATS

Les résultats de cette mission sont publiés par 3. BRAVO DE LAGUNA (ENERO, 1981). Nous ne reproduisons pas les figures de ce travail vu leur quantité.

9.2.1. Secteur 1 (fig. 9a)

La température moyenne en surface est de 25°C. Elle est quasi uniforme dans la couche d'eau supérieure de 0 à 25 mètres. La thermocline est à 30 mètres. Au sud de l'île de Sherbro on observe des eaux froides de 24,5°C.

La concentration en chlorophylle est relativement élevée. Les valeurs maximales observées dans les parages de l'île de Sherbro sont de 0,8 mg/m³. Les salinités en surface sont très faibles (27,00 ‰ à 31,00 ‰). A 10 mètres

de profondeur, elle est de 30 à 32 ‰. Elle augmente avec la profondeur et atteint 35,00 ‰ à 7,5 mètres.

9.2.2. Secteur II

La température est homogène de 0 à 30 mètres (26,0°C). La thermocline se situe entre 40 et 60 mètres. Au sur de Freetown (Sierra Leone), on rencontre une zone d'eaux froides (25,5°C).

La salinité de surface oscille entre 32,00 ‰ (près de la côte) et 33,5 ‰ (plus au large). Elle augmente avec la profondeur et atteint 35,50 ‰ à 75 m. La teneur en chlorophylle est de 1,0 mg/m³ et diminue jusqu'à 0,1 mg/m³ au large de la côte.

9.2.3. secteur III

La température en surface est de 27,9°C près de la côte et de 26,0°C au large. La thermocline apparait nette entre 40 mètres (26,0°C) et 60 mètres (19,0°C).

La salinité varie entre 30,00 ‰ (à la côte) et 34,50 ‰ (au large). La teneur en chlorophylle est de 1,5 mg/m³ à la côte et de 0,5 mg/m³ au large (valeurs permanentes jusqu'à 30 mètres de profondeur).

9.2.4. Secteur IV

La température de surface est 27,5°C près des îles Bissagos et de 28,5°C au nord du cap Roxo. La thenocline est localisée entre les profondeurs 35 mètres (27,0°C) et 45 mètres (23,0°C).

La salinité est quasi homogène en surface et est comprise entre 34,40 ‰ et 34,50 ‰. Elle augmente avec la profondeur et est égale à 35,50 ‰ à 60 mètres. La concentration de chlorophylle est de 1,5 mg/m³ près de la côte au niveau du cap Roxo. Elle diminue jusqu'à 0,5 mg/m³ au large. Ces valeurs se retrouvent jusqu'à 20 mètres de profondeur. Elles varient entre 0,2 et 0,3 mg/m³ à 75 mètres.

10. CAMPAGNE ECHOSAR 3 (M A I 1981)

10.1 DESCRIPTION

Cette campagne a été effectuée en période de transition (mois de mai) sur le plateau continental, du cap Blanc au cap Roxo.

Des bathythermogrammes et des prises d'échantillons d'eau de surface ont été réalisés. La température de surface a été relevée à chaque mille parcouru.

10.2. ANALYSE DES RESULTATS

Les cartes de températures de surface (fig. 10a, 10b) indiquent bien que l'on se trouve en période de transition. Au nord de 17°N (fig. 10a) la situation est conforme à celle de la saison froide. On note un upwelling bien marqué au sud du cap Timiris avec dérive vers le sud. Les eaux de surface sont riches en nitrate (10 μ atg. ℓ^{-1} environ) (fig. 10c, 10d). Il existe vraisemblablement un upwelling le long du cap Blanc. Au sud de 17°N (fig. 8a)

des eaux plus chaudes situées au large ont tendance à pénétrer sur le plateau. L'isotherme de surface 20°C arrive en biais à la côte à Saint-Louis. Tout le long de la côte sud la concentration en chlorophylle (chl. a) varie entre 10 et 20 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (fig. 10c, 10d).

Au sud de Dakar (fig. 10b) on observe une zone "frontale" (23 à 25°C) traversant en biais le plateau, de 14°20'N à 13°30'N jusqu'aux fonds de 20 mètres pour ensuite repartir vers le nord, en s'approchant de la côte, signe d'une dérivé des eaux axée sur les 20 mètres. Les valeurs des nitrates sont de 1,0 à 0,5 $\mu\text{atg.l}^{-1}$ sur la côte (fig. 10c). A partir de la Gambie, la température de surface oscille entre 25°C et 26°C avec cependant une "bulle" un peu plus froide au large de la Casamance et une avancée d'eaux chaudes du large (température atteignant 28°C) aux environs de 13°N. Près du cap Roxo, la teneur en nitrates atteint de 1,0 à 1,5 $\mu\text{atg.l}^{-1}$. Teneur en chlorophylle (chl.a) est de 5 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

Les profils thermiques établis par bathythermogrammes montrent bien l'opposition entre nord et sud : au nord de 17°N, on observe une couche d'eau froide assez homogène de la surface à 50 mètres (cu au fond), sans thermocline ; au sud de 17°N apparaissent des eaux plus chaudes en une couche de peu d'épaisseur (10 à 20 mètres) et séparées des eaux sous-jacentes par une thermocline assez bien marquée. Au sud du Cap-Vert, les eaux de surface sont beaucoup plus chaudes mais la thermocline est assez peu marquée.

11. CAMPAGNE DU "DR FRIDTJOF NANSEN" (MAI 1981)

11.1. DESCRIPTION

Cette phase du vaste programme de prospection acoustique du plateau continental ouest-africain par le navire norvégien "Dr Fridtjof Nansen" s'est déroulée dans la région mauritano-sénégalaise (fig. 1 la), d'abord du 30 avril au 26 mai 1981, ensuite du OR au 28 septembre et du 5 au 14 décembre 1981.

Plusieurs coupes hydrologiques suivant des radiales ont été effectuées en utilisant des bouteilles Nansen. La salinité et l'oxygène ont été déterminées à bord respectivement à l'aide d'un salinomètre à induction et par la méthode de Winkler. La température de surface a été, en outre, enregistrée en continu avec un thermographe.

11.2. ANALYSE DES RESULTATS

11.2.1. Température de surface

a. - En mai

La structure thermique en surface est typique de la région en cette période de transition entre saison froide et saison chaude (fig. 1 lb). Au nord du Cap-Vert des températures inférieures à 20°C près de la côte dénotent l'existence d'upwellings. Au Cap-Vert au cap Verga, la distribution assez complexe des températures de surface peut être liée au fait qu'on est en période de transition. Le front thermique est situé au sud du Cap-Vert mais n'est pas bien défini.

b.- En septembre

Le front est situé au niveau du cap Timiris; la température de surface passe de 21°C à plus de 28°C (fig. 11d). Au sud de cette zone frontale aucun upwelling n'est mis en évidence.

c.- En décembre

Le plateau continental sénégal-mauritanien est caractérisé par une certaine homogénéité thermique en surface, les températures restant voisines de 24°C (fig. 11e). C'est seulement au niveau du cap Blanc qu'on observe des températures inférieures à 21°C . En cette période, la zone frontale devant se situer au niveau de la Guinée, n'a pu être observée dans la région parcourue,

11.2.2. Coupesa.- En mai

Les coupes effectuées dans la région du cap Blanc et du Cap-Vert (fig. 11f à 11g) montrent une tendance des isolignes de température, de salinités, de densité et d'oxygène à remonter vers la côte. Les deux coupes plus au nord mettent en évidence l'existence d'upwellings, tandis que plus au loin, au sud, la structure en présence peut être liée au courant de direction sud. Au sud du Cap-Vert, on remarque une thermocline bien nette et l'absence d'upwelling.

b.- En septembre

La coupe air niveau du cap Blanc (fig. 11h) met en évidence l'upwelling. Plus loin, au sud, la présence d'une thermocline entre 25 et 50 mètres réfute l'existence d'un upwelling. Les coupes au sud du Cap-Vert sont montrées (fig. 11i).

c.- En décembre

Les deux coupes du nord montrent un upwelling assez faible (fig. 11j). La thermocline est observée à des profondeurs plus grandes qu'en mai-et-septembre.

11.2.3. Oxygène et densité

La distribution de l'oxygène dissous montrée par les différentes coupes indique une coïncidence de l'oxycline avec la thermocline. La quantité d'oxygène dissous diminue avec la profondeur jusqu'à moins de 2 ml/l sous la thermocline, c'est-à-dire aux profondeurs où la température est en dessous de 18°C environ. Sous la couche de mélange il y a une bonne corrélation entre la température et la quantité d'oxygène.

La structure des densités est en général évocatrice du courant de direction sud. Les isolignes remontent vers le haut à la côte. Ceci est favorable à la genèse d'upwelling côtier.

12. CAMPAGNE ECHOSAR 4

(2.6 FEVRIER - 1^{er} SEPTEMBRE 1982)

Pour cette campagne nous ne disposons que des relevés en surface de

la température et de la chlorophylle totale.

La température (fig. 12a) est généralement basse. Sa valeur maximale est de 13°C sur les fonds de 200 m. On note un upwelling 3 Rufisque et Popenguine (eaux de 14,5°C). La chlorophylle totale (fig. 12b) est maximale près de la côte (10 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Elle décroît régulièrement vers le large pour atteindre 0,5 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

13. CAMPAGNE Du N/O FRIDTJOF NANSEN (FÉVRIER - MARS 1982)

Cette campagne a couvert le plateau continental ouest-sf.ricain du Maroc à la Sierra Léone. Les résultats sont compilés provisoirement dans un rapport préliminaire.

Les températures de surface ont été enregistrées en continu par un thermographe. En février, au niveau de la Sénégambie, la température de surface ne dépasse pas 18°C. On note un upwelling côtier dans la baie de Gorée avec des eaux de surface dont la température est de 15°C. An allant vers le sud, les eaux sont de plus en plus chaudes et leur température atteint 27°C au niveau de la Sierra Léone. Le front thermique se situe au large des îles Bissagos.

En mars, entre Agadir et Dakar, les températures sont assez uniformes et varient entre 18°C et 16°C. On note un upwelling au niveau du cap Timiris.

CONCLUSION

Les résultats physiques des campagnes d'écho-prospection montrent bien que le plateau ouest-africain est divisé en deux sous-régions : une partie nord (nord de 17°N) et une partie sud (sud de 17°N) - nettement opposées du point de vue hydrologique. Ils mettent également en évidence l'alternance, au cours de l'année de deux saisons (froide et chaude) séparées par des périodes de transition. Les trois masses d'eau (mentionnées précédemment) caractéristiques de la région ont été rencontrées.

EN SAISON FROIDE

Les températures de surface sont basses, généralement inférieures à 20°C. En février les eaux froides et salées couvrent pratiquement tout le plateau continental. Au niveau de 11°N (îles Bissagos), on rencontre quand même des eaux chaudes.

Dans la partie nord, les upwellings rencontrés en février ne sont pas bien marqués en général sauf au niveau du cap Blanc. En mars et avril une zone d'upwelling se remarque aux environs du cap Timiris (17°N).

Dans la partie sud, il faut noter en février l'upwelling typique de la "Petite Côte" sénégalaise, avec des eaux froides de surface (14°C à 15°C environ) descendant vers le sud, parfois jusqu'en Casamance. En mars et avril, les eaux sont toujours froides à la côte ; à Dakar - l'upwelling persiste - la thermocline se situe en moyenne entre 0 et 30 mètres.

TRANSITION SAISON FROIDE - SAISON CHAUDE

Au mois de mai, dans la partie nord, la saison froide reste encore sensible. La zone d'upwelling s'étend au sud du cap Timiris (température de surface de 16 à 17°C). L'immersion de la thermocline est de 10 à 15 mètres.

Dans la partie sud, les eaux chaudes sont au niveau de la Casamance et de la Guinée-Bissau (plus de 25°C). Une langue d'eaux froides (moins de 20°C) venant de l'upwelling de Dakar descend plus au sud, vers la Casamance. La thermocline se situe à 10 - 15 mètres.

A cette période, l'opposition entre nord et sud est assez bien marquée. Au nord de 17°N, la couche d'eau supérieure est pratiquement homogène de 0 à 50 mètres de profondeur. Il n'existe pas de thermocline en général. Tandis qu'au sud de 17°N des eaux plus chaudes occupent la couche supérieure des 20 premiers mètres. Au sud du Cap-Vert la thermocline est généralement bien marquée, les eaux de surface ont une température supérieure ou égale à 20°C ; au nord du Cap-Vert la thermocline est moins marquée, les eaux de surface ont une température inférieure à 20°C (upwelling).

SAISON CHAUDE

Le front thermique se remarque dans la partie nord (entre Nouakchott et la cap Timiris en septembre). Au nord du front, les eaux sont froides (18°C à 20°C) et salées (plus de 36 ‰) et, au sud, les eaux chaudes sont homogènes. On remarque un upwelling au large du cap Blanc.

Dans la partie sud, l'immersion de la thermocline est entre 25 et 50 mètres. Il n'existe pas d'upwelling. Vers le Guinée, on rencontre les eaux chaudes (26 à 28°C) et dessalées (moins de 34,50 ‰), la salinité augmentant avec la profondeur.

TRANSITION SAISON CHAUDE - SAISON FROIDE

Dans la partie nord, des eaux froides (19 à 20°C au cap Timiris) et homogènes occupent la couche des 20 premiers mètres. La thermocline est entre 20 et 50 mètres. Au nord du cap Timiris, les eaux sont homogènes et leurs températures sont inférieures à 19°C ; il n'existe pas de thermocline. Il existe des upwelling le long de la côte mauritanienne.

Dans la partie sud, les eaux chaudes homogènes occupent les 10 premiers mètres. La thermocline est entre 10 et 50 mètres, La température de surface est aux environs de 24°C à Dakar et de 28°C aux îles Bissagos.

Au cours de presque toutes ces campagnes, l'attention a été portée sur la température considérée comme paramètre hydrologique principal. Cependant la densité et l'oxygène dissous dans les cas où ils ont été calculés, se sont révélés comme étant d'excellents traceurs pour la localisation des upwellings, en nette conformité avec les renseignements obtenus par la température.

B I B L I O G R A P H I E

- ANONYME, 1973.- Compte rendu de la mission CAP 7308. Campagne écho-prospection CINECA II. 23 mars - 5 avril 1973. Rapp. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye,
- BOELY (T.), OVERKO (S.), et BOUKATINE (P.), 1975.- Campagne de prospection du "Biologorsk". Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye, 19.

- BRAVO DE LAGUNA (J.), 1981.- Informe sobre la campana "PELAGOS 7909". Prospeccion acustica de peces pelagicos en aguas de Sierra Leone, Guinea Conakry, Guinea-Bissau y sur Senegal, ENERO.
- MARCHAL (E.), JOSSE (E.), GERLOTTO (F.) et LOPEZ (J.), 1982.- Résultats des (campagnes ECHOSAR 1 (février 1980) et ECHOSAR 2 (septembre 1980). Prospection des stocks pélagiques le long des côtes du Sénégal, de la Gambie et de la Mauritanie. Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye, 114
- MARCHAL (E.), et JOSSE (E.), 1982.- Résultats de la campagne ECHOSARS 3 du N/O Capricorne (mai 1981). ORSTOM, COB.
- PRIVE (M.) et WAGNER (J.J.), 1977.- Croisière Capricorne 7703. Résultats d'observations bathythermogrammes. Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye, 50.
- REBERT (J.P.), PRIVE (M.), 1975.7 Croisière Capricorne 7407 et 7408. Résultats d'observations bathythermogrammes. Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye, 16.
- REBERT (J.P.).- Hydrologie du plateau continental sénégalais. En préparation,
- STRANNE (T.), SAETERSDAD (G.) and GJOSAETER (H.), 1982.- Preliminary report on surveys with the R/V "Dr Fridtjof Nansen" in West african waters, 1981. Institute of Marine Research, Bergen.
- WAGNER (J.J.), 1978.- Campagne Capricorne-Echoles. Résultats des mesures physiques (10 septembre - 5 octobre 1977), Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye, 67.
- Rapport préliminaire sur la prospection effectuée par le N/O "Dr Fridtjof Nansen", entre Freetown et Agadir (février - mars 1982). PNUD/FAO-INE/31/014.
- GERLOTTO (F.), STEQUERT (B.), LE PHILIPPE (V.) et FREON (P.), 1976.- Répartition et abondance des poissons pélagiques côtiers du plateau continental sénégalais évaluées par écho-intégration en avril-mai 1976. Doc. sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye, 62.
- BOELY (T.), DOMANIEWSKI (L.), REBERT (J.P.), 1974.- Campagne conjointe du Guijiga et du Laurent Amaro, 23 au 30 août 1974, 1ère partie : Physique. Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye, 10.

