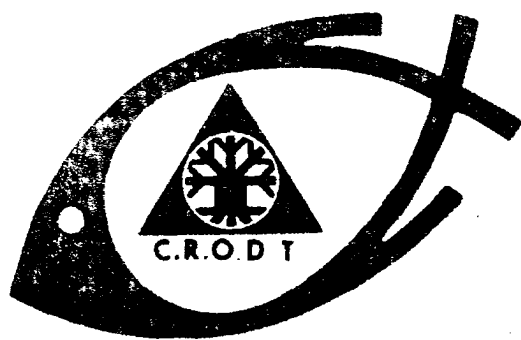


RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE
ECHOSAR V DU LAURENT AMARO
PROSPECTION DES STOCKS DE POISSONS
PÉLAGIQUES CÔTIERS LE LONG
DES CÔTES DU SÉNÉGAL
ET DE LA GAMBIE EN SAISON FROIDE
4 AU 17 MARS 1983

J.J. LEVENEZ
J. LOPEZ



CENTRE DE RECHERCHES OcéANOGRAPHIQUES DE DAKAR - THIAROYE

INSTITUT SÉNÉGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES *

ARCHIVE

N° 124

RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE
ECHOSAR V DU LAURENT AMARO
PROSPECTION DES STOCKS DE POISSONS
PÉLAGIQUES CÔTIERS LE LONG
DES CÔTES DU SÉNÉGAL
ET DE LA GAMBIE EN SAISON FROIDE
4 AU 17 MARS 1983

par

Jean-Jacques LEVENEZ ⁽¹⁾ et Jacqueline LOPEZ ⁽²⁾

I N T R O D U C T I O N

Cette campagne, qui entre dans le cadre plus général du programme ECHOTRACE, revêt une importance toute particulière pour le Sénégal ; c'est la première campagne d'échoprospection jamais réalisée par un navire de recherches sénégalais. Jusqu'à présent, pour réaliser les prospections hydro-acoustiques, le Sénégal bénéficiait depuis 1973 de l'appui du navire de recherches français le CAPRICORNE qui effectuait des campagnes une ou deux fois par an, aux principales saisons hydrologiques.

Pour estimer, de manière indépendante des statistiques de pêches, l'abondance de ses ressources en poissons pélagiques côtiers, le Sénégal s'est attelé depuis 1979 à acquérir son propre matériel, ce qui fut fait dans le cadre du "Fisheries Assesment Project" financé en partie par l'USAID. Le bateau de recherches sénégalais LAURENT AMARO est maintenant équipé d'un ensemble complet d'écho-intégration BIOSONICS. Ce matériel vient, au niveau régional, compléter celui qu' a acquis le CNROP de Nouadhibou en Mauritanie, permettant ainsi d'estimer la répartition des principales espèces qui migrent en fonction des saisons hydrologiques tout le long du plateau continental sénégal-mauritanien.

(1) Océanographe-biologiste de l'ORSTOM en service au CRODT (ISRA)
B.P. 2241 - Dakar.

(2) Océanographe-biologiste de l'ISRA - CRODT B.P. 2241 - DAKAR.

1 . DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE ECHOSAR 5 DU LAURENT AMARO

1.1. PARTICIPANTS

Les scientifiques suivants ont participé à la mission à bord du Laurent Amaro.

Jean Jacques	LEVENEZ	Chef de mission	CRODT
Pascal	COTEL	Electronicien	ORSTOM
Claude	LISHOU	Electronicien	CRODT
Jacqueline	LOPEZ	Biologiste	CRODT
Birane	SAMB	Biologiste	CRODT
Anis	DIALLO	Technicien	CRODT.

1.2. CALENDRIER

Cette campagne s'est déroulée du 4 au 17 mars 1983. La zone sud, du cap Roxo à Dakar a été prospectée du 4 au 11 mars tandis que la zone nord, de Dakar à Saint-Louis a été couverte du 13 au 17 mars.

1.3. EXTENSION GEOGRAPHIQUE ET COUVERTURE

Cette campagne entre dans le cadre d'une campagne conjointe associant au CRODT, le CNROP de Nouhadibou et l'ORSTOM qui travaillait à bord du Capricorne.

Le Laurent Amaro a travaillé dans les fonds de 10 à 50 m sur la côte sud, du cap Roxo soit 12°20 N à Dakar soit 14°40 N, ce qui représente un parcours de 1 053 milles nautiques.(carte 1).

Au nord, de Saint-Louis, qui se trouve à 16°04N, jusqu'à DAKAR, le Laurent Amaro a prospecté des fonds de 10 à 80 m, effectuant un parcours de 579 milles nautiques. (carte 2).

Le sud a été prospecté selon un réseau de radiales parallèles espacées de 5 milles nautiques tandis qu'au nord un parcours en zig-zag a été adopté, réalisant pratiquement ainsi une double couverture : en effet les radiales parallèles aux degrés de latitude espacées de 5 milles nautiques représentent une

couverture similaire à celle effectuée sur la côte sud, tandis que les radiales perpendiculaires à la côte représentent une surface prospectée identique à celle des radiales parallèles.

Pour des raisons de sécurité, il n'a pas toujours été possible d'aller jusqu'aux fonds de 10 m sur la côte nord.

Par ailleurs, une inter-calibration a été effectuée avec le Capricorne au cours de la nuit du 9 au 10 mars dans la zone sud.

1.4. DESCRIPTION DES TRAVAUX REALISES

1.4.1. Etude de milieu

Seule la température a pu être relevée.

La température de subsurface a été enregistrée en continu tout au long de la campagne. La structure thermique de la couche d'eau a également été enregistrée au moyen de 7 bathythermographes X BT SIPPICAN. Grâce à un accord spécial entre l'ORSTOM et le centre de Météorologie spatiale de LANNION, les cartes "fac similé" de la situation thermique mesurée par le satellite METEOSAT étaient reçues à bord du Capricorne et communiquées au Laurent Amaro.

1.4.2. Opérations de pêche

Le Laurent Amaro est équipé d'un chalut fond de 4 m d'ouverture verticale et 12 m d'ouverture horizontale. Il est tracté à une vitesse proche de 3 noeuds. 10 traits de chalut de fond ont été réalisés sur la côte sud et 5 sur la côte nord.

Pour la partie nord, un chalut pélagique de 10 m x 10 m d'ouverture a été testé. Mais le chalut, destiné aux captures de larves de poissons, n'était pas équipé de netz-sonde et les quatre traits effectués ont été décevants.

L'équipement de pêche du Laurent Amaro n'est donc pas actuellement adapté aux besoins des campagnes d'écho-intégration. Il sera très prochainement équipé d'un chalut pélagique et d'un netz-sonde.

1.4.3. Echo-intégration

Le Laurent Amaro est équipé d'un ensemble d'écho-intégration offert au CRODT par l'USAID. Cet ensemble comprend principalement :

- 1 oscilloscope SONY-TEKTRONIX 305 DMM
- 1 magnétophone à cassette SONY TC-D5M avec interface réalisée par BIOSONICS

- 1 échographe ROSS modèle FINE LINE 250 M modifié par BIOSONICS
- 1 générateur de fréquence BIOSONICS modèle AT 2 W 82-50
- 1 Echosondeur 60-120 kHz BIOSONICS modèle 101
- 1 Intégrateur BIOSONICS modèle 120.

Deux remarques importantes au sujet de ce matériel :

- 1) Tout cet équipement a parfaitement fonctionné sans la moindre défaillance. Sa précision est extraordinaire. Aucune dérive instrumentale n'est apparue au cours de la campagne.
- 2) La documentation très détaillée et parfaitement claire fournie par BIOSONICS a permis à tous, même aux non spécialistes, d'utiliser correctement ce matériel sophistiqué.

2 .REGLAGES DURANT LA CAMPAGNE

2.1. ESTIMATION DE L'INDEX DE REFLEXION MOYEN DES POISSONS

DOMASNE et NAKKEN (1975) ont montré que, pour une espèce donnée, l'indice de réflexion des poissons TS (Target Strength) est fonction de leur longueur. Ce résultat est maintenant utilisé dans les estimations de \overline{TS} des poissons tropicaux ainsi qu'on peut le constater dans les rapports des prospections réalisées à bord du Dr FRIDTJOF NANSEN et du Capricorne.

D'autre part, les résultats de la campagne Echostar 3 de mai 1981 (MARCHAL et JOSSE, 1982) indiquent un index de réflexion moyen $\overline{TS} = - 34.4$ db/kg pour des sardinelles rondes, *Sardinella aurita*, de longueur à la fourche $\overline{LF} = 22.7$ cm . Cet indice a été mesuré par la méthode de la cage avec du poisson en parfait état. Au cours de cette expérience, trois plongées sous-marines ont été effectuées qui ont permis de vérifier que le comportement du poisson semblait normal; en effet les poissons étaient uniformément repartis dans la cage, nageaient en position proche de l'horizontale et aucun ne montrait de signe de "faiblesse". Cette mesure a donc servi de base à l'estimation de la \overline{TS} pour la présente campagne.

Comme nous l'avons dit précédemment, le Laurent Amaro est provisoirement mal équipé pour l'échantillonnage de poissons pélagiques. Aussi avons-nous eu recours aux statistiques de la flotte sardinière dakaroise : les échantillon-

nages effectués au port de Dakar en mars 1983 indiquent une longueur moyenne à la fourche de 28.9 cm pour toutes les espèces principales confondues, à savoir :

- les sardinelles plates, *Sardinella maderensis*
- les sardinelles rondes, *Sardinella aurita*
- les maquereaux, *Scomber colias*

et les chinchards, en majorité *Caranx rhonchus* et *Trachurus trecae*.

En considérant, faute de données plus pertinentes, que toutes ces espèces réfléchissent le son de la même manière que les sardinelles rondes, il faut corriger la \overline{TS} mesurée au cours de la campagne Echosar 3 du facteur

$$10 \log \frac{22.7}{28.9} = -1.0 \text{ dB}$$

la \overline{TS} pour cette campagne sera donc

$$- 34.4 - 1.0 = -35.4 \text{ dB/kg}$$

2.2. REGLAGE DE L'ECHOSONDEUR BIOSONICS, MODELE 101

120 kHz est la fréquence choisie pour cette campagne. Nous avons utilisé le transducteur SNOO1 qui est un transducteur à faisceau étroit : l'angle entre les points - 3dB du diagramme de directivité est de 10°.

Ce transducteur était remarqué latéralement par rapport au navire au moyen d'une base delta ENDECO S 17 à la profondeur de 3 m sous la surface.

2.2.1. Contrôle des paramètres

- Transducteur :

isolement : résistance infinie

impédance 65.5 + J 44

- Emetteur :

fréquence 119 kHz

durée d'impulsion = 0.6 ms

fréquence d'émission variable selon les échelles utilisées

Echelle	0.50 m	0.100 m	0.250 m
Fréquence	220/mn	114/mn	46/mn.

2.2.2. Mesure du niveau d'émission SL

a) Par hydrophone standard type F 41 SER 402

La procédure consiste à émettre par le transducteur à tester et à mesurer ce qui est reçu sur l'hydrophone standard placé dans l'axe acoustique à un mètre du transducteur.

Avec l'émetteur réglé à 0 dB, on reçoit sur le standard 21.0 volts pp. Sachant que la sensibilité de réception du standard est $S_s = -205.1$ dB à 120 kHz, on en déduit SL ;

$$SL = 20 \log \frac{21.0}{2\sqrt{2}} - S_s = 222.5 \text{ dB}$$

b) Mesure électrique

On mesure le voltage transmis par l'émetteur sur le transducteur. Avec l'émetteur réglé sur 0 dB, on émet 750 volts pp sur le transducteur. Or la sensibilité d'émission du transducteurs SN 001 est 173.7 dB Pa/volt à 1 m.

