

MODULE DE RECHERCHE FRANÇAIS AU
C N R O P

CONVENTION N° 324/C/DPL/82/MAU

EVALUATION ACOUSTIQUE DES RESSOURCES EN
POISSONS PÉLAGIQUES ET SEMI-PÉLAGIQUES DE LA RÉGION
DU PLATEAU ET DU TALUS CONTINENTAL DE
LA Z.E.E. MAURITANIENNE

RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE ND 84.02
DU N/O N'DIAGO
12 AU 21 MARS 1984

PAR

E. JOSSE ET J. SEVELLEC^(*)

OCTOBRE 1984

* Océanographes de L'ORSTOM mis à la disposition du CNROP de Nouadhibou, Rép. Islamique de Mauritanie, dans le cadre de la Convention n° 324/C/DPL/82/MAU.

EVALUATION ACOUSTIQUE DES RESSOURCES
EN POISSONS PELAGIQUES ET SEMI-PELAGIQUES DE LA REGION
DU PLATEAU ET DU TALUS CONTINENTAL DE
LA Z.E.E. MAURITANIE

RESULTATS DE LA CAMPAGNE ND 84.02
DU N/O N'DIAGO
12 au 21 mars 1984

par

E. JOSSE et J. SEVELLEC

RESUME

La campagne ND 84-02 qui s'est déroulée du 12 au 21 mars 1984 a permis de poursuivre l'étude des stocks pélagiques et semi-pélagiques du plateau continental mauritanien par écho-intégration, étude commencée en 1983.

Au cours de cette campagne une biomasse totale voisine de 475 000 tonnes a été détectée sur le plateau continental, ce qui correspond à une densité de $75,6 \text{ T/mn}^2$. Bien qu'en augmentation par rapport à l'année précédente, cette biomasse reste cependant très en retrait de l'estimation effectuée en février 1980 (880 000 tonnes soit une densité moyenne de $141,7 \text{ T/mn}^2$).

Si les secteurs peu profonds restent les plus denses le faible effort de pêche au cours du premier trimestre 1984 par rapport à 1983 se traduit, particulièrement dans toute la zone située entre l'isobathe de 50 mètres et celui des 200 mètres, par une augmentation sensible de la biomasse détectée en 1984 par rapport à l'année précédente.

1) INTRODUCTION

Cette campagne, qui s'est déroulée du 12 au 21 mars 1984 entre dans le cadre du programme d'évaluation des stocks de poissons pélagiques et semi-pélagiques du plateau et du talus continental mauritanien. Ce programme mis en place au CNROP* de Nouadhibou en 1982 est rentré dans sa phase opération-

(*) Centre National de la Recherche Océanographique et des Pêches CNROP
B.P. 22 - NOUADHIBOU - MAURITANIE.

nelle dès le début de 1983, après une période de réception et de mise au point du matériel. Les objectifs de ce programme, qui prévoit la réalisation de trois missions d'écho-prospection par an, ont déjà été exposés dans le rapport de la campagne ND 83-02 (JOSSE et al, 1983). Lors de la première année d'observation les principaux objectifs de ce programme ont été atteints avec la réalisation de 3 campagnes :

- en situation hydrologique de saison froide la campagne ND 83-02 en mars 1983 (JOSSE et al, 1983)
- en début de saison chaude la campagne ND 83-06 en juin 1983 (JOSSE et al, 1984)
- en fin de saison chaude la campagne ND 83-09 en octobre 1983 (JOSSE ET SEVELLEC, 1984)

La campagne ND 8402 qui a eu lieu en situation hydrologique de saison froide correspond à la première mission de la deuxième année d'observation. Cette campagne a été programmée en relation avec :

- . le C.R.O.D.T. de Dakar qui avec son navire océanographique le N/O Laurent Amaro a prospecté par écho-intégration l'ensemble du plateau continental sénégal-gambien,
- . L'ORSTOM qui avec le N/O Capricorne a étudié la zone comprise entre la Casamance et les Bissagos.

De ce fait, l'ensemble de la région comprise entre les Bissagos (10° N) et le Cap Blanc (20°-45°N) a pu être prospecté de façon quasi-simultanée.

2 - DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE ND 84-02

2.1. Moyens mis en oeuvre

2.1.1. Moyen matériel

- ECHO-INTEGRATION

L'ensemble d'écho-intégration dont a été équipé le N'DIAGO depuis 1982 dans le cadre du projet FAC : Module de recherche du projet pêche, comprend principalement :

- 1 sondeur SIMRAD EK 400 travaillant à la fréquence de 38 kHz et relié à une base céramique fixe sous la coque du bateau
- 1 écho-intégrateur numérique "AGENOR" permettant l'intégration des signaux sur un maximum de 10 tranches jointives positionnées par rapport à la surface et de 2 tranches suivant le contour du fond.

L'intégration des échos peut se faire sur une profondeur maximale de 500 mètres. Les sorties des résultats se font sur une imprimante interne à 20 caractères et sur une interface RS 232. On dispose également d'une sortie analogique permettant d'obtenir un suivi de l'intégration sur enregistreur graphique

- 1 ordinateur HEWLETT PACKARD 85. Cet ordinateur relié à "AGENOR" par l'intermédiaire de l'interface RS 232 permet l'enregistrement des résultats et des paramètres du système sur cassette magnétique.

- 1 enregistreur monovoie PHILIPS pour l'enregistrement des signaux analogiques

- 1 oscilloscope deux voies SCHLUMBERGER

- 1 hydrophone de référence SIMRAD permettant la mesure des caractéristiques acoustiques du système ainsi que divers appareils de mesure et de contrôle des performances de l'équipement.

- HYDROLOGIE - CLIMATOLOGIE.

Suite à un accord passé entre l'ORSTOM et les services de la météorologie nationale française le N'DIAGO a pu être équipé, à titre de prêt, d'une station météorologique POMAR donnant en continu la pression atmosphérique, la vitesse et la direction du vent, la température de l'air (air sec et air humide) et la température de l'eau de mer (température de sub-surface).

Pour la description des conditions hydrologiques du milieu le matériel suivant a été employé :

- bouteilles et thermomètres à renversement

- 1 salinomètre

- 1 sonde TSK permettant d'obtenir jusqu'à une profondeur maximale de 50 mètres la température, la salinité, le PH et la teneur en oxygène dissous.

- IDENTIFICATION DES DETECTIONS PAR PECHES

Suite à une panne sur les treuils de pêche il n'a pas été possible au cours de cette campagne d'effectuer des chalutages de contrôle pour l'identification des concentrations détectées.

2.1.2 Moyens humains

Le personnel scientifique suivant a participé à la réalisation de la mission à bord du N/O N'DIAGO.

- BOUKATINE P. : biologiste ATLANT NIRO/CNROP Nouadhibou
- GAUDECHOUX J.P. : biologiste ORSTOM/CNROP Nouadhibou
- JOSSE E. : biologiste, Chef de mission ORSTOM BREST
- LECONTE P. : physicien ORSTOM/CNROP Nouadhibou
- SEVELLEC J. : électronicien ORSTOM Brest
- SY D. : assistant biologiste CNROP Nouadhibou
- TCHERNICKOV P. : physicien ATLANTNIRO/CNROP Nouadhibou

2.2. Réalisations

2.2.1. Extension de la zone étudiée (figure 1)

Au cours de cette campagne l'ensemble du plateau continental mauritanien, à l'exclusion cependant de la baie du Lévrier et du banc d'Arguin, a été étudié. Vers le large la région de la pente continentale a également été prospectée jusqu'à une limite située en moyenne à trois milles à l'ouest de l'isobathe des 200 mètres.