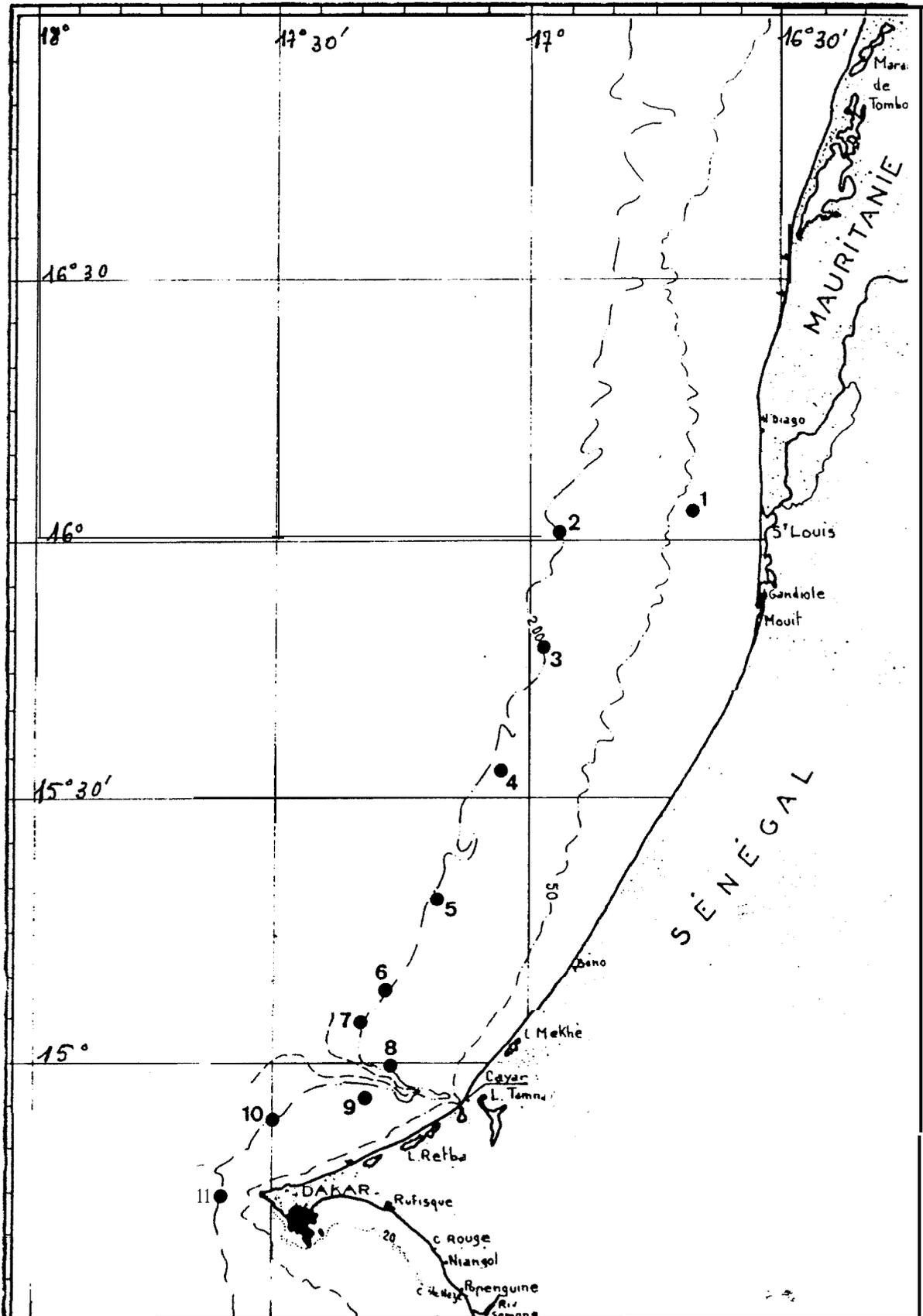


FIG. 2 a.- Campagne Guijiga. Position des stations hydrologiques. Partie Nord

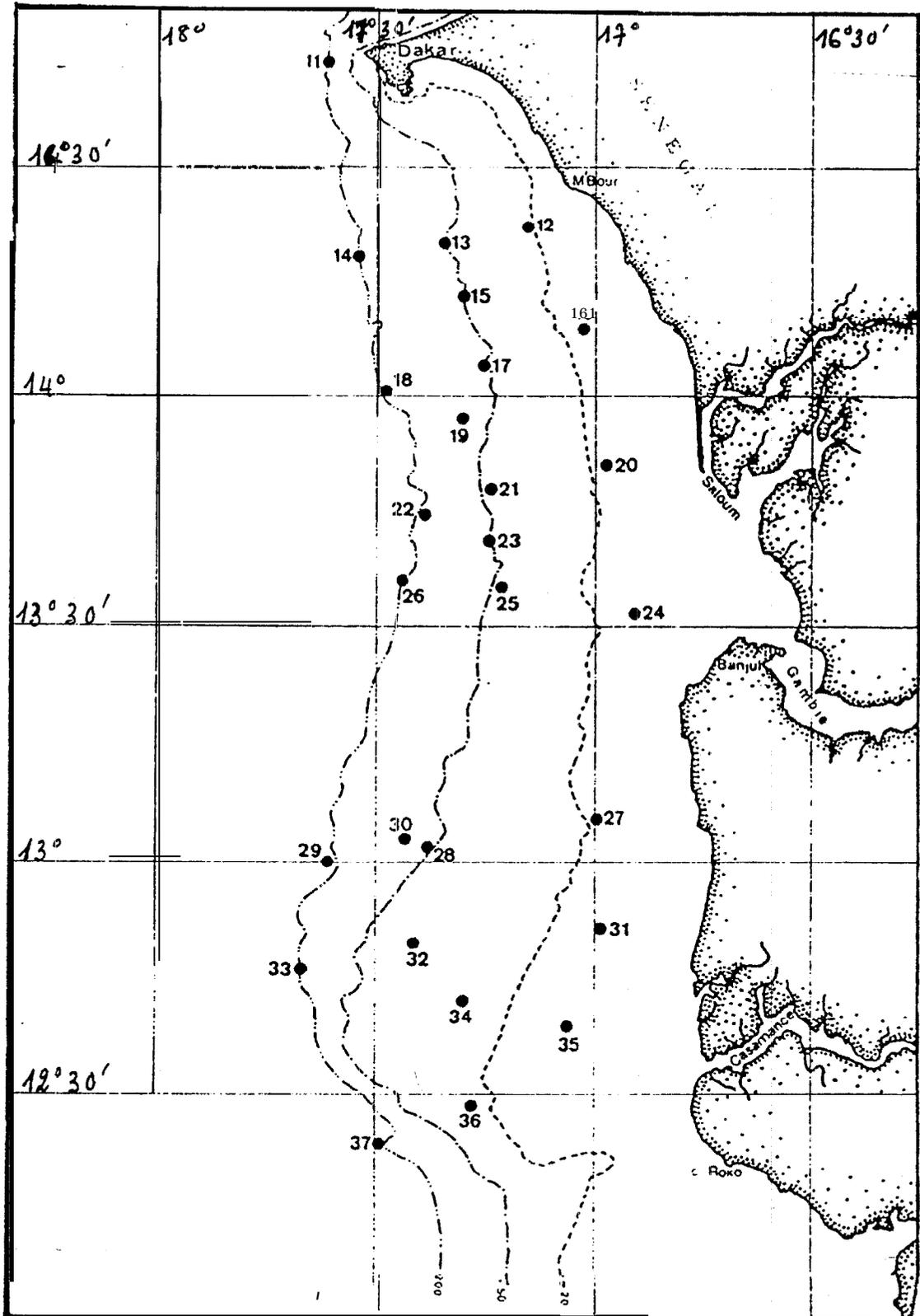


FIG. 2 b.- Campagne Guignya. Position des stations hydrologiques. Partie Sud

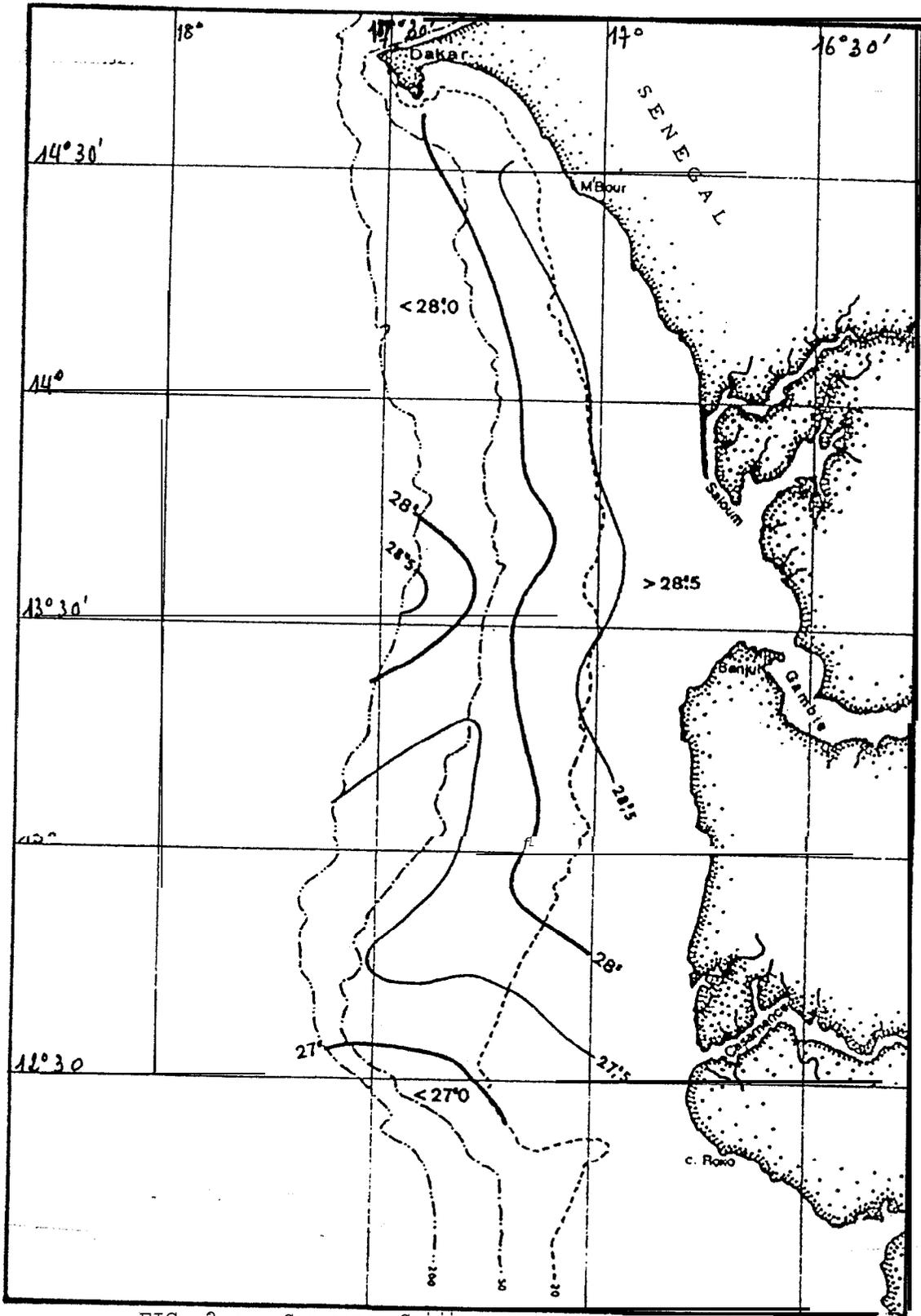


FIG. 2 c.- Campagne Guijiga. Isotherme de surface

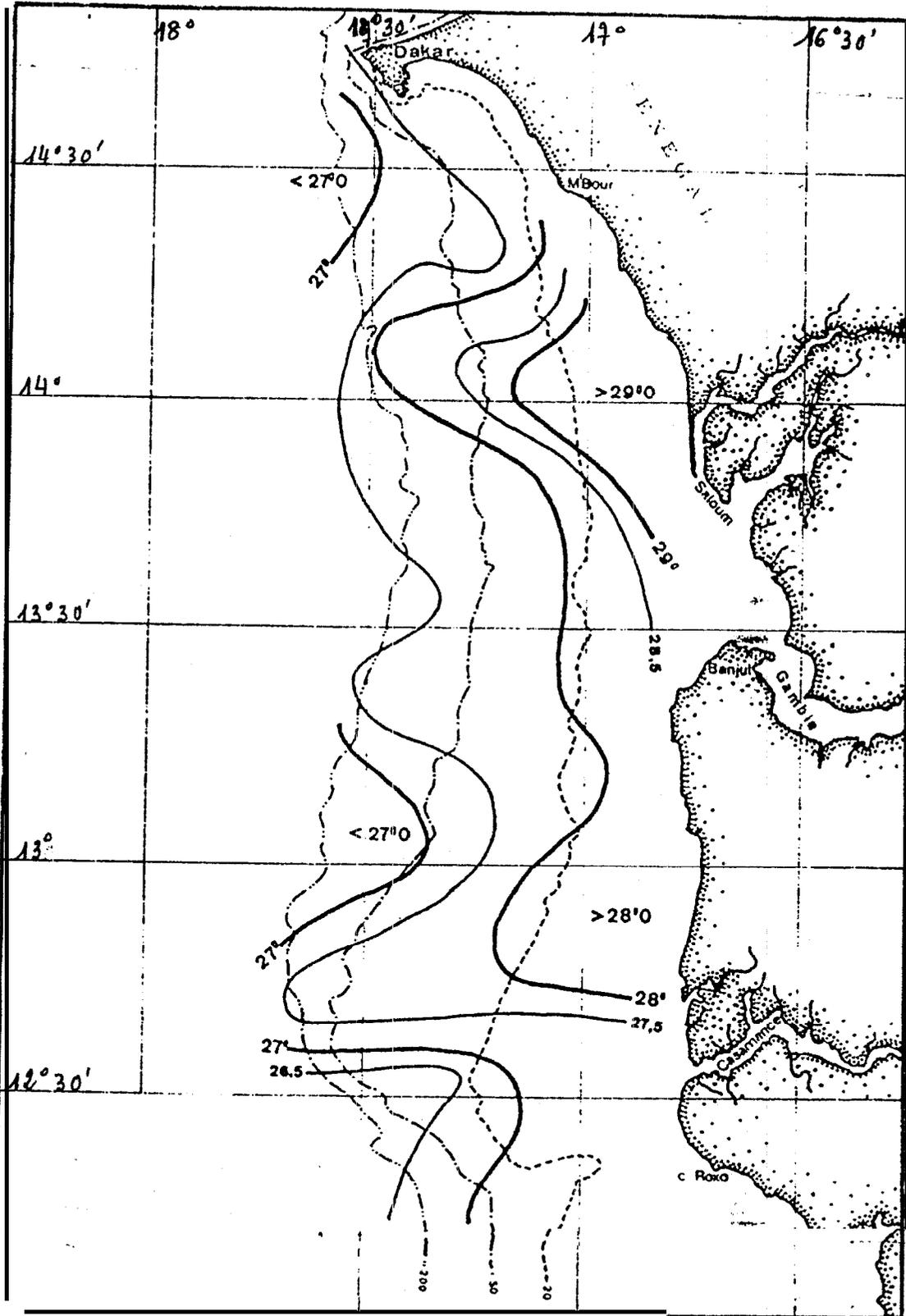


FIG. 2 d.- Campagne Laurent Amaro.
Isothermes de surface

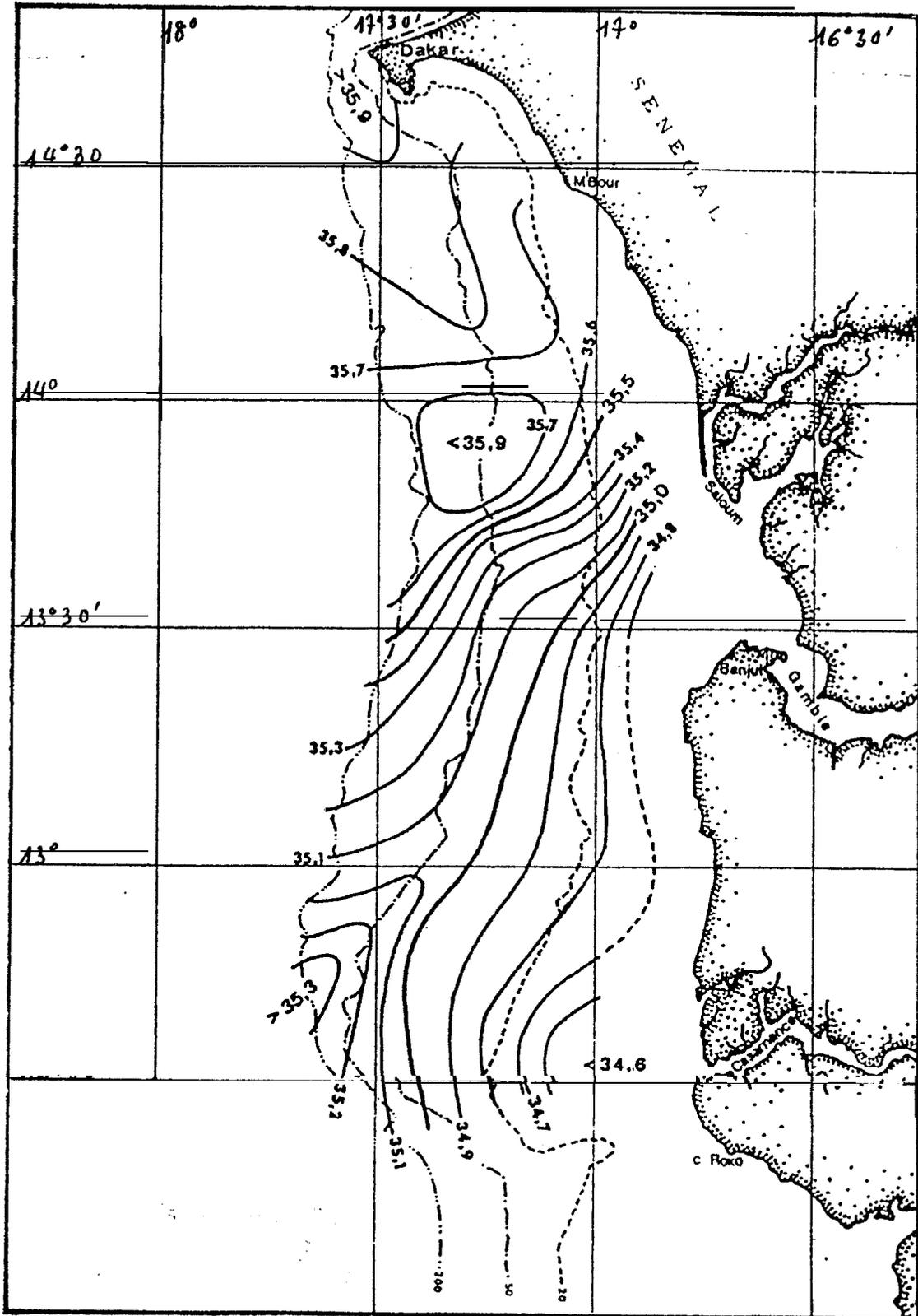


FIG. 2 e.- Campagne Guijiga. Isohalines de surface

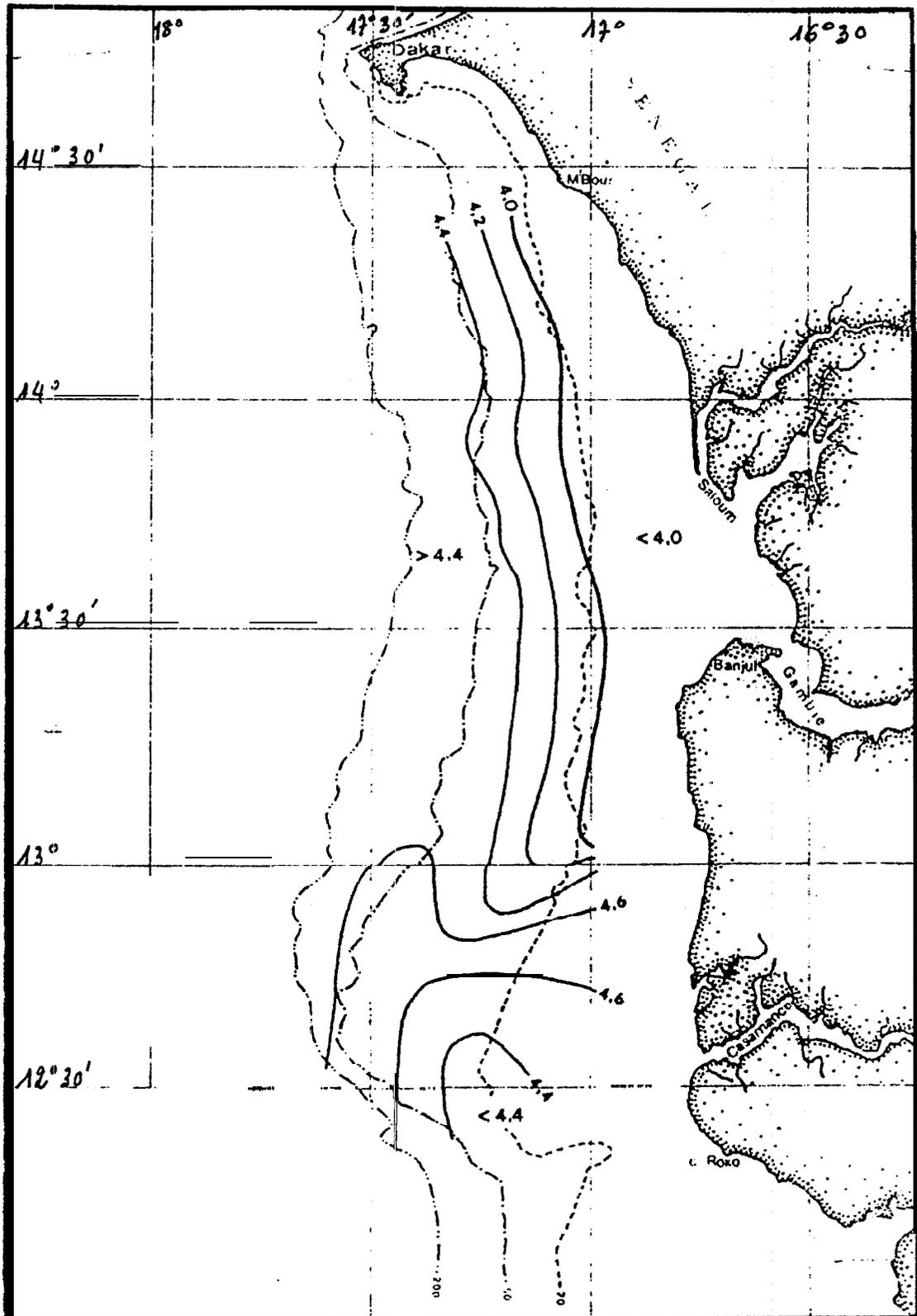


FIG. 2 f.- Campagne Guijiga.
Oxygène dissous (O, ml/l) en surface

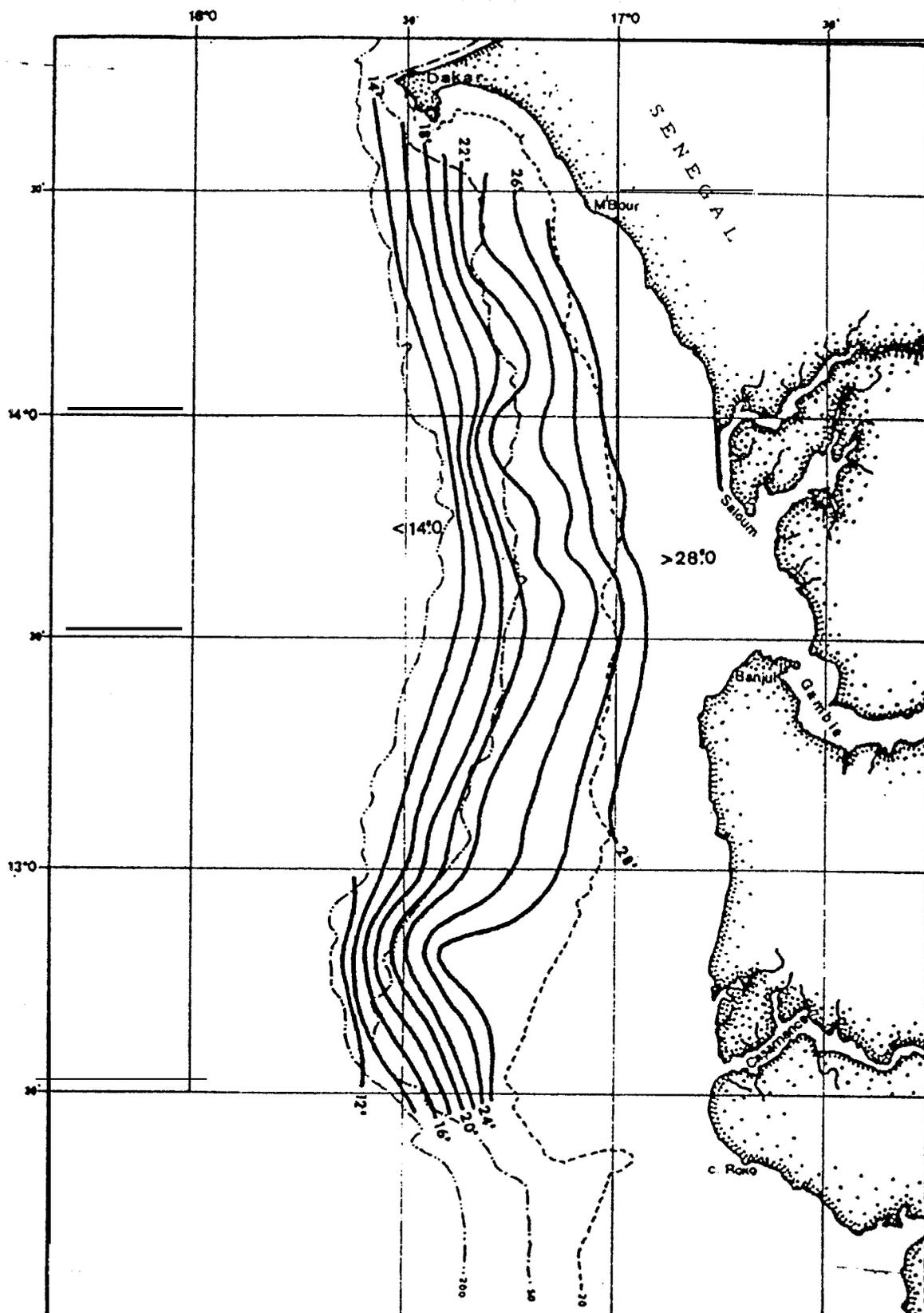


FIG. 2 g.- Campagne Guijiga. Isothermes sur le fond

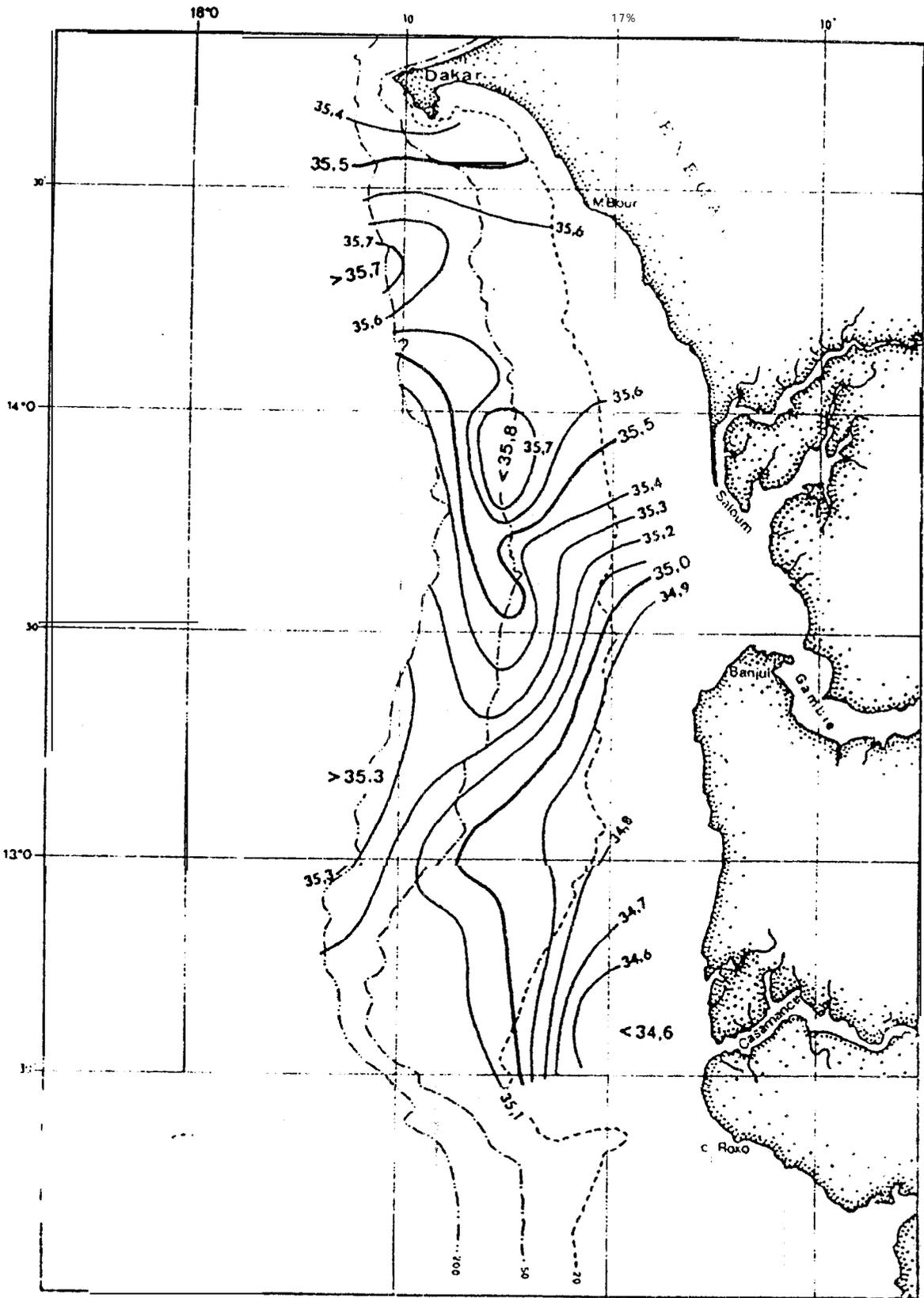


FIG. 2 h.- Campagne Guijiga. Isohalines sur le fond

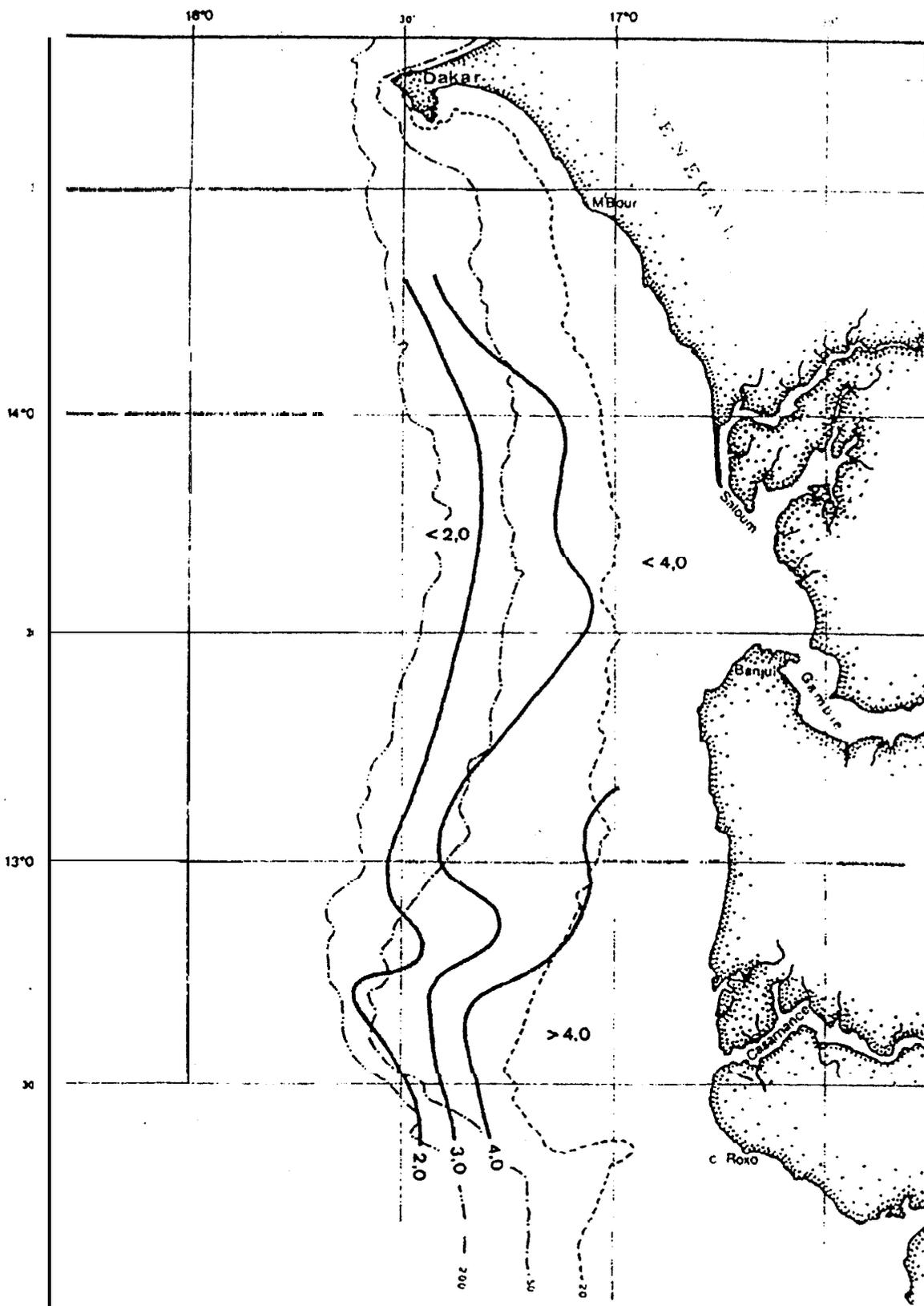


FIG. 2 i.- Campagne Guijiga.
Oxygène dissous (O₂ ml/l) sur le fond

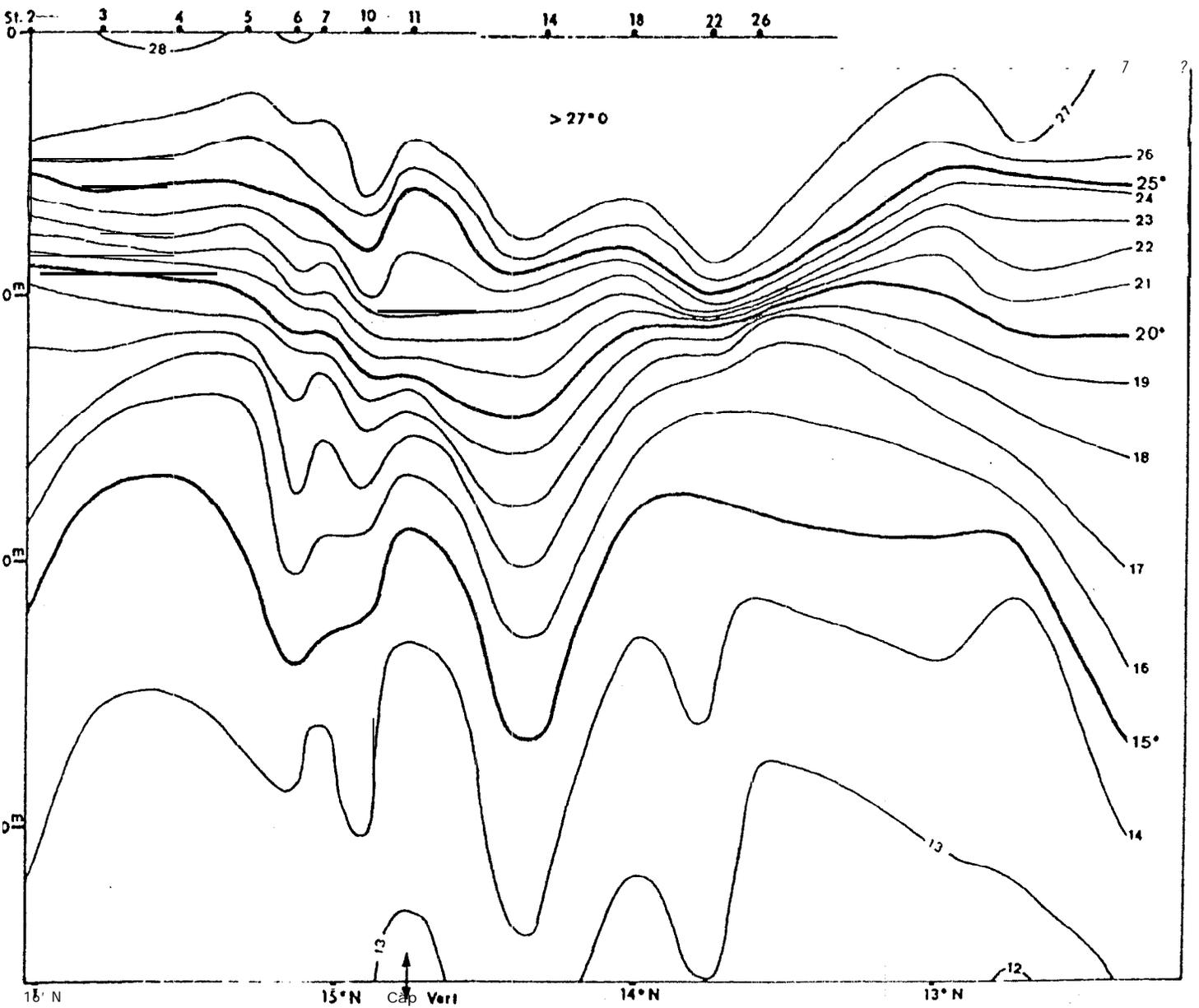


FIG. 2 j.- Campagne Guijiga. Coupe de température surface/fond en suivant l'isobathe 200 m

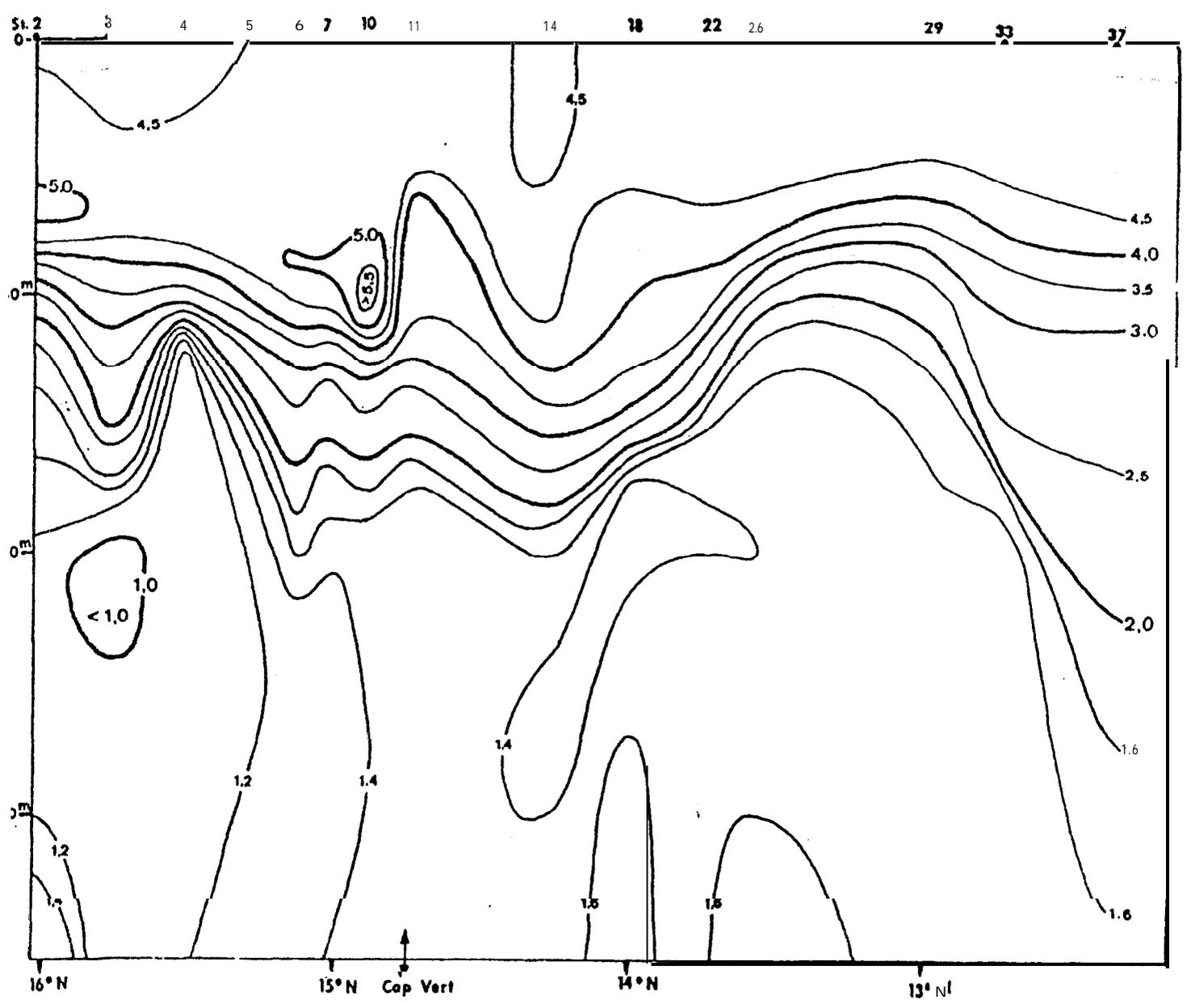


FIG. 2 k.- Campagne Guijiga. Coupe d'oxygène dissous (O₂ ml/l) surface/fond en suivant l'isobathe 200 m

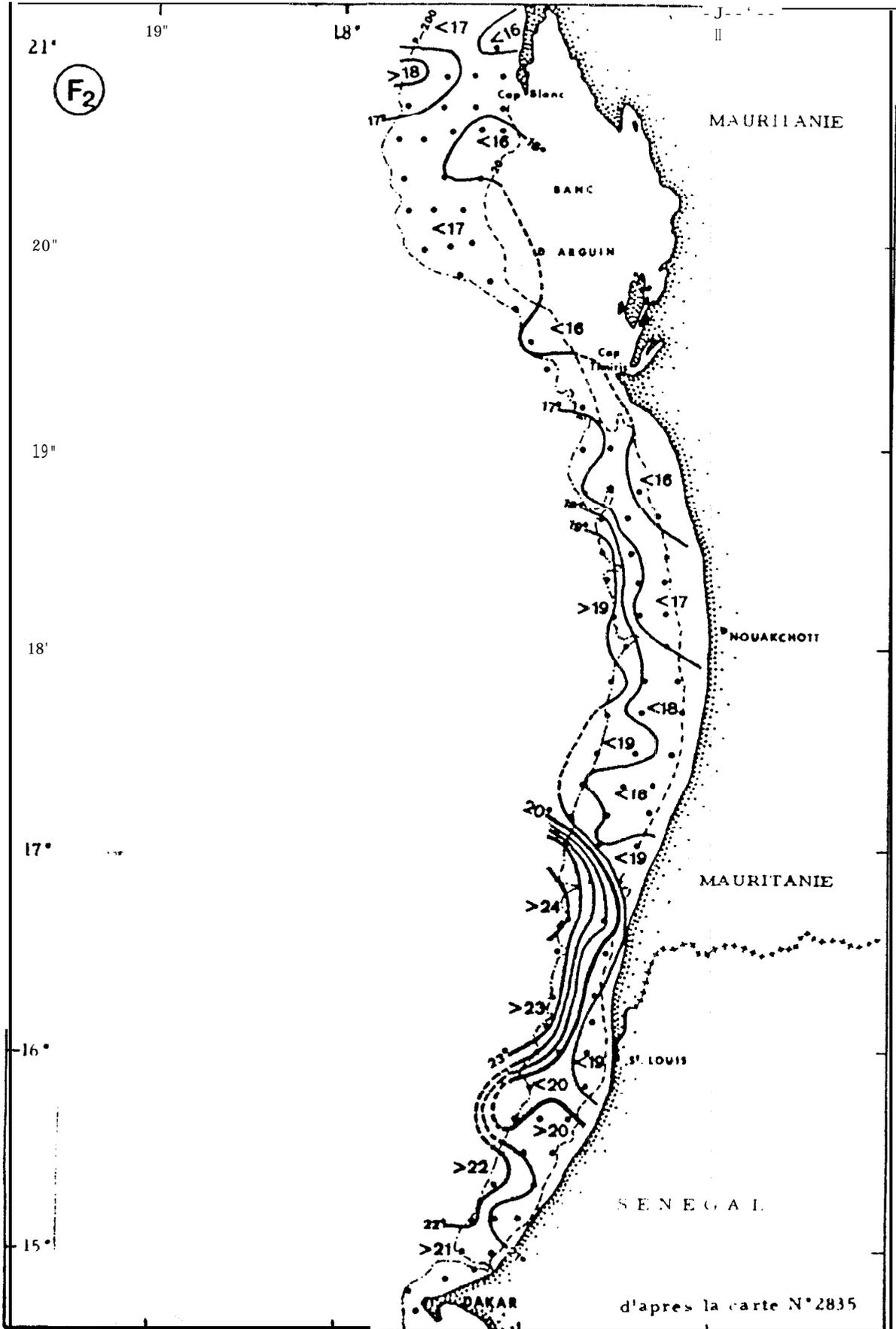


FIG. 3 C.- Température de surface entre le Cap-Vert et le Cap Blanc

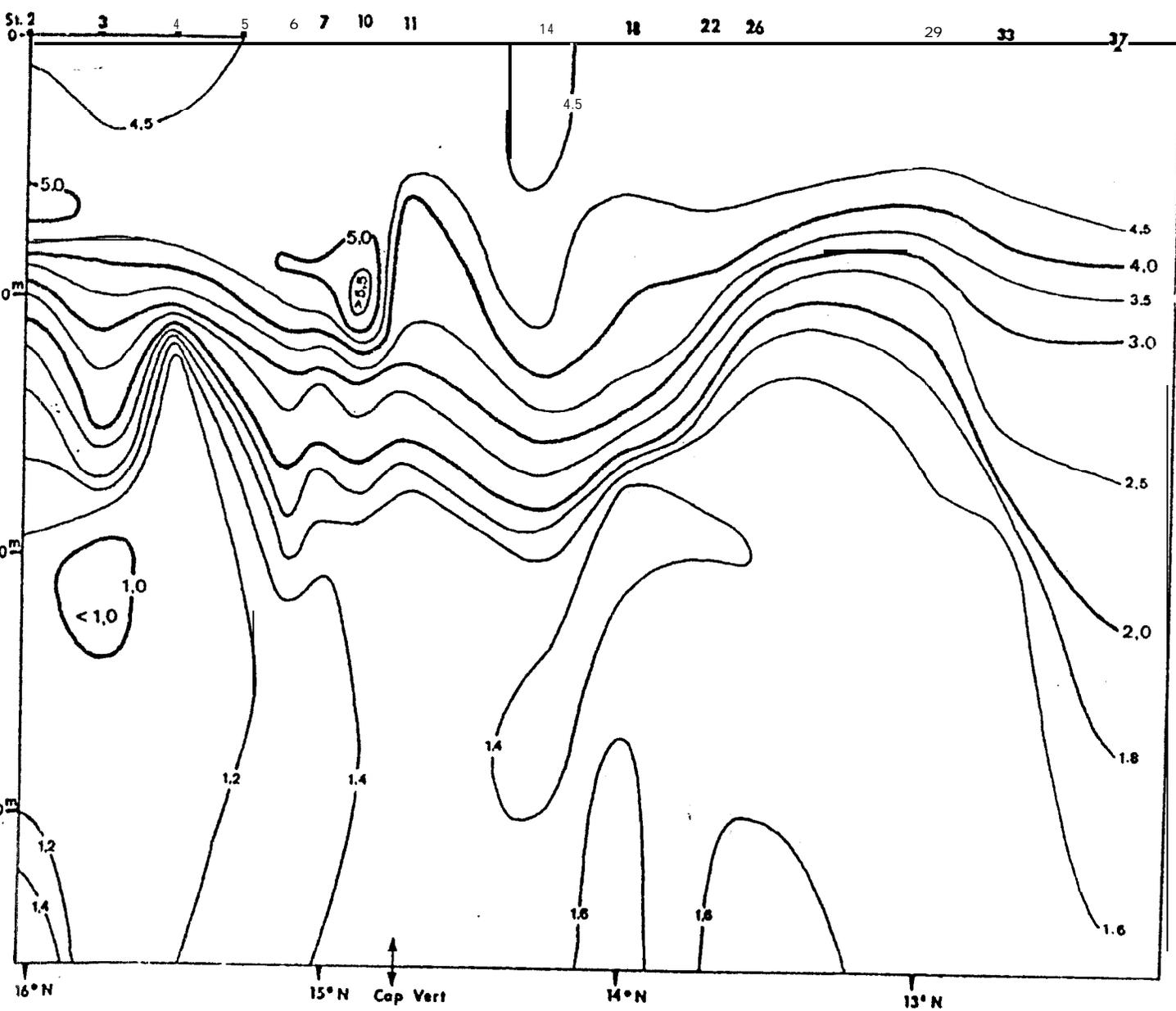


FIG. 2 k.- Campagne Guijiga. Coupe d'oxygène dissous (O₂ ml/l) surface/fond en suivant l'isobathe 200 m