On a alors

$$SL = 173.7 + 20 \log \frac{750}{2\sqrt{2}} = 222.17 \text{ dB}$$

Cette valeur est très proche de celle obtenue par mesure avec l'hydrophone. Nous avons conservé cette dernière pour les calculs, soit $SL = 222.5$ dB.

2.2.3. Mesure du niveau de récepteur G_x

a) Par hydrophone standard

La fonction TVG étant bloquée sur 25 m, on émet un signal par l'hydrophone standard et on mesure à la sortie du sondeur le signal détecté. Comme pour la mesure de SL, les deux transducteurs sont placés à 1 m l'un de l'autre dans l'axe acoustique.

L'atténuation du récepteur est réglée sur - 6 dB.

En émettant sur le standard un signal de 0.270 volt pp soit 0.09546 volt efficace, on a à la sortie sondeur un signal de 4.4 volts détectés.

Sachant que la sensibilité d'émission du standard est 151.7 dB, on peut calculer le niveau de réception à 25 m, soit

$$G_{25} = 20 \log 4.4 - 151.7 - 20 \log 0.09546 + 6 = 112.43 \text{ dB}$$

Pour avoir le niveau de réception à 1 m, il faut retirer le gain TVG à 25 m soit 29.69 dB.

On a alors

$$VR = G_1 = 112.43 - 29.69 = - 142.12 \text{ dB}$$

b) Mesure électrique

La sensibilité de réception de transducteur SN 001 est - 184.5 dB/ Pa. Avec une atténuation de réception fixée à 18 dB, si on entre dans le sondeur un signal de 38.75 m volts pp, on a à la sortie un signal de 12.5 volts pp avec le TVG réglée sur 25 m donc avec un gain de 29.69 dB.

On a mesuré d'autre part une perte de 3 dB dans les cables. Le gain sondeur est alors

$$Gs = 20 \log \frac{12.5}{38.75} + 18 + 3 - 29.69 = 41.48 \text{ dB}$$

Le niveau de réception G1 est donc égal à

$$G1 = VR = - 184.5 + 41.48 = - 143.02 \text{ dB}$$

Cette valeur est relativement proche de celle obtenue par mesure à l'hydrophone standard. Nous avons gardé pour les calculs $G1 = - 142.12 \text{ dB}$.

2.2.4. Récapitulatif des principaux paramètres

Pendant la campagne

- l'émetteur était réglé sur 0 dB
- le récepteur sur - 18 dB
- la durée d'impulsion était fixée à 0.6 ms
- la TVG positionnée sur $20 \log R + 2 \alpha R$
- le niveau d'émission SL = 222.5 dB
- le niveau de réception $G1 = VR = - 142.12 \text{ dB}$
- la \overline{TS} /kg de poisson estimée à - 35.4 dB/kg.

Les faibles variations de la TVG par rapport à la TVG théorique sont corrigées par l'intégrateur dans chaque intervalle de profondeur.

2.3. REGLAGES DE L'INTEGRATEUR BIOSONICS MODELE 120

2.3.1. Réglages et calcul des constantes

L'intégrateur arrête ses séquences après avoir enregistré un certain nombre de réception du sondeur, nombre fixé par l'opérateur. Nous avons vu que le sondeur émettait et recevait 220 fois par minutes sur l'échelle 0-50 m. Le nombre de réceptions a été fixé à 1 500, ce qui correspond à des séquences de 1 mille nautique quand le bateau file 9 noeuds.

Dans chaque séquence, l'intégrateur peut faire une estimation dans 30 tranches d'eau différentes également fixées par l'opérateur. Au cours de cette campagne, nous avons sélectionné 12 tranches de profondeur; la profondeur de référence était la profondeur à laquelle est positionné le transducteur (3 m dans le cas présent).

Ainsi ont été sélectionnées les tranches suivantes :

3 à 5 m
 5 à 10 m
 10 à 15 m
 15 à 20 m
 20 à 25 m
 25 à 30 m
 30 à 35 m
 35 à 40 m
 40 à 50 m
 50 à 60 m
 60 à 80 m
 80 à 120 m

Le seuil en dessous duquel les échos n'ont pas été pris en compte est 100 mV, ceci pour éliminer des enregistrements la plus grande partie du plancton.

Le fond a été suivi manuellement et non pas en automatique, ceci de manière à éviter qu'il n'y ait des blocages sur les bancs de forte densité de poissons. Cette opération est extrêmement aisée à réaliser, le bouton de réglage sur l'intégrateur BIOSONICS était gradué directement en mètres. Par contre ce

Le système ne permet pas de détecter avec précision les poissons qui sont très près du fond. Cependant cet inconvénient est sans commune mesure avec l'avantage d'avoir une bonne estimation de la taille des bancs.

Constante B :

Cette constante est un facteur correctif qui compense toutes variations de la TVG du sondeur ($20 \log R + 2 \alpha R$); cette constante dépend de la profondeur et on a donc des valeurs différentes pour chaque intervalle.

La fonction TVG est très précise sur le sondeur BIOSONICS modèle 101 et le facteur B reste compris entre 0.93 et 1, soit une variation maximum de 7 % ce qui est très inférieur aux incertitudes concernant les autres variables, notamment la \overline{TS} /kg des poissons.

Ce facteur B peut être estimé de manière empirique en intégrant un signal calibré soumis à l'action de la TVG et en comparant ces résultats avec la TVG théorique $20 \log R + 2 \alpha R$.

Ainsi pour un intervalle X,

$$B_x = \frac{V_x^2 \text{ théorique}}{V_x^2 \text{ observée}}$$

avec

$$V_x^2 \text{ observé} = K R_x^2 - 10^{2 \alpha R_x / 10}$$

K étant déterminé en fixant $B = 1.00$ pour une profondeur de référence, 25 m dans notre cas.

R_x est la profondeur moyenne dans l'intervalle, soit

$$\frac{R_1 + R_2}{2}$$

R_1 étant la profondeur du début

et R_2 la profondeur de la fin de l'intervalle.

On trouvera en annexe 1 le détail du calcul du facteur B pour chaque intervalle.

Constante A :

Cette constante transforme directement les moyennes des voltages aux carrés

fournies par l'intégrateur en densité de poissons. La constante A est une combinaison de facteurs dépendant des performances du sondeur et du transducteur, de la vitesse de propagation du son dans l'eau et de la \overline{TS}/kg des poissons. Cette constante est indépendante de la distance R. Elle s'exprime sous la forme :

$$A = \frac{1}{\pi \cdot \tau \cdot C \cdot \sigma_{bs} \cdot P_0^2 \cdot g_x^2 \cdot b^2(\theta)} \text{ kg/m}^3 \text{ V}^2$$

avec :

$$\pi = 3.14$$

τ = durée du signal en seconde que l'on sélectionne au sondeur

C = célérité du son dans l'eau. Elle varie avec la profondeur mais cette variation n'entraîne que de très faibles erreurs dans le domaine de l'écho-intégration et nous considérerons que la célérité du son dans l'eau reste constante et égale à 1 490 m/s dans l'eau de mer.

σ_{bs} = backscattering cross section ou section transversale réfléchissante. C'est une mesure de l'efficacité d'une cible à renvoyer des échos. Elle est reliée à l'index de réflexion TS par la relation

$$TS = 10 \log \sigma_{bs}$$

De toutes les composantes de la constante A, σ_{bs} est la plus difficile à déterminer avec précision. Nous avons estimé, d'après les mesures faites en cage par MARCHAL et JOSSE 1982, que la \overline{TS}/kg des poissons de longueur moyenne à la fourche LF = 28.9 cm est de - 35.4 dB par kg. Il faut noter que cette valeur est éloignée de la TS que l'on peut calculer à partir de l'équation empirique de MCCARTNEY et STUBBS 1971.

Avec dans notre cas

$$L = 0.289 \text{ m}$$

$$\lambda = C/f = \frac{1\ 490}{120\ 000} = 0.01242 \text{ m}$$

on aurait $TS = - 31.03 \text{ dB}$

La différence entre la valeur que nous avons employée et celle calculée par la relation de MCCARTNEY et STUBBS est de 4.37 dB !

L'utilisation d'une $TS = -31.03 \text{ dB/kg}$ conduirait à une estimation de la

biomasse 2.74 fois inférieure à celle obtenue à partir de $\overline{TS} = 35.4$ dB/kg. Il est donc nécessaire et urgent que des travaux soient entrepris pour mesurer la TS des espèces principales de poissons pélagiques tropicaux.

Po : le niveau de pression efficace transmis par la base du sondeur est mesuré sous forme de dB dans le paramètre niveau d'émission du sondeur

P1 = SL . On prend en compte l'atténuation de l'émetteur pour avoir

$$Po = P1 + \text{atténuation en dB}$$

on calcule ensuite po par

$$Po = 10^{(Po/20)}$$

gx : C'est exprimé sous forme arithmétique le gain de l'ensemble du système de réception du sondeur, Il est mesuré en dB dans le paramètre niveau de réception G1, mais il faut là aussi tenir compte du gain du récepteur pour calculer.

$$Gx = G1 + \text{gain du récepteur en dB}$$

et avoir gx par la relation :

$$gx = 10^{(Gx/20)}$$

$b_{(\theta)}^2$: facteur qui tient compte de la directivité des transducteurs. Il est fourni pour chaque transducteur par le fabricant..

L'annexe 2 décrit le détail du calcul de la constante A qui a été employée pour cette campagne.

2.3.2. Test de l'intégrateur

L'intégrateur digital BIOSONICS modèle 120 échantillonne le signal détecté provenant du sondeur chaque 134.2 microseconde, ce qui est équivalent à prendre un échantillon chaque 10 cm quand la célérité du son est 1 490 m/s.

Ce voltage échantillonné est digitalisé et tous les calculs sont ensuite faits à partir de ces valeurs. Les voltages de valeurs inférieures au seuil fourni par l'opérateur sont convertis en 0.

Dans chaque intervalle spécifié par l'opérateur, l'intégrateur fait à chaque émission la somme des voltages échantillonnés après les avoir élevés au carré. A la fin de la séquence, il calcule dans chaque intervalle, le voltage carré moyen échantillonné.

Pour tester que ce calcul se fait sans erreur, nous avons émis à l'entrée de l'intégrateur un voltage détecté voisin de 1 volt et vérifié qu'en sortie on avait dans chaque intervalle une valeur proche du carré du voltage détecté fourni en entrée.

L'annexe 3 montre que ce test n'a indiqué aucune anomalie dans le fonctionnement de l'écho-intégrateur BIOSONICS modèle 120

3 . CALCUL DES BIOMASSES A PARTIR DES VALEURS FOURNIES PAR L'INTEGRATEUR

3.1. CALCUL DES BIOMASSE DANS CHAQUE SEQUENCE

Nous avons vu que chaque séquence, donc chaque sortie de l'écho-intégrateur, représentait l'échantillonnage sur un parcours voisin de 1 mille nautique. Chacune de ces séquences comprend un certain nombre d'intervalles de profondeurs, échantillonnés en totalité ou en partie selon les variations bathymétriques.

Au cours de cette campagne, les valeurs directement fournies par l'intégrateur sont exprimées en grammes par mètre cube. Ces valeurs sont divisées par 1000 pour obtenir des kg/m^3 .

Pour convertir ces valeurs de densité par unité de volume en densité par unité de surface, on multiplie chaque valeur par la hauteur de la couche d'eau correspondante et par le pourcentage échantillonné dans cette couche d'eau. La somme des densités dans chaque intervalle donne la densité pour la séquence.

Pour avoir un résultat en tonne par mille nautique carré, la densité pour chaque séquence qui est exprimée en kg/m^2 est multipliée par le rapport

$$\frac{1852^2}{1000}$$

3.2. EXTRAPOLATIONS EN HAUTEUR

La base du sondeur est remorquée à une profondeur de 3 mètres en dessous de la surface.