A l'intérieur de la zone étudiée la prospection a été limitée vers la côte aux fonds de 10 mètres ou à une distance située généralement entre 1,5 et 2 milles de la ligne de rivage, ceci pour tenir compte des impératifs de navigation.

2.2.2. Déroulement général de la campagne

Le point de début de prospection étant situé par $16^{\circ} 05' N - 16^{\circ} 33' W$ le N'DIAGO a appareillé de Nouadhibou le 12 mars pour faire route directe vers ce point. Cependant le transit depuis le cap Blanc jusqu'à la hauteur de St Louis a été mis à profit pour effectuer 2 parcours préliminaires, l'un le long du banc d'Arguin sur fonds de 20 mètres, l'autre au sud du cap Timiris jusqu'au point de début de prospection sur fonds de 80 à 50 mètres. La prospection proprement dite a commencé le 13 mars au soir pour se poursuivre jusqu'au 21 mars à l'aube date à laquelle le point de fin de prospection situé à la bouée Bayadère ($20^{\circ} 40' N - 17^{\circ} 05' W$) a été atteint. Le N'DIAGO a ensuite fait route directe sur Nouadhibou où la campagne s'est achevée le 21 mars dans la matinée.

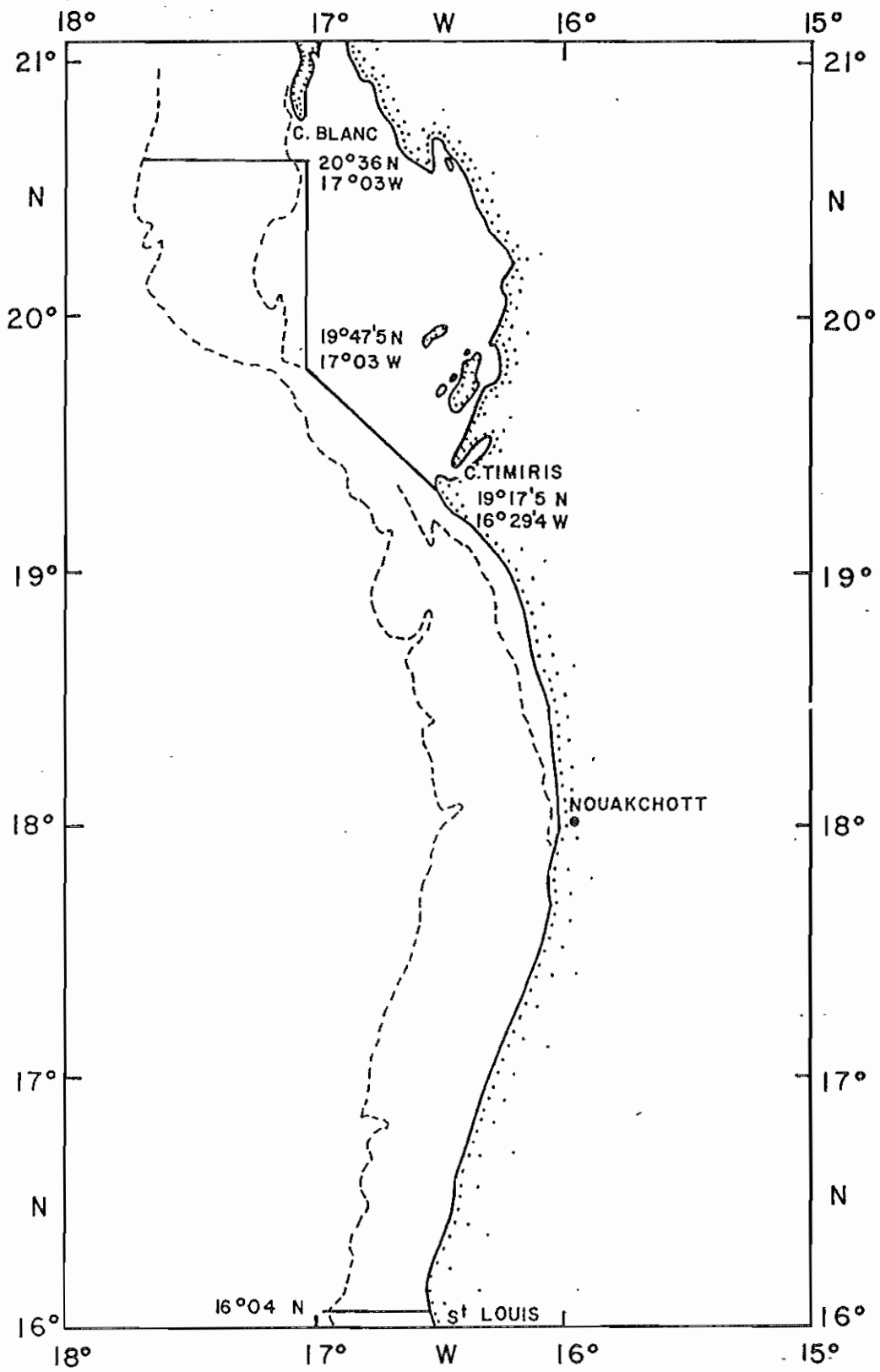


Figure 1 : Extension de la zone étudiée.

2.2.3. Trajet et travaux effectués (figures 2 et 3)

- Echointégration

Comme pour les campagnes précédentes le N'DIAGO a effectué un schéma de prospection régulier constitué par un réseau de radiales parallèles, espacées de 5 milles nautiques et orientées latitudinalement. La prospection s'est déroulée en continu de jour comme de nuit, le principe d'une double couverture jour-nuit n'ayant pas été retenu. Les valeurs d'intégration ont été relevées tout au long du trajet toutes les 5 minutes. L'intégration des échos a été effectuée à partir d'une profondeur minimale de 3 mètres sous la base. Compte tenu de la position de celle-ci, fixée sous la coque du bateau une tranche d'eau en surface, d'une épaisseur de 5,5 mètres au minimum n'a donc pu être échantillonnée. Dans certains cas l'épaisseur de cette couche non échantillonnée a du être augmentée afin d'éliminer le bruit de surface lié à la présence des bulles d'air (comme c'est le cas notamment lorsque la mer est agitée) ou de particules en suspension dans les premiers mètres d'eau. L'intégration des échos a été effectué jusqu'au niveau du fond, ou, à défaut, jusqu'à une profondeur maximale de 300 mètres. La distance totale parcourue en prospection a été d'environ 1650 milles nautiques à une vitesse moyenne de 10 noeuds.

- Description du milieu

En station : au cours de cette campagne 56 stations hydrologiques, soit une station au début de chaque radiale plus une station au point de fin de prospection, ont été réalisées. Pour les stations du large la température et la salinité de l'eau de mer ont été mesurées à 5 niveaux : en surface, à 50, 100, 150 et 200 mètres. Pour les stations côtières seules les températures et les salinités au niveau de la surface et du fond ont été recueillies. A chaque station hydrologique les renseignements météorologiques suivants ont également été notés : la pression atmosphérique, la vitesse et la direction du vent, la température de l'air (air sec et air humide).

En continu : la température de sub-surface a été relevée à la station météorologique toutes les cinq minutes en même temps que les sorties des résultats de l'intégration. D'autre part la sonde TSK a été utilisée pendant la prospection comme bathysalinographe nous permettant ainsi d'obtenir un enregistrement graphique continu de la température et de la salinité de sub-surface.