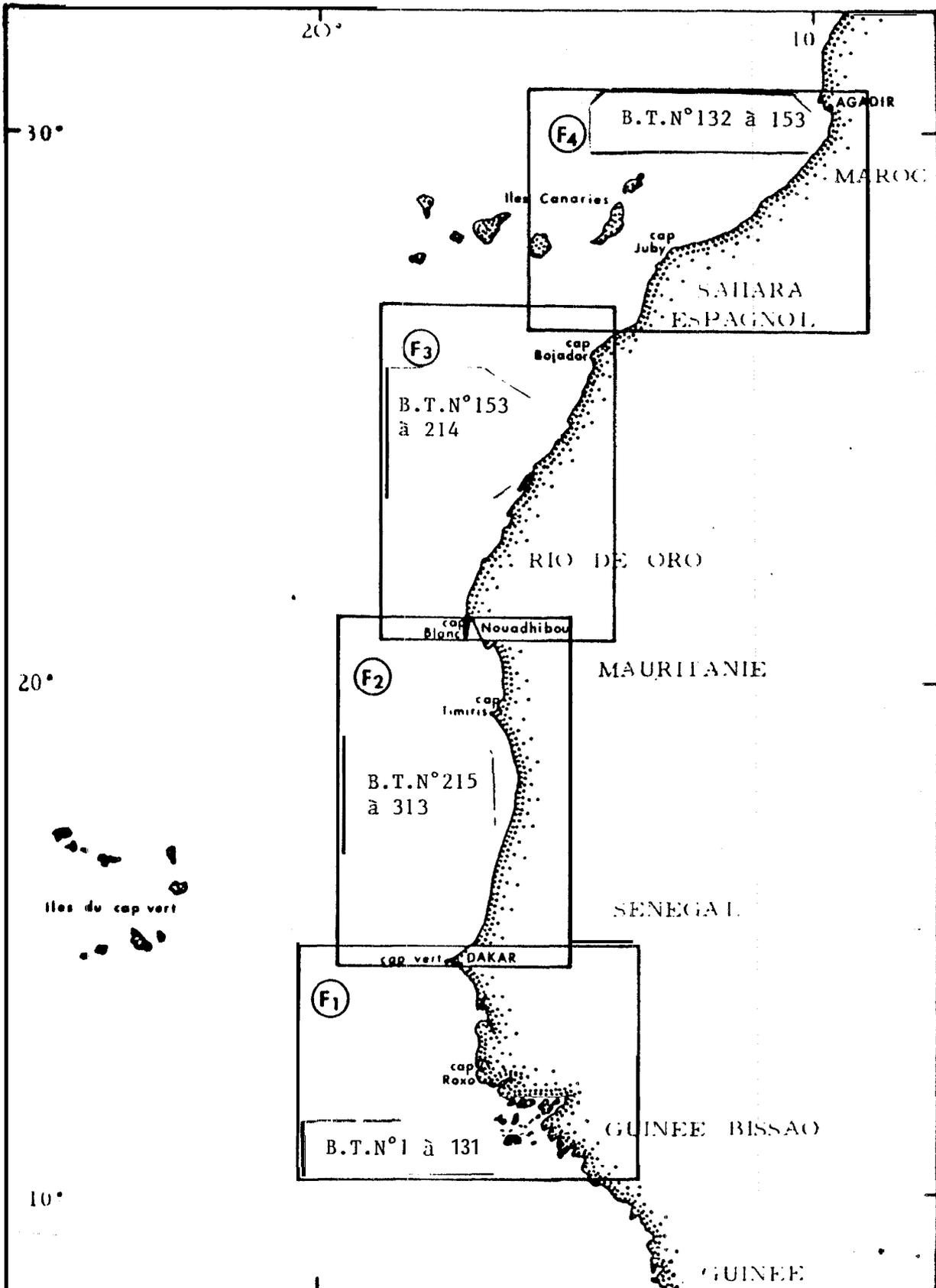


FIG. 3 a.- Croisière Capricorne 7407 et: 7408

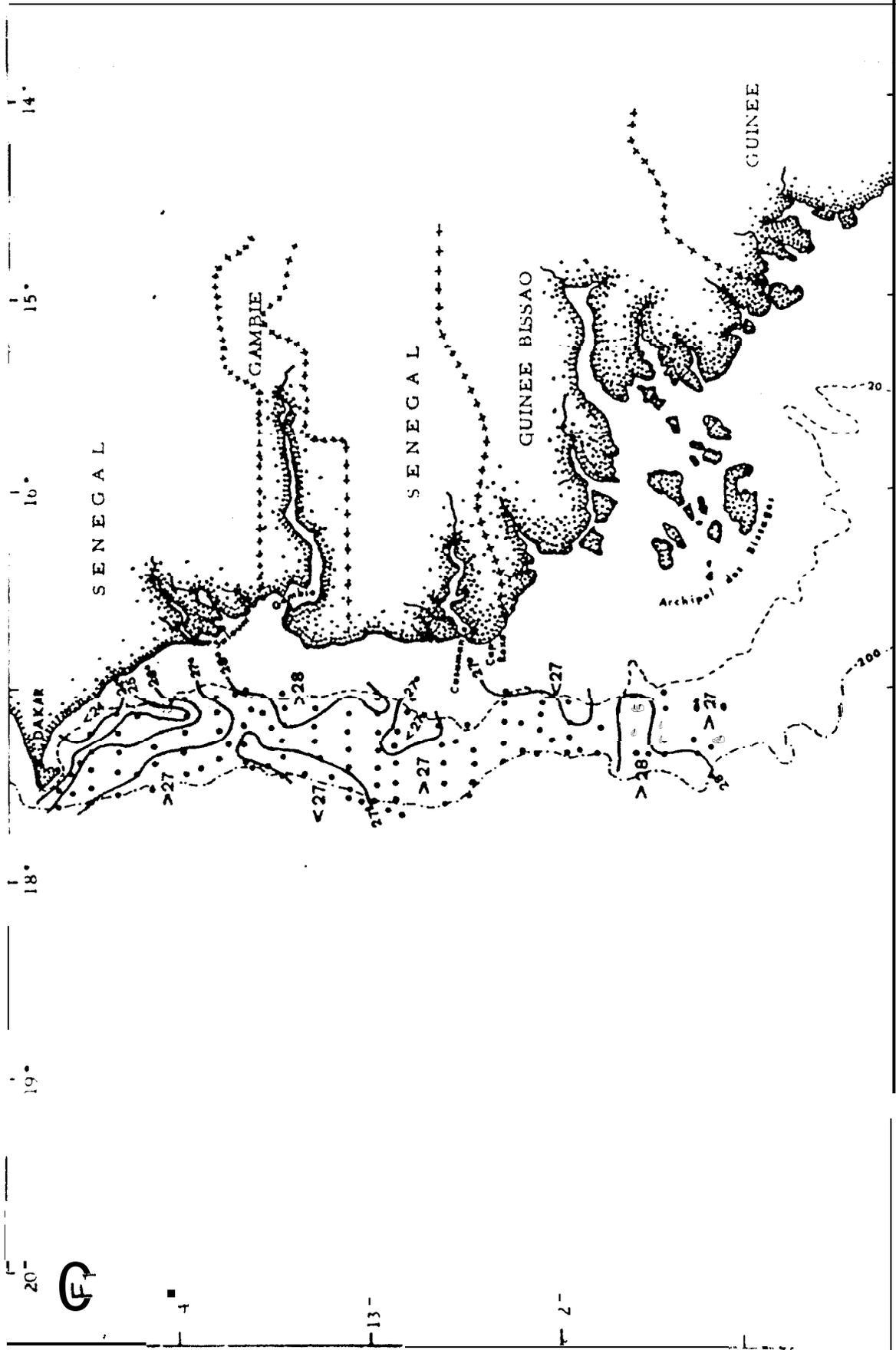


FIG. 3 b.- Température de surface entre les îles Bissagos et le Cap-Vert

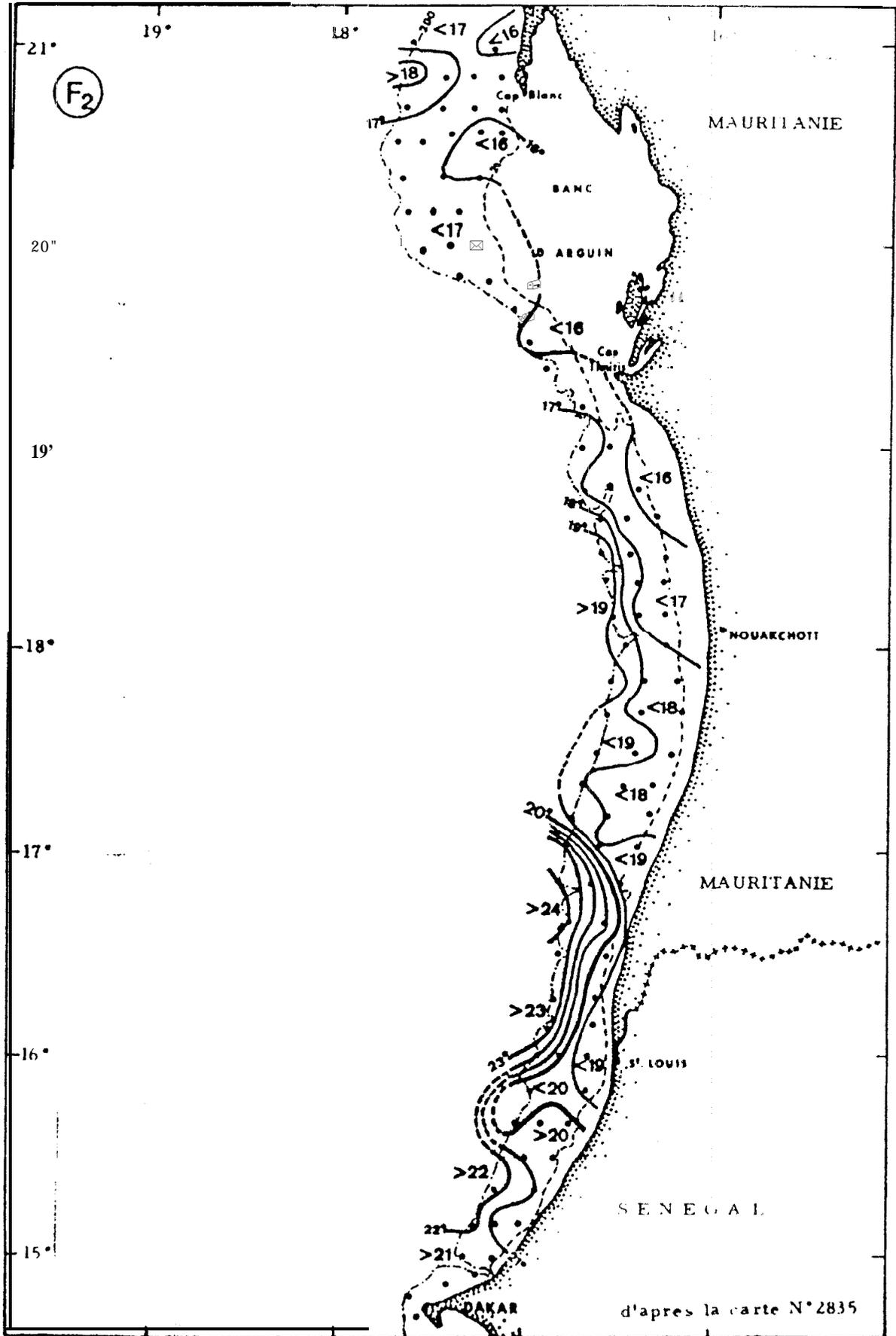


FIG. 3 C.- Température de surface entre le Cap-Vert et le Cap Blanc

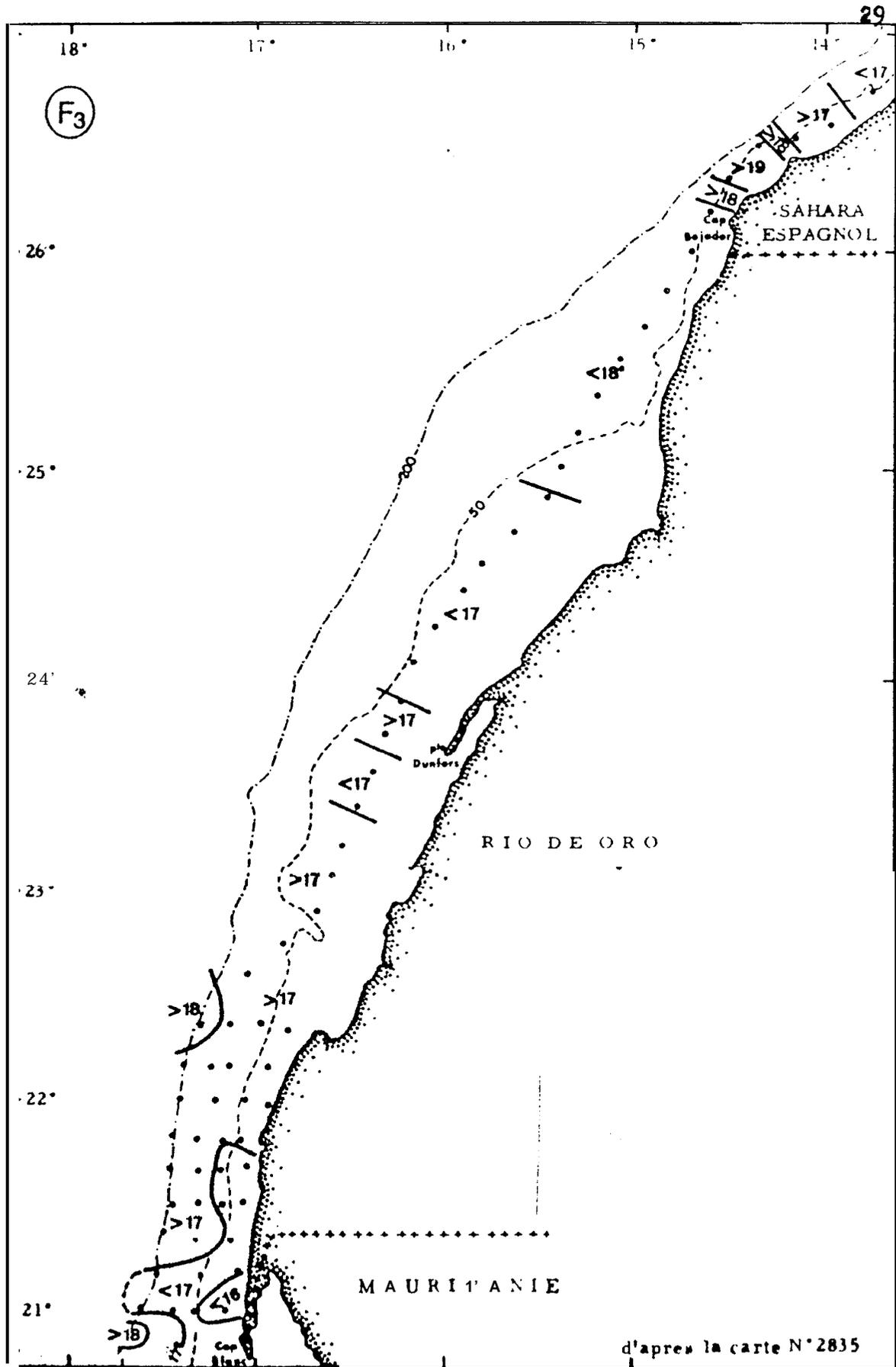
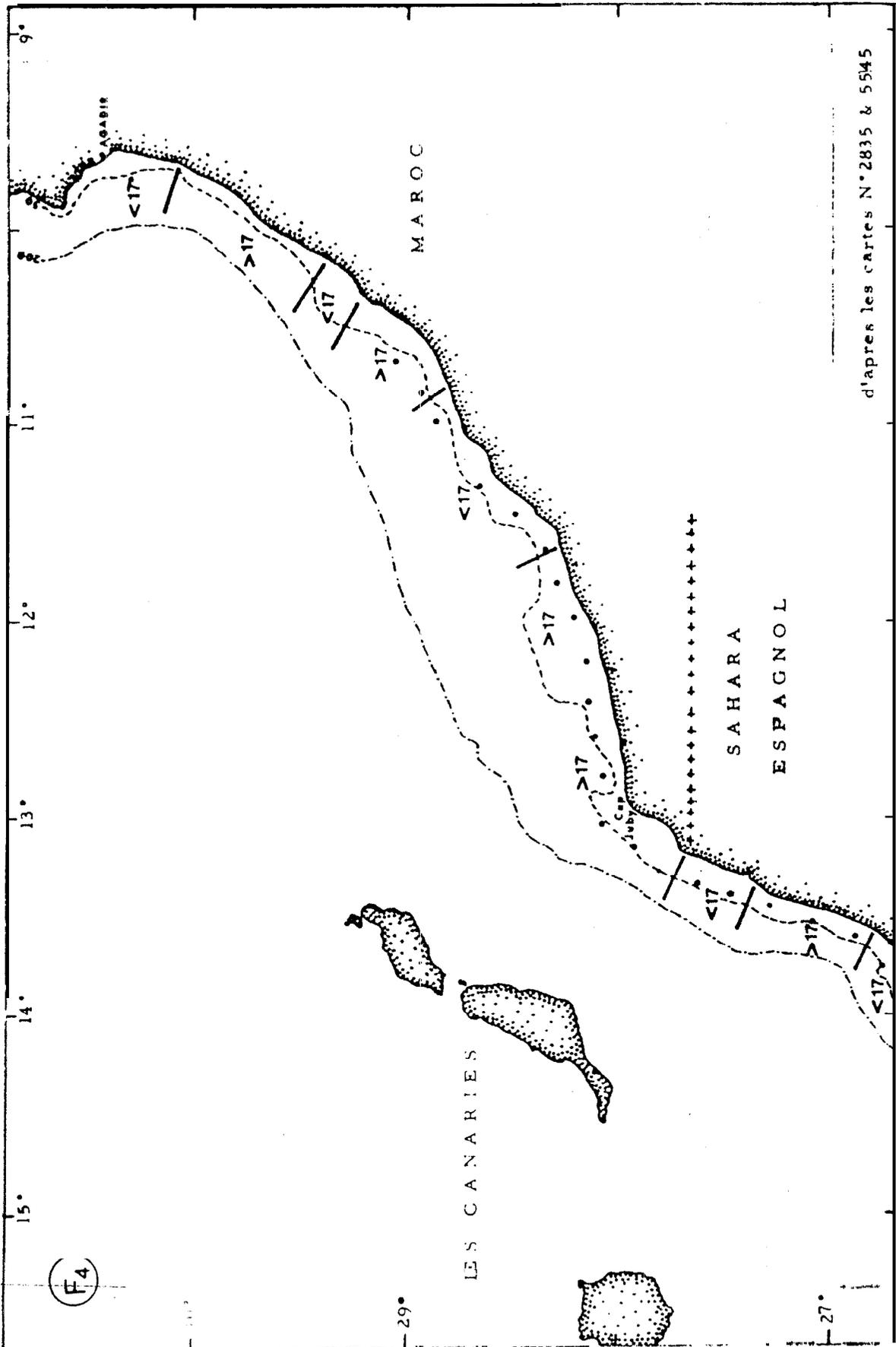


FIG. 3 d.- Température de surface entre le Cap Blanc et le Cap Bojador



d'après les cartes N° 2835 & 5545

FIG. 3 c.- Température de surf ace entre le Cap Bojador et Agadir

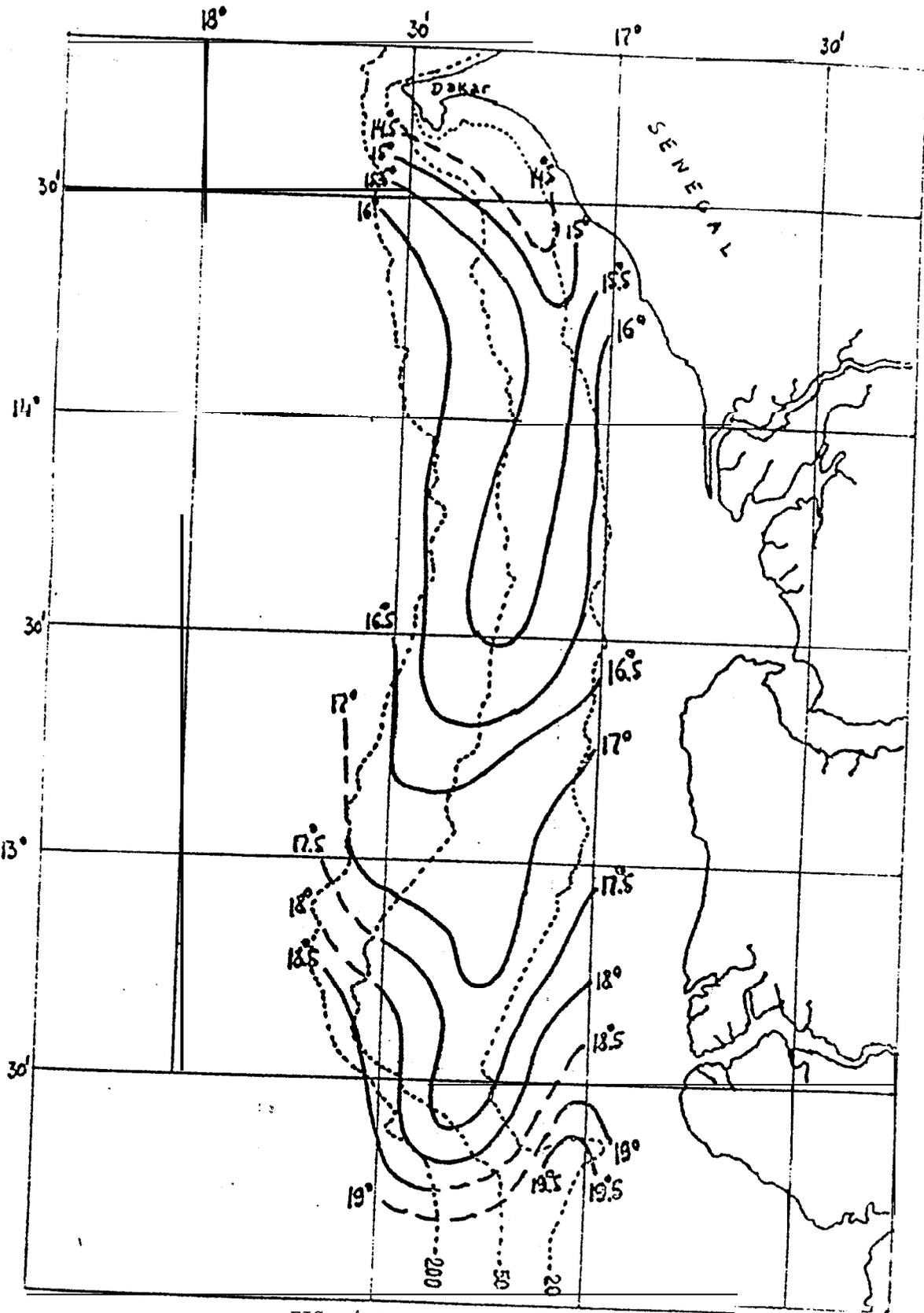


FIG. 4 a.- Isothermes de surface

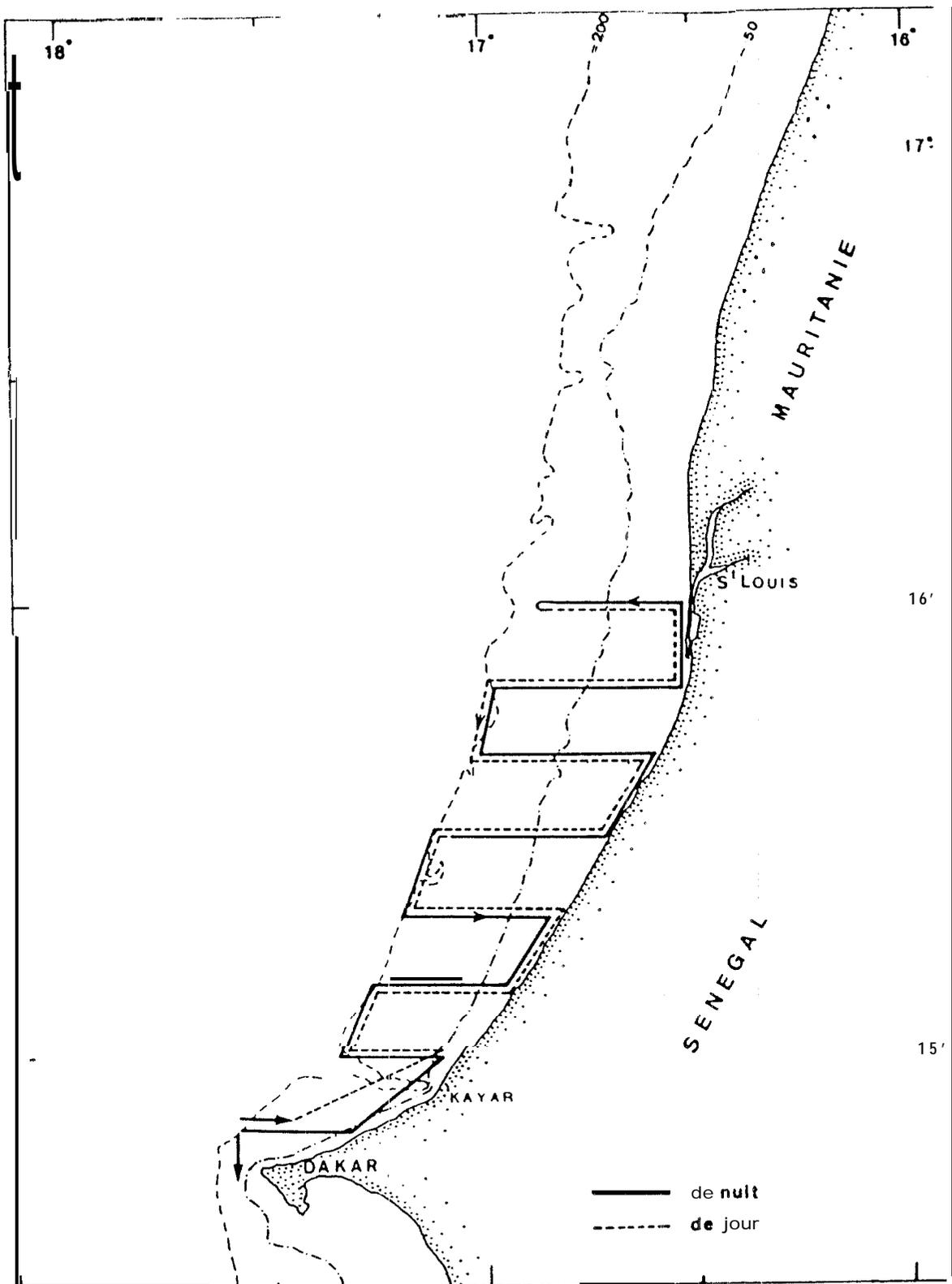


FIG. 5 a.- Trajet parcouru au cours de la campagne Cap 7605

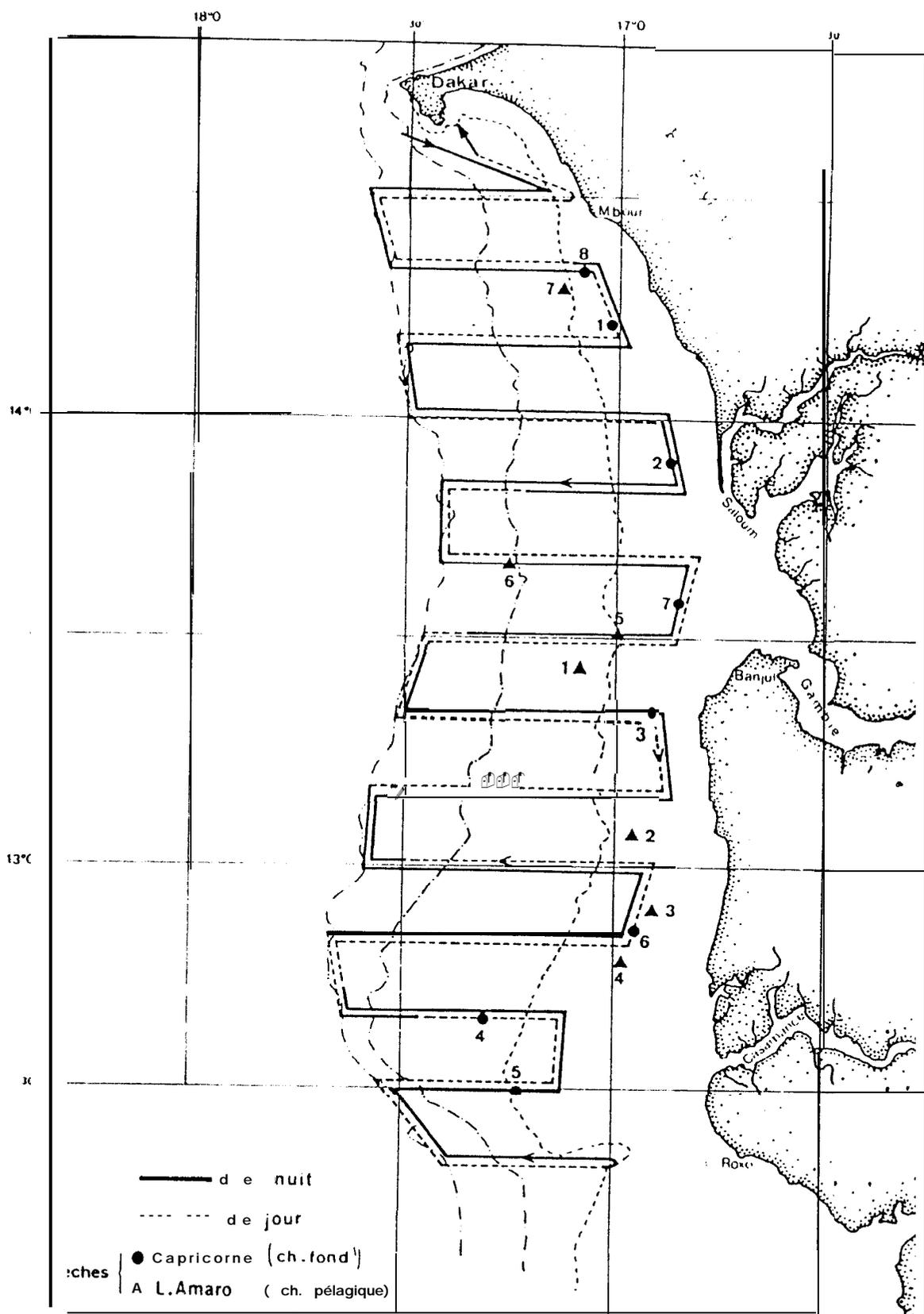


FIG. 5 b.- Trajet parcouru et pêche effectuée au cours de la campagne Cap 7605

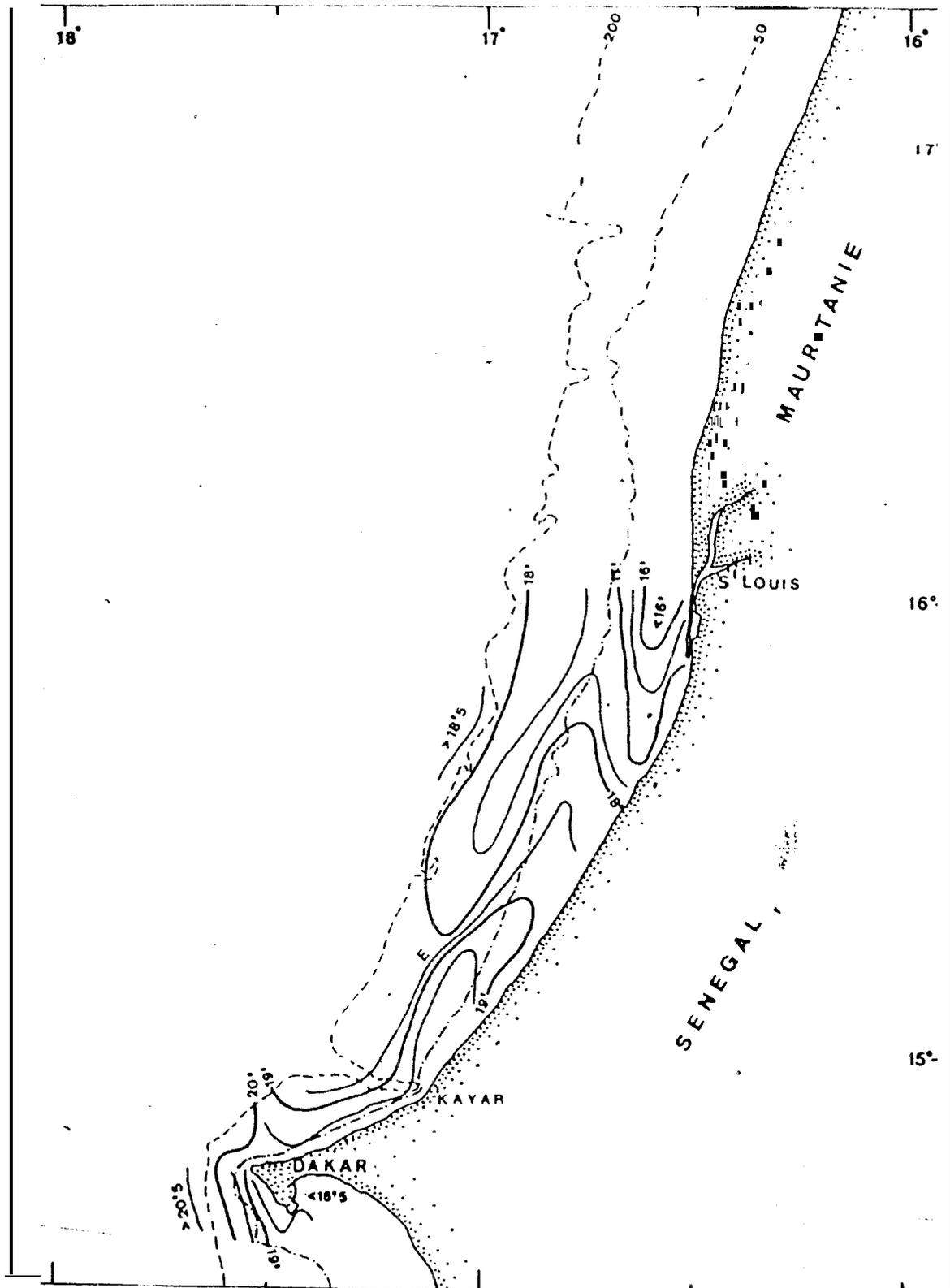


FIG. 5 c.- Isothermes de surface (trajet aller)

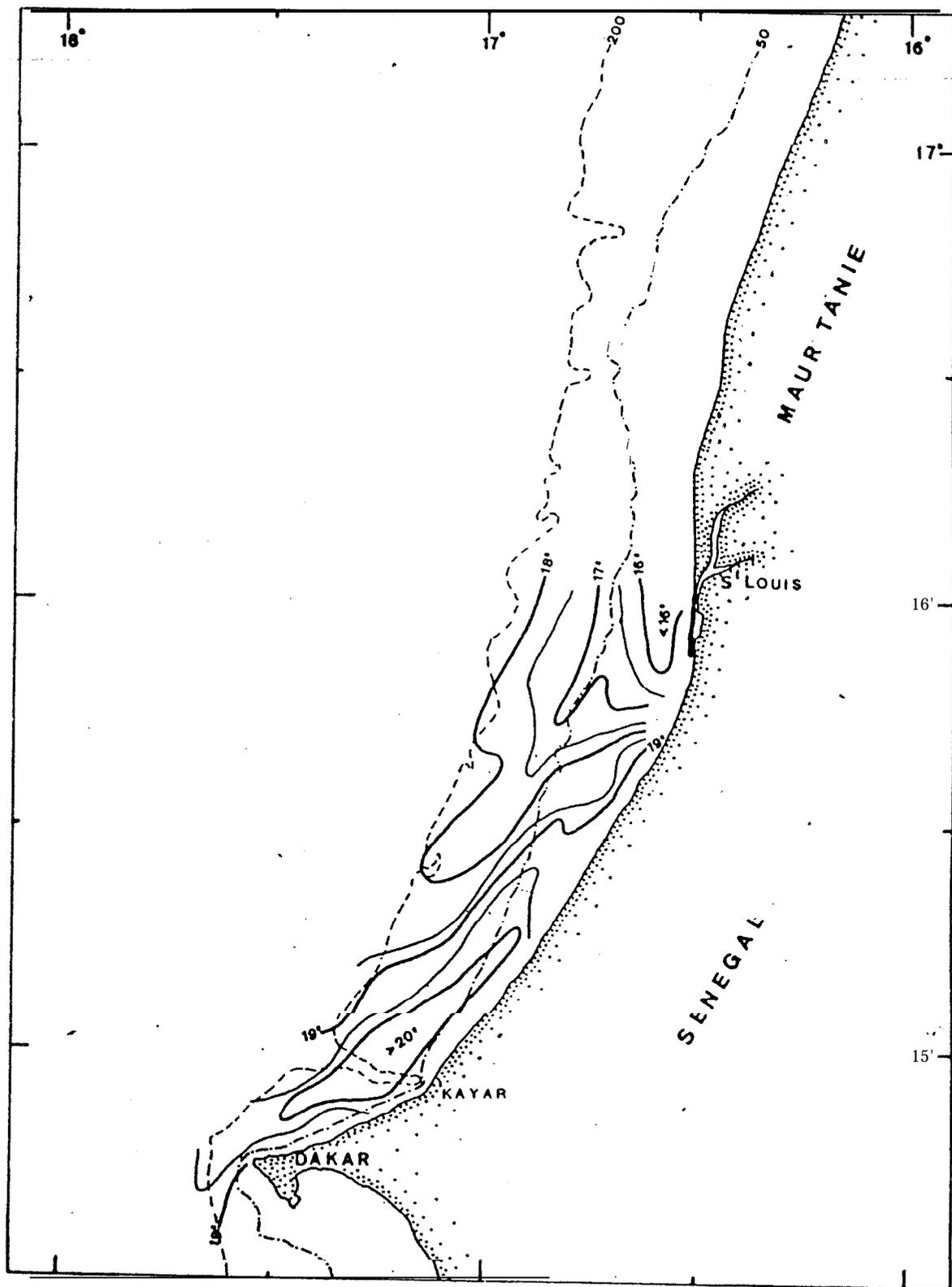


FIG. 5 d.- Isothermes de surface (trajet retour)

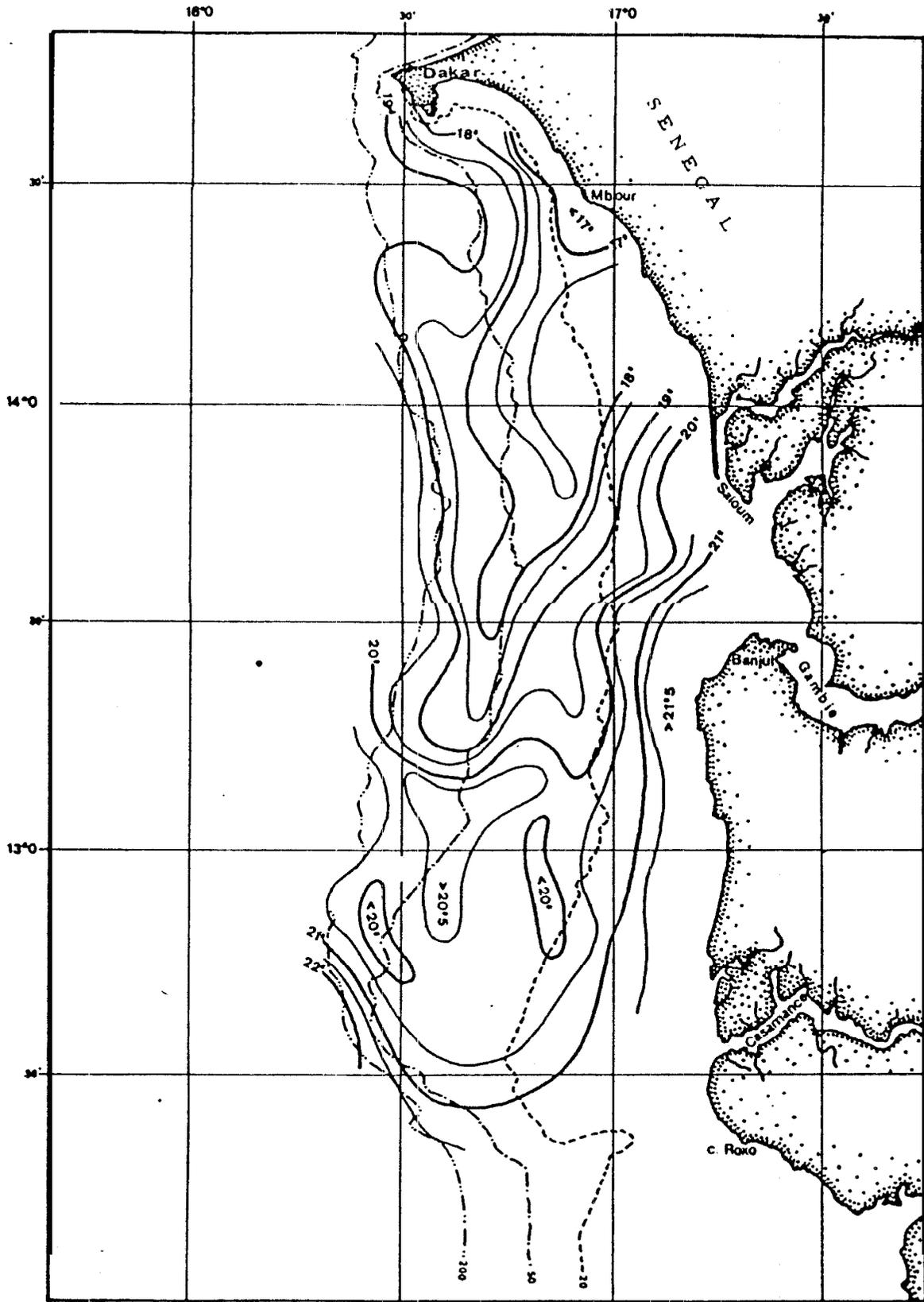


FIG. 5 e.- Isothermes de surface (trajet aller)