Or la première couche intégrée concernait la tranche de 3 à 5 m en dessous de la base, c'est dire que les 6 premiers mètres sous la surface ne sont pas échantillonnés. Plusieurs manières de faire les calculs sont possibles dans ce cas :

- soit perdre les 6 premiers mètres et ne considérer que la première tranche d'eau de 2 mètres d'épaisseur située de 6 à 8 m sous la surface.

- soit extrapoler les résultats de cette couche 6 à 8 m jusqu'au niveau du transducteur et avoir alors une couche de 5 m d'épaisseur allant de 3 à 6 m.

- soit extrapoler les résultats de cette même couche 6 à 8 m jusqu'à la surface et avoir alors une première couche de 8 mètres. C'est la solution intermédiaire qui a été adoptée pour le traitement des données de cette campagne.

3.3. EXTRAPOLATION EN SURFACE

Nous avons vu que les sorties intégrateur sont exprimées en unité de poids par mètre carré. Ce résultat est extrapolé et converti en tonne par mille nautique carré. Sur chaque radiale, après avoir fait la somme des densités de chaque séquence, on calcule la densité moyenne en pondérant le nombre de séquences par le nombre de milles nautiques effectivement parcourus sur la radiale. En effet, le nombre de séquences sur une radiale ne correspond pas toujours à la longueur de la radiale, ce qui signifie qu'une séquence ne représente plus alors l'échantillonnage sur 1 mille nautique mais sur une distance différente. Ceci est dû aux variations de la vitesse du bateau en fonction des conditions de la mer.

Cette densité moyenne est ensuite multipliée par le nombre de milles nautiques compris dans la radiale puis extrapolée aux 2,5 milles nautiques se trouvant de part et d'autre de la radiale, c'est dire que le résultat est à nouveau multiplié par 5.

Les résultats de cette campagne ne concernent donc que la zone effectivement prospectée, aucune extrapolation n'a été faite aux zones non échantillonnées dans les fonds inférieurs à 10 m.

3.4. INTERPRETATION

Les calculs ne sont cependant pas si simples car une part d'interprétation personnelle doit intervenir dans de nombreux cas au cours du dépouillement des données brutes.

En effet, le plancton qui donne des échos parfois très fort ne doit pas être pris au compte dans les estimations de biomasses de poissons. Or bien souvent de nombreux poissons se trouvent dans les couches de plancton,

Il faut alors dissocier les deux, en trouvant par exemple une séquence voisine sans plancton où on estime à l'oeil que la densité de poisson est similaire à celle que l'on veut extraire du plancton. D'autre part les intégrations de fond et les "bruits de surface" doivent être soigneusement éliminés des données; il est parfois bien difficile de se prononcer sur le fait qu'une série d'échos près de la surface soit du bruit ou du poisson.

4 . INTERCALIBRATION AVEC LE N.O. CAPRICORNE

Une inter-calibration a été effectuée entre le Laurent Amaro et le N.O. Capricorne au cours de la nuit du 9 au 10 mars. Les deux navires ont parcouru deux radiales de 24 et 23 milles nautiques. Les deux bateaux se suivaient à une distance de 0,5 mille et étaient décallés l'un par rapport à l'autre d'un angle de 10°.

Le Laurent Amaro précédait le Capricorne sur la première radiale et le suivait sur la seconde.

Comparaison des performances des sondeurs et intégrateurs

	SL	VR _{1m}	(1) Ct/2	(2) φ	(3) GS	(4) GI	(5) kv	(6) CI	(7) TS/g	(8) C ^{te}
Laurent Amaro	222.5	-142.1	-3.5	-17	-18	0	0	41.9	-62	104
Capricorne	226.8	-155.8	-2.8	-17.6	-10	-4.7	46.3	82.2	-64	0.015

(1) $10 \log Ct/2$

(2) $10 \log \phi$ pour Laurent Amaro = $10 \log b_{av}^2 + \log 2 \pi$
pour Capricorne = $10 \log (Ya.Yb) - 31.6$

(3) Gain sondeur

(4) Gain intégrateur

(5) $kv = 10 \log$ du nombre d'unité pour 1 volt²

(6) CI = constante instrumentale = somme des paramètres précédents

(7) TS/g = Target Shength pour 1 gramme de poisson

(8) constante = $\text{Antilog} \frac{1}{10} (-CI - TS/g)$: résultats en g/m³ pour une unité d'intégration.

COMPARAISON DES ESTIMATIONS

Seules les valeurs comparables au vu des échogrammes ont été retenues pour la comparaison. Les valeurs de la première couche de surface et de la couche du fond ont été éliminées. La TS a été fixée à -32 dB/kg pour le Laurent Amaro, de manière à rester en accord avec la relation de Mc Cartneg et Stubbs (1971) qui indique une différence de + 2dB dans les TS lorsqu'on passe de 38 à 120 kHz.

Avec ces hypothèses de travail, le rapport estimation Capricorne / estimation Laurent Amaro est de 1,3.

5.1. CONDITIONS HYDROLOGIQUES

5.1.1. Côte sud

La carte 3 retrace les températures de sub-surface relevées au cours de la campagne. Elle montre un schéma classique de répartition des isothermes, à savoir de grandes langues d'eau qui naissent sous le Cap-Vert et s'allongent vers le sud en se réchauffant, mais avec cette année des températures anormalement élevées pour l'époque si l'on se réfère aux campagnes Echosar 1 de février 1980 et Echosar 4 de mars 1982.

En effet, en février 1980, la carte 4 nous montre que pratiquement tout le plateau est recouvert par des eaux de température comprise entre 17° et 20°C ; on peut y observer, avec le développement de l'upwelling, la langue d'eau de température inférieure à 17°C qui naît vers Rufisque et s'étend vers le sud en repoussant progressivement les eaux supérieures à 19°C.

En mars 1982, l'upwelling était plus développé qu'en février 1980; en effet, le plateau était recouvert d'eaux de température comprise entre 15° et 17°C ; des températures inférieures à 15°C furent relevées entre Rufisque et Mbour (carte 5).

Cette année, la situation est totalement différente : jamais des températures inférieures à 17°C n'ont été enregistrées et la majorité du plateau est recouverte par des eaux de température comprise entre 19° et 23°C. Devant la Casamance et le Saloum, la température dépassait 25°C. Les eaux les plus froides se trouvaient devant Rufisque où apparaît une petite zone d'eau de température inférieure à 18°C, et devant le cap de Naze où se développait une langue d'eau de température également inférieure à 18° C.

Les températures de sub-surface étaient donc supérieures en moyenne de 3° à 4° à celles rencontrées au cours des deux campagnes Echosar 1 et 4.

5.1.2. Côte nord

Sur la côte nord, la situation est similaire, à savoir que cette année les eaux sont plus chaudes qu'au cours des campagnes Echosar 1 et 4. Seule la frange très côtière autour du Cap-Vert a montré des températures inférieures à 17°C. Un petit upwelling de température légèrement inférieure à 18°C semblait démarrer dans la région de Ndiago (carte 6).

Au cours d'Echosar 1, les températures supérieures à 20°C n'ont été rencontrées qu'au large des Almadies (carte 7) alors que pendant Echosar 4 la température de 19°C n'a jamais été atteinte (carte 8). Cette année, la plus grande partie du plateau était recouvert d'eaux de températures supérieures à 18°, qui atteignaient vers le large 21°C.

Ceci représente une différence moyenne de 1°C avec Echosar 1 et de 2°C avec Echosar 4.

5.1.3. Conclusion

Il faut garder en mémoire que les situations de températures de surface peuvent évoluer très rapidement. L'évolution de la situation thermique décrite sur la côte sud au cours d'Echosar 1 en est un exemple.

De même au cours de cette campagne, nous avons noté qu'en deux jours, lors de l'escale à Dakar entre les deux parties de la mission, la température au niveau de l'Ile de Gorée avait baissé à 1,1°C.

Cependant, la différence de température entre Echosar 5 et Echosar 1 et 4 est très importante, ce phénomène, en relation directe avec la force moyenne des alizés qui ont été très faibles cette année, a certainement une grande importance sur l'abondance et la répartition des poissons devant les côtes sénégalaise. Un faible upwelling signifie un pauvre enrichissement des eaux côtières en sels minéraux, donc une production primaire et secondaire en retrait par rapport aux années normales.

5.2. PECHEs DE CONTROLE

Nous avons vu dans la description de la campagne que le Laurent Amaro était temporairement mal équipé pour l'échantillonnage des poissons pélagiques. 19 traits de chalut, dont les principales caractéristiques sont mentionnées aux tableaux I et II, ont cependant été effectués. Les positions de ces chalutages sont portées sur les cartes 1 et 2.

5.2.1. Chalutage pélagique

Le chalut utilisé, qui avait un très petit maillage et n'était pas équipé de netz-sonde, n'a permis qu'une capture totale de 15,9 kg, essentiellement composée de sardinelles plates comme on peut le voir au tableau III. Les fréquences de tailles reportées au tableau IV montrent que ces sardinelles sont de taille moyenne. Le même tableau montre que seulement 6 sardinelles rondes ont été capturées, prouvant ainsi l'inefficacité de ce chalut à capturer cette espèce .

5.2.2. Chalutage démersal

15 traits de chalut démersal sont été effectués au total pour une prise globale de 3 163 kg. Les 10 traits de la côte sud ont permis de capturer 2 220 kg et les 5 de la côte nord 943 kg (cf. tabl. II)

Le tableau V indique la répartition spécifique des prises. On y voit notamment que :

- sur la côte sud

Les balistes ont constitué 78,7 % de la prise du premier coup de chalut tandis que les prises d'Arius sp. et de raies ont été importantes dans les chaluts 2 à 7.

- sur la côte nord

Les Brachydeuterus ont constitué l'essentiel de la capture des chaluts 14 et 15 alors que les Pseudotolithus étaient abondants dans les chaluts 13, 15 et 16.

Le tableau VI résume les mensurations effectuées sur les poissons capturées au chalut de fond.

sentés dans le tableau suivant :

	ZONES	Valeur du rapport nuit/jour des biomasses
COTE SUD	Zone Casamance	1.43
	Zone Gambie + Petite côte	1.14
COTE NORD	Toutes zones confondues	1.89

Dans tous les cas, les valeurs de nuit sont supérieures à celles de jour, mais les rapports sont assez variables selon les zones considérées; le Capricorne qui prospectait au large n'a pas trouvé de différence significative entre les estimations de biomasse de nuit et de jour.

5.3.3. Evolution du rapport Nuit-Jour

On trouvera dans le tableau suivant l'évolution, au cours des trois dernières campagnes qui se sont déroulées en saison froide, des rapport des estimations de biomasse NUIT/JOUR.

	ZONE SUD			ZONE NORD		
	1980	1982	1983	1980	1982	1983
Evolution du rapport NUIT/JOUR	1.31	4.38	1.25	1.67	1.65	1.89

Bien que la valeur de 1983 ne corresponde pas exactement à la même couverture du plateau continental puisque le Laurent Amaro a arrêté sa prospection aux fonds de 50m sur la côte sud et aux fonds de 80 m sur la côte nord les valeurs des rapport NUIT/JOUR restent dans le même ordre de grandeur dans chaque zone si l'on excepte la valeur de 1982 pour la zone sud; en effet, en 1982, des bancs très importants avaient été détectés de nuit sur les très petits fonds en face de l'embouchure de la Casamance, ce qui explique un rapport si élevé.

ESTIMATION DES BIOMASSES

Les valeurs qui vont suivre doivent être considérées comme des estimations minimales de la biomasse présente au moment de la campagne dans la zone prospectée. Elles ne tiennent compte ni des phénomènes d'évitement des poissons, notamment des bancs de sardinelle le jour, ni de la biomasse présente dans les petits fonds inférieurs à 10 m où sont concentrés les juvéniles en particulier. Les trois premiers mètres, immédiatement en dessous la surface, ne sont pas dans les estimations du Laurent Amaro. Le Capricorne commence quant à lui à intégrer à partir de 8 m.