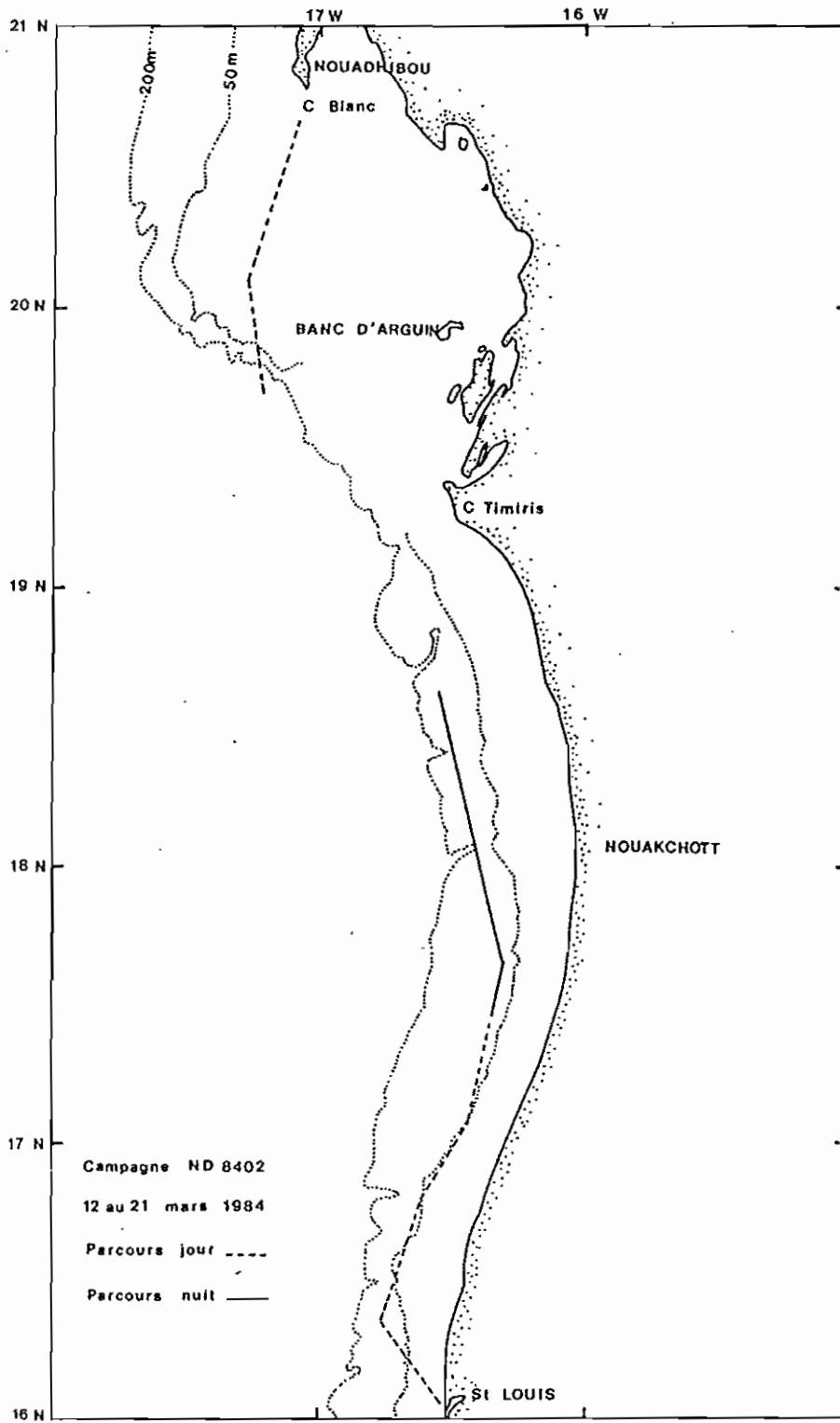


Figure 2 : Parcours préliminaire.

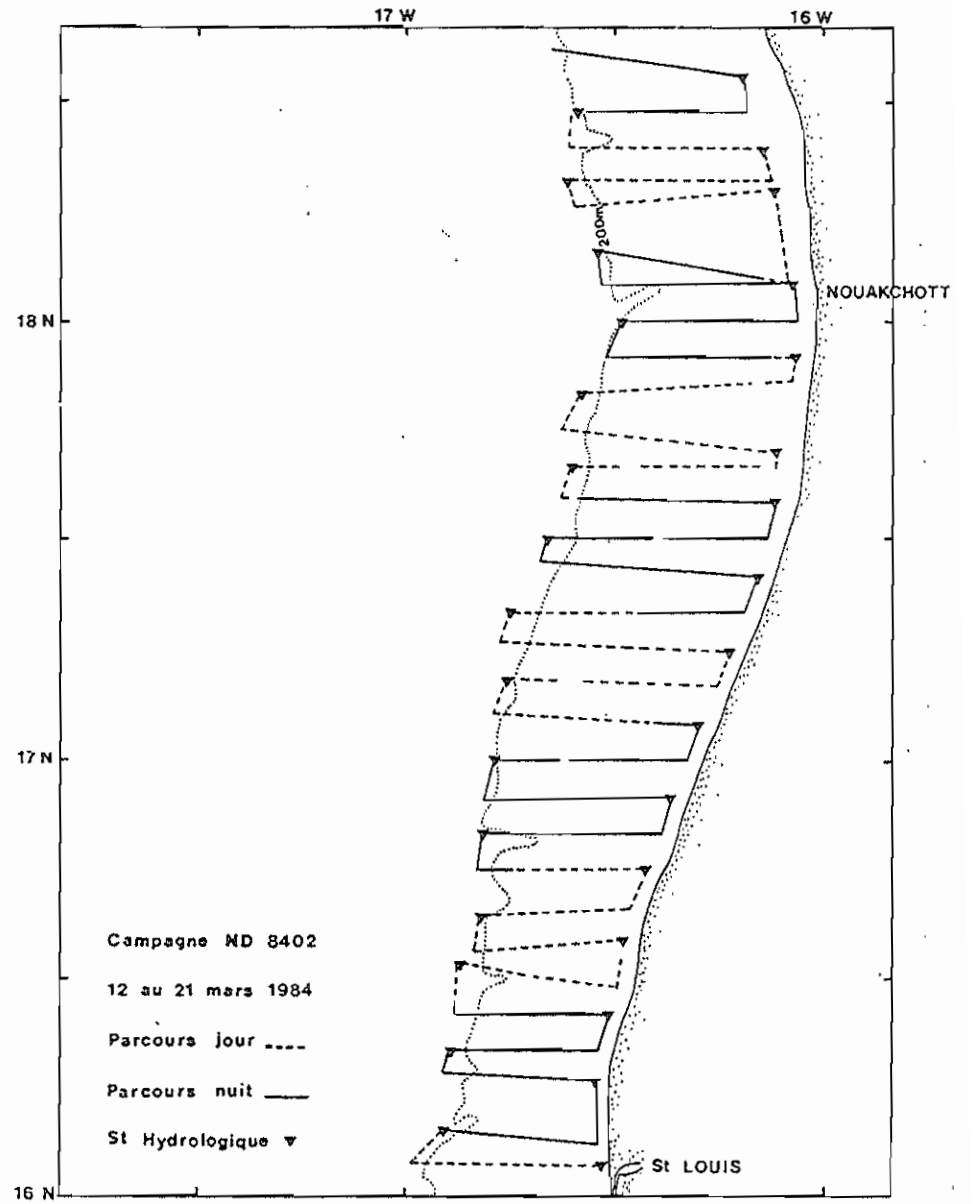
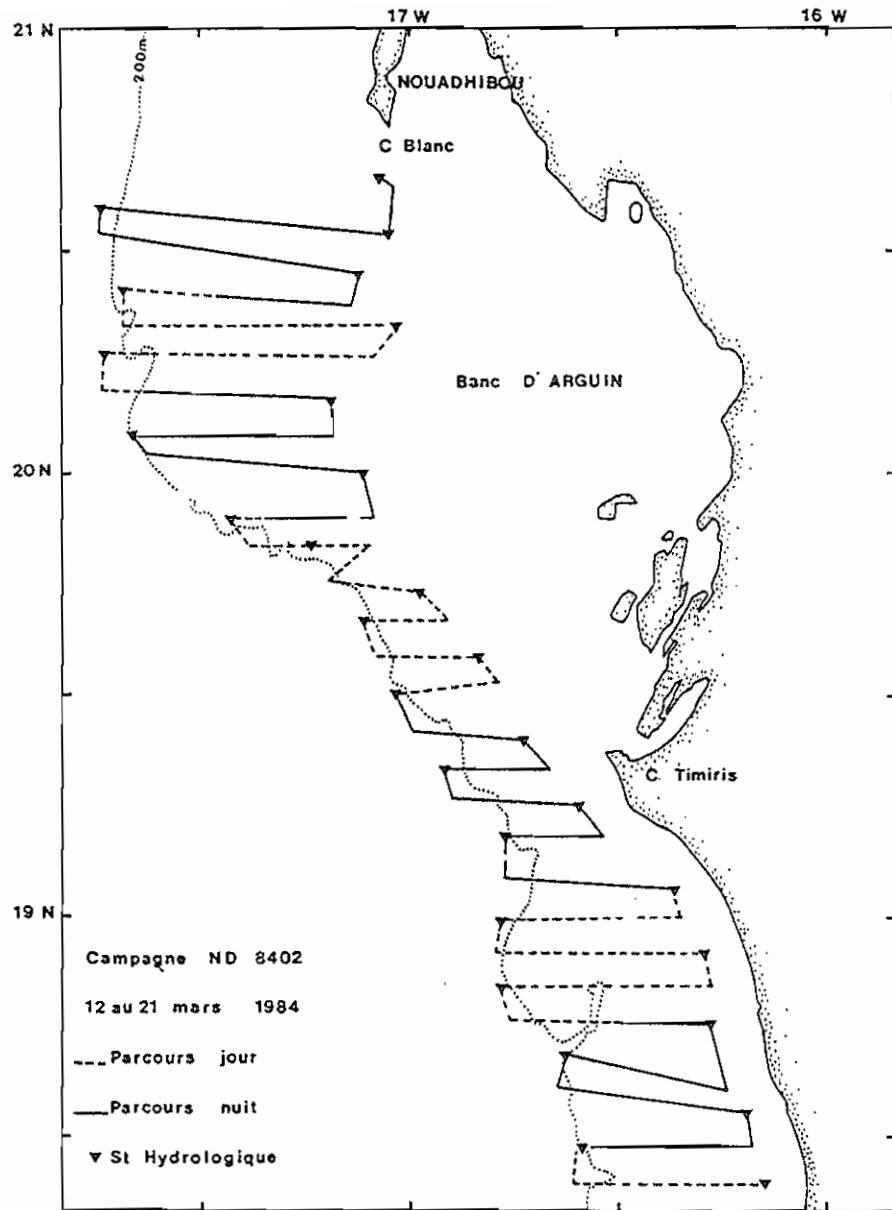