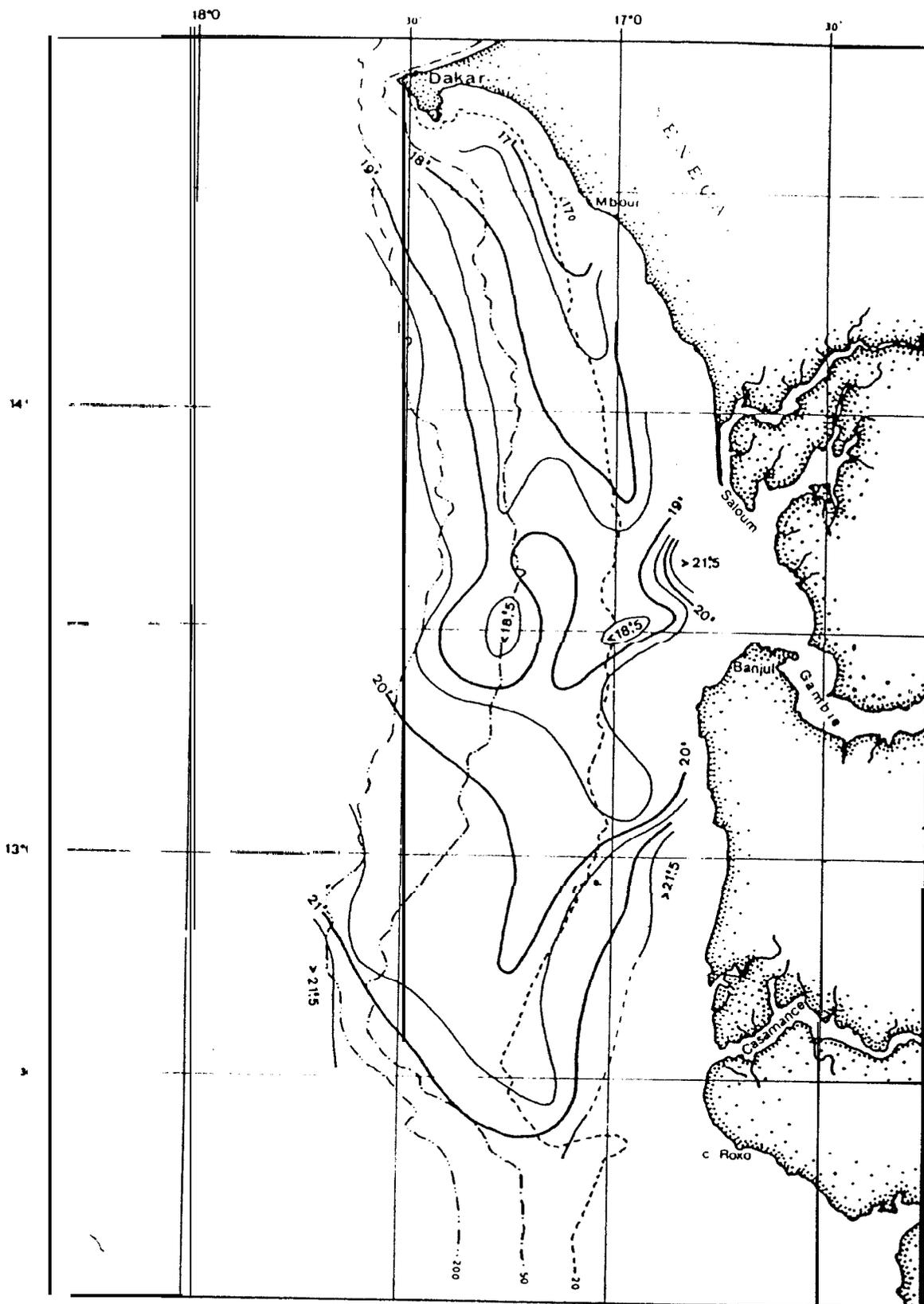


FIG. 5 f.- Isothermes de surface (trajet retour)