5.3.1. Stratification spatiale des estimations

Le plateau continental sénégalais a été divisé en plusieurs secteurs afin que l'on puisse apprécier la répartition géographiques des biomasses.

La côte sud a ainsi été arbitrairement partagée en trois zones :

- zone Casamance, qui s'étend du cap Roxo à la frontière sud de Gambie, soit de 12°20 W à 13°05 N,
- zone Gambie, de 13° à 08 N à 13° 35 N,
- Zone petite côte, comprise entre la frontière nord de Gambie et Dakar, soit de 13°36 à 14°40 N y compris la baie de Gorée.

La cote nord se partage, pour des raisons pratiques liées au type de parcours du Laurent Amaro en :

- zone Saint-Louis-Kayar, de 16° N à 14°56,
- zone Kayar-Almadies de 14°56 à 14°46
- zone Almadies-Dakar de 14°45 à 14°40, non compris la baie de Gorée.

5.3.1. Rapport Nuit-Jour

Les valeurs de nuit sont séparées des valeurs de jour pour tenir compte des différences nycthémerales dans le comportement des poissons. Ces valeurs sont ensuite comparées par zone et les résultats du Laurent Amaro sont pré-

5.3.4. Estimation des biomasses

Les estimations des biomasses en tonnes obtenues pour chacun des secteurs prospectés sont résumées dans le tableau suivant.

		Valeur Jour	Valeur Nuit	Valeur globale
ZONE SUD	Casamance	110 730	153 340	133 280
	Gambie	15 650	17 840	16 830
	Petite Côte	122 520	139 670	133 720
	TOTAL	248 900	310 850	283 830
ZONE NORD	Saint-Louis Cayar	43 950	83 080	66 560
	Cayar Almadies	6 470	12 220	7 890
	Almadies Dakar	1 310	2 480	1 310
	TOTAL	51 740	97 780	75 760
TOTAL SUD + NORD		300 640	408 630	359 590

Il faut se rappeler que ces estimations ne concernent que les fonds de 10 à 50 m sur la côte sud et de 10 à 80 m sur la côte nord. Elles sont très en retrait par rapport aux biomasses détectées à la même époque les années précédentes, denonçant ainsi un fléchissement des stocks de pélagiques côtiers, fléchissement que l'on retrouve dans l'analyse des rendements de la flottille des petits senneurs dakarois.

5.3.5. Répartition générale des biomasses

- Sur la côte sud (carte 9)

Les seules très fortes concentrations de poissons ont été détectées très à la côte dans les fonds inférieurs à 15 m, au nord de l'embouchure de la Casamance, au nord de l'embouchure du Saloum ainsi que devant Mbour.

Une assez vaste zone, allant des fonds de 30 à 50 m au large de la Casamance est essentiellement peuplée de balistes.

La concentration sur les fonds de 50 m devant le Saloum est probablement due à des chinchards.

- Sur la côte nord (carte 10)

Aucune très forte concentration de poisson n'a été détectée sur la côte nord à l'exception de la fosse de Cayar où des gros bancs de sardinelles ont été détectés près de la côte.

D'une manière générale, le poisson est concentré tout près de la côte et son abondance diminue quand on s'éloigne vers le large.

L'embouchure du fleuve Sénégal favorise devant Saint-Louis une zone où la densité de poisson est relativement élevée.

6 . CONCLUSION

Faute de moyen d'échantillonnage adapté, nous ne pouvons pas aborder la répartition de cette biomasse par espèce.

La quantité et la facilité d'utilisation de l'équipement BIOSONICS embarqué à bord du Laurent Amaro sont à l'origine de la réussite de cette campagne qui s'est déroulée sans aucun incident techniques.

Les estimations de biomasse effectuées au cours de cette écho-prospection sont très en retrait par rapport aux estimations faites à la même époque au cours des années précédentes et ceci est probablement lié à l'évolution défavorable des conditions météorologiques.

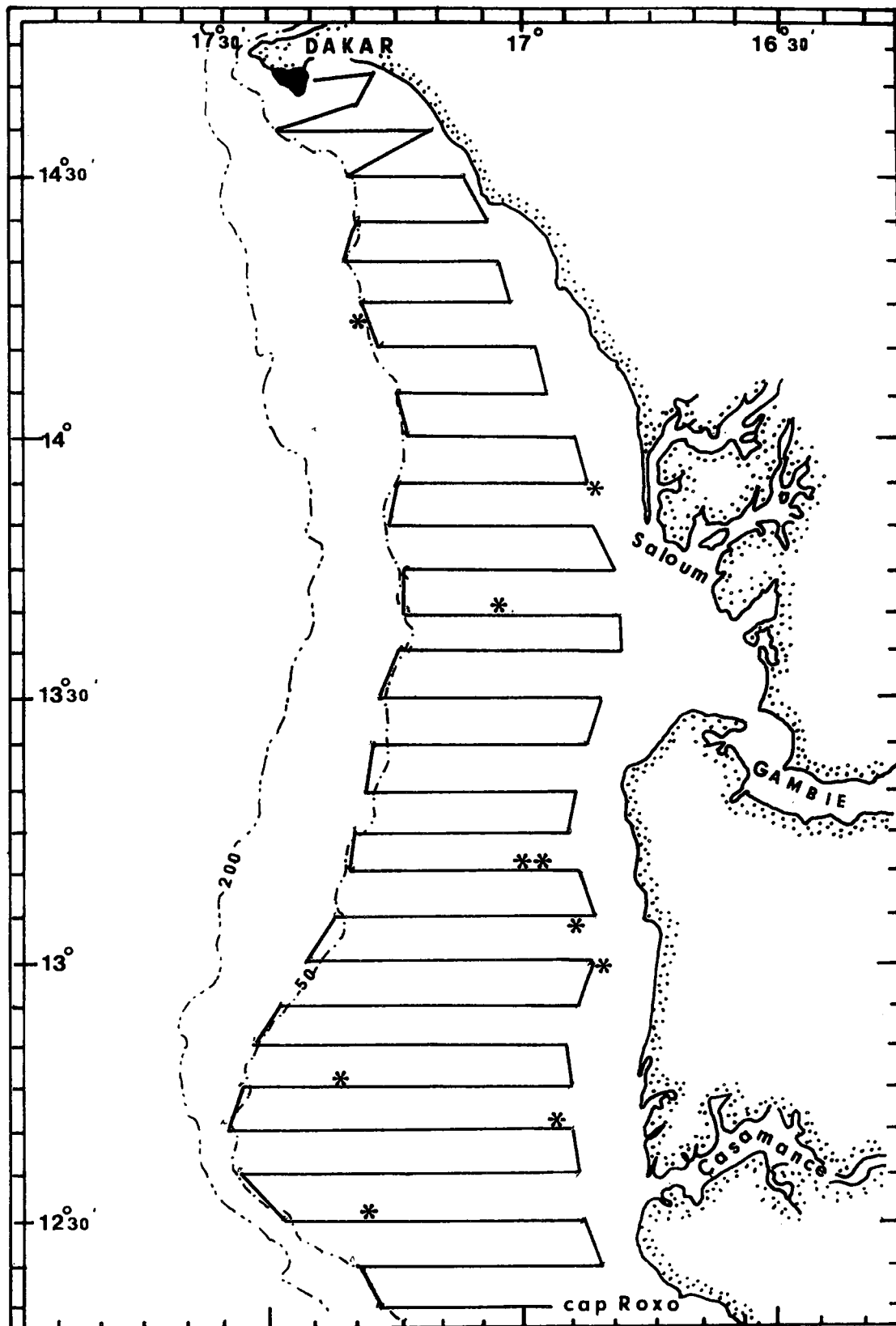
Deux points fondamentaux restent cependant en suspens :

- l'estimation de l'index de réflexion des poissons, et surtout des poissons tropicaux est le "tendon d'Achille" des estimations de biomasse. Il est impératif et urgent que des mesures soient faites, en bassin et in situ, pour déterminer l'index de réflexion des principales espèces pélagiques fréquentant le plateau continental sénégalais.

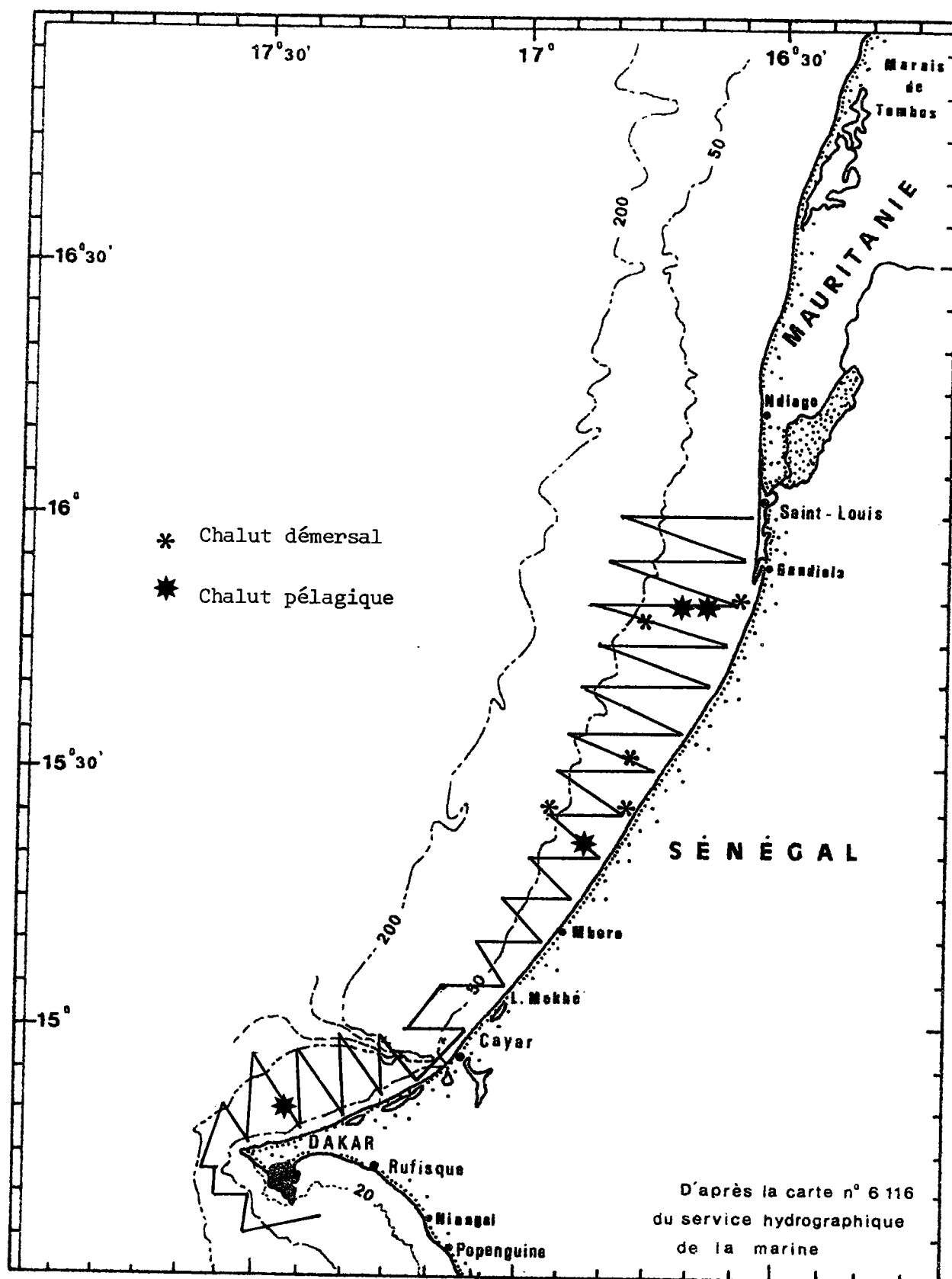
- Une grande partie de la biomasse, notamment des juvéniles, est concentrée tout près de la côte, dans des fonds inférieurs à 10 m auxquels les grands bateaux de recherches n'ont pas accès. Une nouvelle méthodologie est à mettre au point avec de nouveaux moyens si l'on veut un jour accéder à la connaissance par écho-intégration de cette partie de la biomasse.