Figure 3 : Trajet et travaux effectués.

3 - RESULTATS

3.1. Conditions hydrologiques de surface (figures 4 et 5)

Les cartes de température et de salinité de surface montrent des structures typiques de saison froide. Les températures les plus élevées (supérieures à 19°C) ont été rencontrées essentiellement sur le rebord du plateau continental ou dans les zones peu profondes comme le long du flanc sud-ouest du banc d'Arguin ou à proximité de la côte au nord de Nouakchott. Par rapport à 1983 à la même période (campagne ND 83-02), les températures de surface sont dans l'ensemble plus élevées (d'environ 1° C) au nord du cap Timiris. Par contre au sud du cap Timiris les températures sont plus basses en 1984 avec notamment la présence entre Nouakchott et St Louis de trois grosses "bulles" d'eau froide (< 17° C)

Les salinités observées en sub-surface sont relativement élevées. Les cartes de salinité ne permettent pas de mettre en évidence de structures marquées. Dans l'ensemble les valeurs observées dans toute la région prospectée sont restées comprises entre 35,66 et 36,33 ‰ à l'exception cependant de deux secteurs déjà signalés pour les températures relativement élevées qui y ont été rencontrées et où les valeurs de salinité observées se sont montrées relativement élevées. Il s'agit du secteur peu profond situé sur le flanc sud-ouest du banc d'Arguin avec des salinités comprises entre 36,33 et 38‰ et de la zone côtière située au nord de Nouakchott (salinités comprises entre 36,33 et 37,66 ‰).

3.2. Caractéristiques électriques et acoustiques de l'ensemble sondeur-écho-intégrateur

L'ensemble des mesures électriques et acoustiques sur le sondeur et l'intégrateur d'échos a été effectué en rade de Nouadhibou dans les jours précédant le début de la campagne. Les résultats de toutes ces mesures, qui ont été effectuées selon un protocole identique à celui des campagnes précédentes, se trouvent récapitulés en annexe 1.

3.3. Estimation de l'index de réflexion moyen des poissons

Comme il n'a pas été effectué pour cette mission de mesures de l'index de réflexion sur des poissons nous avons repris pour cette mission les hypothèses faites lors des campagnes précédentes et utilisé pour les poissons un TS ("Target Strength" ou index de réflexion) moyen de -34 dB/kg.

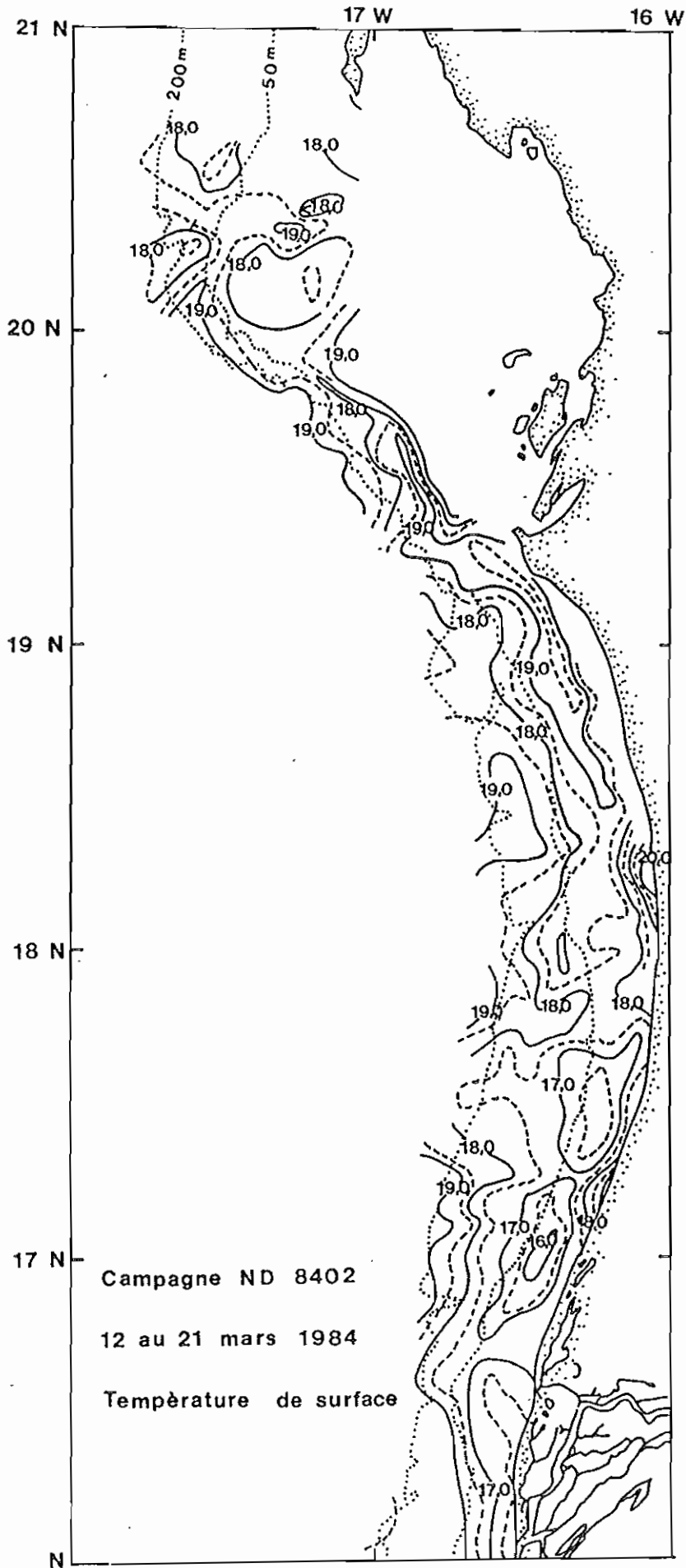


Figure 4 : Température de surface.