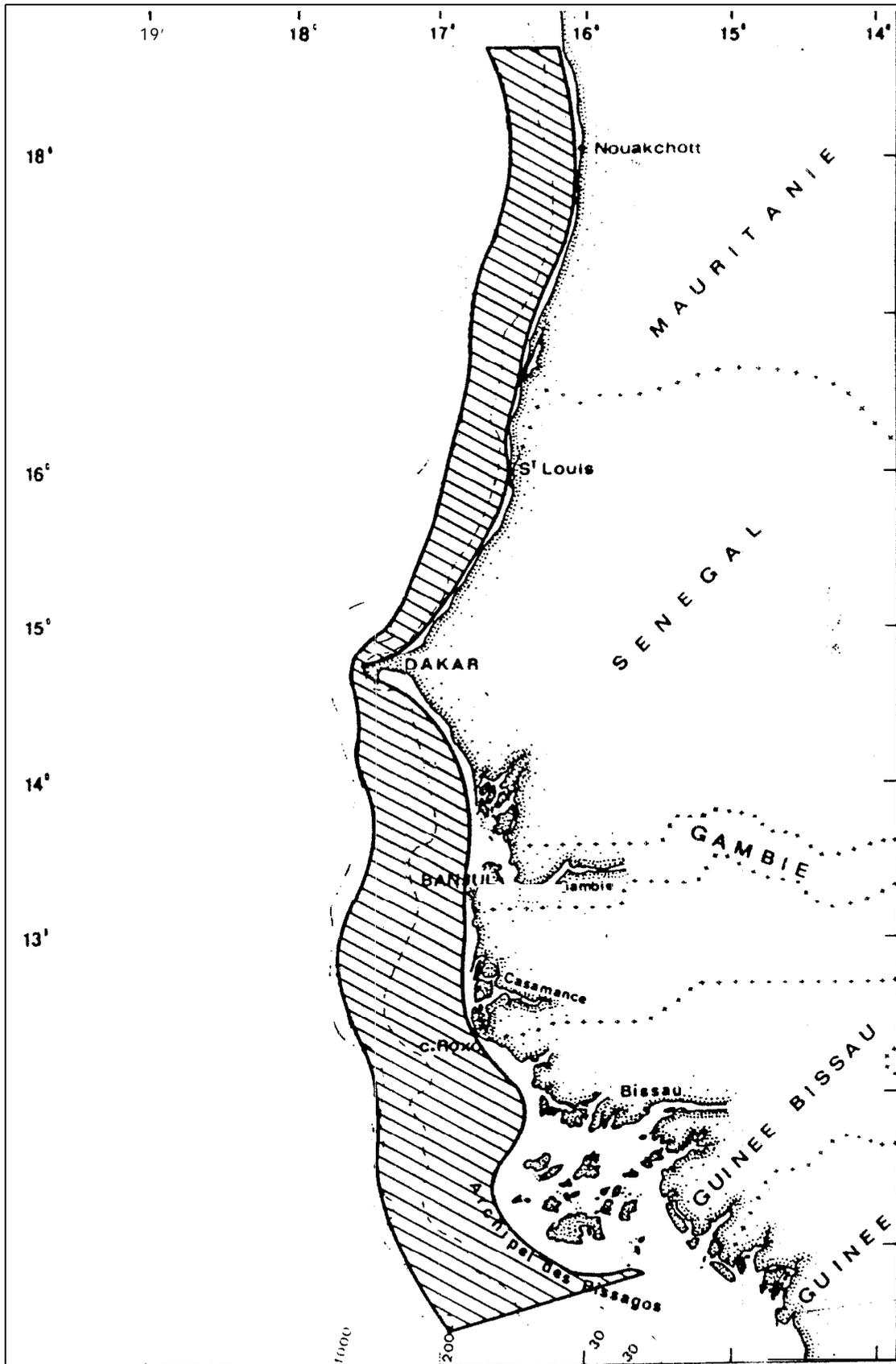


FIG. 6 a.- Zone couverte par Cap 7703

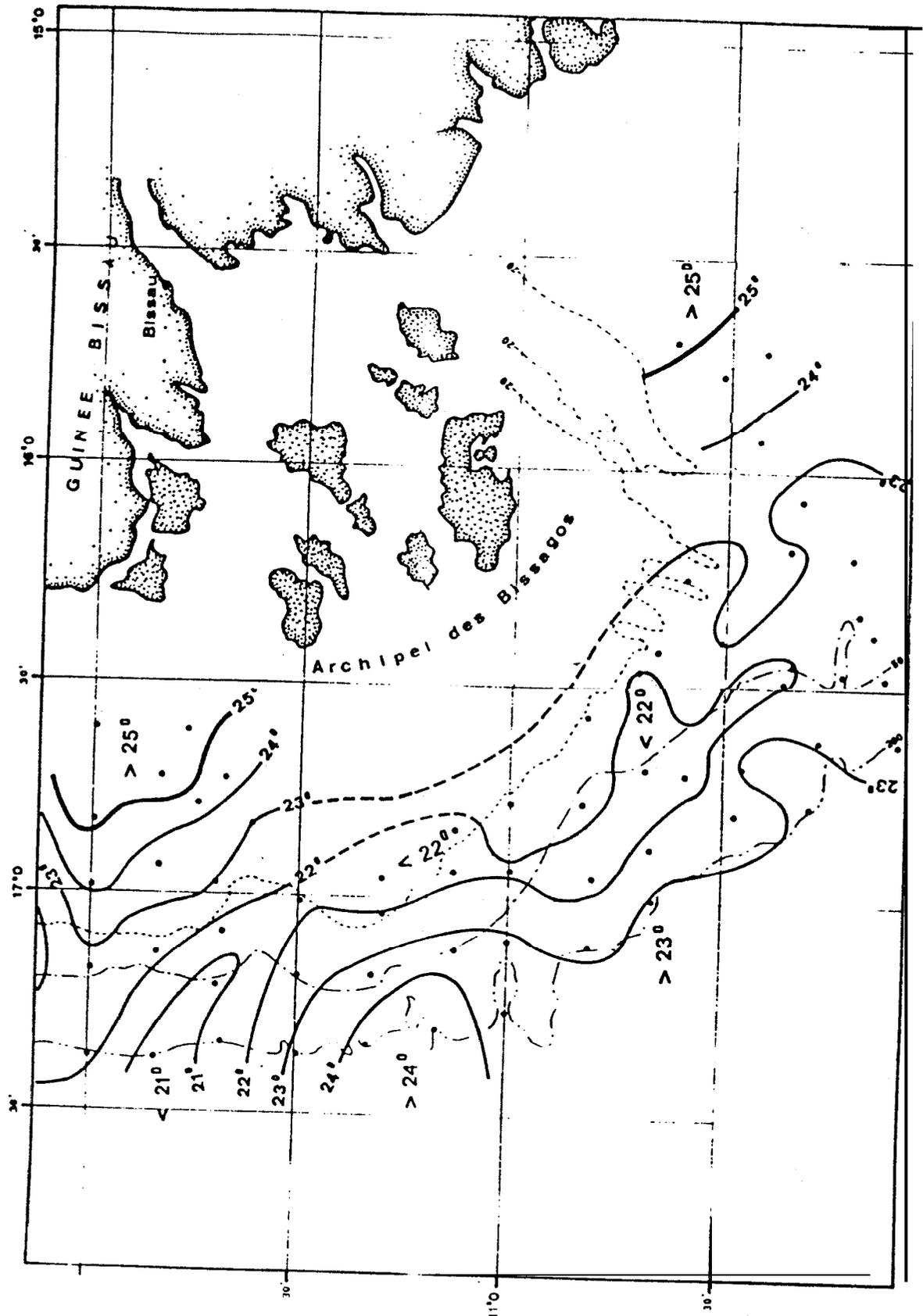


FIG. 6 b.- Isothermes de surface Cap 7703

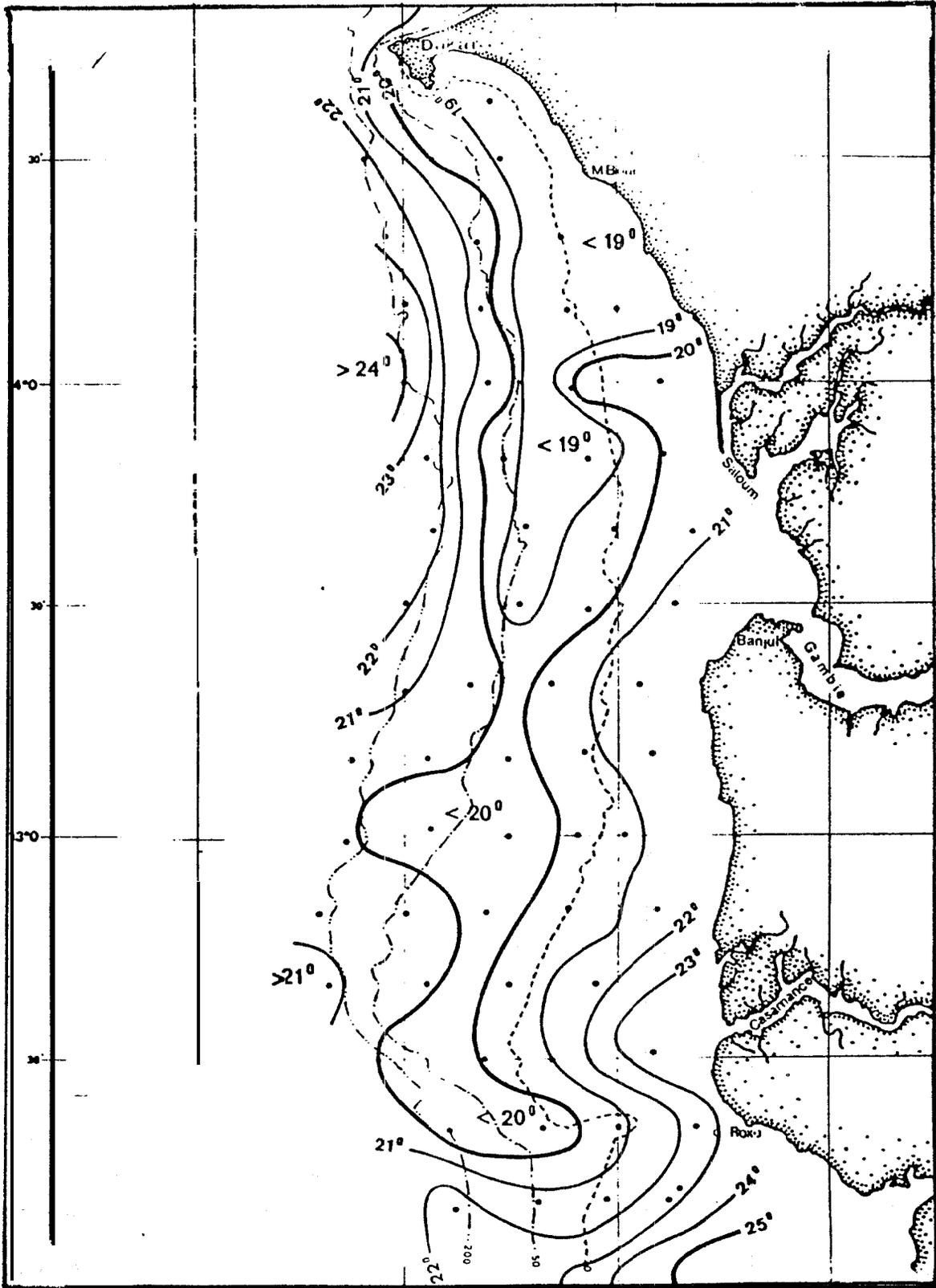


FIG. 5 c.- Isothermes de surface Cap 7703

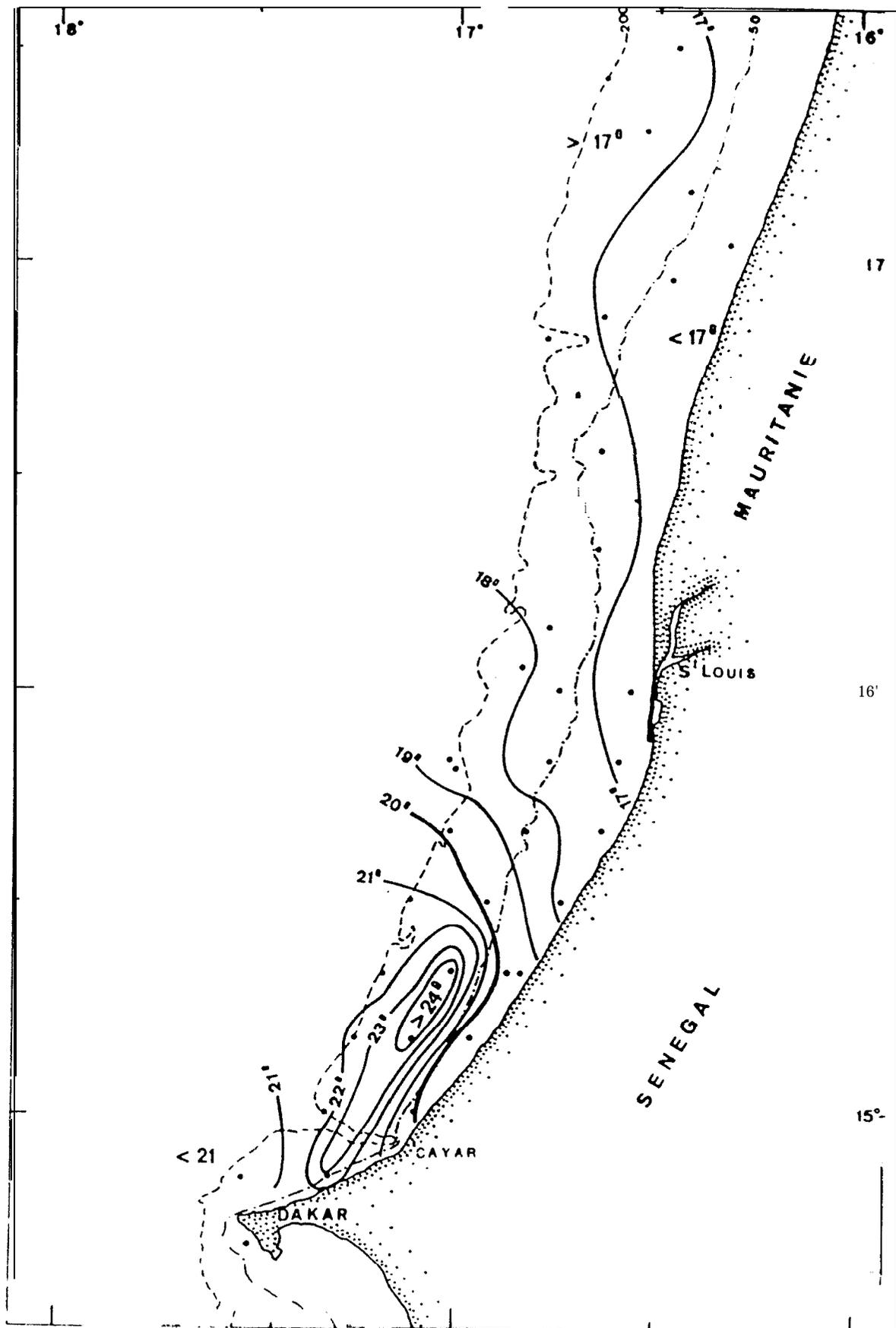


FIG. 6 d.- Isothermes de surface Cap 7703

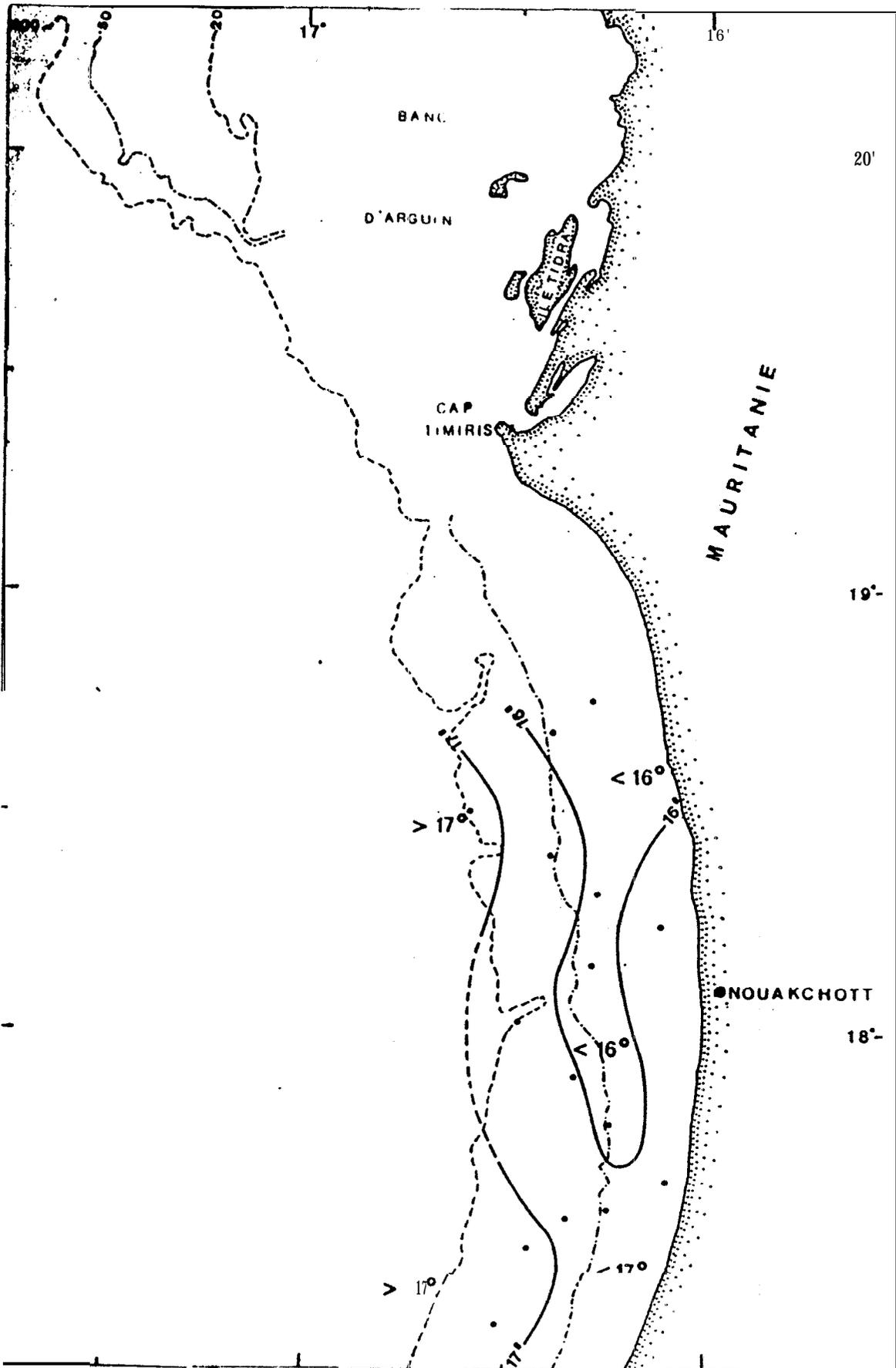


FIG. 6 e.- Isothermes de surface Cap 7703

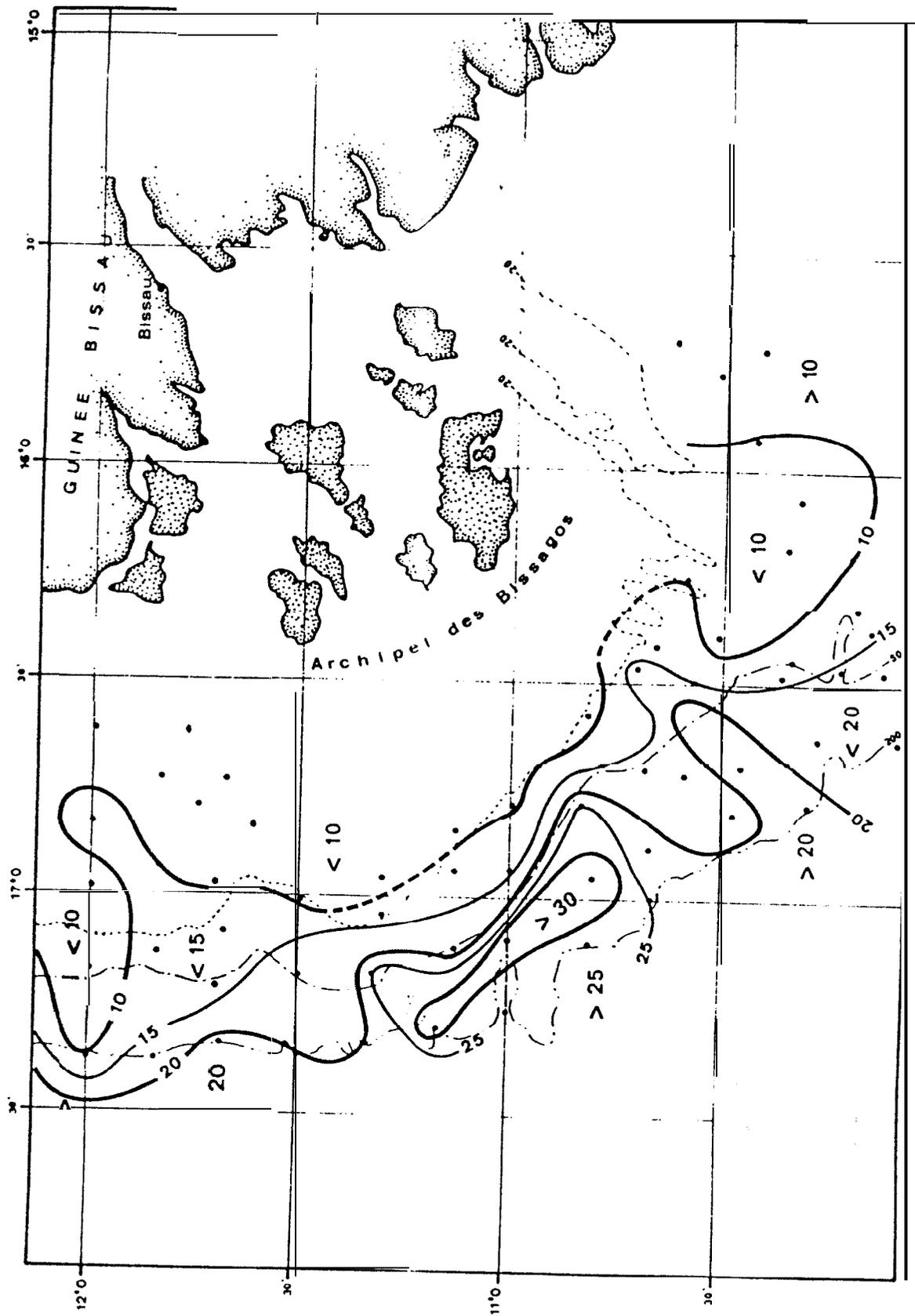


FIG. 6 f.- Immersion de la thermocline Cap 7703

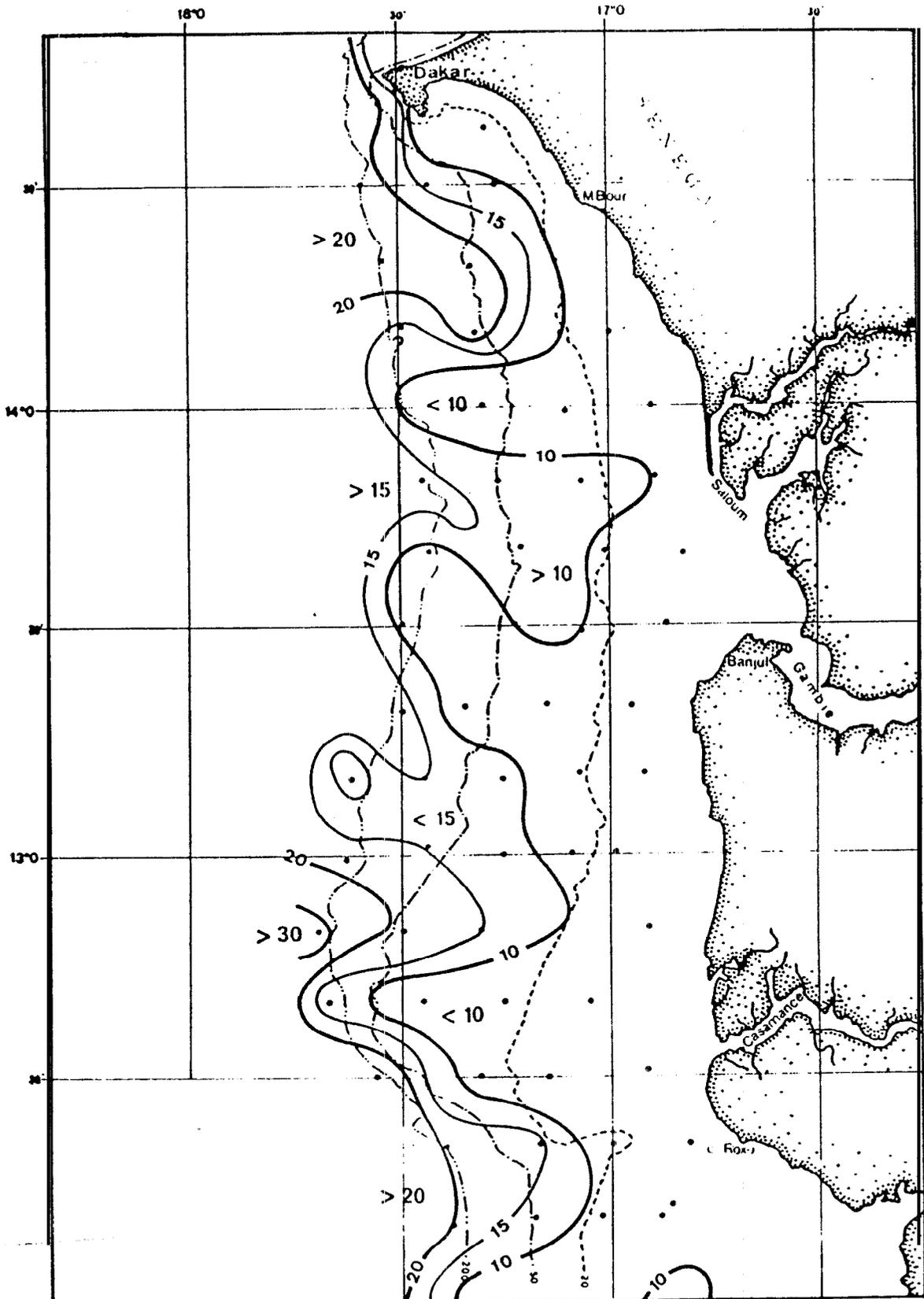


FIG. 6 g.- Immersion de la thermocline Cap 7703

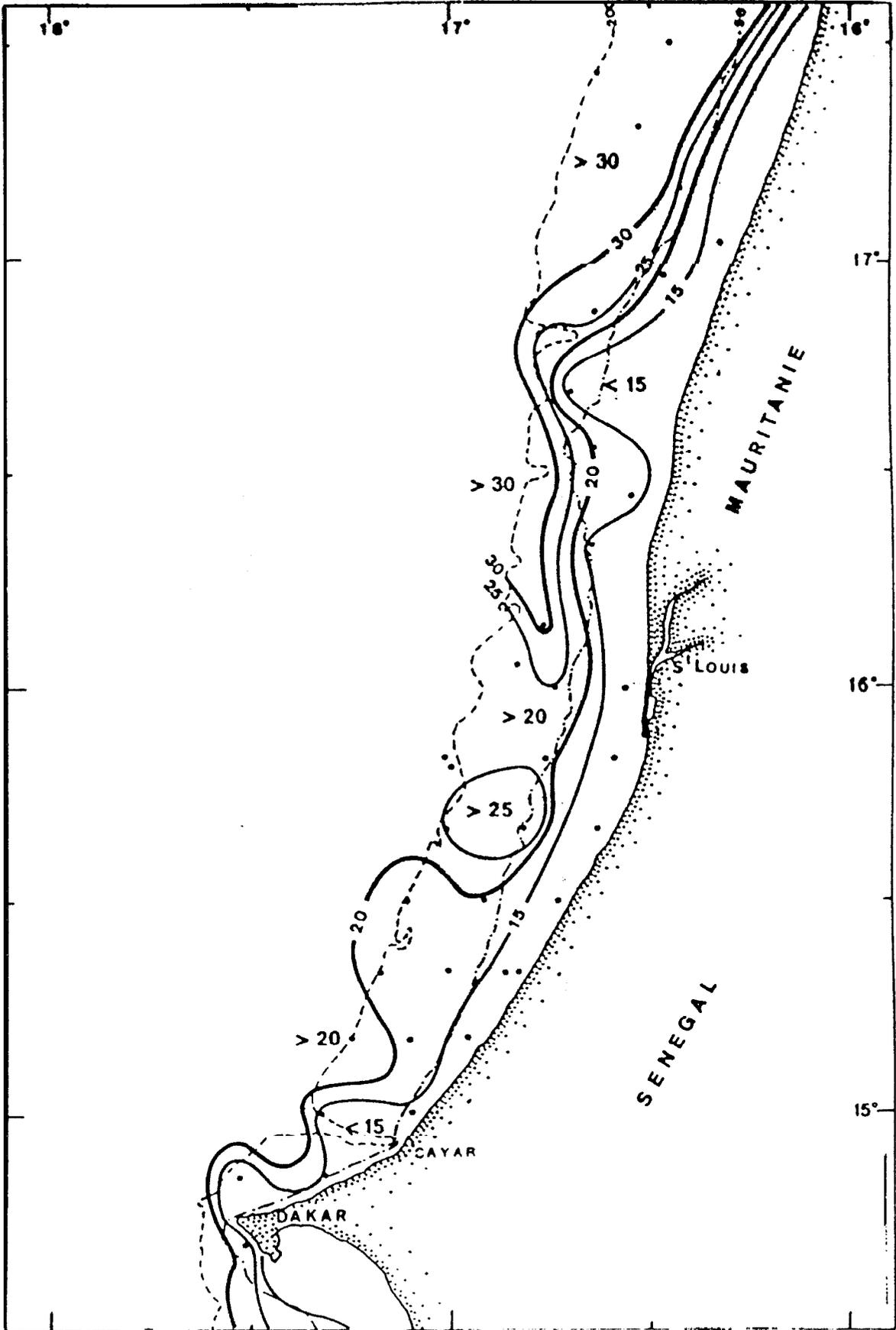


FIG. 6h.- Immersion de la thermocline Cap 7703

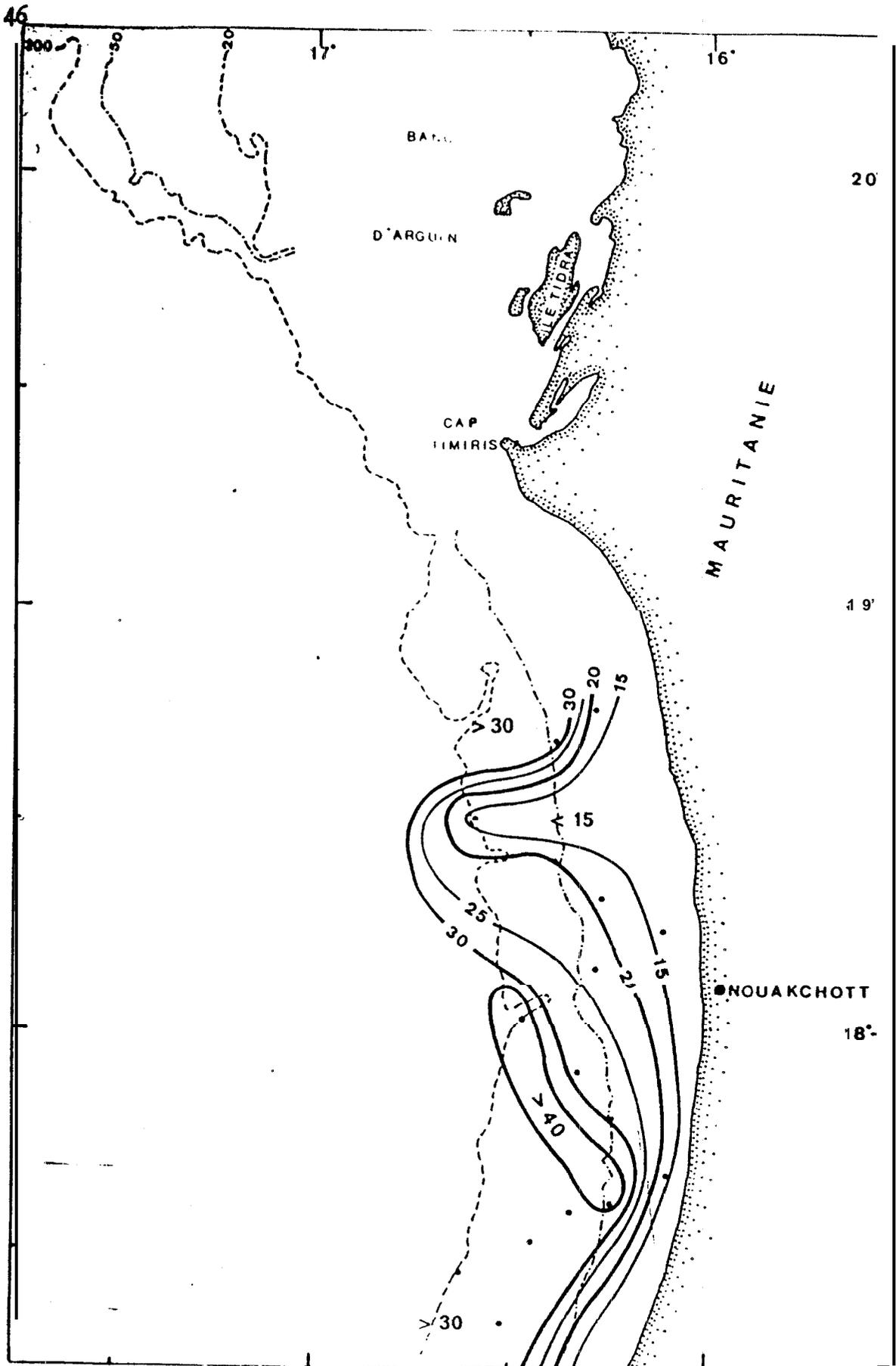


FIG. 61.- Immersion de la thermocline Cap 7703

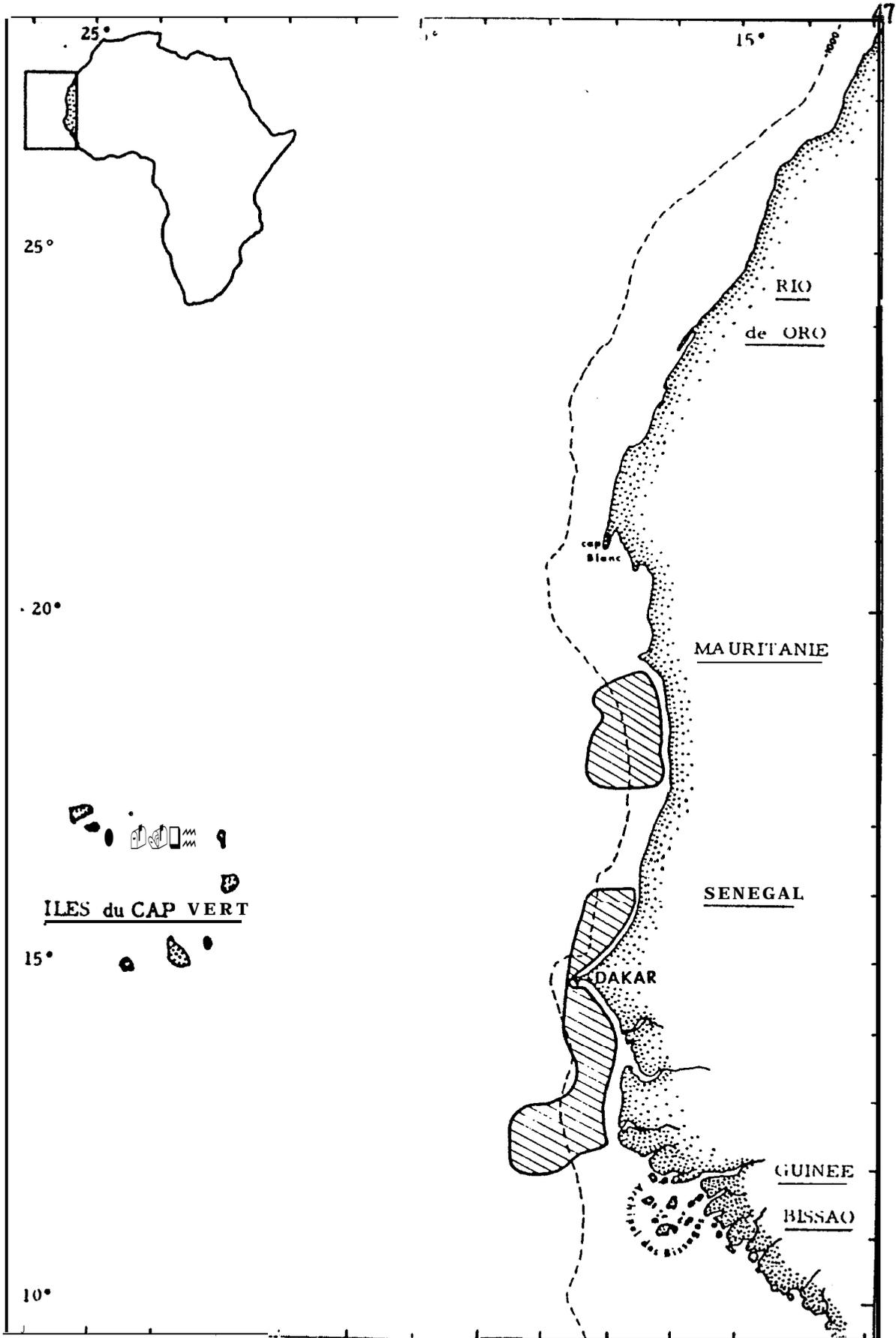


FIG. 7 a.7 Zones couvertes par Cap Echoles

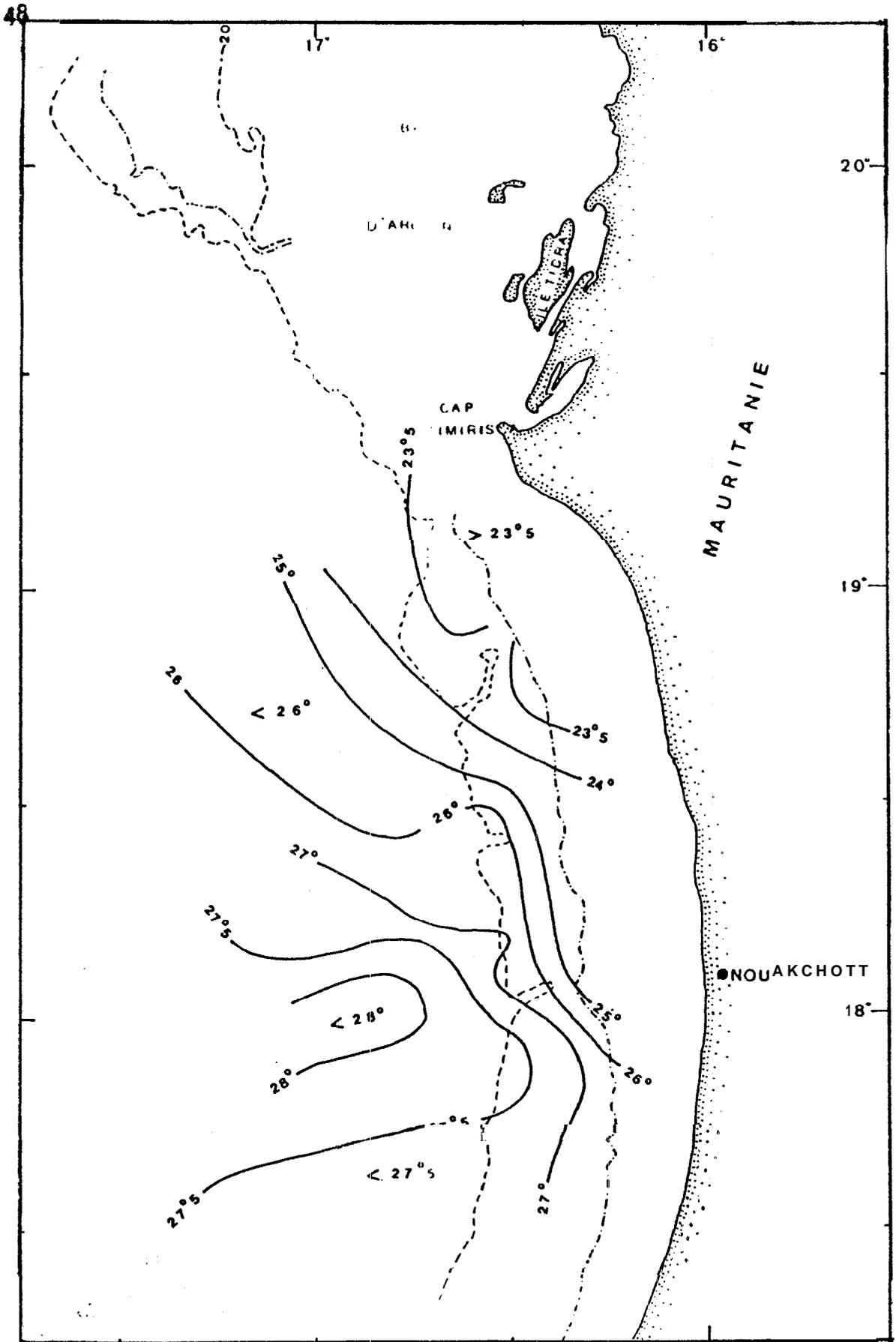


FIG. 7 b.- Isothermes de surface Cap Echoles-Nord I

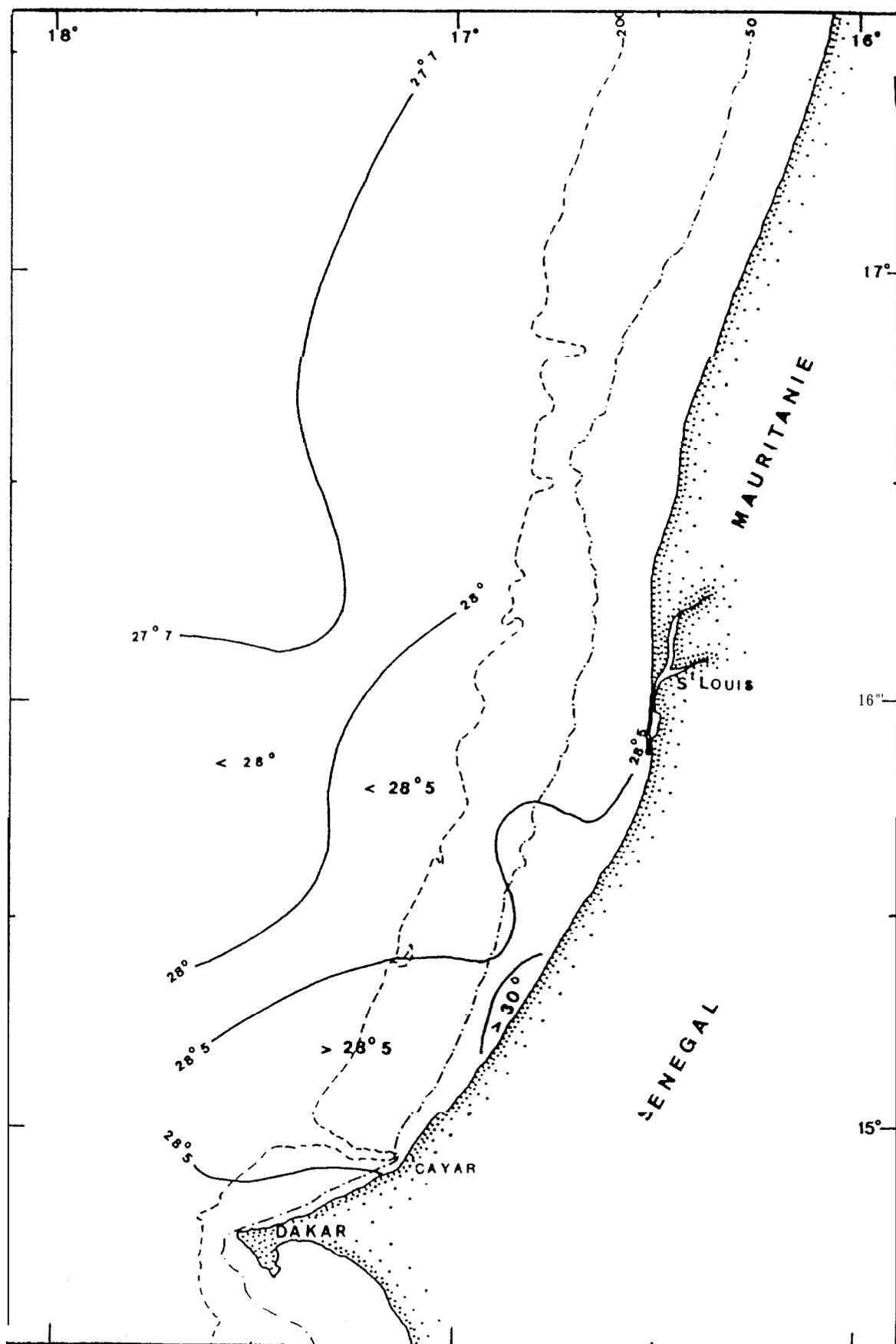


FIG. 7 c.- Isothermes de surface Cap Echoles-Nord 2

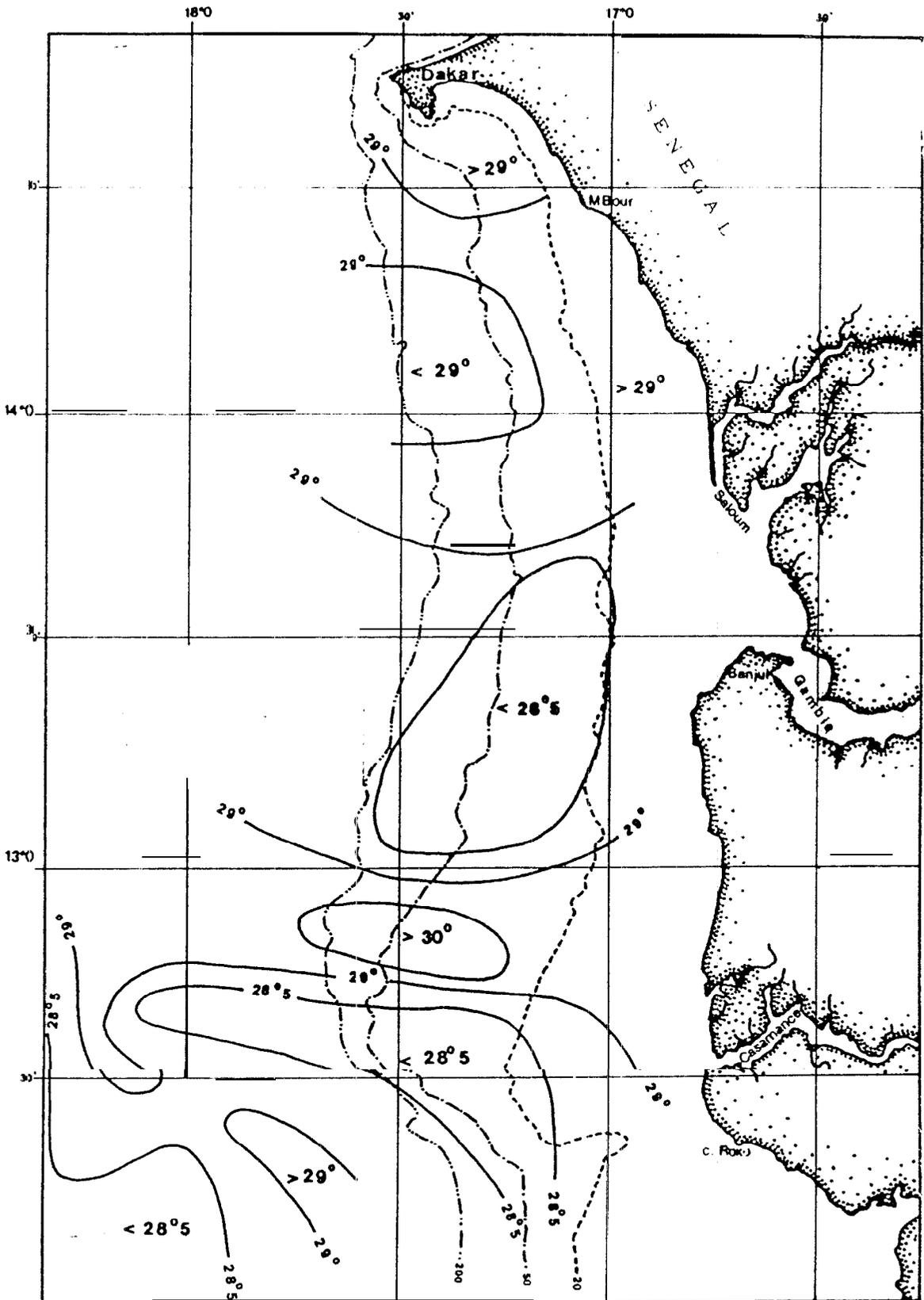


FIG. 7 d.- Isothermes de surface Cap Echoles-Sud

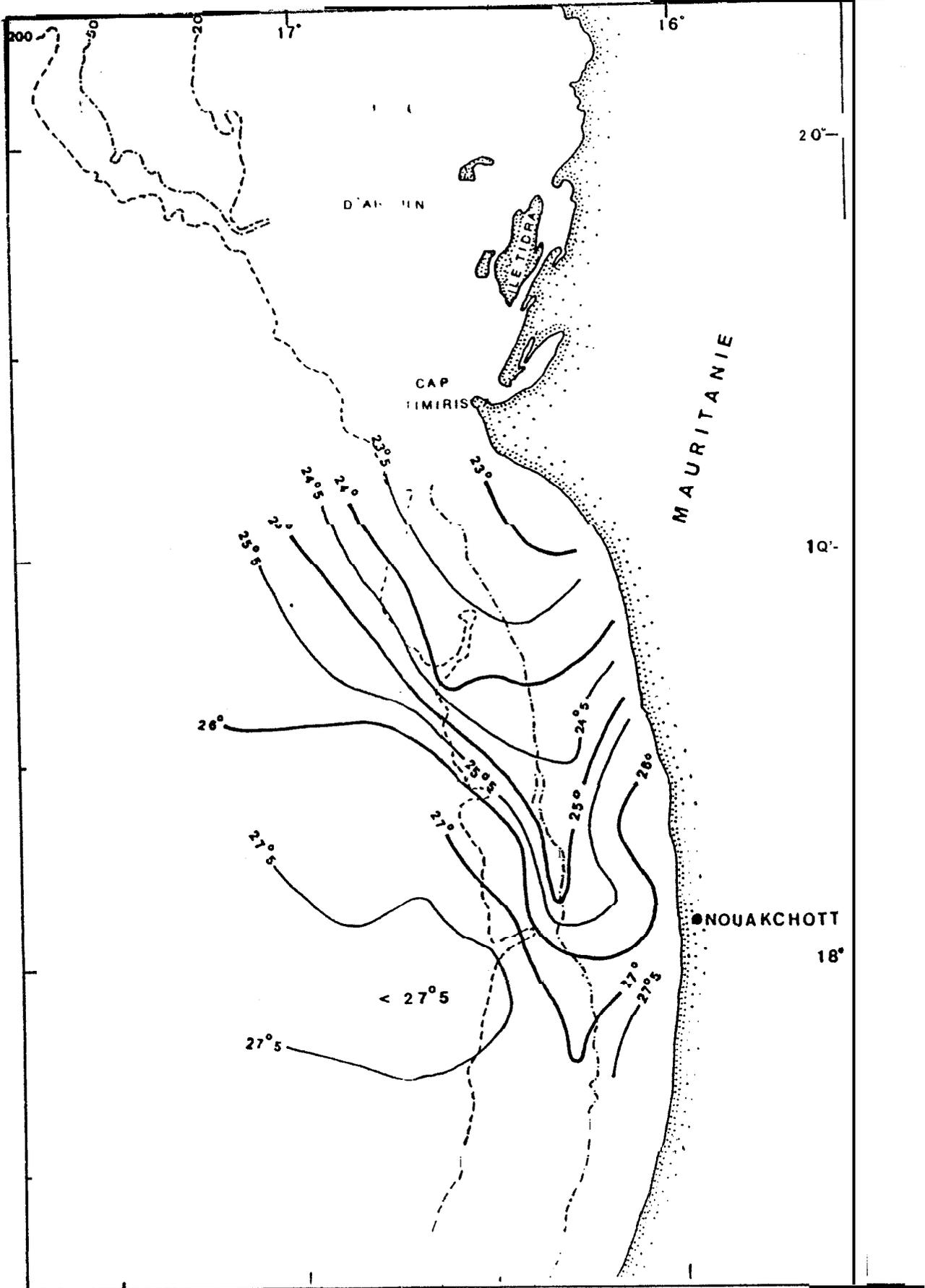


FIG. 17 e.- Isothermes à 3 mètres Cap-Echoles-Nord 1