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

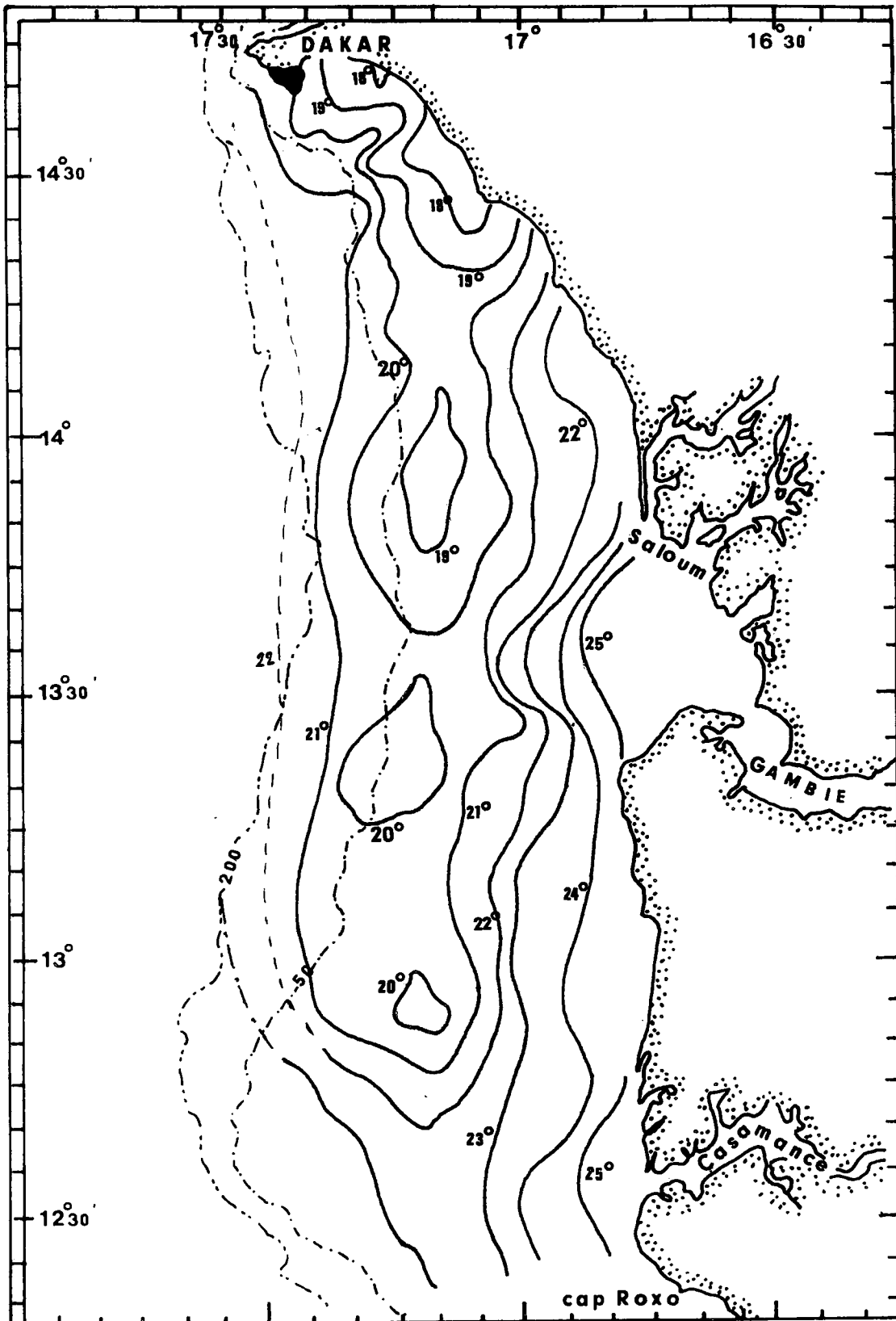
- Anon, 1982.- Synthèse des données hydro-acoustiques de la région Sénégal-Mauritanie - Rapport du groupe de travail CNROP - CRODT - Dakar, 28 a au 27 novembre 1982.
- MARCHAL et al., 1982.- Résultats de la campagne ECHOSAR 1 (février 1980) Echostar 2 (septembre 1980) - Prospection des stocks pélagiques le long des côtes du Sénégal de la Gambie et de la Mauritanie - Archive CRODT n° 114 - 106 pp.
- LEVENEZ et LOPEZ, 1982.- Résultats de la campagne Echostar 4 du N.O Capricorne Prospection des stocks de poissons pélagiques côtiers le long des côtes du Sénégal et de la Gambie en saison froide (11 au 24 février 1982) - Archive CRODT n° 119 - 51 pp.



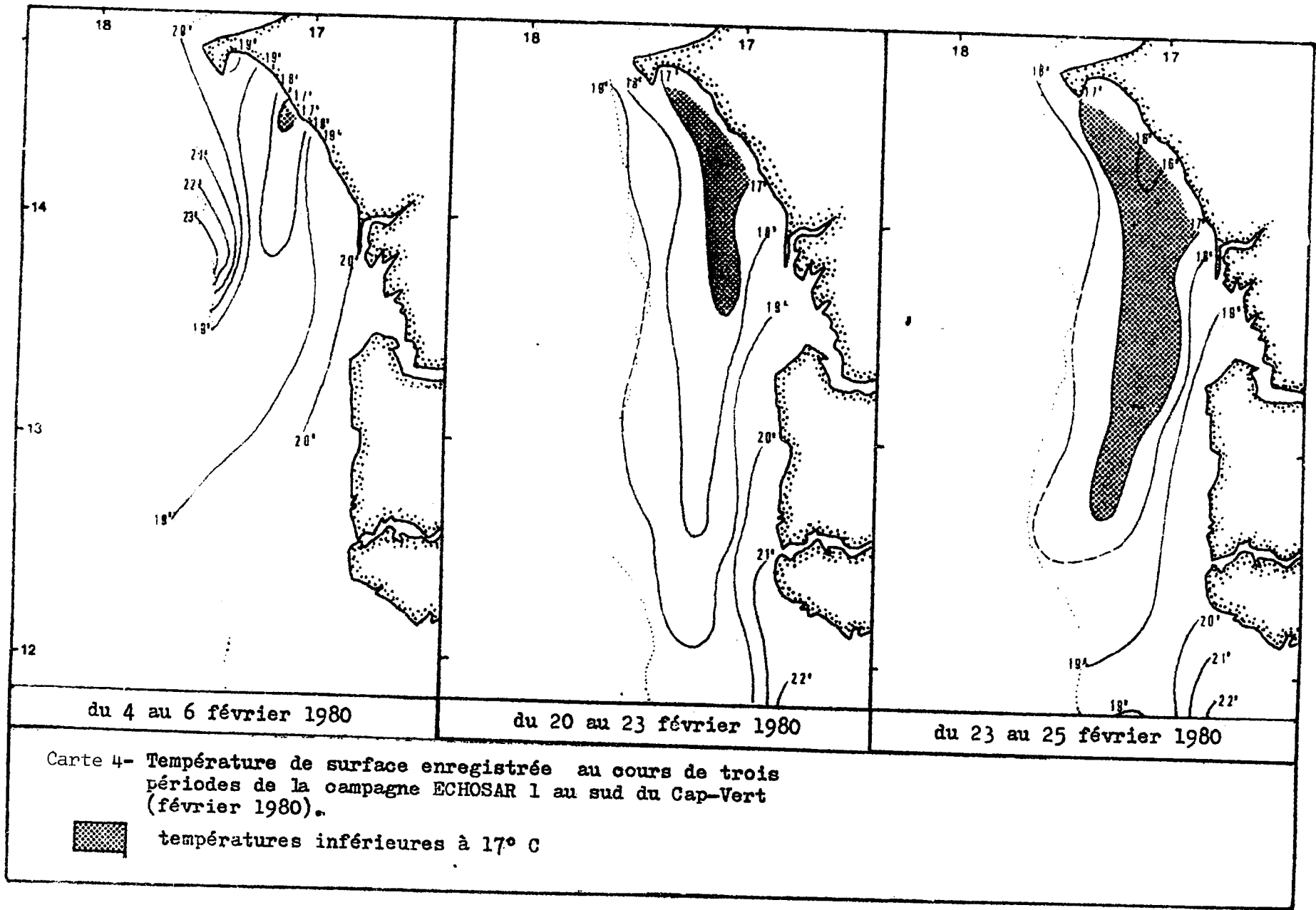
Carte 1.- Parcours et position des traits de chalut démersal du Laurent Amaro - Mars 1983.

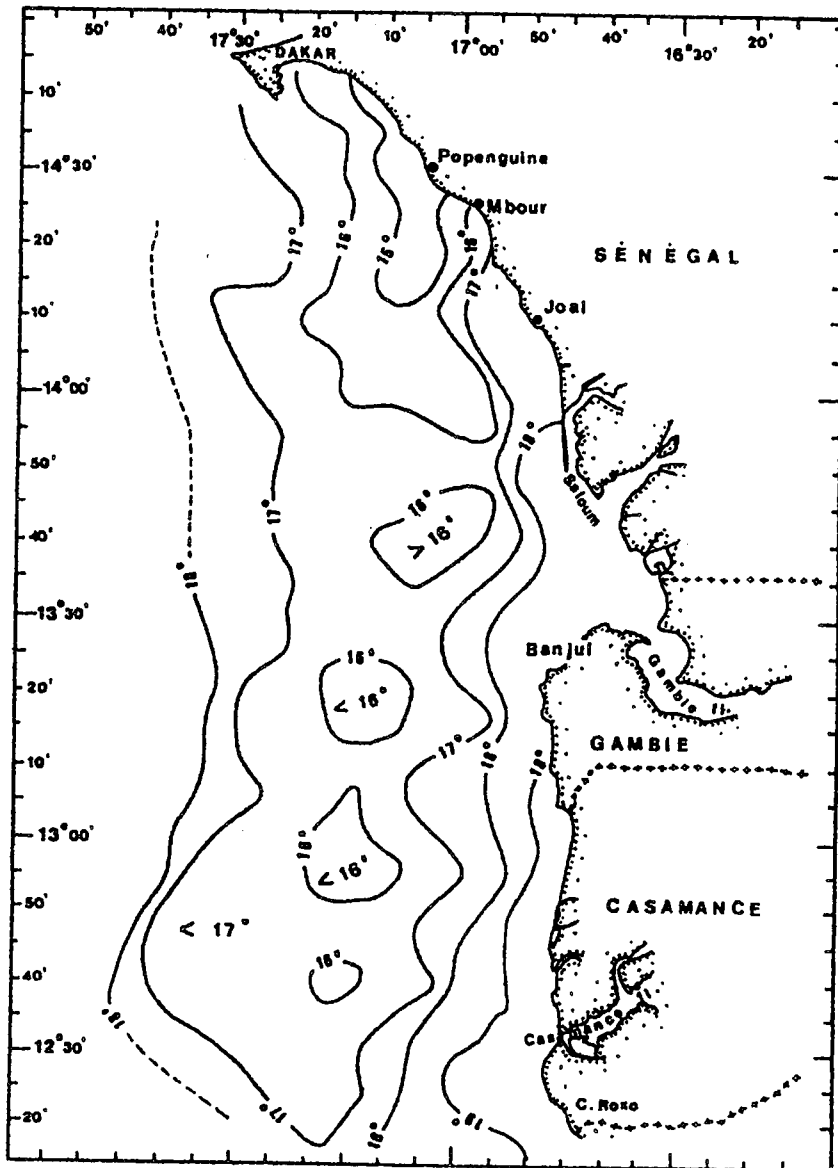


Carte 2.- Parcours et position des traits de chalut
 du Laurent Amaro - Mars 1983.