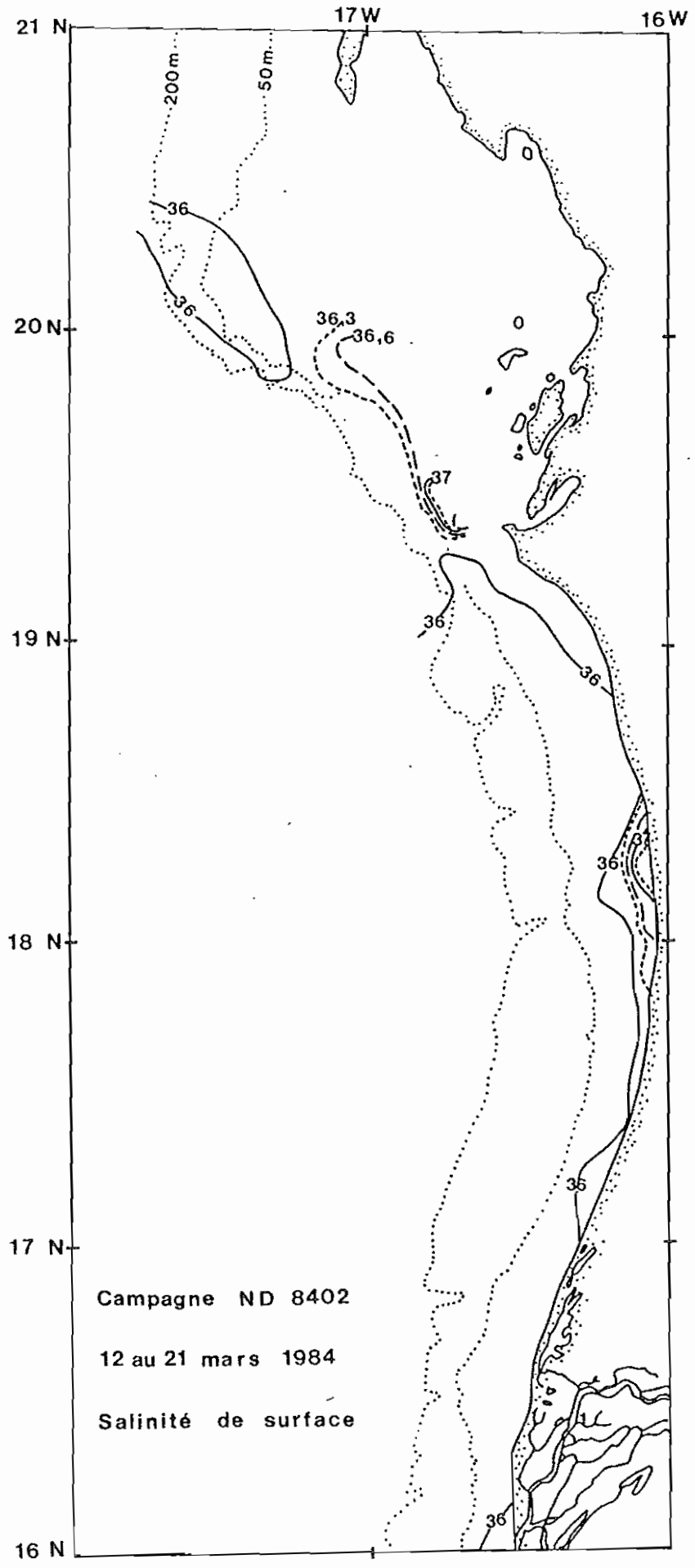


Figure 5 : Salinité de surface.

3.4. Détermination de la constante d'intégration

Le principe du calcul de la constante d'intégration est donné en annexe 3. Compte tenu des réglages standards utilisés pendant la campagne (annexe 2), des performances des instruments que nous avons mesurées et de la valeur de TS définie précédemment la constante d'intégration est alors égale à $C = 3,30 \cdot 10^{-2} \text{ g/m}^2$ ou t/km^2 . C'est cette valeur de la constante d'intégration qui a été introduite comme paramètre A de l'écho-intégrateur. Les résultats de l'intégration, si l'on se réfère à une unité de surface seront alors exprimés en g/m^2 ou en t/km^2 . Si l'on désire exprimer les résultats en tonnes/mille² il faudra alors multiplier les valeurs d'intégration par un facteur constant égal à 3,43.

3.5. Densités et biomasse

3.5.1. Répartition générale des densités

L'ensemble des valeurs d'intégration observées le long des radiales et inter-radiales est donné en annexe 4 à la fin de ce travail. On y trouvera sous forme de cartes élaborées sur table traçante HP 74.75 A les valeurs de densité de surface, exprimées en tonnes/mille², observées le long du trajet. Une différenciation jour-nuit y a été effectuée en faisant suivre les valeurs "nuit" par un tiret. Par convention le jour a été fixé pour cette campagne entre 7 heures et 19 heures. La figure 6 représente une cartographie des différentes détections rencontrées. On trouvera en annexe 5 une série d'échogrammes afin d'illustrer les propos qui vont suivre. Dans l'ensemble les densités moyennes observées au cours de cette campagne se sont montrées plus élevées que pour les missions précédentes.

+ Entre St Louis et le cap Timiris on constate l'existence de deux zones distinctes séparées à la latitude approximative de $17^{\circ} 50' \text{ N}$ - $17^{\circ} 55' \text{ N}$ par un secteur où les densités observées sont, en moyenne, restées très faibles. Dans la zone la plus sud on note la présence d'une concentration sur petits fonds tout le long de la côte. De nuit cette concentration se présente sous forme d'une couche plus ou moins dense de poissons dispersés (échogrammes 1 et 2) tandis que de jour on y observe de petits bancs denses (échogramme 3). Pour cette concentration on notera que dans l'ensemble les valeurs d'intégration sont plus élevées de jour et aussi que cette concentration apparaît plus côtière de jour que de nuit. Ces observations mettent en évidence la plus grande dispersion des poissons de nuit et suggèrent l'existence de migrations côte-large selon un rythme nyctéméral. Sur cette concentration vient se greffer un autre type de détec-