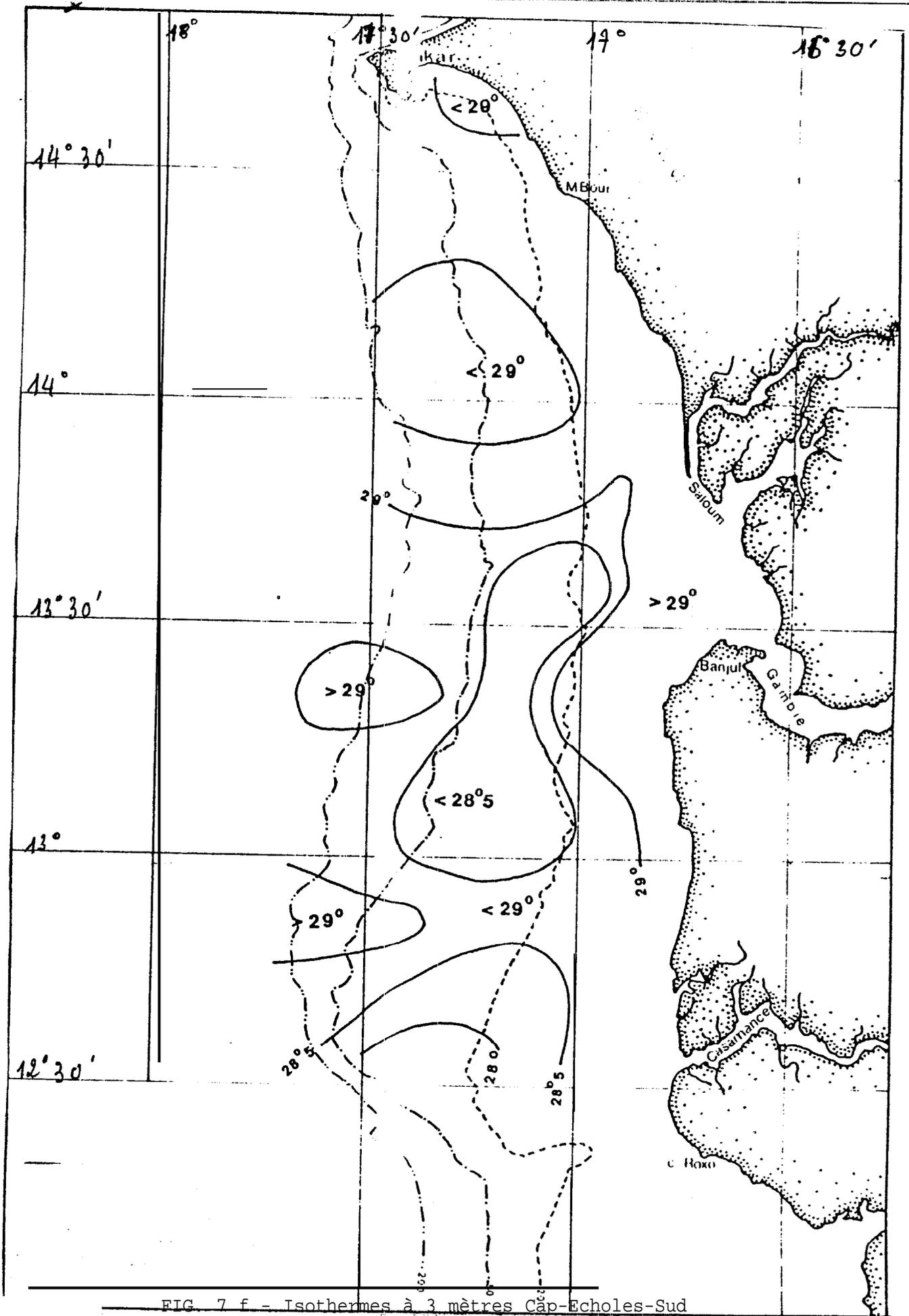


FIG. 7 f - Isothermes à 3 mètres Cap-Echoles-Sud

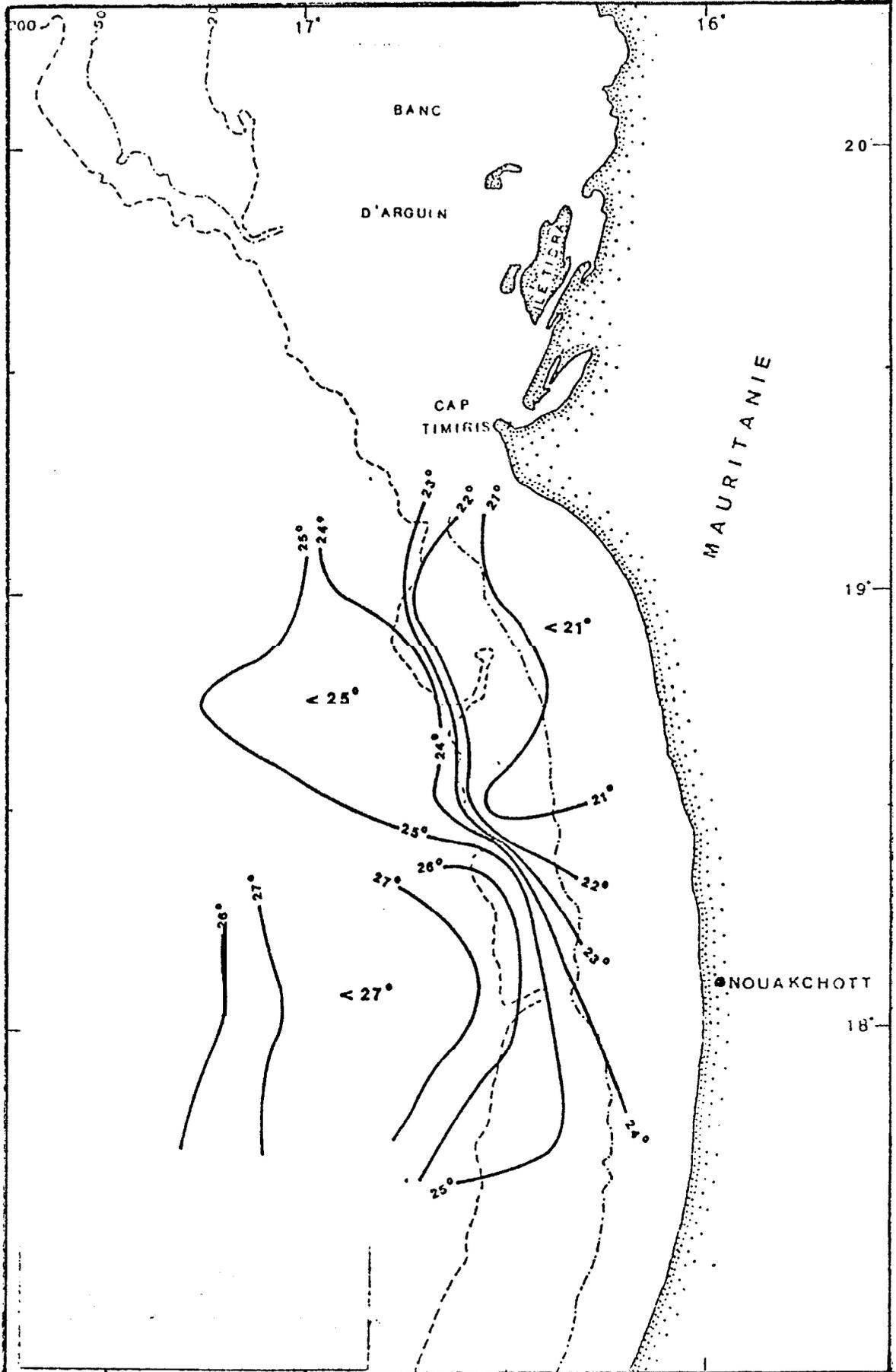


FIG. 7 g.- Isothermes à 20 mètres Cap-Echoles-Nord I

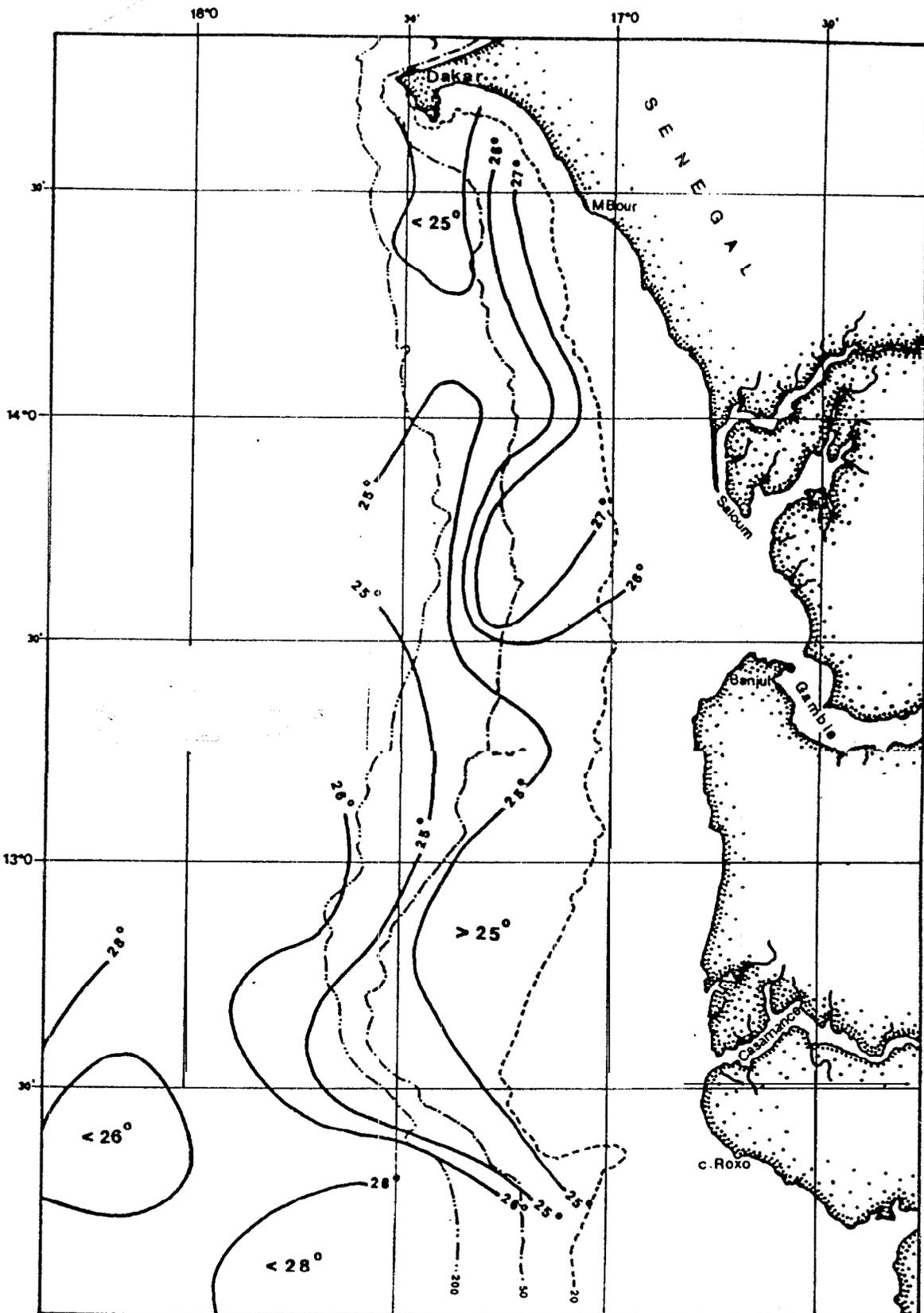


FIG. 7 h.- Isothermes à 20 mètres Cap-Echoles-Sud

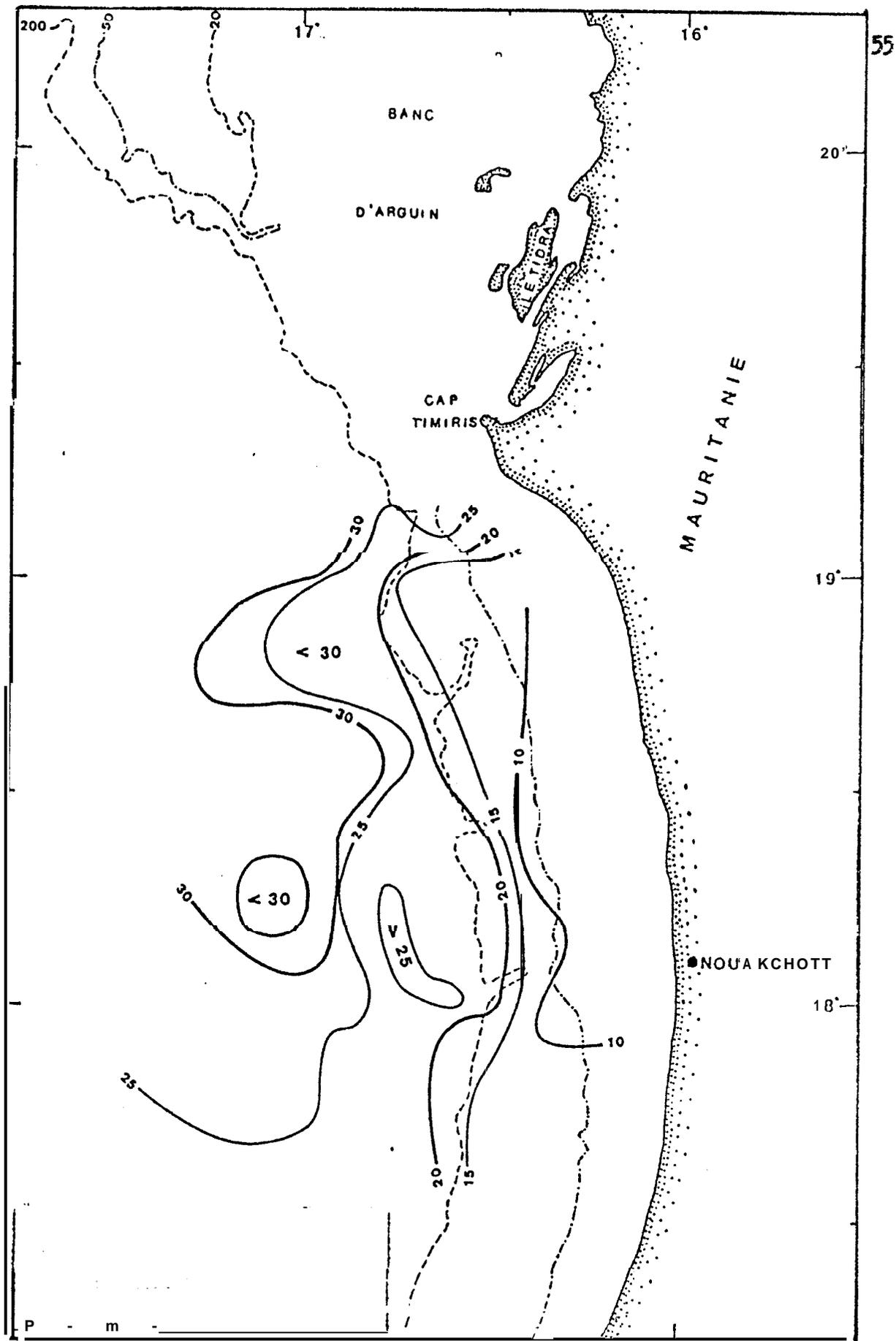


FIG. 7 i.- Immersion de la thermocline Cap-Echoles-Nord 1

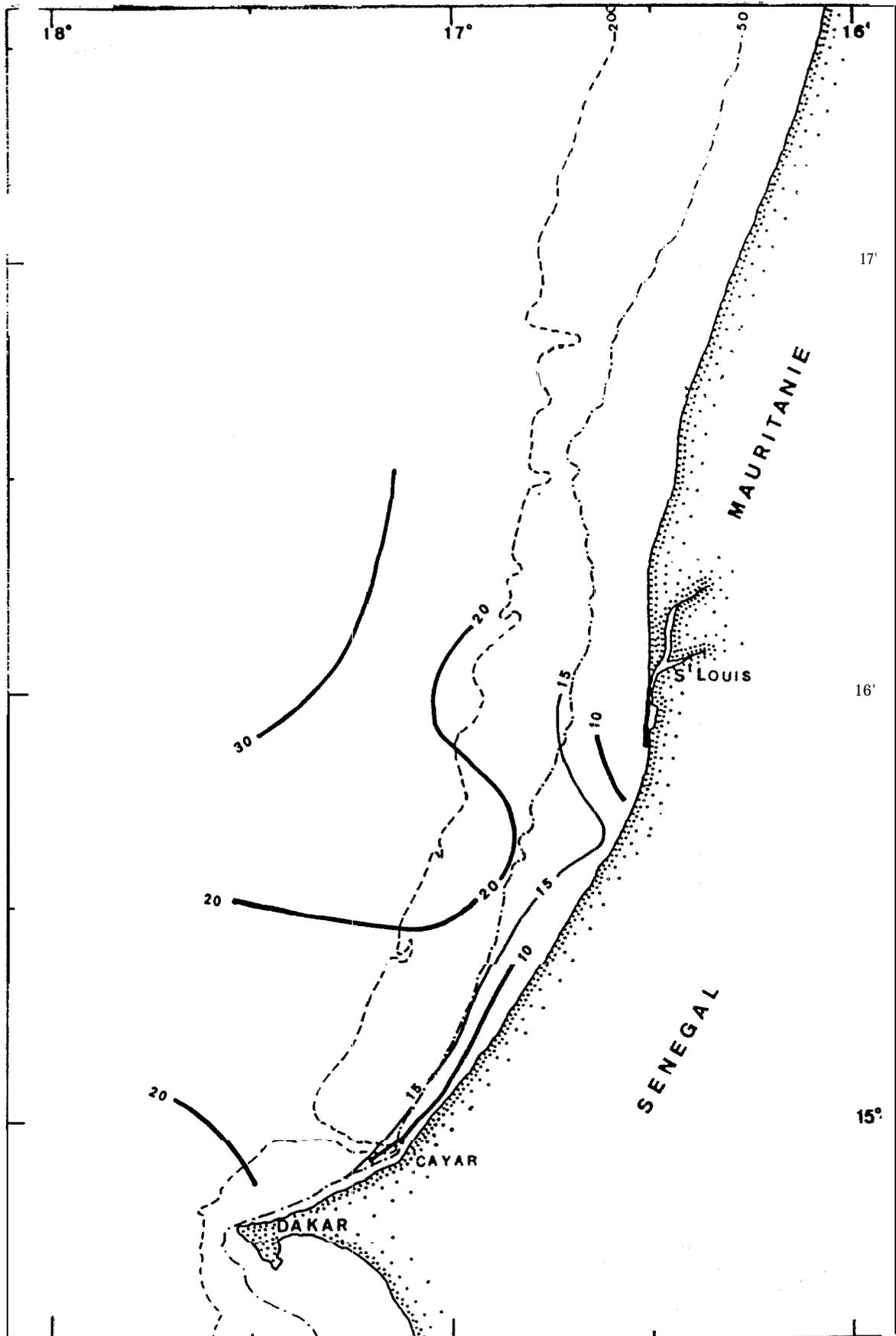


FIG. 7 j.- Immersion de la thermocline Cap-Echoles-Nord 2

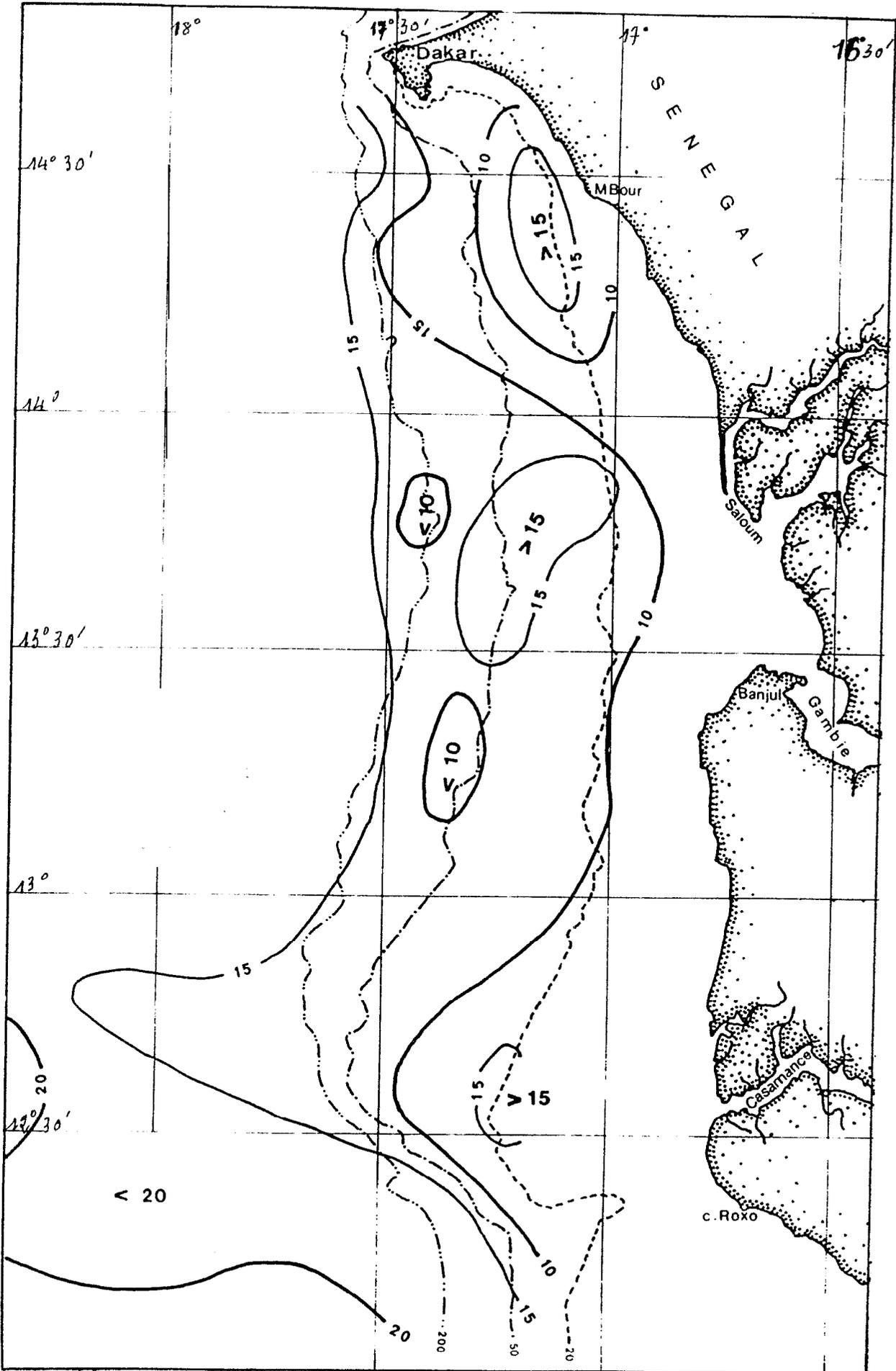


FIG. 7 k.- Immersion de la thermocline Cap-Echoles-Sud

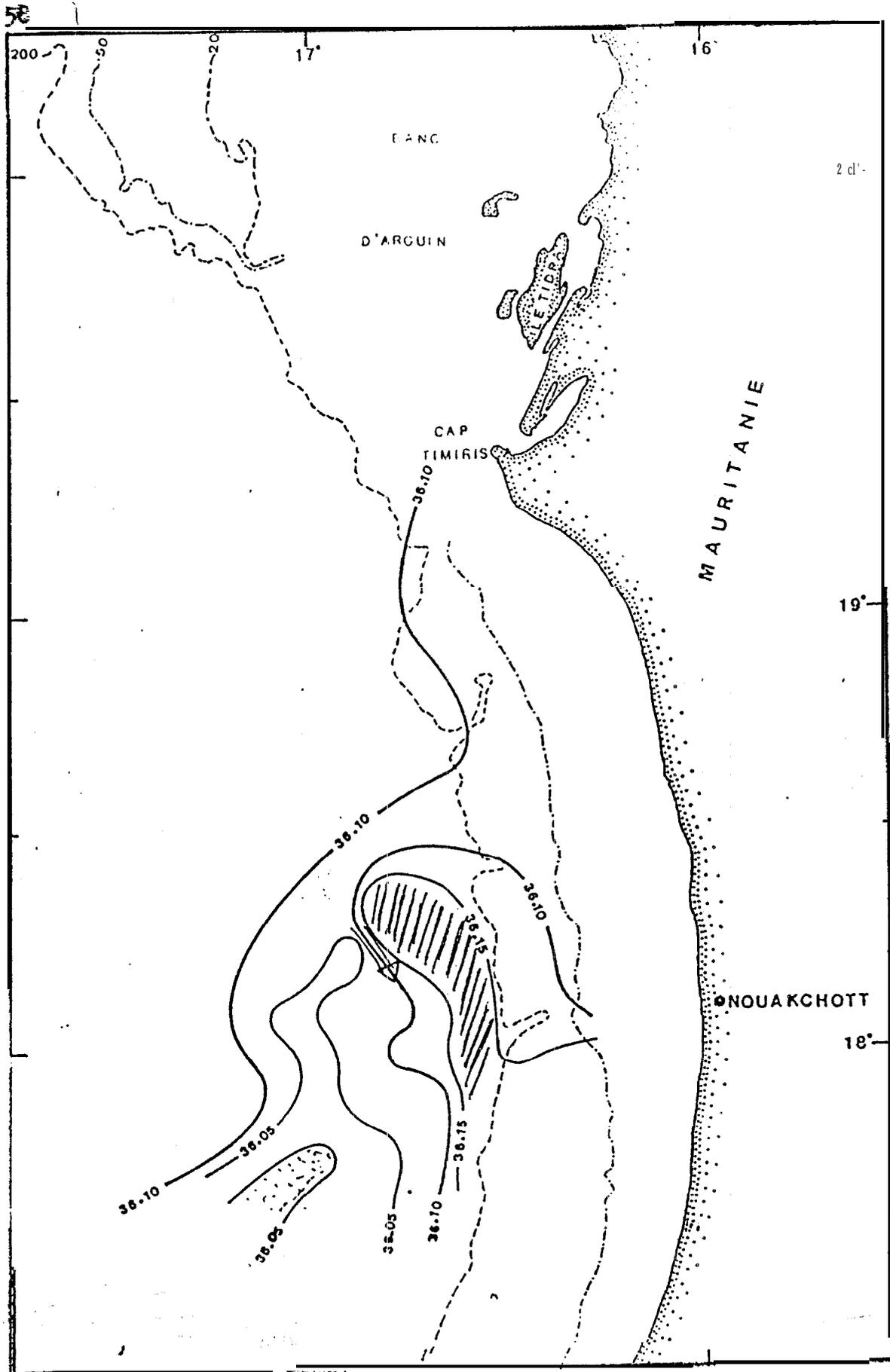


FIG. 7 1. Isohalines de surface Cap-Echolés-Nord I

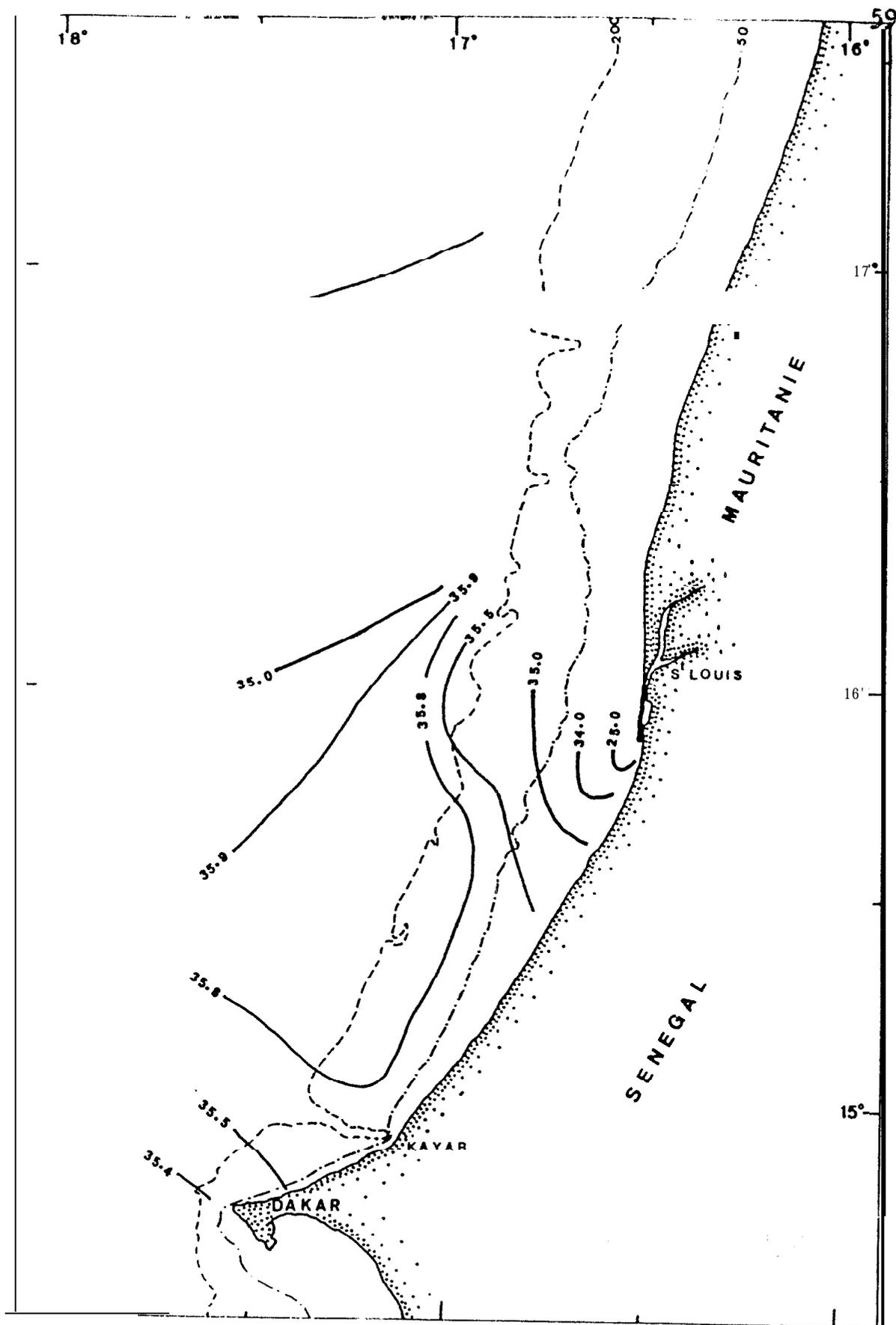


FIG. 7 m.- Isohalines de surface Cap-Echoles-Nord 2

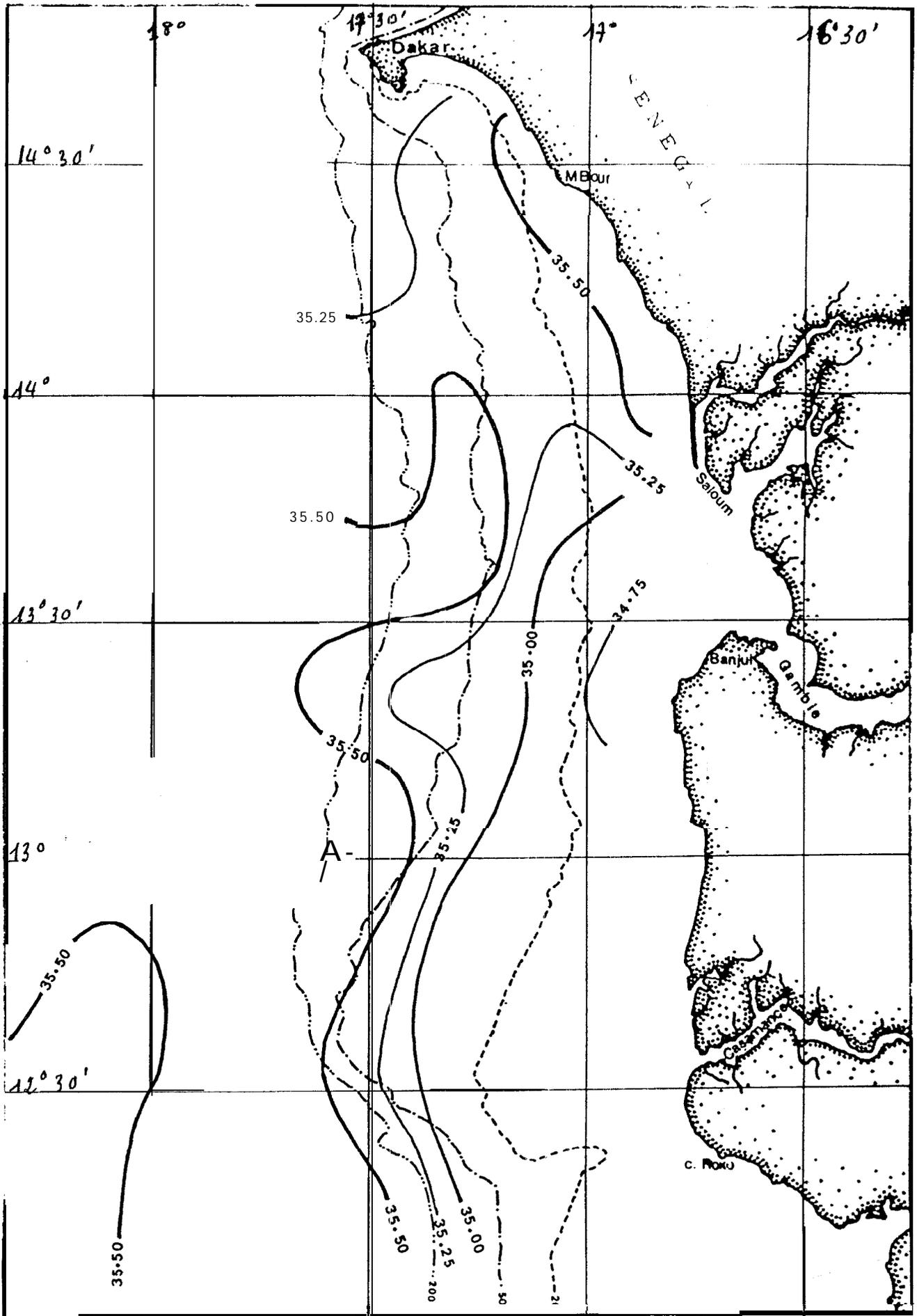


FIG. 7 n.-Isohalines de surface Cap-Écholes-Sud

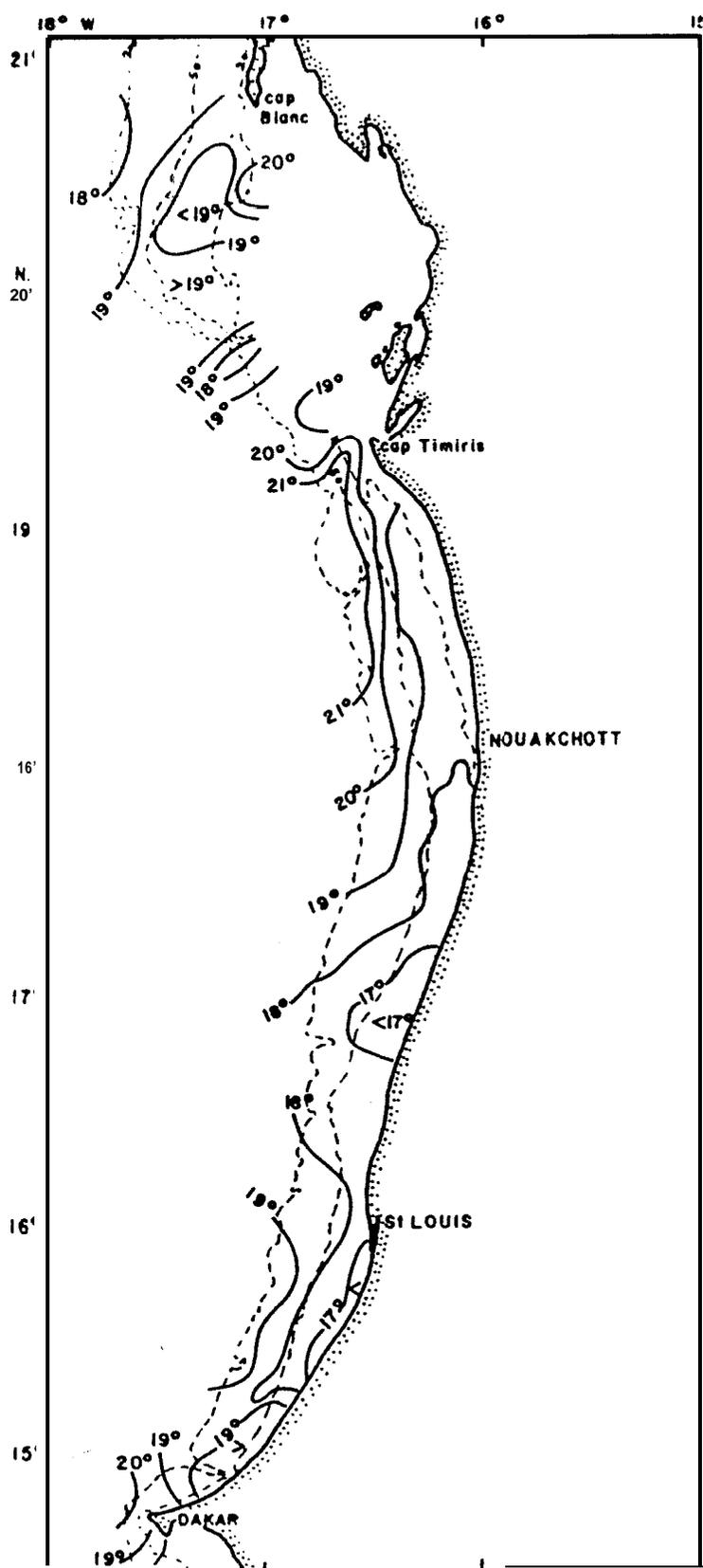


FIG. 8 a.- Isothermes de surface au nord
du Cap-Vert (février 1980. Echosar 1)

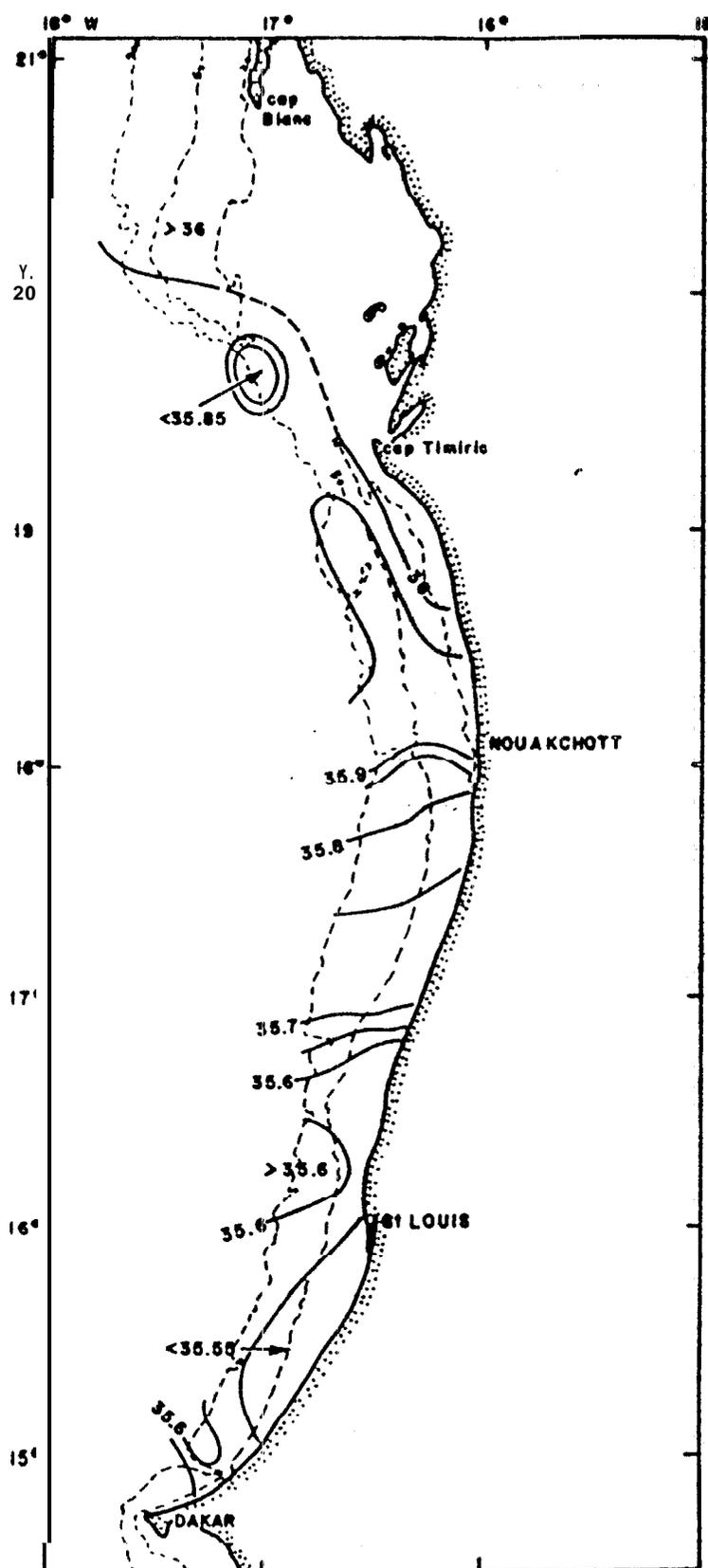


FIG. 8 b.- Isohalines de surface au nord du Cap-Vert (février 1980) Echosar 1

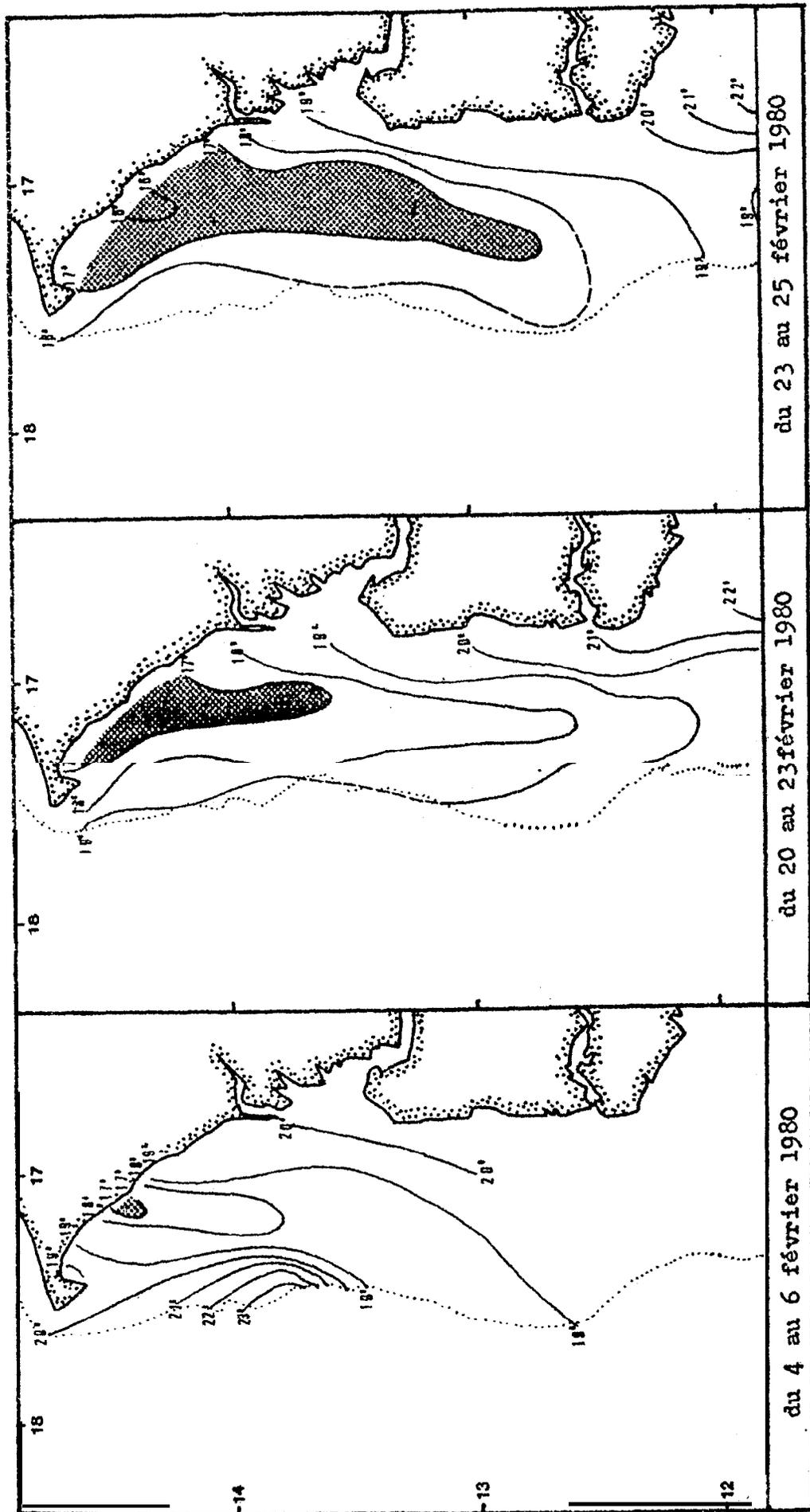


FIG. 8 c.- Isothermes de surface au sud du Cap-Vert (février 1980)
 Echosar 1. Zone pointillée : température inférieure à 17°C