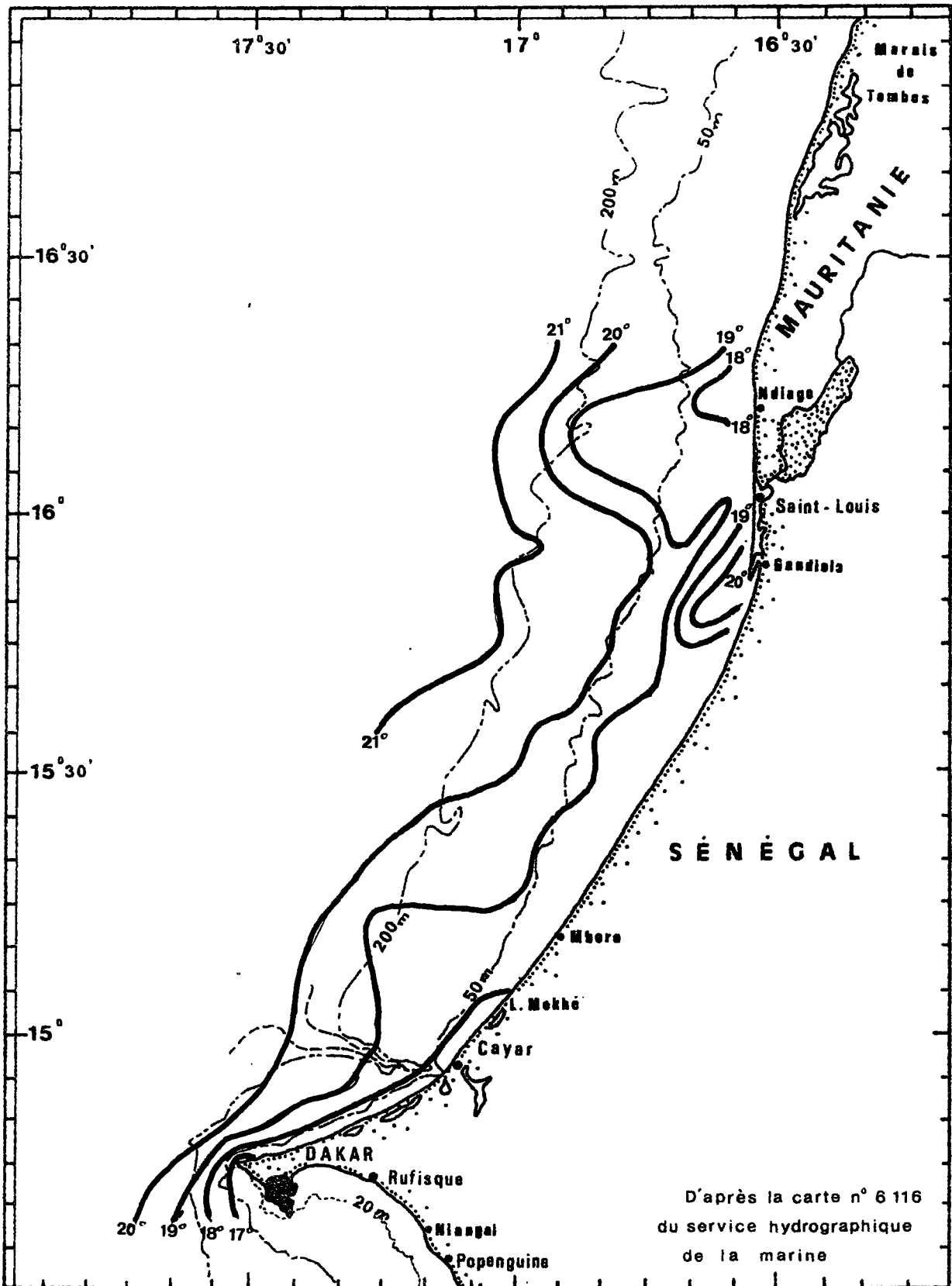


Carte 3.- Températures de sub-surface relevées sur la côte sud Laurent Amaro - Mars 1983.

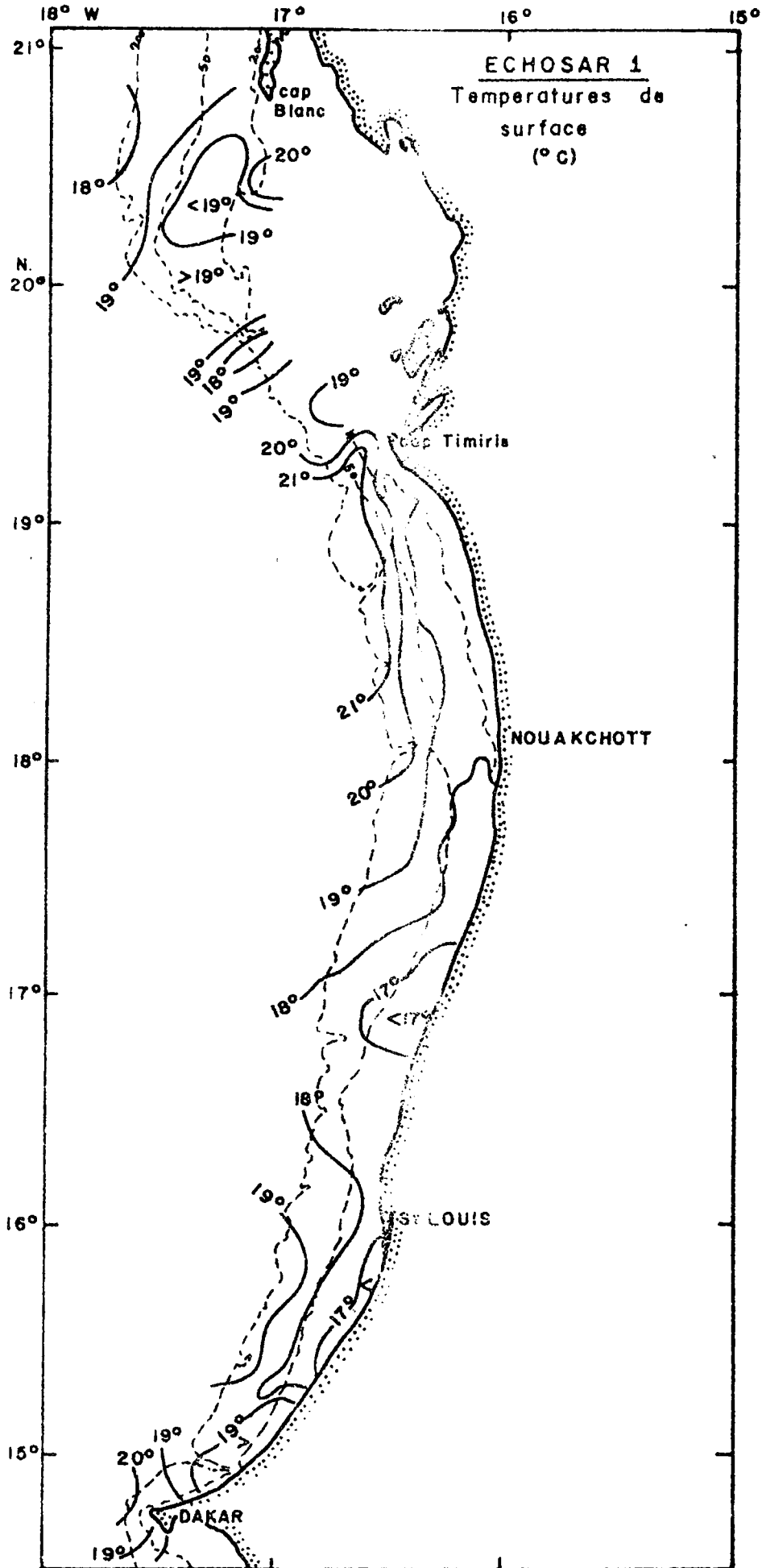




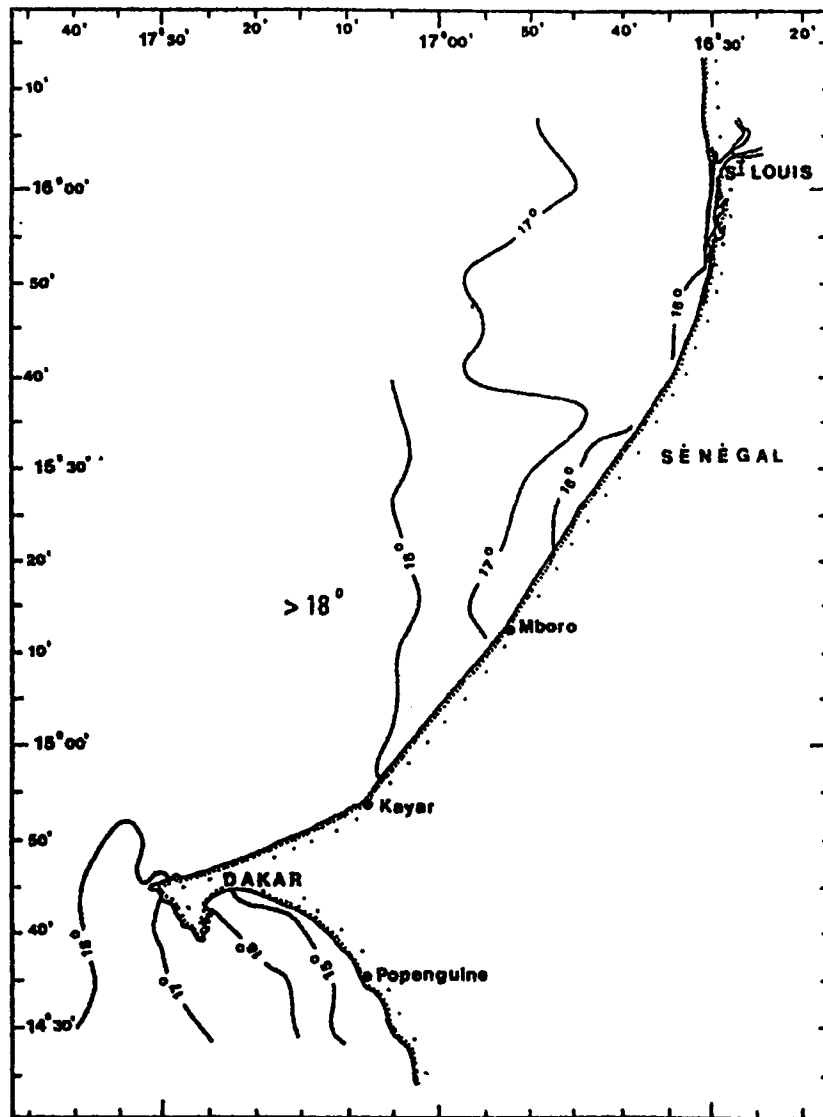
Carte 5 - Températures de surface au sud du Cap-Vert en février 1982.