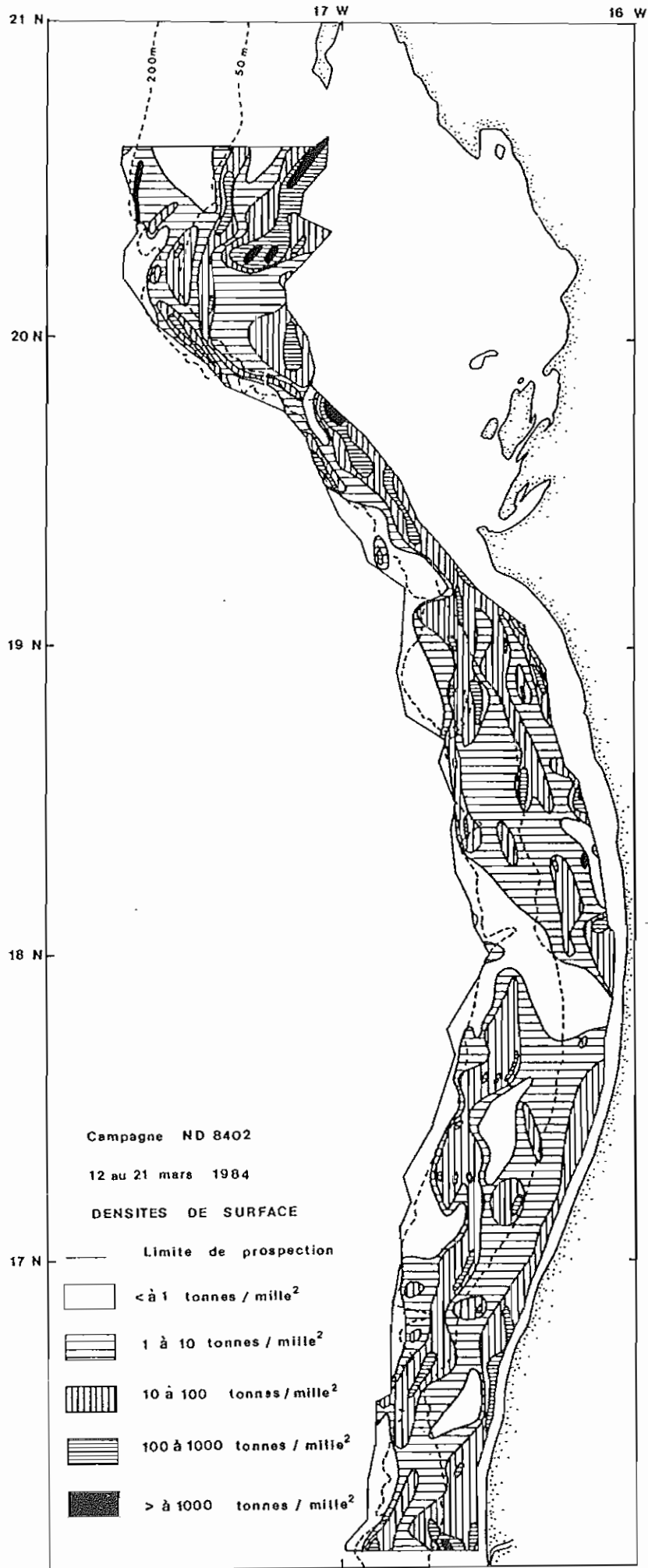


Fig. 6 : Densités de surface.

tion rencontré sur fonds de 30 à 40 mètres dans l'extrême sud de la zone prospectée. De jour on y observe de gros bancs pélagiques (échogramme 4) tandis que de nuit on note plutôt une structure en bancs diffus mélangés à du poisson dispersé (structure analogue à celle que l'on peut observer sur l'échogramme 2). Vers le large on voit apparaître principalement sur fonds de 60 à 100 mètres une deuxième zone de concentration. De jour les détections s'y présentent sous forme de petits paquets plus ou moins denses sur le fond, ou à tendance pélagique sur fonds plus importants (échogramme 5) tandis que de nuit les détections sont, plutôt sous forme pélagique, plus ou moins dispersées (échogramme 6). Plus au large, sur le rebord de la pente continentale des détections pélagiques, sous forme de bancs, on également été rencontrées par endroit, comme le montrent les échogrammes 7 (réalisé de nuit) et 8(jour) on notera également sur ces échogrammes la position de la couche diffusante en fonction de la période d'observation. Plus au nord, entre 17° 50 N et le cap Timiris il existe également des détections très côtières mais on ne voit plus apparaître de structures continues comme précédemment. A hauteur de Nouakchott, sur fond de 10 à 15 mètres on a pu détecter de nuit une couche très dense située à proximité de la surface (échogramme 9). De jour, dans la même zone les détections étaient constituées principalement de bancs pélagiques occupant toute la colonne d'eau (échogramme 10). Cet échogramme est a rapproché de l'échogramme 11 observé sur des fonds analogues par 18° 30' N. Bien que réalisé de nuit cet échogramme est très semblable à l'observation précédente, par contre elle diffère profondément de l'observation n° 9 réalisée de nuit. L'absence de chalutage de contrôle ne nous permet pas de savoir s'il s'agit d'espèces différentes, ou des mêmes espèces observées à différentes périodes d'un cycle nyctéméral. Par contre ces détections se présentent très différemment de celle rencontrées plus au nord entre 18° 45 et 19° N principalement de jour (échogramme 12).On y observe alors la présence de petits paquets denses collés sur le fond ou à proximité immédiate de celui-ci. Une deuxième zone de concentration, que l'on met principalement en évidence de nuit apparaît sur fonds de 30 à 50 mètres. De nuit les détections se présentent sous forme de poissons plus ou moins dispersés, ou de petits bancs occupant toute la colonne d'eau, mais avec des densités plus importantes près du fond (échogramme 13) tandis que de jour les détections rencontrées sont semblables à celles observées à l'échogramme 12. Vers le large, on retrouve une zone de concentration sur la pente du talus continental entre 18° 20 et 18° 40 N puis, plus au nord, sur fonds de 60 à 100 mètres et autour de la

fosse de 18° 45'. Les détections s'y présentent alors sous forme de petits paquets denses, principalement près du fond (échogramme 14), tandis que de nuit on y observe du poisson dispersé entre 20 et 40 mètres.

+ Entre 19° 10' N et 19° 45' N, au large du cap Timiris et le long du flanc sud-ouest du banc d'Arguin on observe tout d'abord une première zone de concentration sur fond de 15 à 30 mètres avec du poisson dispersé de nuit (échogramme 15) alors que de jour on note la présence de petits bancs denses collés au fond. Une deuxième zone de concentration, formée de gros bancs denses, pélagiques ou collés au fond existe ensuite sur fond de 30 à 60 mètres (échogrammes 16 et 17). Ce sont ces bancs qui sont responsables des fortes valeurs de densités observées entre 19° 30' et 19° 45' N.

+ Entre 19° 50' N et 20° 36' N, on note tout d'abord, sur fonds inférieurs à 30 mètres deux zones où les densités rencontrées se sont montrées très élevées. Tout d'abord, entre 19° 50' et 20° N, de nuit, les détections se sont présentées sous la forme d'une couche de poissons dispersés plus ou moins dense avec, dans les zones de fortes densités, la présence en plus de bancs pélagiques (échogramme 18); ensuite entre 20° 15' N et la limite nord de la zone prospectée, une zone très dense, se présentant de nuit sous forme d'une couche occupant par endroit toute la colonne d'eau (échogramme 19) et de jour sous forme de bancs pélagiques ou collés au fond (échogramme 20). On trouve ensuite dans tout ce secteur une zone de concentration sur fonds de 40 mètres aussi bien de jour (échogramme 21) que de nuit (échogramme 22). On retrouve ensuite des densités importantes sur le rebord du plateau continental avec la présence de gros bancs pélagiques (échogrammes 23 et 24) mais aussi démersaux (échogrammes 25).