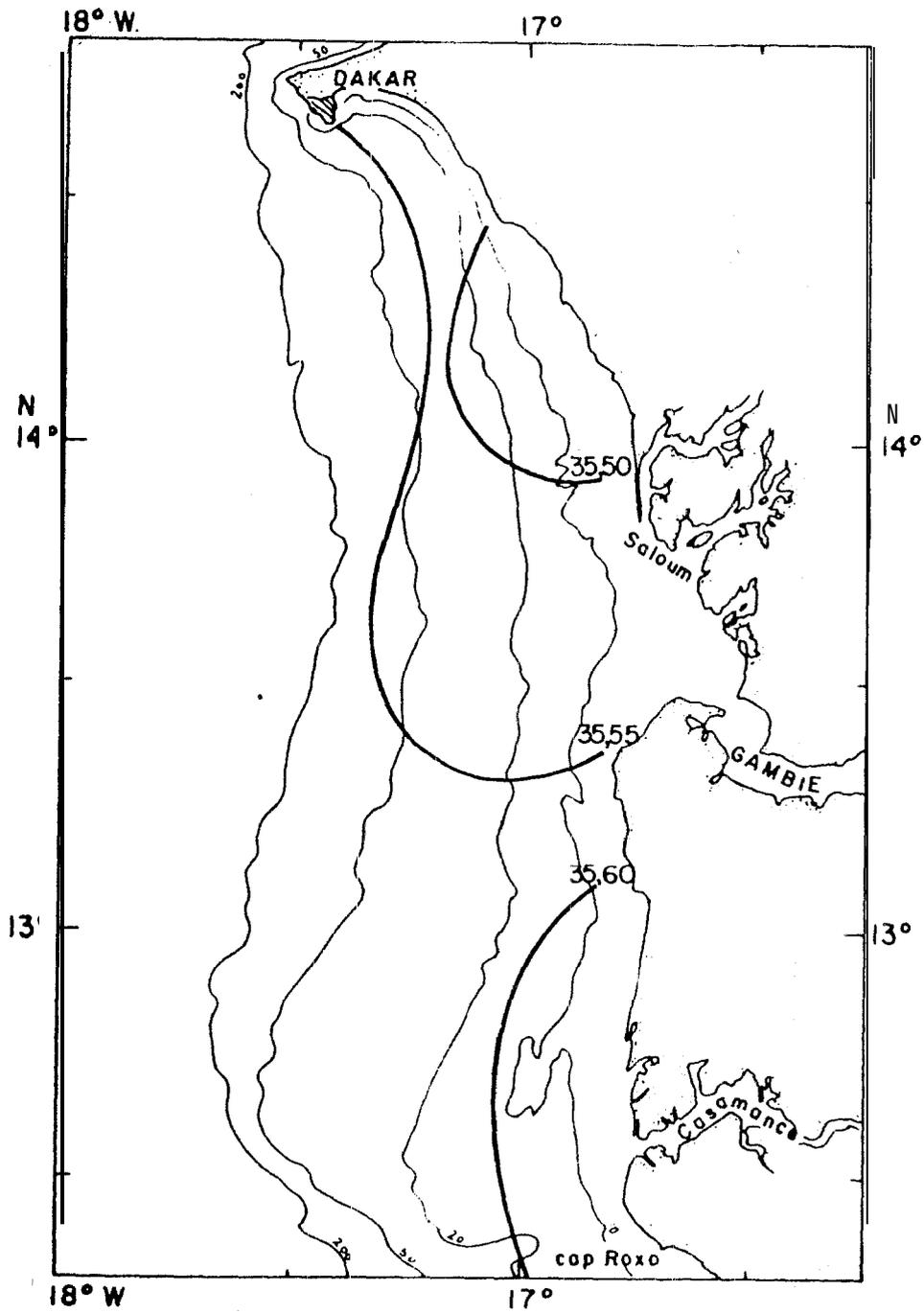


FIG. 8 d.- Isohalines de surface au Sud du Cap-Vert (février 1980) Echosar I

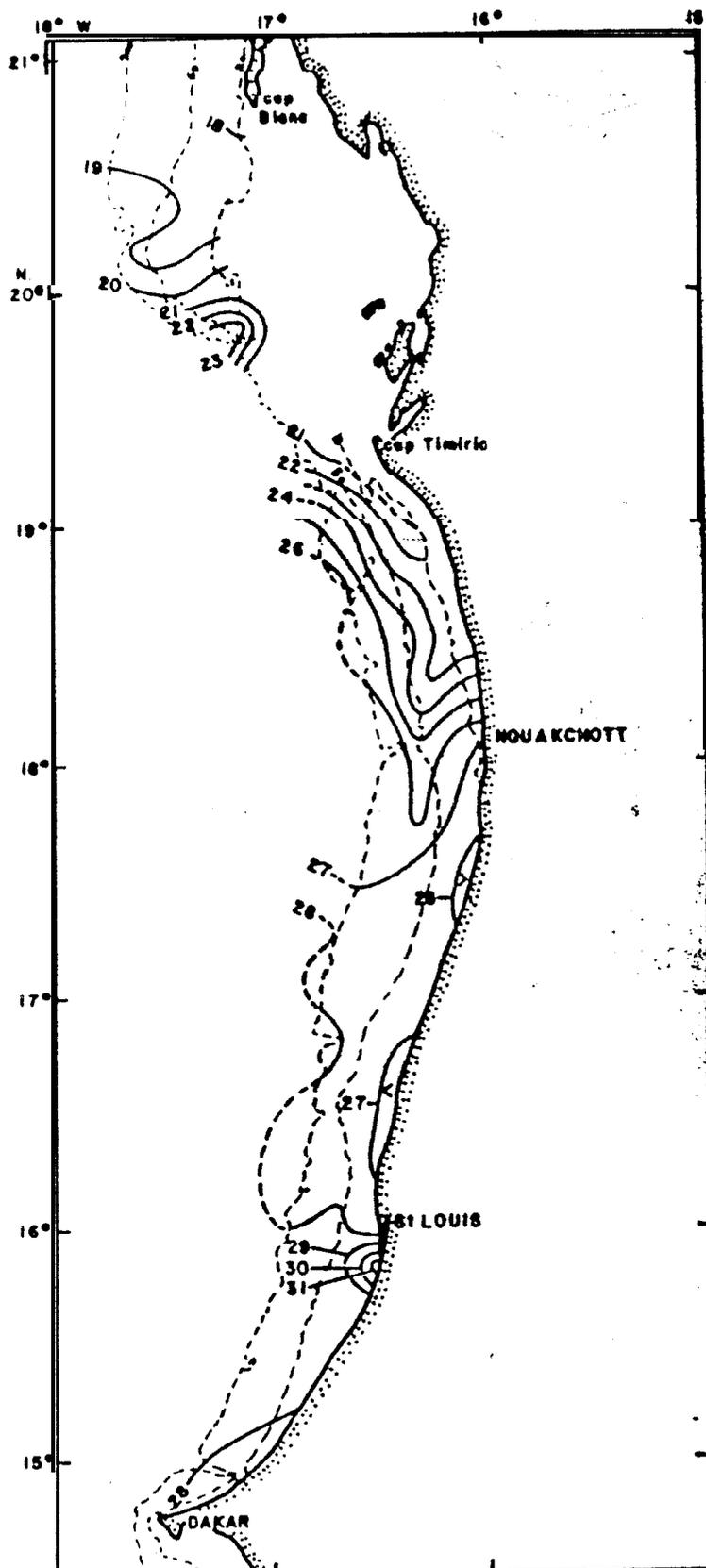


FIG. 8 e.- Isothermes de surface au nord du Cap-Vert (septembre 1980) Echosar 2

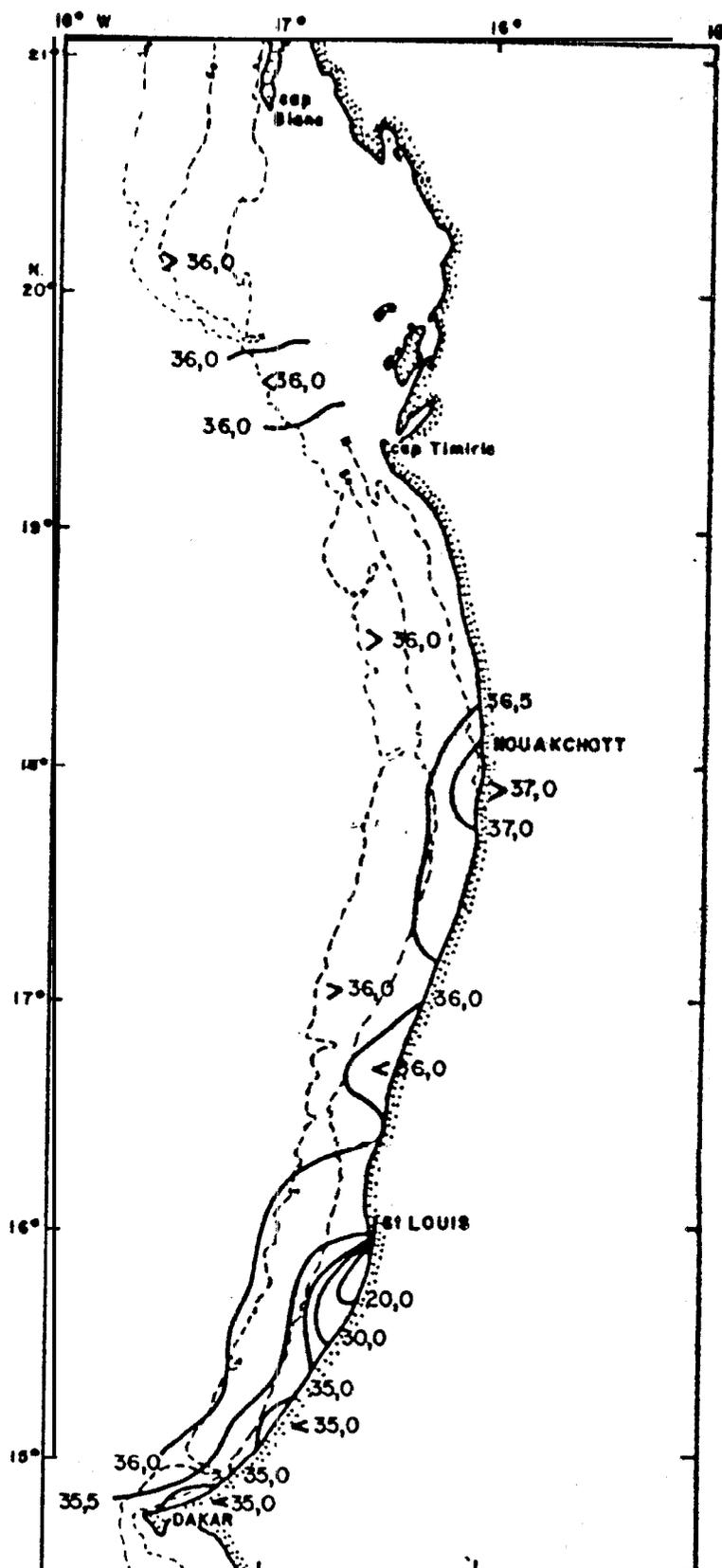


FIG. 8 f.- Isothermes de surface au nord du Cap-Vert (février 1980) Echosar 2

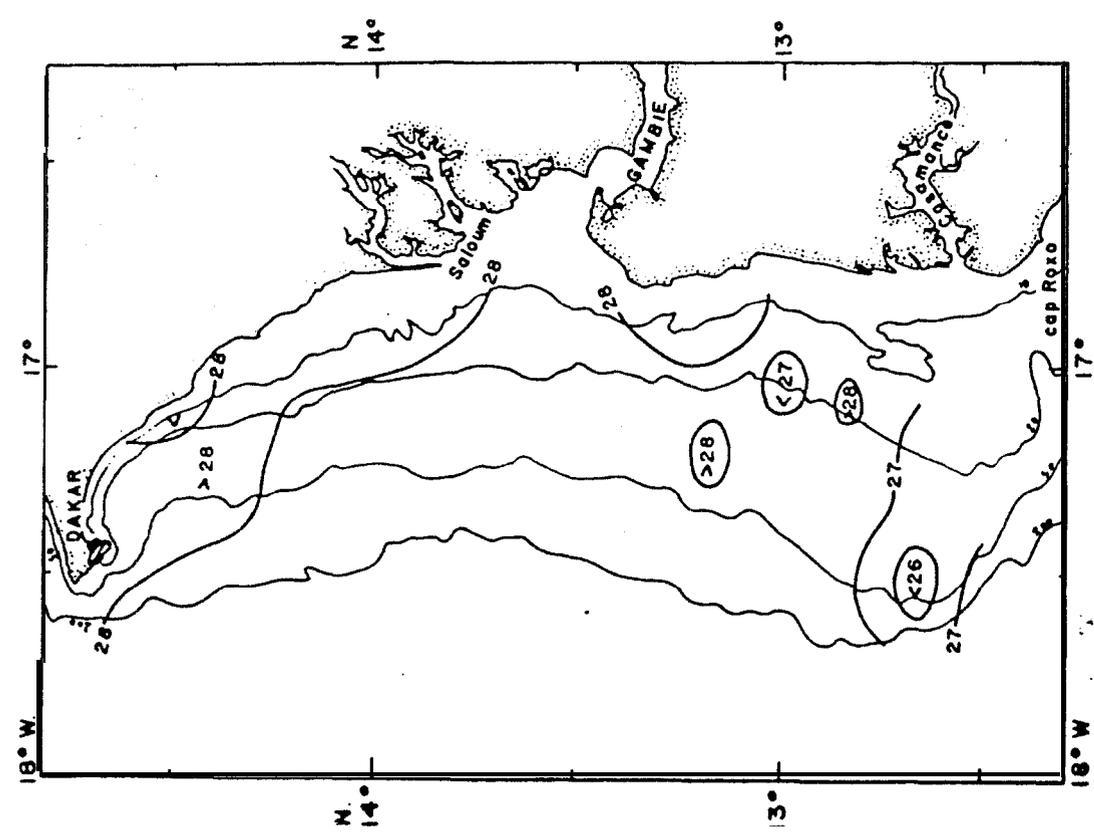


FIG. 8 g.- Isothermes de surface au sud du Cap-Vert (septembre 1980) Echosar 2 ...

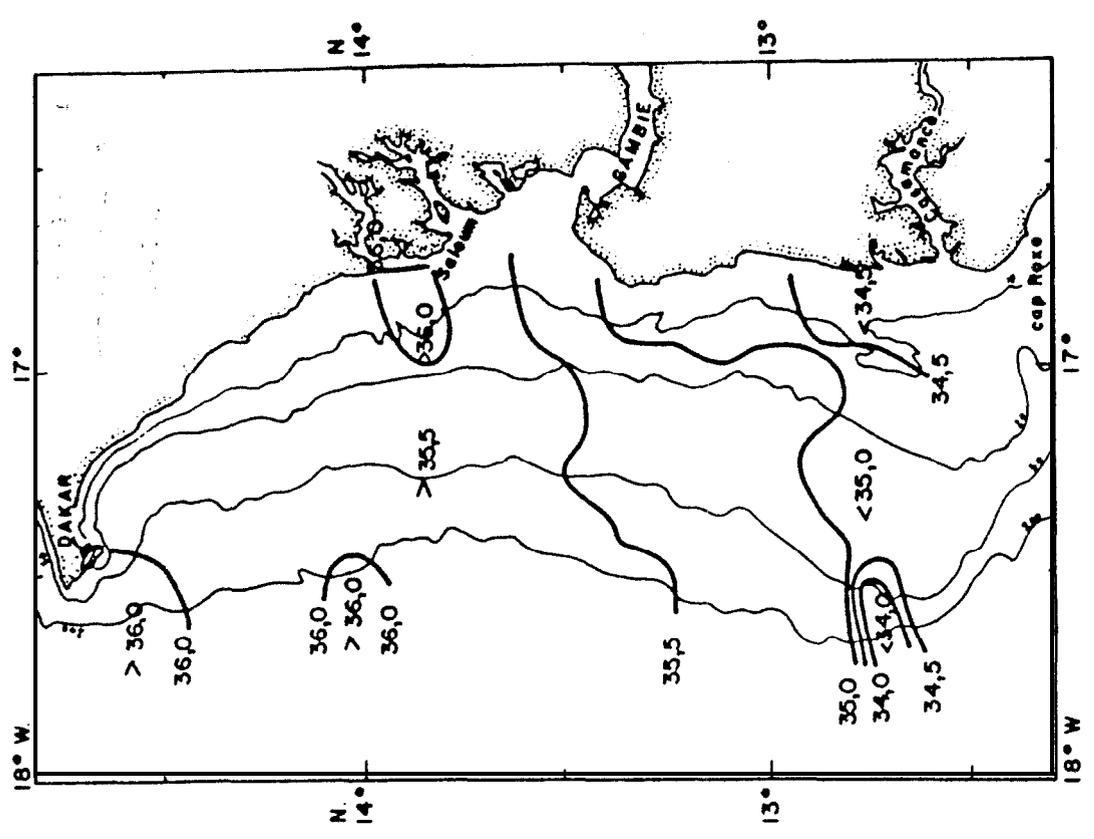


FIG. 8 h.- Isohalines de surface au sud du Cap-Vert (septembre 1980) Echosar 2

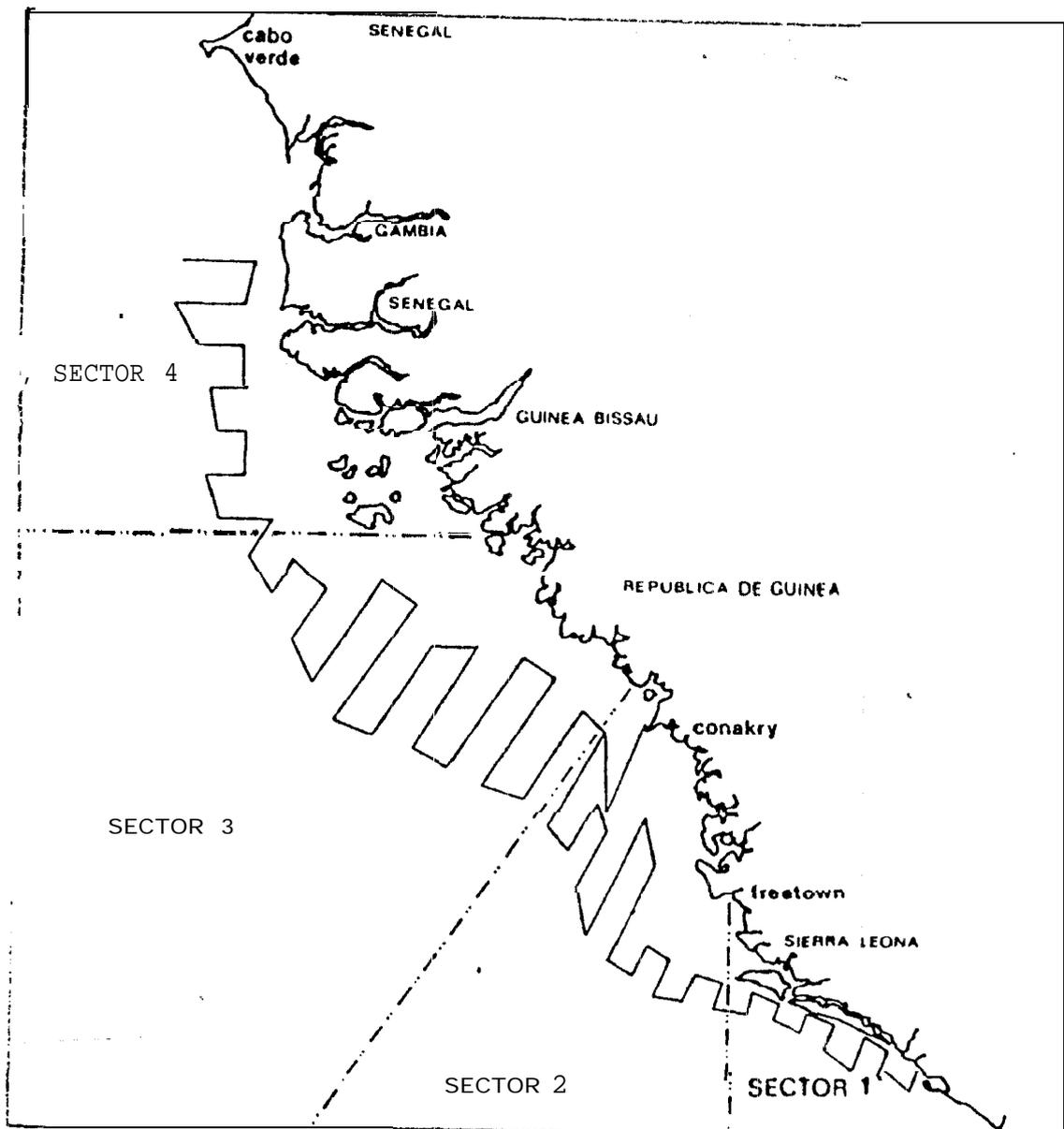


FIG. 9a. Zones de travail. Campagne pélagos 7909

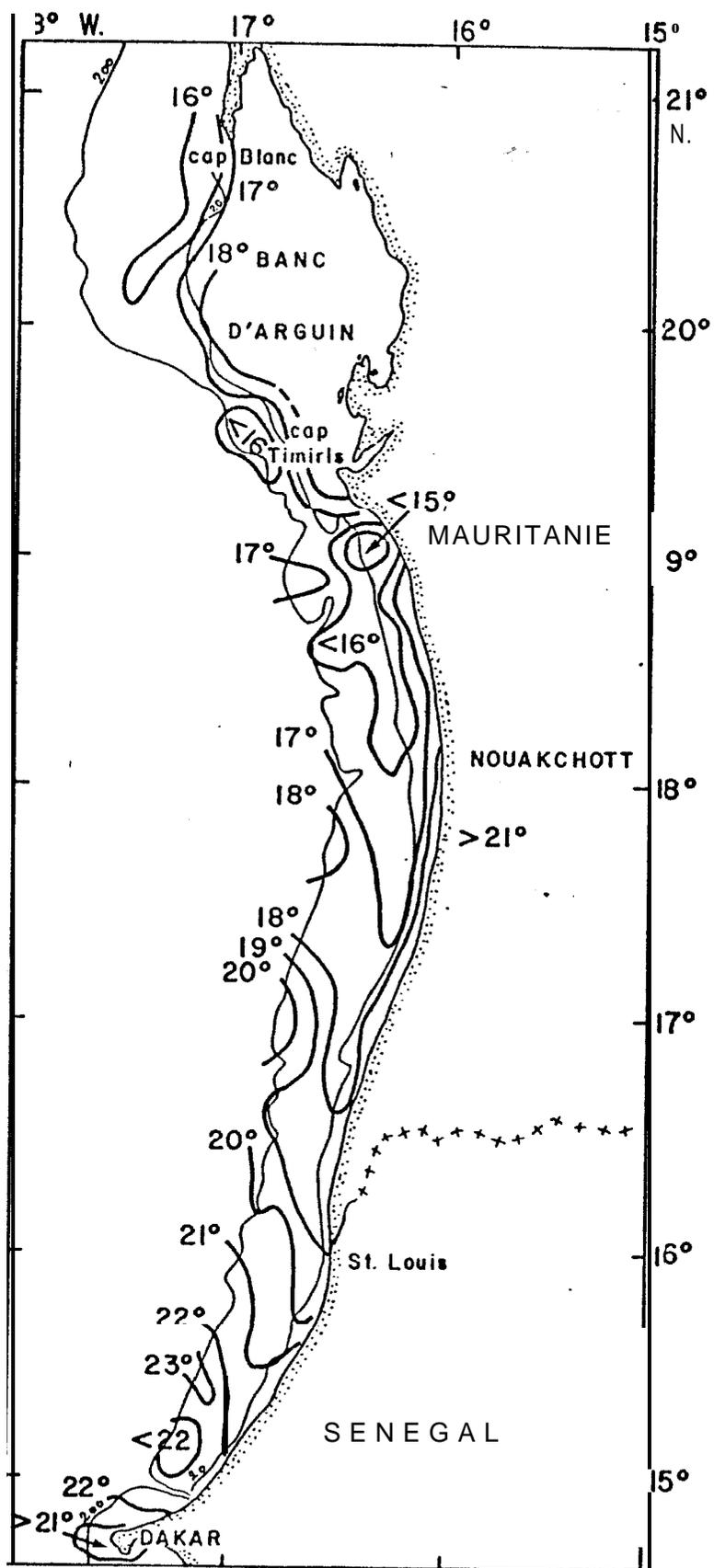


FIG. 10 a.- Température de surface (nord)

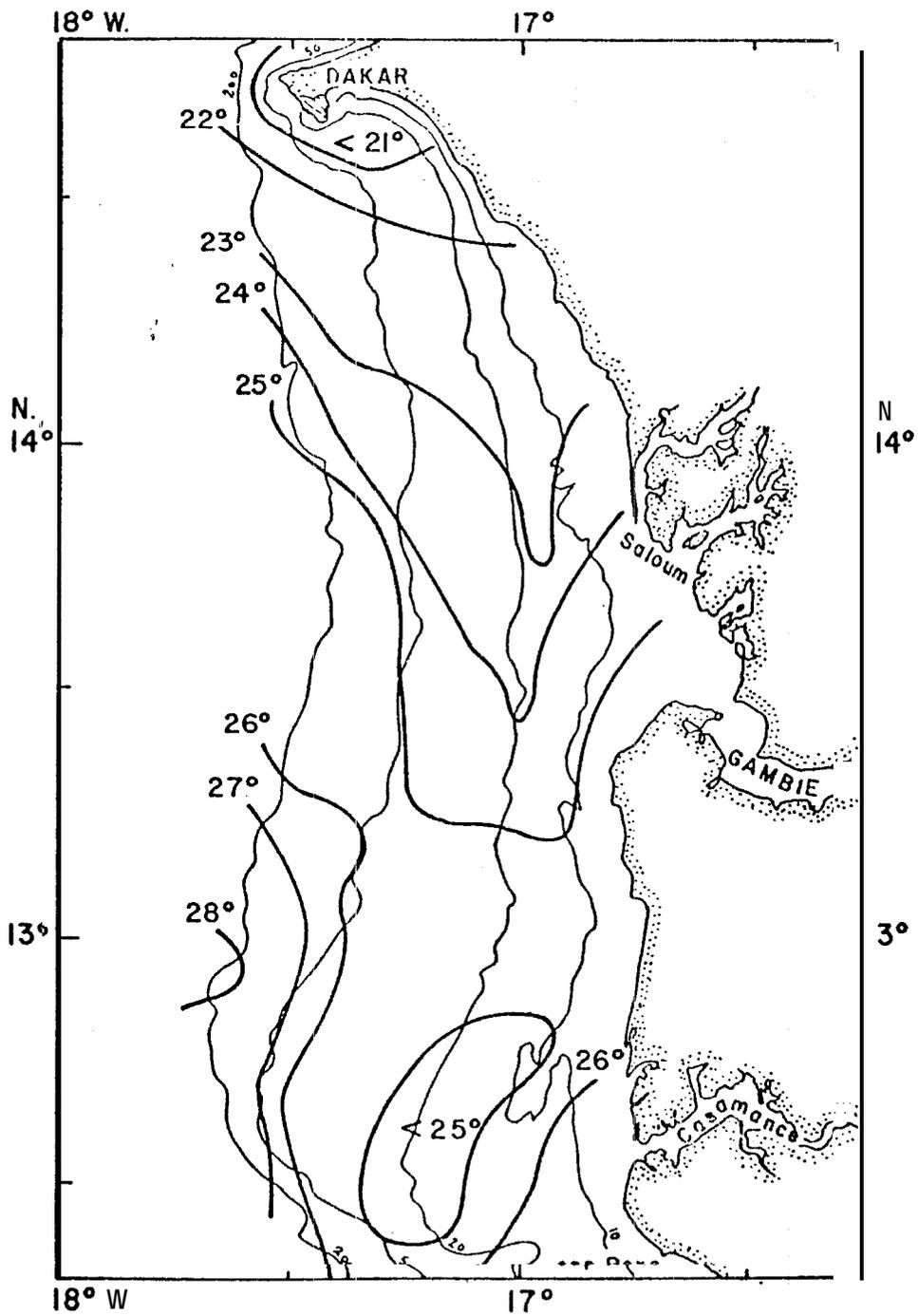


FIG. 10 b.- Température de surface (sud)

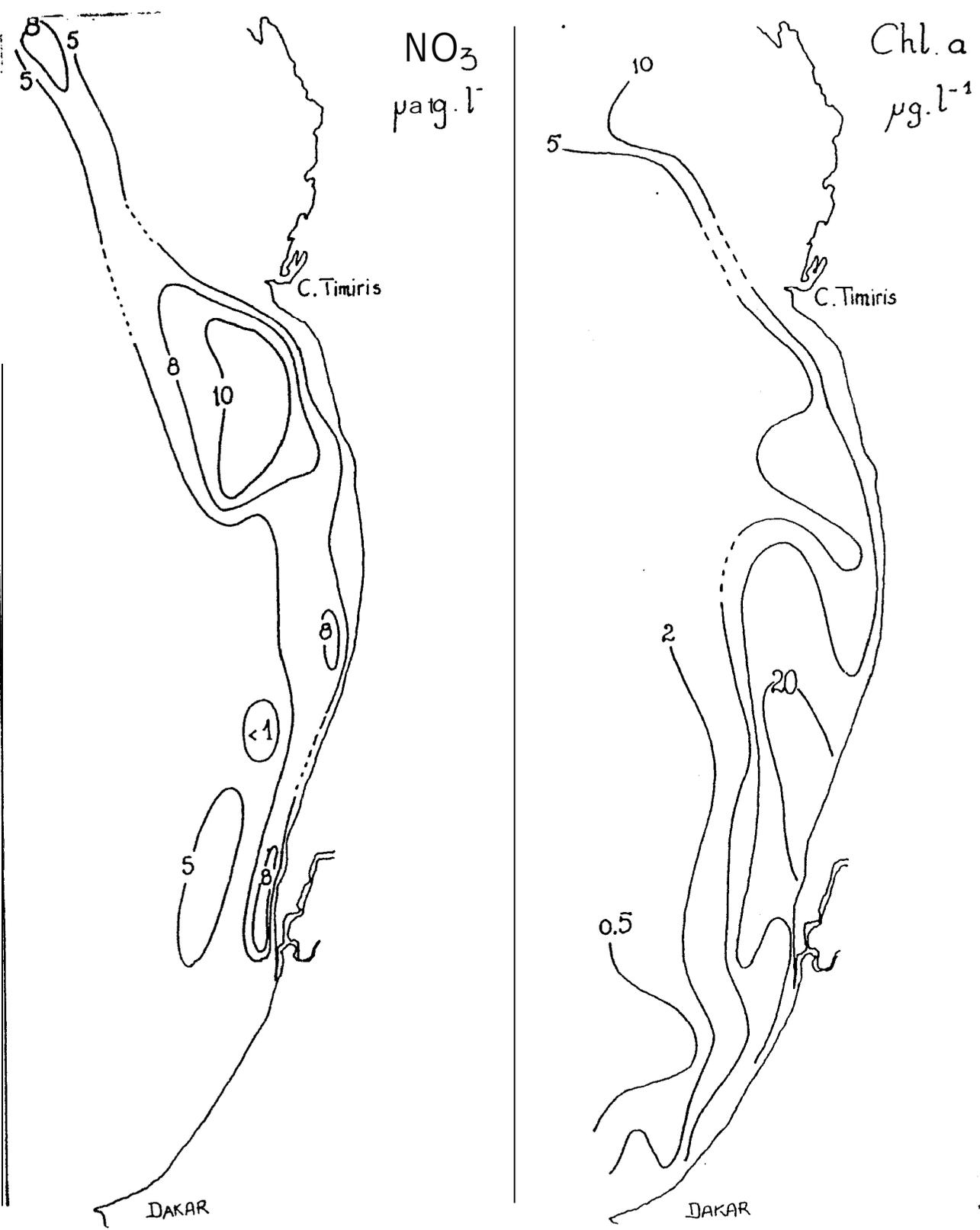


FIG. 10 c.- Echosar 3. Partie Nord

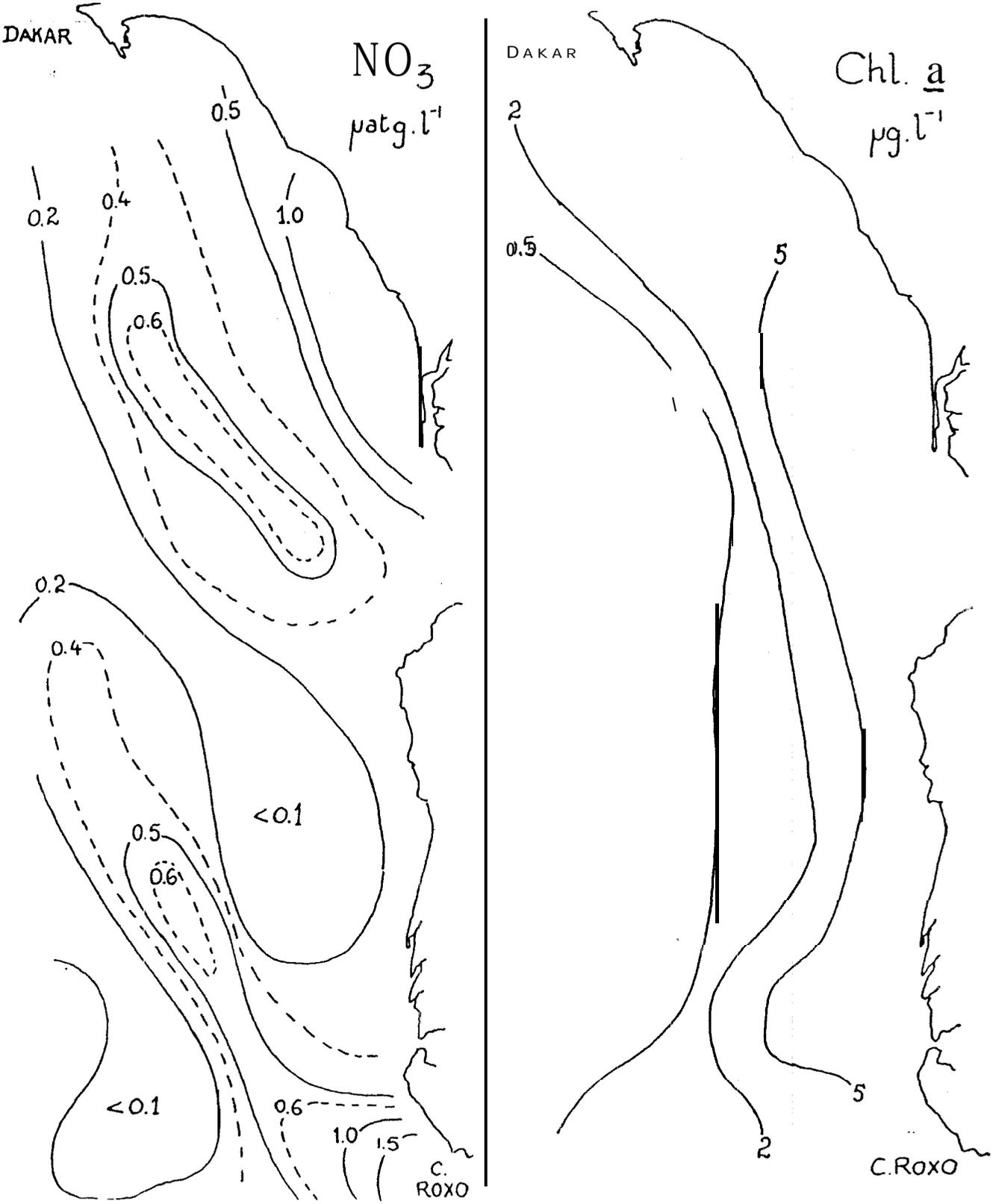


FIG. 10 d.- Echosar 3. Partie Sud

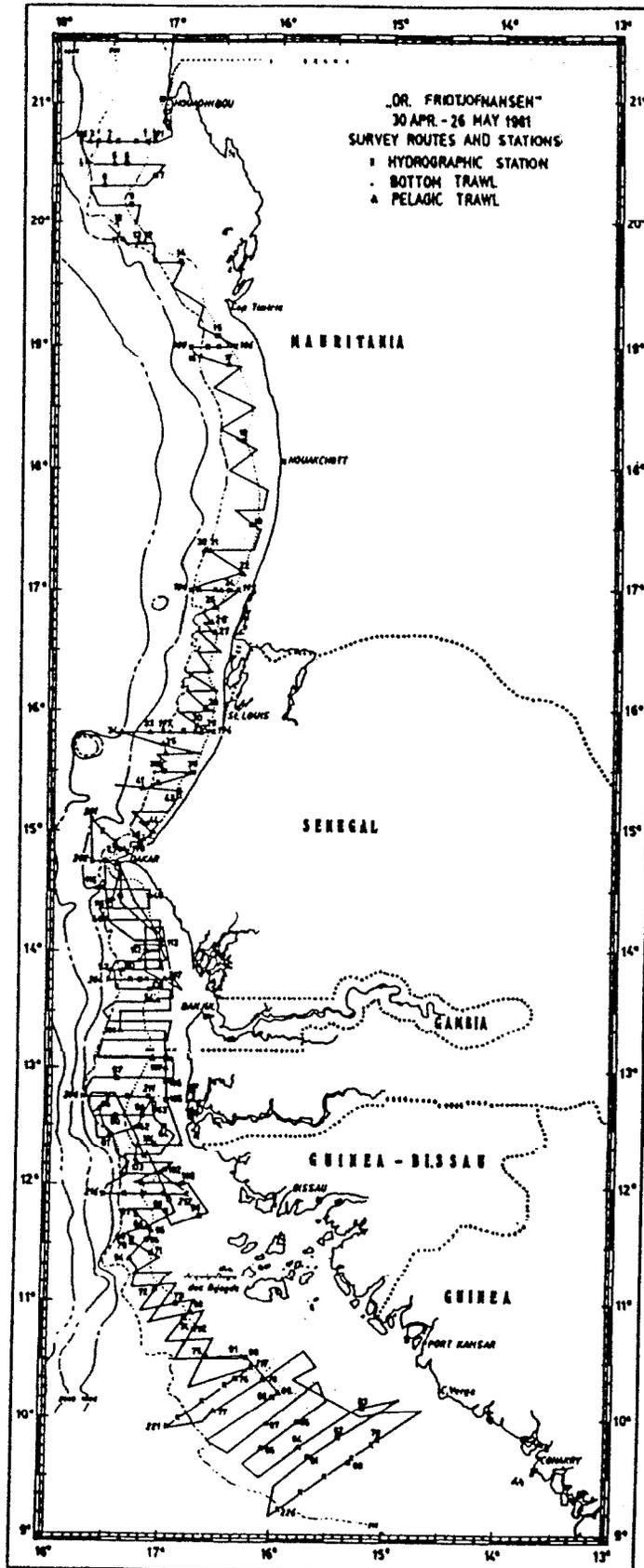


FIG. 11 a.- Trajet et stations 30 avril-26 mai 1981.