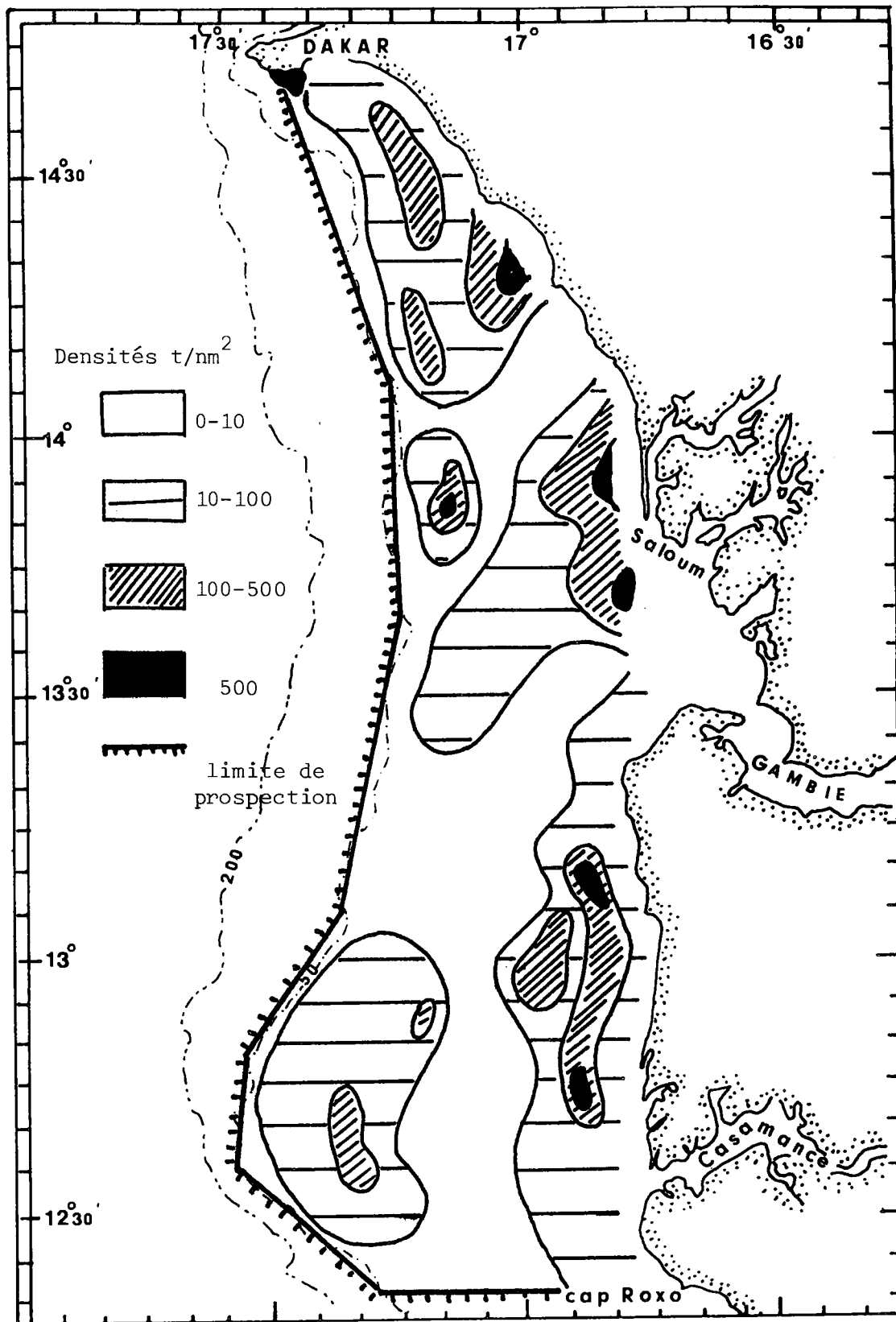
Carte 6.- Températures de sub-surface relevées sur la côte nord. Laurent Amaro - Mars 1983.



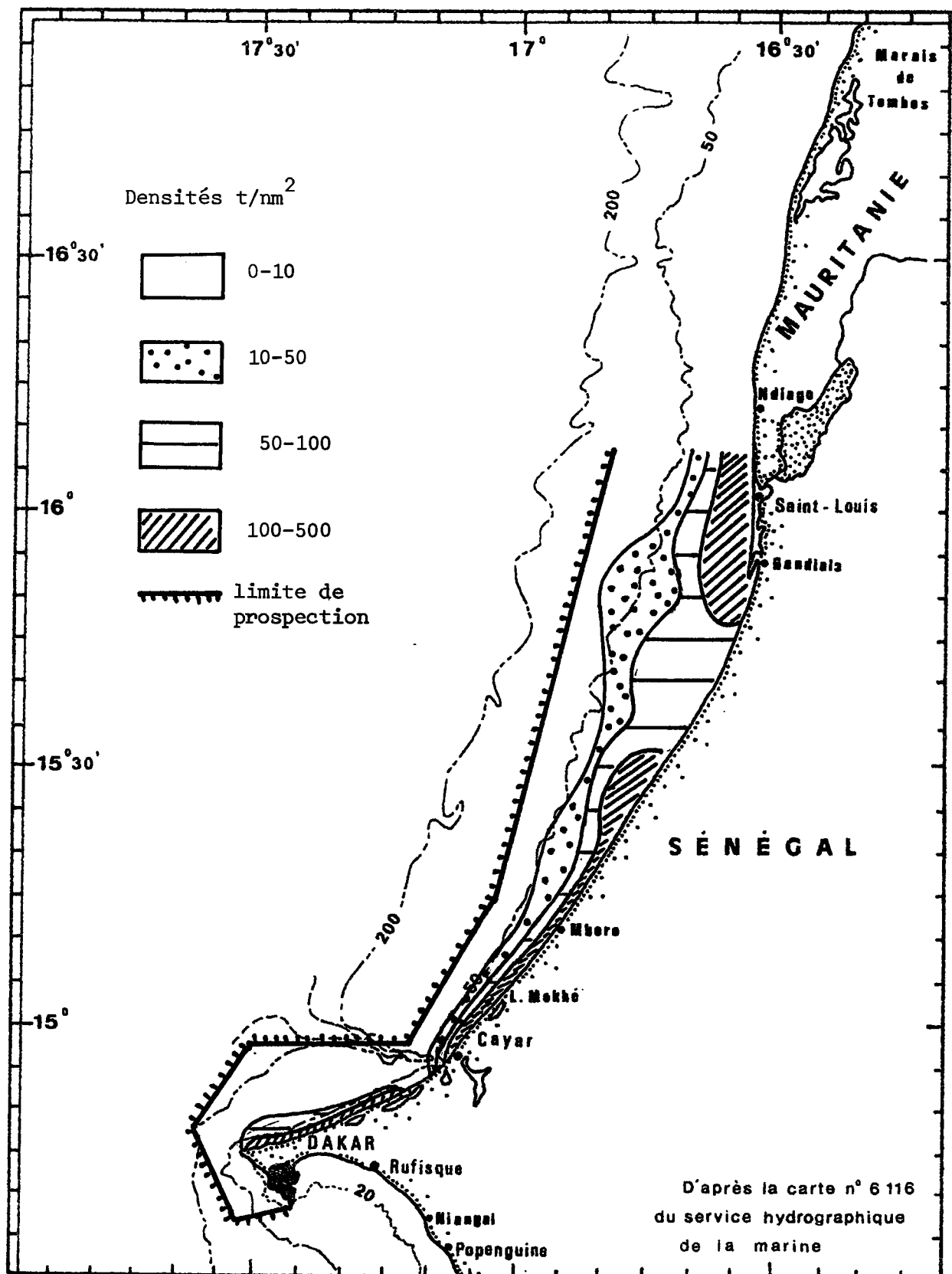
Carte 7.- Températures de surfaces observées au cours d'Echostar 1 au nord de Dakar. Février 1980.



Carte 8 - Températures de surface au nord du Cap-Vert en février 1982.



Carte 9.- Répartition générale des biomasses
côte sud Laurent Amaro - Mars 1983.



Carte 10.- Répartition générale des biomasses
côte nord Laurent Amaro - Mars 1983.

Campagne Echostar V Laurent Amaro

Tableau I .- Récapitulatif des traits de chalut pelagique

N° TRAIT	DATE	HEURE DEBUT (mm)	LAT. N	LONG. W	DUREE (mm)	VITESSE (nd)	PROFONDEUR DE PECHE (m)	FOND (m)	PRISE TOTALE (kg)
11	14.03.83	10.50	15°50	16°37	10	3.0	10	20	3.8
12	14.03.83	11.50	15°49	16°39	30	3.0	20	30	7.5
18	15.03.83	20.08	15°22	16°52	17	3.0	12	32	4.6
19	16.03.83	17.30	14°49	17°27	30	3.2	25	90	0.0

Campagne Echostar V Laurent Amaro
 Tableau II.- Récapitulatif des traits de chalut de fond

N° TRAIT	DATE	HEURE DEBUT (h. mn)	LAT. N	LONG. W	DUREE (mn)	VITESSE (nd)	PROFONDEUR DE PECHE(m)	FOND (m)	PRISE TOTALE (kg)
1	06.03.82	17.00	12°32	17°29	49	3.2	24	24	584.5
2	07.03.83	10.40	12°46	17°22	30	3.2	34	34	246.7
3	07.03.83	15.21	12°42	17°02	65	3.2	12	12	65.8
4	08.03.83	06.10	12°57	16°53	29	3.2	10	10	182.0
5	08.03.83	16.15	13°05	16°55	20	3.2	12	12	98.8
6	08.03.83	18.53	13°10	26°58	33	3.4	12	12	86.9
7	08.03.83	19.52	13°10	16°59	15	3.5	14	14	36.9
8	09.03.83	19.11	13°39	17°04	30	3.9	26	26	114.5
9	10.03.83	06.35	13°54	16°53	17	3.1	8	8	461.8
10	10.03.83	16.03	14°12	17°17	50	3.5	50	50	502.9
13	14.03.83	13.35	15°50	16°34	33	3.9	12	12	108.9
14	14.03.83	18.28	15°47	16°45	20	3.0	50	50	17.4
15	15.03.83	10.15	15°31	16°47	30	3.4	30	30	193.0
16	15.03.83	15.23	15°25	16°46	38	2.8	10	10	214.0
17	15.03.83	17.58	15°24	16°59	35	2.7	90	90	409.0

Campagne Echosar V - Laurent Amaro

Tableau III Composition par espèces en pourcentage pondéral des traits de chalut pélagique.

ESPECES \ N° CHALUT		N° CHALUT			
		11	12	18	19
Sardinella	aurita	3.0	16.0	-	-
Sardinella	maderensis	97.4	80.0	9.0	-
Cybitum	tritor	-	4.0	-	-
Drepane		-	-	33.0	-
Caranx	rhonehus	-	-	9.0	-
Machoiron		-	-	39.0	-
Ceinture		-	-	17.4	-

Tableau IV.- Fréquence de taille exprimée en pourcentage dans les traits de chalut pélagique pour les différentes espèces

Sardinella maderensis

N° Chalut	TOTAL (n)	LF om	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
11					15.7			5.3				15.7			5.3	5.3	5.3	5.3	
12															4.0				

Sardinella maderensis (suite)

N° Chalut	TOTAL (n)	LF om	22	23	24	25	26	27	28	29	LF	S
11	18		5.3	10.5	10.5	5.3		5.3			17.67	6.61
12	25		12.0	20.0	40.0	20.0		4.0			24.48	1.83

Sardinella aurita

N° Chalut	TOTAL (n)	LF om	21	22	23	24	25	26	27	LF	S
11	1		100							21.5	-
12	5					40.0	20.0	20.0	20.0	25.5	1.27

Campagne Echostar V - Laurent Amaro

Tableau V.- Composition par espèces en pourcentage pondéral des traits de chalut de fond