3.5.2. Calcul des densités moyennes et des biomasses

3.5.2.1. Méthodes

Pour le calcul des densités moyennes et des biomasses nous avons utilisé pour cette campagne une méthode identique à celle employée pour les missions précédentes. Cette méthode ayant déjà été exposée dans le rapport de la campagne ND 83-02 (JOSSE et al. 1983) nous rappellerons simplement que le calcul des densités moyennes se fait par petits secteurs élémentaires ces secteurs étant définis selon un schéma de double stratification en fonction de deux critères :

- un critère géographique (latitude)
- un critère bathymétrique

Nous avons alors calculé pour chaque secteur élémentaire ainsi défini la densité moyenne en poisson, en effectuant tout simplement la moyenne des valeurs d'intégration. La constante d'intégration étant exprimée en tonnes/km², il est nécessaire, afin d'obtenir les résultats en tonnes/mille², de multiplier les densités moyennes par 3,43. L'estimation de la biomasse s'obtient alors en multipliant la densité moyenne calculée précédemment par la superficie du secteur considéré. Afin d'obtenir un indice d'abondance dans les secteurs côtiers qui n'ont pu être prospectés à cause des impératifs de navigation nous avons utilisé les valeurs d'intégration obtenues le long des inter-radiales côtières pour le calcul de la densité moyenne.

La superficie des différents secteurs utilisés pour le calcul des densités moyennes et des biomasses a été déterminée par planimétrie (tableau 1). Au nord du cap Timiris nous n'avons cependant pas pris en compte dans le calcul de la superficie des zones côtières non prospectées toute la région de la baie du Lévrier et du banc d'Arguin.

3.5.2.2. Résultats

Les estimations de densité (en tonnes/mille²) et de biomasse (en tonnes) obtenues pour l'ensemble de la région prospectée, ainsi que pour les régions côtières non échantillonnées sont résumées dans les tableaux 2 et 3. Pour chaque secteur élémentaire précédemment défini trois estimations de densité ont alors été effectuées, tout d'abord, en prenant en compte l'ensemble des valeurs d'intégration, puis en effectuant une différenciation jour-nuit.

Si l'on considère l'ensemble de la zone prospectée du plateau continental (à l'exclusion donc des secteurs profonds situés au-delà de l'isobathe des 200 mètres) la biomasse détectée a été évaluée à 435 000 tonnes, soit une densité moyenne de 69 t/mn², si l'on ne considère que les valeurs d'intégration observées de jour. A partir des valeurs "nuit" les estimations obtenues sont près de deux fois moins élevées. Pour une densité moyenne légèrement supérieure à 36 t/mn² la biomasse correspondante a été estimée à 229 000 tonnes. Si l'on effectue pas de différenciation jour-nuit et que l'on considère l'ensemble des valeurs d'intégration la biomasse estimée s'élève alors à 345 000 tonnes (ce qui correspond à une densité moyenne proche de 55 t/mn²).

Les estimations de densités effectuées, pour les secteurs côtiers non échantillonnées, à partir des valeurs d'intégration observées le long des inter-radiales côtières sont relativement élevées. Pour l'ensemble de la zone étudiée la densité moyenne y a été estimée à 111 t/mn² dans le cas

Tableau 1 : Superficie (en milles marins carrés) des différents secteurs
utilisés pour le calcul des biomasses

a) Zone prospectée du plateau continental

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	ZONES BATHYMETRIQUES					TOTAL
	100 à 200 m	75 à 100 m	50 à 75 m	30 à 50 m	< 30 m	
20°36'0 N à 19°47'5 N	128	110	215	468	414	1335
19°47'5 N à 19°17'5 N	76	52	56	45	76	305
19°17'5 N à 18°02'5 N	396	193	303	305	504	1701
18°02'5 N à 17°02'5 N	574	313	320	213	333	1753
17°02'5 N à 16°04'0 N	150	257	208	215	362	1192
TOTAL	1324	925	1102	1246	1689	6286

c) Secteurs prospectés situés au delà de l'isobathe des 200 mètres

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	SUPERFICIE
20°36'0N à 19°47'5N	168
19°47'5N à 19°17'5N	142
19°17'5N à 18°02'5N	177
18°02'5N à 17°02'5N	80
17°02'5N à 16°04'0N	157
Total	724

b) Zone côtière non prospectée

SECTEUR GEOGRAPHIQUE	SUPERFICIE
20°36'0N à 19°47'5N	156
19°47'5N à 19°17'5N	94
19°17'5N à 18°02'5N	449
18°02'5N à 17°02'5N	134
17°02'5N à 16°04'0N	108
TOTAL	941

Tableau 2 - Densités estimées (en tonnes de poissons par mille marin carré)

a) Zone prospectée du plateau continental

* Différenciation jour - nuit

SECTEURS GEOGRAPHIQUES		ZONES BATHYMETRIQUES					TOTAL
		100 à 200 m	75 à 100 m	50 à 75 m	30 à 50 m	< 30	
20°36'ON à 19°47'5N	nuit	126,39	21,51	5,42	29,19	216,77	92,22
	jour	21,09	10,91	27,40	127,56	176,81	106,88
19°47'5N à 19°17'5N	nuit	2,71	1,85	1,10	32,11	115,11	34,61
	jour	26,34	482,79	788,50	295,01	87,22	298,91
19°17'5N à 18°02'5N	nuit	8,64	4,66	15,78	26,79	47,06	24,10
	jour	16,53	33,85	9,81	30,11	120,42	50,52
18°02'5N à 17°02'5N	nuit	16,70	2,78	2,74	5,21	21,33	11,15
	jour	18,65	16,09	16,43	3,12	7,82	13,85
17°02'5N à 16°04'ON	nuit	16,09	14,13	23,94	24,04	51,17	29,13
	jour	68,46	38,69	103,20	92,26	81,08	76,23
TOTAL	nuit	24,02	8,50	10,77	23,72	87,53	36,42
	jour	24,34	51,69	72,36	82,39	102,12	69,19

* pas de différenciation jour - nuit

SECTEURS GEOGRAPHIQUES		ZONES BATHYMETRIQUES					TOTAL
		100 à 200 m	75 à 100 m	50 à 75 m	30 à 50 m	< 30	
20°36'ON à 19°47'5N		84,27	17,84	13,45	53,20	202,02	93,01
19°47'5N à 19°17'5N		21,61	395,36	649,52	199,41	104,64	247,54
19°17'5N à 18°02'5N		12,83	20,48	13,41	28,06	81,77	36,98
18°02'5N à 17°02'5N		17,84	10,60	9,71	4,36	15,64	13,01
17°02'5N à 16°04'ON		38,34	19,82	58,17	62,08	63,52	49,74
TOTAL		25,30	37,71	53,12	45,53	95,44	54,83

b) Zone côtière non prospectée.

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	JOUR	NUIT	J'OUR + NUIT
20°36'ON à 19°47'5N	64,96	373,38	321,97
19°47'5N à 19°17'5N	44,73	12,83	33,00
19°17'5N à 18°02'5N	17,77	134,49	73,06
18°02'5N à 17°02'5N	46,24	44,49	45,17
17°02'5N à 16°04'ON	274,56	47,54	117,37
TOTAL	61,81	139,14	111,44

c) Zone du large

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	JOUR	NUIT	JOUR + NUIT
20°36'ON à 19°47'5N	0,69	1,44	0,96
19°47'5N à 19°17'5N	3,40	0,62	2,13
19°17'5N à 18°02'5N	4,25	8,88	6,34
18°02'5N à 17°02'5N	1,13	13,31	4,18
17°02'5N à 16°04'ON	9,78	25,48	20,48
TOTAL	4,11	9,62	7,09