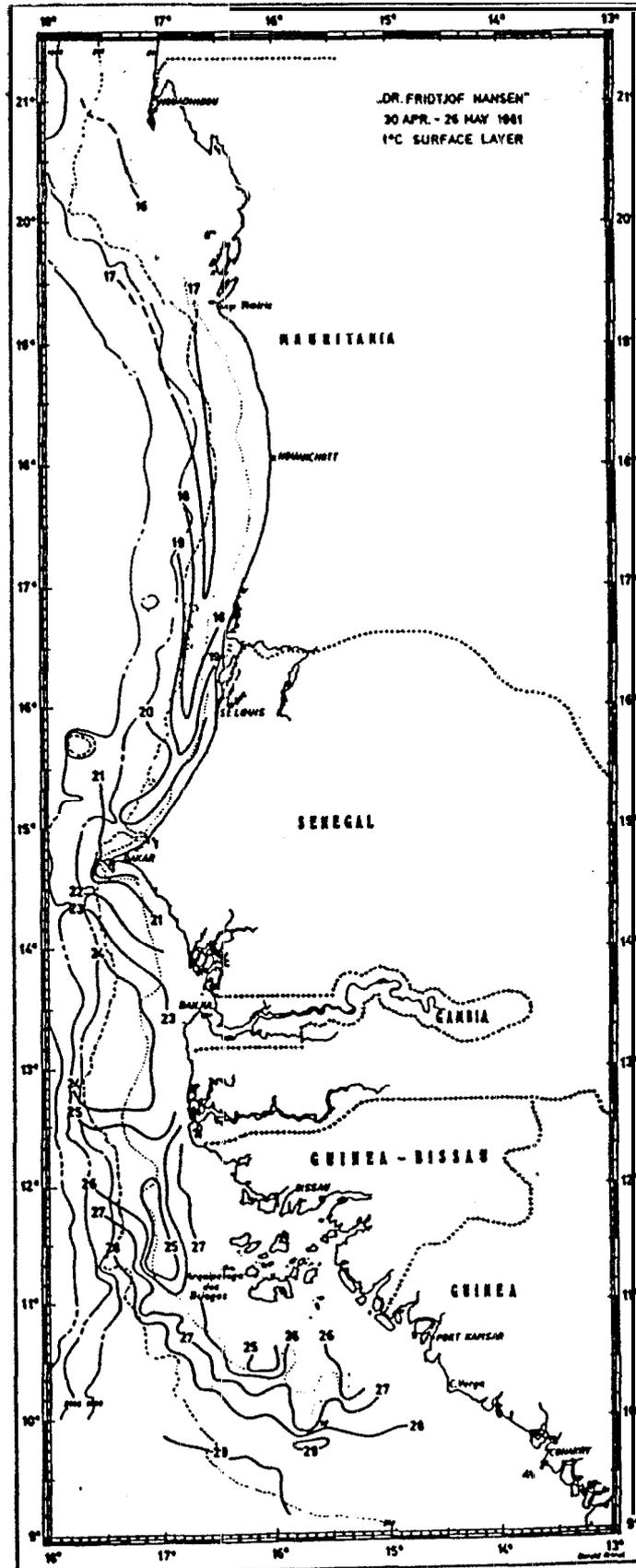


FIG. 11 b.- Température de surface 30 avril-26 mai 1981

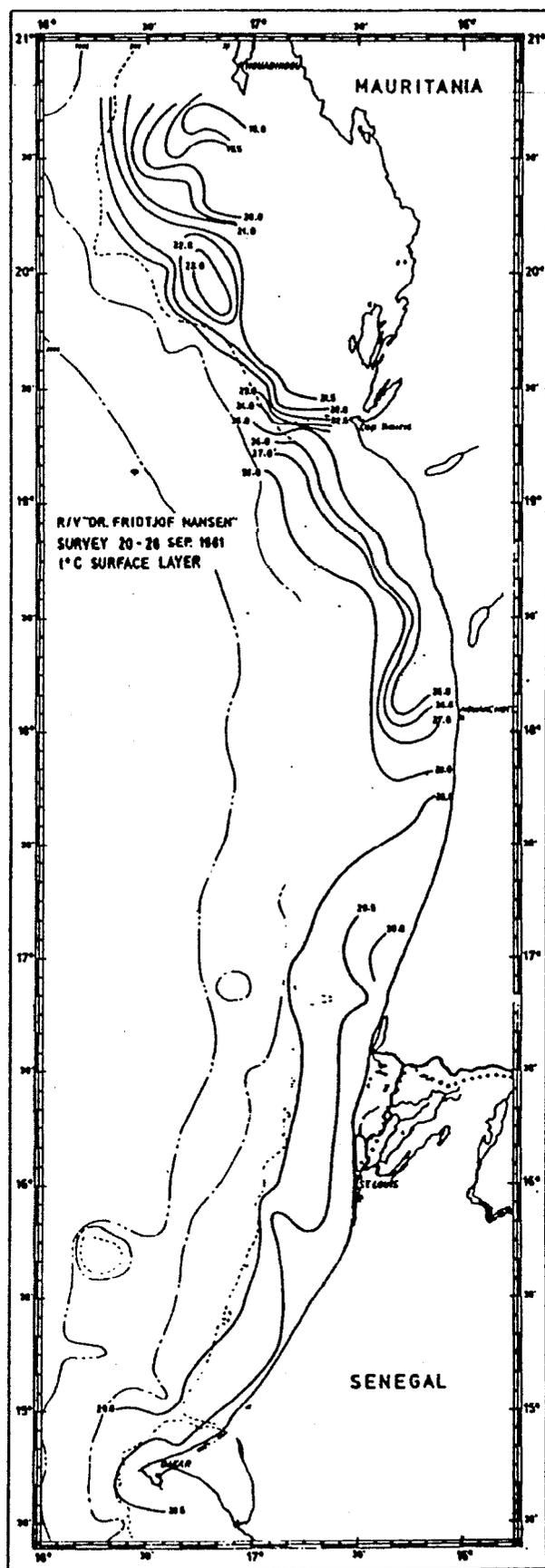


FIG. 11 c.- Température de surface, 20-28 septembre 1961

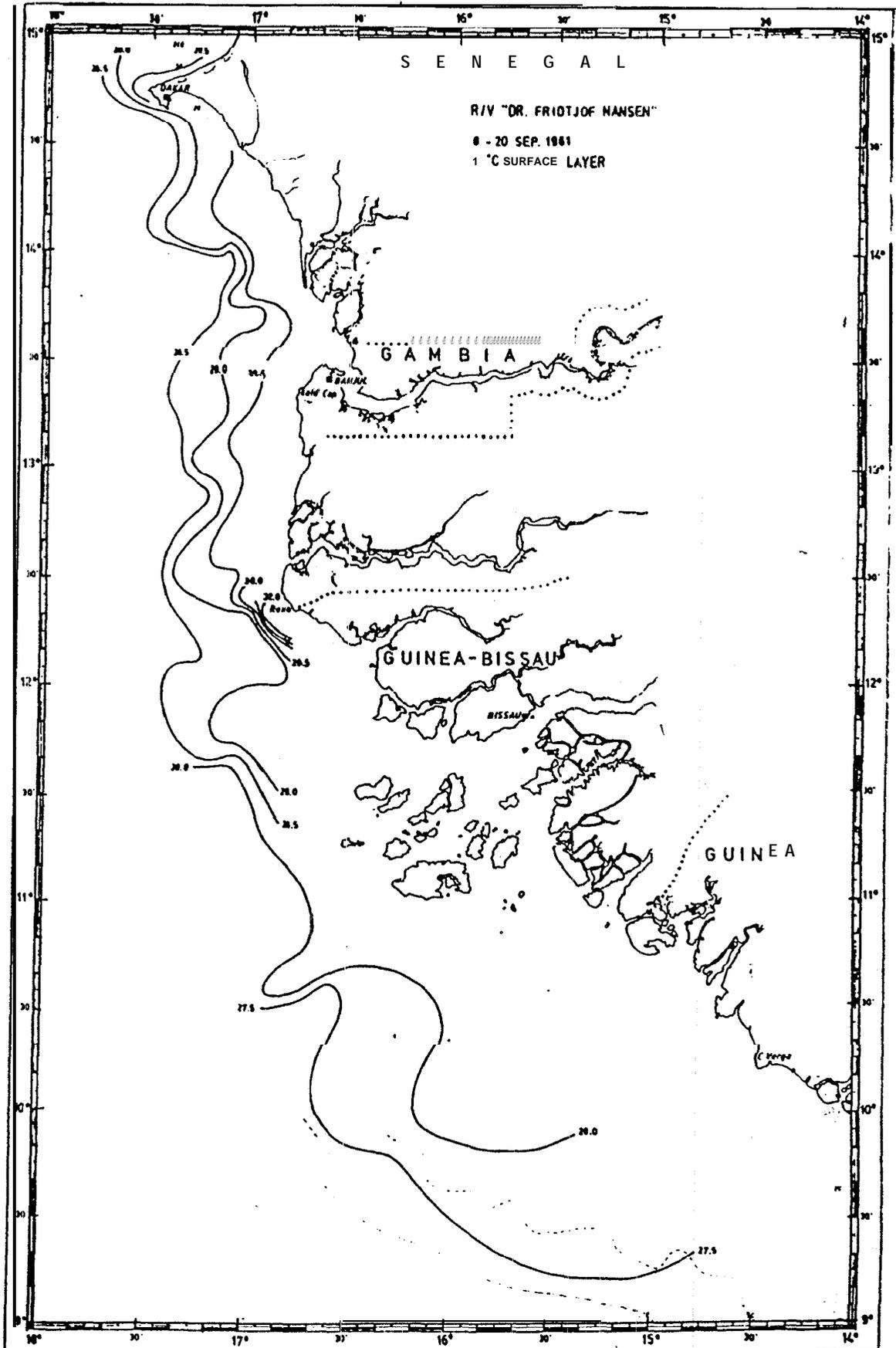


FIG. 11 d.- Température de surface, 8 - 20 septembre 1981

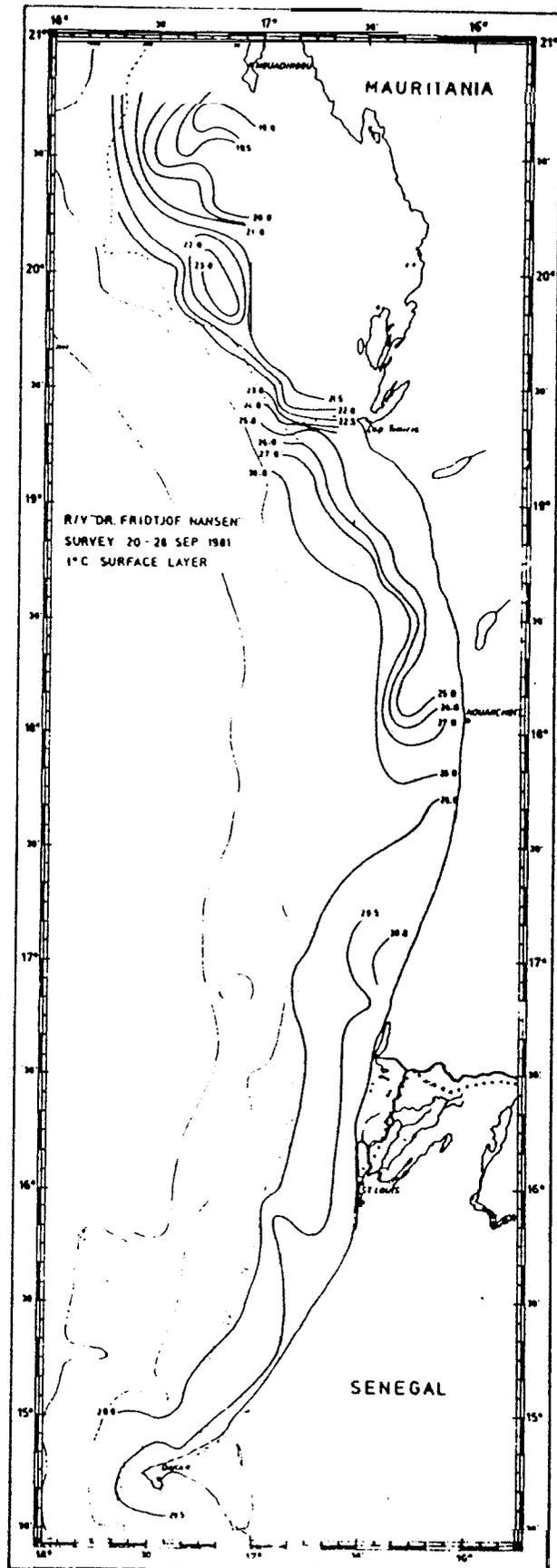


FIG. 11 e.- Température de surface, 20-28 septembre 1981

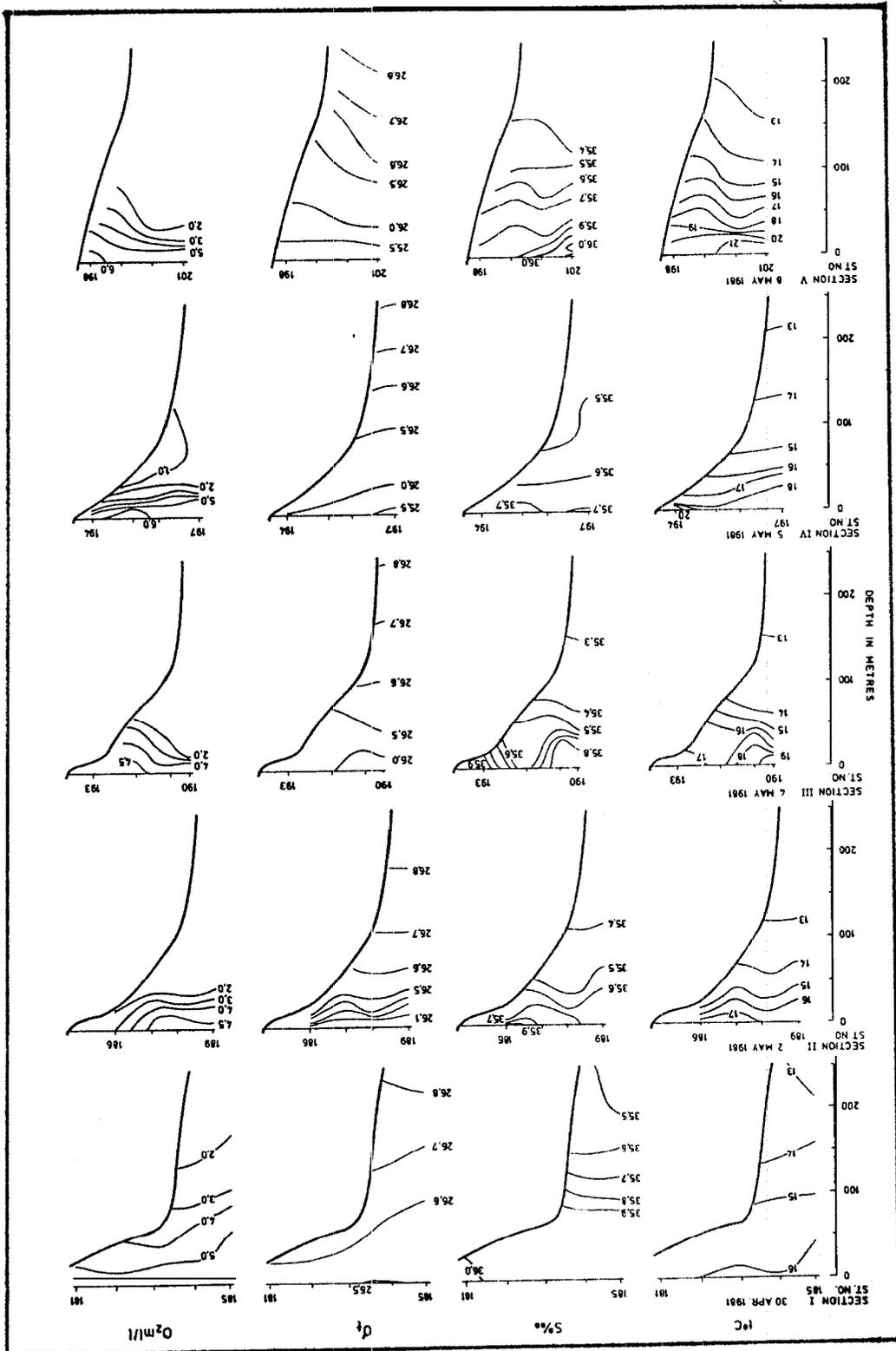


FIG. II f.- Sections hydrologiques dans la zone du Cap Blanc au Cap-Vert, 30 avril-8 mai 1981

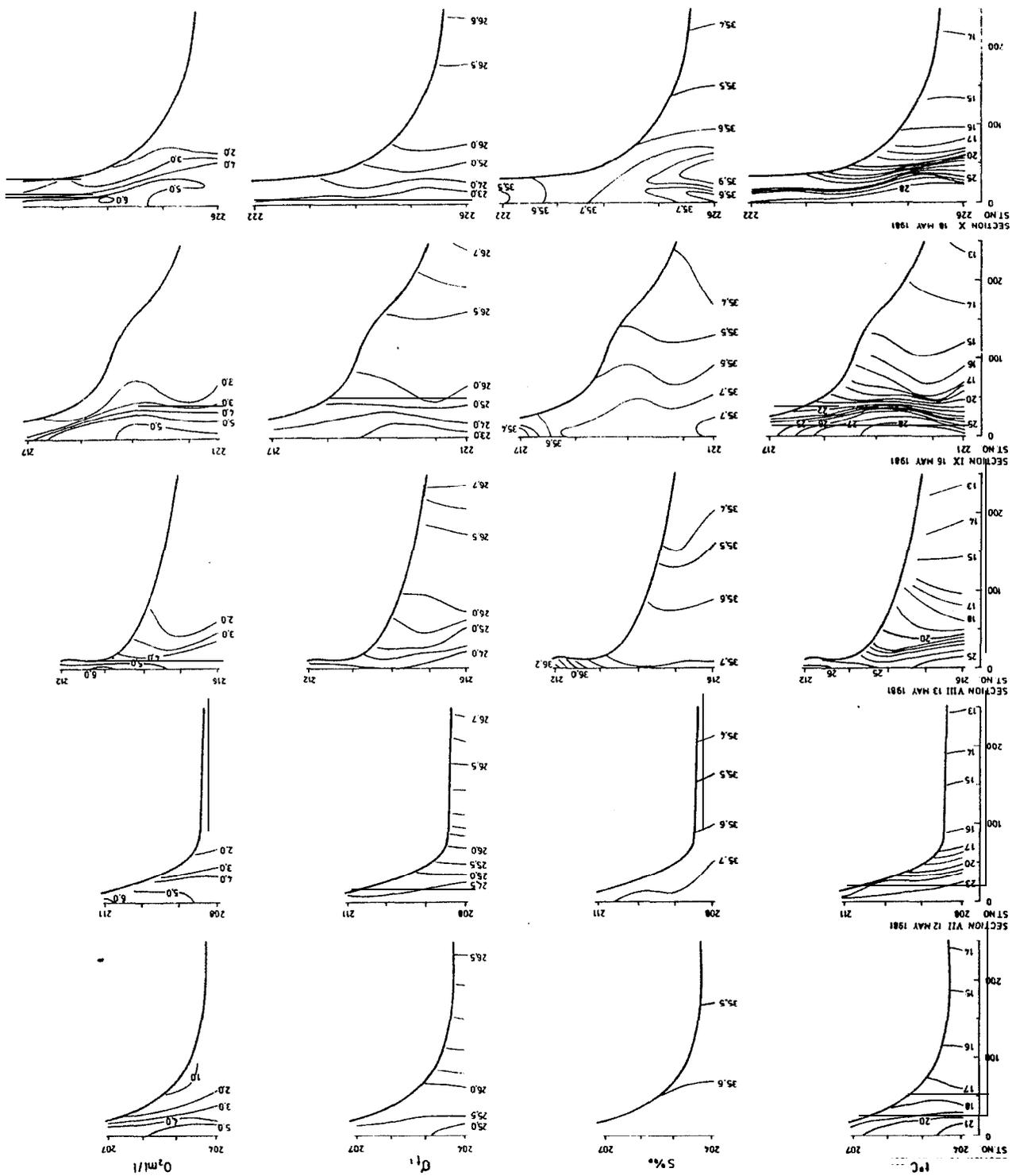


FIG. 11 g.- Sections hydrologiques dans la zone du Cap-Vert au Cap Verga; 11-18 mai 1981

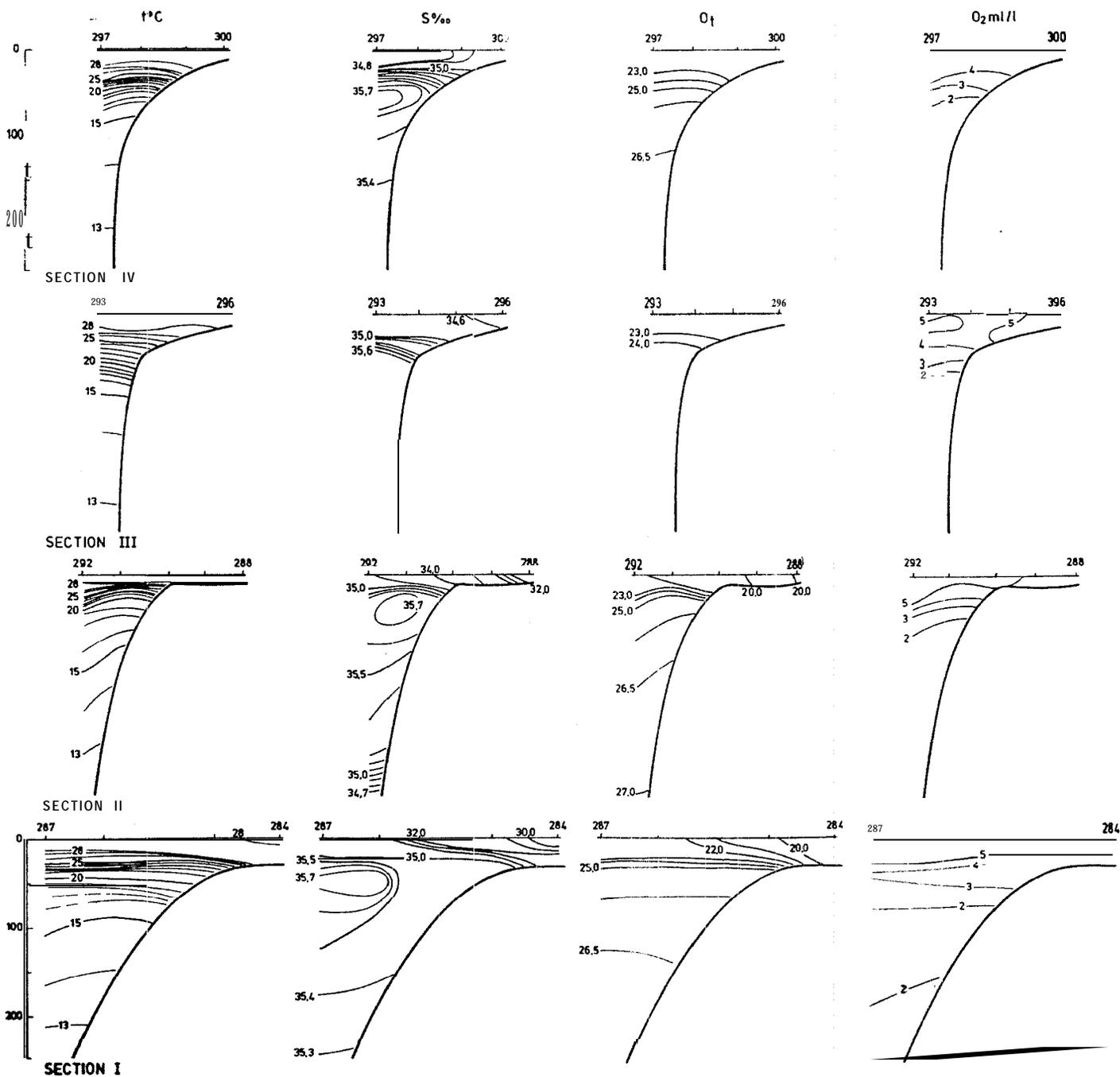


FIG. 11 h.- Sections hydrologiques dans la zone du Cap Blanc au Cap-Vert, septembre 1981

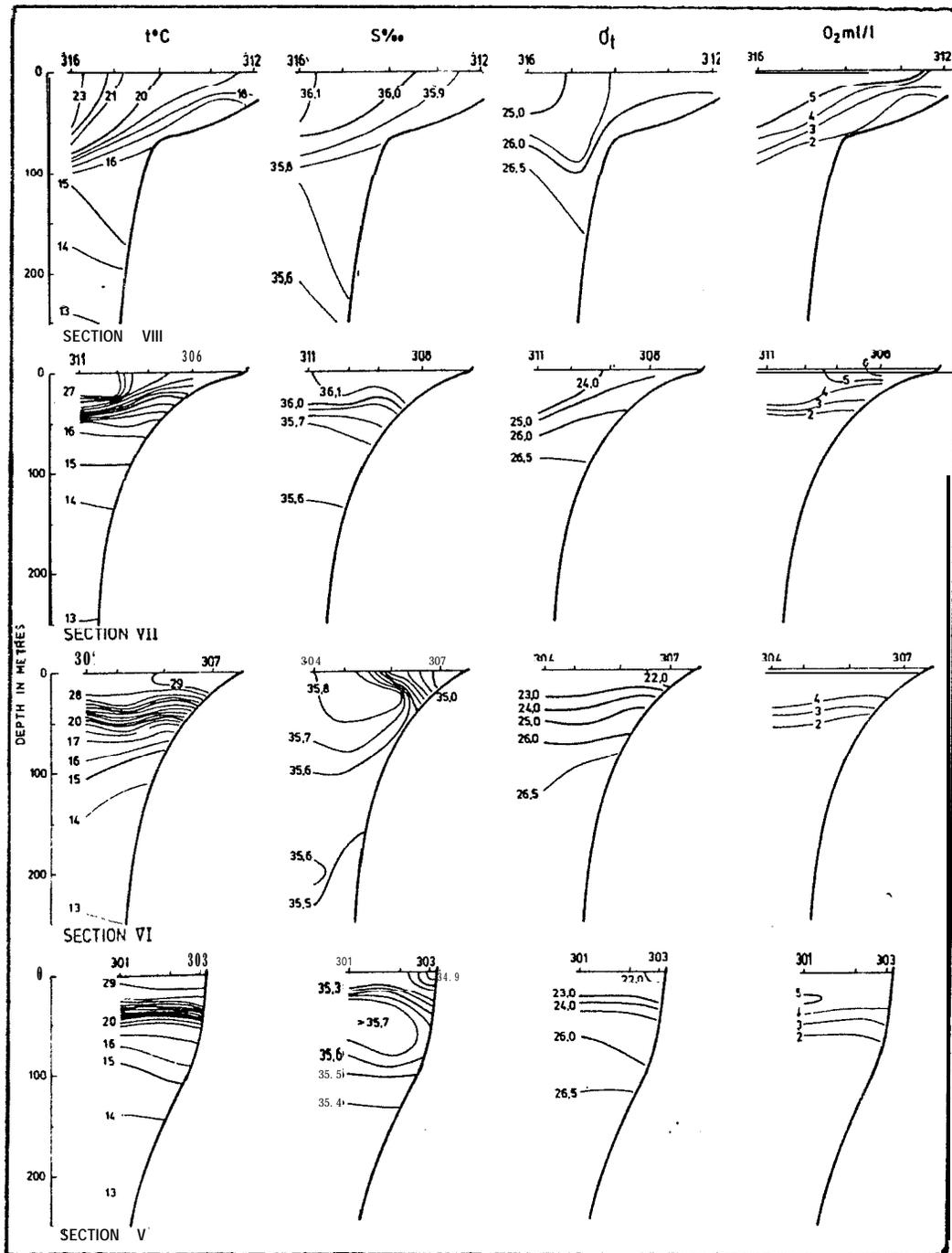


FIG. 11 i.- Sections hydrologiques dans la zone: du Cap-Vert au Cap Verga, septembre 1981

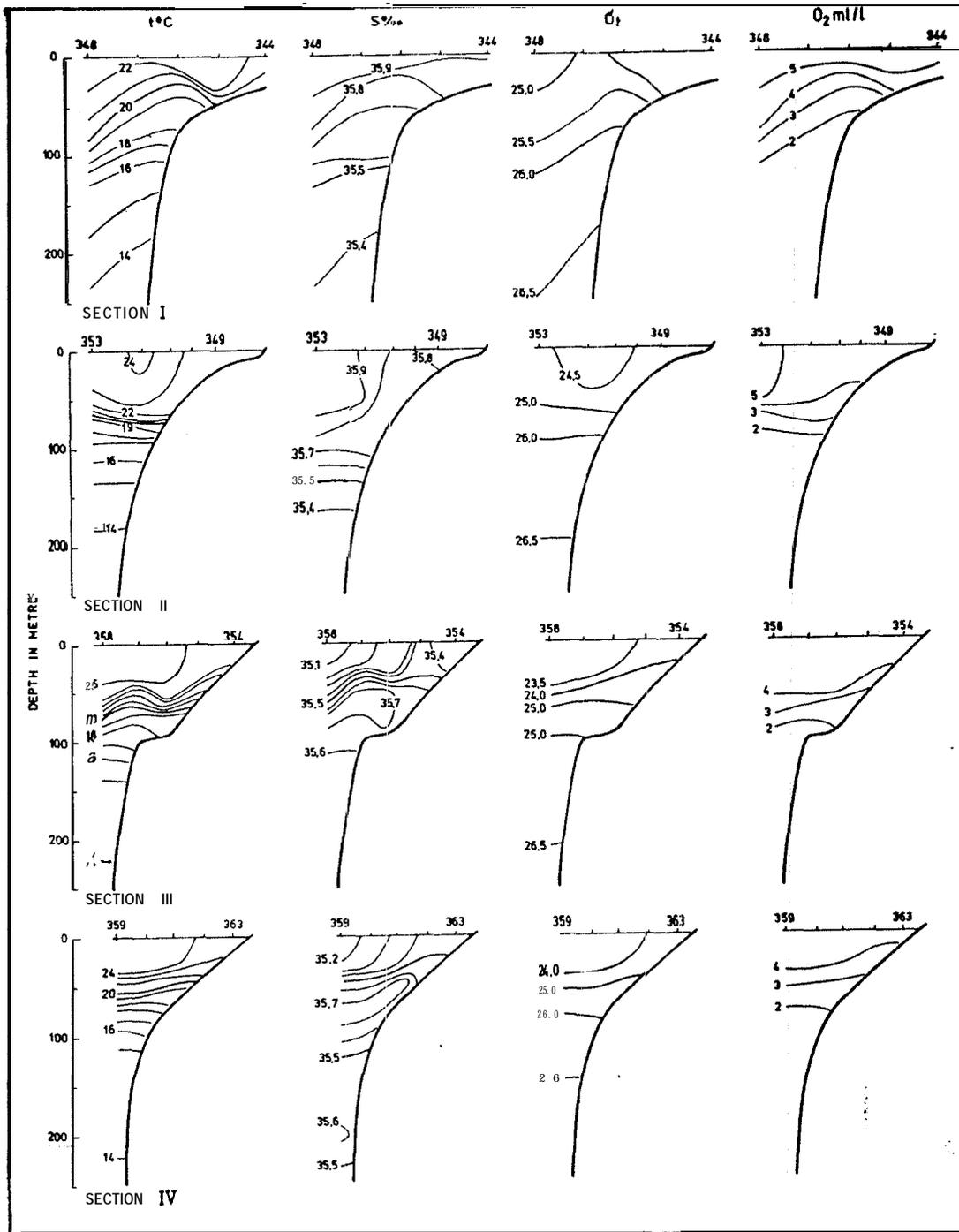


FIG. 11 j.- Sections hydrologiques dans la zone du Cap Blanc: au Cap-Vert, décembre 1981

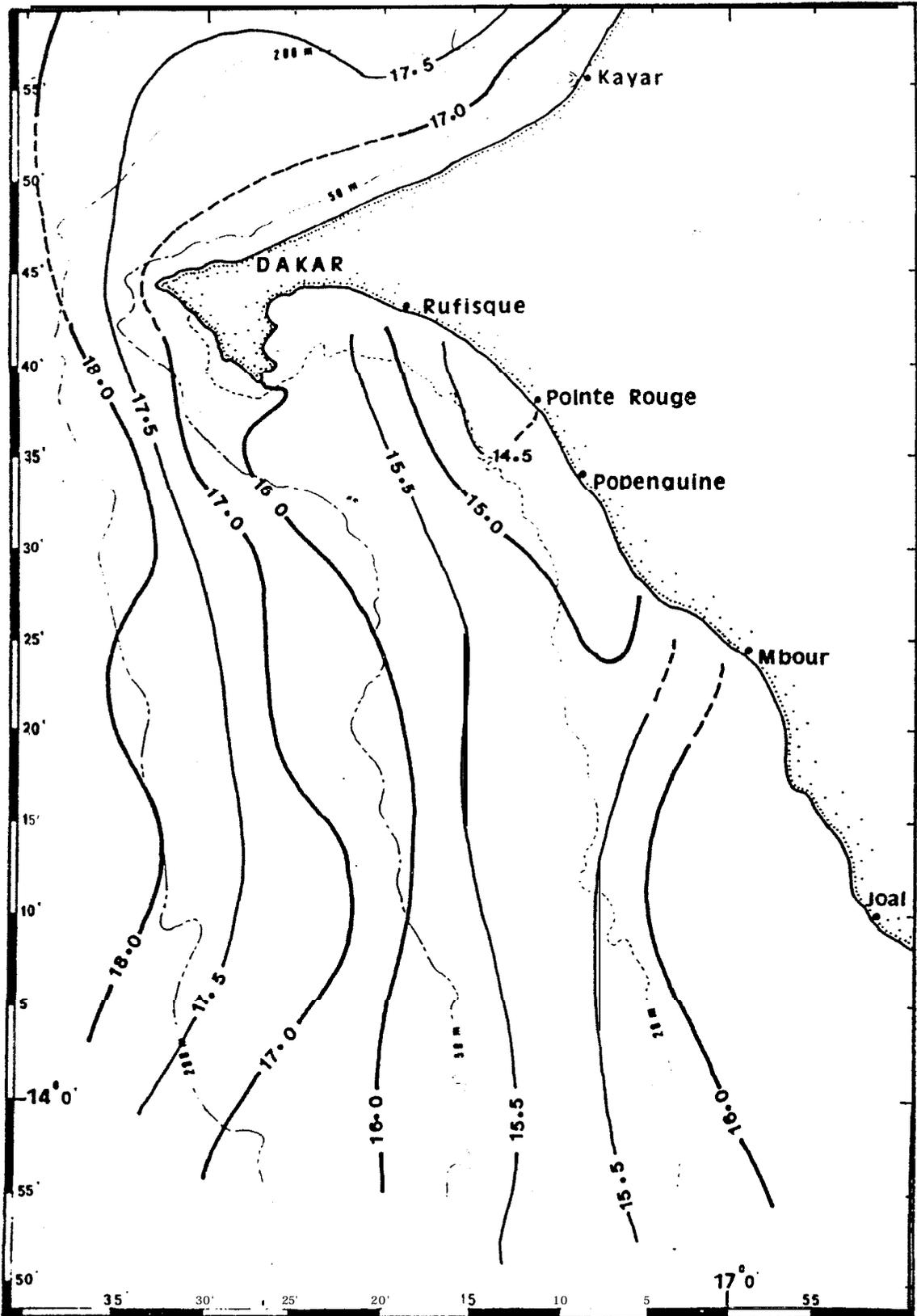


FIG. 12 a.- Température de surface
(22 février-1^{er} mars 1982) Echosar 4 B

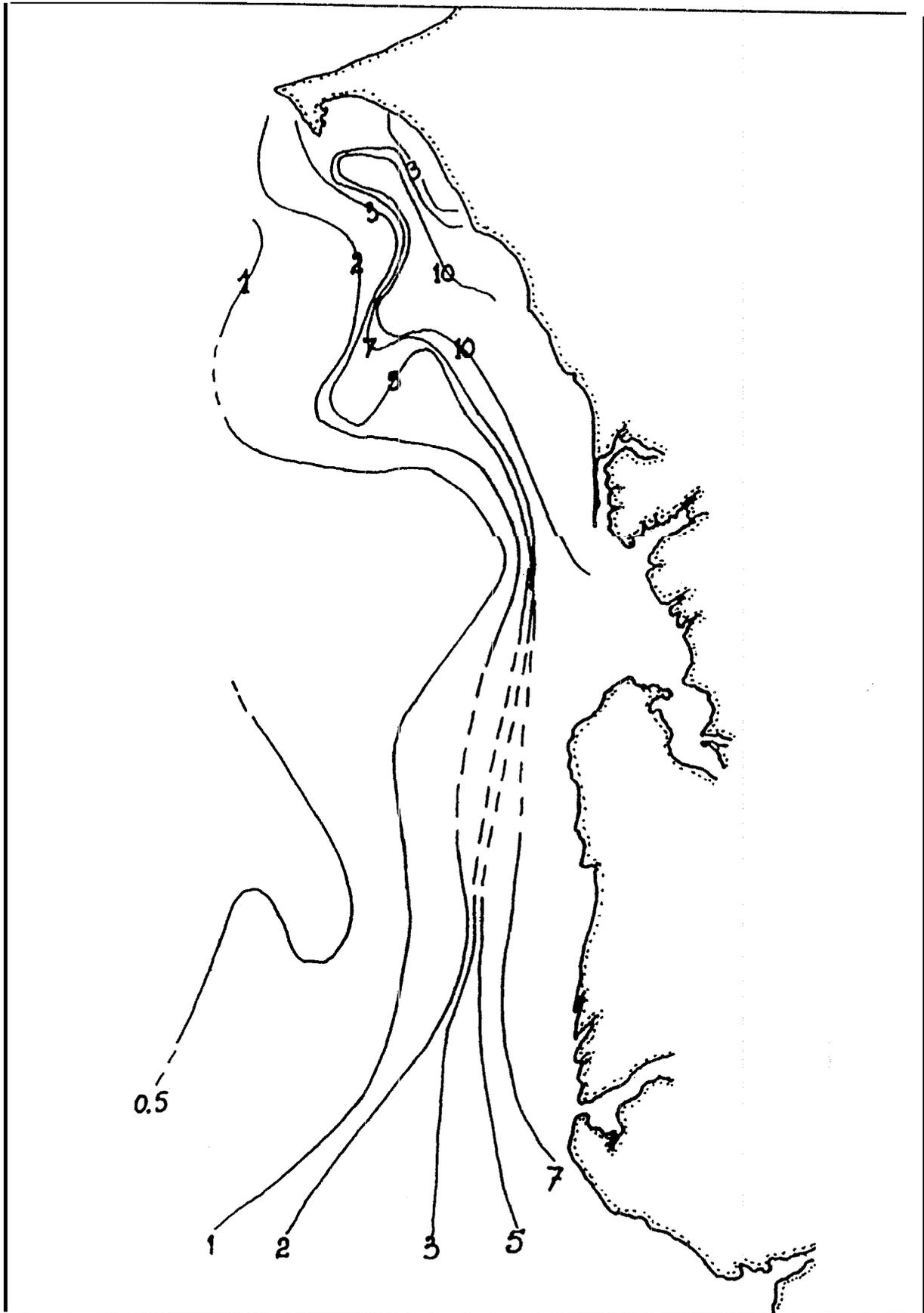


FIG. 12 b.- Chlorophylle totale ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
en surface Echostar 4 B