37

ESPECES	N° CHALUT															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	
<i>Epinephelus aeneus</i>	10.3	0.3	-	-	1.0	-	5.4	1.8	0.1	6.0	-	-	-	-	-	
<i>Dentex spp</i>	1.0	-	-	-	-	-	-	1.3	-	39.8	-	-	-	-	-	
<i>Phyllogramma regani</i>	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Balistes carolinensis</i>	78.7	0.2	-	-	-	-	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Baliste punctatus</i>	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	0.2	0.4	-	-	-	-	-	4.4	0.2	-	-	-	-	-	-	
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	0.5	0.1	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Brotula barbata</i>	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pagellus bellottii</i>	1.7	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-	-	4.0	
<i>Vomer setapinnis</i>	0.1	8.1	-	-	-	-	-	61.1	2.1	39.8	-	-	-	-	-	
<i>Zeus faber mauritanicus</i>	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pagrus ehrenbergi</i>	1.0	-	0.8	0.6	-	1.2	0.8	1.1	-	3.0	-	7.0	-	-	3.4	
<i>Seiche</i>	0.5	1.0	-	-	2.5	-	1.6	2.3	0.1	1.0	-	-	-	-	-	
<i>Raies</i>	2.1	4.1	4.9	49.5	1.5	46.0	54.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Dentex angolensis</i>	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pagrus pagrus</i>	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78.2	
<i>Brachydeuterus auritus</i>	-	44.6	4.6	-	0.3	0.1	-	-	9.5	0.2	-	-	-	-	-	
<i>Arius spp</i>	-	22.3	4.6	22.0	20.2	29.0	4.1	-	-	-	9.2	35.0	62.2	5.0	-	
<i>Pomadasys spp</i>	-	0.6	7.6	16.5	4.1	-	4.1	-	-	-	-	-	10.4	-	-	
<i>Galeoides decadactylus</i>	-	8.1	30.4	2.8	20.2	12.0	8.1	-	0.4	-	4.0	-	1.0	-	-	
<i>Mugils spp</i>	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	66.7	10.1	-	-	1.0	-	
<i>Gynoglossus spp</i>	-	0.2	0.5	1.1	4.1	0.2	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	
<i>Requins</i>	-	8.1	9.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Trigla hirundo</i>	-	0.4	0.3	-	-	-	-	0.5	-	-	0.2	-	-	-	-	
<i>Pseudotolithus spp</i>	-	0.4	7.6	1.6	25.3	0.6	8.1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphyraena spp</i>	-	0.2	0.8	-	-	0.5	-	-	-	-	37.0	-	23.3	40.0	-	
<i>Sphaeroides spengleri</i>	-	0.1	0.1	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pomadasys jubelini</i>	-	-	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Stromateus fiatola</i>	-	-	4.6	0.6	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	-	-	10.6	-	-	-	-	-	9.5	-	-	-	-	-	-	
<i>Chaetodon spp</i>	-	-	0.2	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphyrna spp</i>	-	-	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ephippion guttifer</i>	-	-	0.6	-	1.0	0.2	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	

Tableau V (suite)

ESPECES	N° CHALUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17
Elops spp		-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abudefduf spp		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.4	-
Pentanemus quinquarius		-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	3.6	-	-	37.4	-
Caranx senegalus		-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethmalosa fimbriata		-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichiurus lepturus		-	-	-	-	4.1	-	-	-	-	-	-	3.0	1.0	-	1.0
Ilisha africana		-	-	-	-	10.1	-	-	-	-	-	4.0	-	-	-	-
Pteroscion peli		-	-	-	-	5.1	-	-	-	9.5	-	-	-	-	-	-
Atractoscion acquidens		-	-	-	-	-	9.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Penaeus dorarum		-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sardinella aurita		-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psettodes belcheri		-	-	-	-	-	4.1	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-
Congre		-	-	-	-	-	4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caranx rhonchus		-	-	-	-	-	-	-	13.1	-	-	-	-	-	-	-
Trachurus spp		-	-	-	-	-	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	10.0
Acantharus monroviae		-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-
Diagramma mediterraneus		-	-	-	-	-	-	-	8.7	-	8.0	-	-	1.0	-	-
Cephalacanthus spp		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	0.2	-	-	-	-	-
Cephalopholis taeniops		-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-
Epinephelus goreensis		-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	0.1	-	-	-	-	-
Sardinella maderensis		-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-
Langouste		-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-
Pegusa spp		-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-
Raja miraletus		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-
Chaetopdipterus liper		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-
Trachinotus spp		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-
Torpedo oscellela		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-
Mycteroperca rubra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-
Pagrus auriga		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-
Parapistipoma octolineatum		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-
Drepane africana		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.1	-	-	-	-
Solea spp		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	12.0	-	-	-
Argyrosoma regium		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	-	-	-
Cynoglossus canariensis		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-
Divers		1.4	-	4.6	2.8	-	0.5	-	-	-	-	4.0	35.0	-	-	4.0

Tableau VI (suite)

Pseudotolithus sp (suite)

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm		69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
13	-										3.0			3.0		3.0			
16	-					1.0										1.0		1.0	1.0

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	LF	S
13	33																		3.0	48.15	16.35
16	97								1.0								1.0			40.92	4.80

Tableau VI (suite)

Pomadasys sp

41

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	22	23	24	25	26	27	28	LF	S
16	6		33.3	17.0		33.3			17.0	24.67	2.32

Galeoides decadactylus

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	LF	S
16	9		11.1		22.2	22.2	11.1	11.1			11.1			11.1	27.72	3.38

Dentex angolensis

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
17	-		1.0	5.0	17.7	4.2	4.2	4.2	4.2	8.0	11.0	5.0	7.6	1.6	7.0	5.0	1.6	1.6

Dentex angolensis (suite)

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	27	28	LF	S
17	118		1.0	1.0	18.06	4.16

Tableau VI (suite)

Pentanemus quinquarius

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	13	14	15	16	17	18	19	20	LF	S
13	43		9.3	34.8	20.9	20.9	4.6	4.6	2.3	2.3	15.83	1.52

Mulet

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
16			3.1	3.1			6.2		3.1	3.1	9.3		6.2		6.2	3.1	1.5	15.6	9.5

Mulet (suite)

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		
16	32					3.1		3.1	3.1					6.2				3.1	42.53	6.98

Chinchard

N° Chalut	TOTAL (n)	LF cm	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	LF	S
17	76		1.3	6.5	5.2	7.8	9.2	10.5	11.8	2.6	5.2	11.8	14.4	5.2	3.9	1.3	1.3		1.3	19.11	3.61

A N N E X E 1

CALCUL DU FACTEUR B

43

INTEGRAL

FILE NUMBER 9999
 DATE 01/01/83
 # SEQUENCE 100
 # OF PINGS 0100
 THRESHOLD 050
 SURFACE LOCK
 # OF RANGES 11
 01) 005-010 B= 1
 02) 010-015 B= 1
 03) 015-020 B= 1
 04) 020-024 B= 1
 05) 024-026 B= 1
 06) 026-030 B= 1
 07) 030-040 B= 1
 08) 040-060 B= 1
 09) 060-080 B= 1
 10) 080-100 B= 1
 11) 100-120 B= 1

8) A CONSTANT 1
 9) BOT. WINDOW 3
 12) RECORDER IS OFF
 13) PRINTER IS ON
 14) RS-232 IS OFF

FILE NUMBER 9999
 SEQUENCE # 00
 PING # 0100
 01 4.436 -02 100%
 02 1.302 -01 100%
 03 2.744 -01 100%
 04 4.662 -01 100%
 05 6.300 -01 100%
 06 8.330 -01 100%
 07 1.478 00 00%
 08 3.965 00 00%
 09 1.073 01 00%
 10 2.465 01 00%
 11 5.100 01 00%
 B 6.786 01 00%

FILE NUMBER 9999
 SEQUENCE # 002
 PING # 0100
 01 4.433 -02 100%
 02 1.301 -01 100%
 03 2.743 -01 100%
 04 4.659 -01 100%
 05 6.295 -01 100%
 06 8.323 -01 100%
 07 1.477 00 00%
 08 3.963 00 00%
 09 1.072 01 00%
 10 2.463 01 00%
 11 5.097 01 00%
 B 6.784 01 00%

INTERVALLE	obs	V. CALCULE	B
1	0.044345	63.41	0.966
2	0.13015	190.80	0.991
3	0.27435	405.07	0.998
4	0.46605	687.90	0.997
5	0.62975	931.92	1.000
6	0.83265	1226.41	0.995
7	1.4775	2143.07	0.980
8	3.964	5558.27	0.948
9	10.725	14996.71	0.945
10	24.640	34125.97	0.936
11	50.985	70175.48	0.930

ANNEXE 2

CALCUL DE LA CONSTANCE A

Emetteur 0 dB

Récepteur -18 dB

$\tau = 0,6 \text{ ms} = 0.0006 \text{ s}$

TS = 35.4 dB/kg

$$\sigma_{bs} = 10^{-3.54} = 2.88403 \times 10^{-4}$$

SL = 222.5 dB

$$P_o = 10^{-11.125} = 1.3335 \times 10^{-11}$$

$G_{25} = 112.43 \text{ dB}$

$L_p = G_1 = -112.43 - 29.69 = -142.12 \text{ dB}$

$$G_x = -142.12 - 18 = -160.12 \text{ dB} \quad g_x = 10^{-8.01} = 9.8627 \times 10^{-9}$$

$$b^2 = 0.3139539 \times 10^{-2}$$

C = 1490 m/s

$$A = \frac{1}{\pi \cdot C \cdot \tau \cdot \sigma_{bs} \cdot P_o^2 \cdot g_x^2 \cdot b^2}$$

$$A = \frac{1}{3,14 \times 1490 \times 0.0006 \times (2.88403 \times 10^{-4}) \times (1.3335 \times 10^{-11})^2 \times (9.8627 \times 10^{-9})^2 \times (0.3139539 \times 10^{-2})}$$

$$A = \frac{1}{4.3988}$$

$$A = 227.3 \times 10^{-3} \text{ kg / m}^3 \text{ V}^2$$

A N N E X E 3

TEST INTEGRATEUR

Sortie intégateur pour un
voltage détecté entré = 0.972 V

Sortie intégateur pour un
voltage détecté entré = 1.0.90 V

INTEGRATOR MAN:

1) FILE NUMBER 0001
2) DATE 24/03/83
3) # SEQUENCES 100
4) # OF PINGS 0500
5) THRESHOLD 050
6) SURFACE LOCK
7) # OF RANGES 10
01) 001-011 B= 1
02) 011-021 B= 1
03) 021-031 B= 1
04) 031-041 B= 1
05) 041-051 B= 1
06) 051-061 B= 1
07) 061-071 B= 1
08) 071-081 B= 1
09) 081-091 B= 1
10) 091-101 B= 1
8) A CONSTANT 1
9) BOT. WINDOW 3
12) RECORDER IS OFF
13) PRINTER IS ON
14) RS-232 IS OFF

FILE NUMBER 0001
SEQUENCE # 001
PING # 0500
01 9.409 -01 100%
02 9.409 -01 100%
03 9.409 -01 100%
04 9.409 -01 100%
05 9.409 -01 100%
06 9.409 -01 100%
07 9.409 -01 100%
08 9.409 -01 100%
09 9.409 -01 100%
10 9.409 -01 100%
B 9.408 -01 100%

FILE NUMBER 0001
SEQUENCE # 002
PING # 0500
01 9.415 -01 100%
02 9.414 -01 100%
03 9.414 -01 100%
04 9.415 -01 100%
05 9.415 -01 100%
06 9.415 -01 100%
07 9.415 -01 100%
08 9.415 -01 100%
09 9.415 -01 100%
10 9.415 -01 100%
B 9.415 -01 100%

FILE NUMBER 0001
SEQUENCE # 001
PING # 0500
01 1.190 00 100%
02 1.190 00 100%
03 1.190 00 100%
04 1.190 00 100%
05 1.190 00 100%
06 1.190 00 100%
07 1.190 00 100%
08 1.190 00 100%
09 1.190 00 100%
10 1.190 00 100%
B 1.190 00 100%

FILE NUMBER 0001
SEQUENCE # 002
PING # 0500
01 1.190 00 100%
02 1.190 00 100%
03 1.190 00 100%
04 1.190 00 100%
05 1.190 00 100%
06 1.190 00 100%
07 1.190 00 100%
08 1.190 00 100%
09 1.190 00 100%
10 1.190 00 100%
B 1.190 00 100%