Tableau 3 - Biomasse estimée (en tonnes de poissons)

a) Zone prospectée du plateau continental

* différenciation jour-nuit

SECTEURS GEOGRAPHIQUES		ZONES BATHYMETRIQUES					TOTAL
		100 à 200 m	75 à 100 m	50 à 75 m	30 à 50 m	< 30	
20°36'0N à 19°47'5N	nuit	16178	2366	1165	13661	89743	123113
	jour	2700	1200	5891	59698	73199	142688
19°47'5N à 19°17'5N	nuit	206	96	62	1445	8748	10557
	jour	2002	25105	44156	13275	6629	91167
19°17'5N à 18°02'5N	nuit	3421	899	4781	8171	23718	40990
	jour	6546	6533	2972	9184	60692	85927
18°02'5N à 17°02'5N	nuit	9586	870	877	1110	7103	19546
	jour	10711	5036	5258	665	2604	24274
17°02'5N à 16°04'0N	nuit	2414	3631	4980	5169	18524	34718
	jour	10269	9943	21466	19836	29351	90865
TOTAL	nuit	31805	7862	11865	29556	147836	228924
	jour	32228	47817	79743	102658	172475	434921

* pas de différenciation jour-nuit

SECTEURS GEOGRAPHIQUES		ZONES BATHYMETRIQUES					TOTAL
		100 à 200 m	75 à 100 m	50 à 75 m	30 à 50 m	< 30	
20°36'0N & 19°47'5N		10787	1962	2892	24898	83636	124175
19°47'5N à 19°17'5N		1642	20559	36373	8973	7953	75500
19°17'5N à 18°02'5N		5081	3953	4063	8589	41212	62898
18°02'5N à 17°02'5N		10240	3318	3107	929	5208	22802
17°02'5N à 16°04'0N		5751	5094	12099	13347	22994	59285
TOTAL		33501	34886	58534	56736	161203	344660

b) Zone côtière non prospectée

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	JOUR	NUIT	JOUR + NUIT
20°36'0N à 19°47'5N	10134	58247	50227
19°47'5N à 19°17'5N	4205	1206	3102
19°17'5N à 18°02'5N	7979	60386	32804
18°02'5N à 17°02'5N	6196	5962	6053
17°02'5N à 16°04'0N	29652	5134	12676
TOTAL	58166	130935	104862

c) Secteurs prospectés situés au delà de l'isobathe des 200 mètres

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	JOUR	NUIT	JOUR + NUIT
20°36'0N à 19°47'5N	116	242	161
19°47'5N à 19°17'5N	483	88	302
19°17'5N à 18°02'5N	752	1572	1122
18°02'5N à 17°02'5N	90	1065	334
17°02'5N à 16°04'0N	1535	4000	3215
TOTAL	2976	6967	5134

où aucune différenciation jour-nuit n'est effectuée. Contrairement à ce que l'on a observé pour la partie prospectée du plateau continental, ce sont ici les valeurs "nuit" qui sont plus de deux fois supérieures aux valeurs "jour". En effet on a obtenu une densité moyenne de 139 t/mn^2 de nuit et de 62 t/mn^2 de jour. Ces valeurs peuvent être utilisées comme un indice relatif d'abondance pour les zones côtières non prospectées. Elles permettent de mettre en évidence la plus ou moins grande concentration des poissons à la côte ou sur petits fonds. Il est cependant difficile de les utiliser pour obtenir une estimation de la biomasse présente dans ces zones côtières non prospectées dans la mesure où il nous est pas possible de supposer que l'on a ainsi effectué un échantillonnage correct de ces zones.

Pour les secteurs profonds situés au-delà de l'isobathe des 200 mètres les densités observées sont dans l'ensemble restées très faibles. Pour des densités moyennes de l'ordre de 4 t/mn^2 de jour, 10 t/mn^2 de nuit et 7 t/mn^2 si l'on n'effectue pas de différenciation jour-nuit, les biomasses correspondantes s'élèvent respectivement à 3000, 7000 et 5000 tonnes.

Si l'on examine maintenant le rapport des valeurs "nuit" aux valeurs "jour" (tableau 4) on constate que, pour la partie prospectée du plateau continental ce rapport est globalement voisin de 0,5, ce qui signifie que les détections ont été deux fois plus importantes de jour que de nuit. Ce rapport est toujours inférieur à 1 si l'on considère de grands secteurs géographiques ou de grandes zones bathymétriques. Par contre, si l'on considère les petits secteurs élémentaires on note tout d'abord que les variations de ce rapport sont très importantes et d'autre part que ce rapport devient parfois supérieur à 1. C'est le cas notamment des secteurs situés entre 100 et 200 mètres au large du banc d'Arguin, au large du cap Timiris et du banc d'Arguin sur les fonds inférieurs à 30 mètres, ou encore des marais de Tombos à Nouakchott entre la côte et l'isobathe des 50 mètres. Pour les secteurs profonds situés au-delà de l'isobathe des 200 mètres ainsi que pour les zones côtières non prospectées le rapport valeurs "nuit"/valeurs "jour" est globalement supérieur à un.

Afin de prendre en compte les variations de ce rapport, variations qui dénotent en fait un comportement du poisson vis à vis du sondeur et de la zone prospectée qui varie selon les espèces, la période du jour ou de l'année, les secteurs, nous ne retiendrons pour l'estimation de la biomasse totale présente dans la région étudiée que les valeurs de densité les plus élevées dans chaque strate élémentaire (tableau 5).

Tableau 4 - Rapport des valeurs " nuit " aux valeurs " jour "

a) Zone prospectée du plateau continental

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	ZONES BATHYMETRIQUES					TOTAL
	100 à 200 m	75 à 100 m	50 à 75 m	30 à 50 m	< 30	
20°36'0N à 19°47'5N	5,99	1,97	0,20	0,23	1,23	0,86
19°47'5N à 19°17'5N	0,10	0,004	0,001	0,11	1,32	0,12
19°17'5N à 18°02'5N	0,52	0,14	1,61	0,89	0,39	0,48
18°02'5N à 17°02'5N	0,90	0,17	0,17	1,67	2,73	0,81
17°02'5N à 16°04'0N	0,23	0,37	0,23	0,26	0,63	0,38
TOTAL	0,99	0,16	0,15	0,29	0,86	0,53

b) Zone côtière non prospectée

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	RAPPORT
20°36'0N à 19°47'5N	5,75
19°47'5N à 19°17'5N	0,29
19°17'5N à 18°02'5N	7,57
18°02'5N à 17°02'5N	0,96
17°02'5N à 16°04'0N	0,17
TOTAL	2,25

c) Secteurs prospectés situés au delà de l'isobathe des 200 mètres

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	RAPPORT
20°36'0N à 19°47'5N	2,1
19°47'5N à 19°17'5N	0,18
19°17'5N à 18°02'5N	2,09
18°02'5N à 17°02'5N	11,76
17°02'5N à 16°04'0N	2,61
TOTAL	2,34

Tableau 4 - Estimation des biomasses présentes (en tonnes) et des densités observées (en tonnes par mille²) sur le plateau continental mauritanien au cours de la campagne ND 8402 (combinaison des estimations jour et nuit)

a) Secteurs prospectés du plateau continental

SECTEURS GEOGRAPHIQUES		ZONES BATHYMETRIQUES					TOTAL
		100 à 200 m	75 à 100 m	50 à 75 m	30 à 50 m	< 30	
20°36'0N à 19°47'5N	dens biom	126,39 16178	21,51 2366	27,40 5891	127,56 59698	216,77 89743	130,24 173876
19°47'5N à 19°17'5N	dens biom	26,34 2002	482,79 25105	788,50 44156	295,01 13275	115,11 8748	305,86 93286
19°17'5N à 18°02'5N	dens biom	16,53 6546	33,85 6533	15,78 4781	30,11 9184	102,42 60692	51,58 87736
18°02'5N à 17°02'5N	dens biom	18,66 10711	16,09 5036	16,43 5258	5,21 1110	21,33 7103	16,67 29218
17°02'5N à 16°04'0N	dens biom	68,46 10269	38,69 9943	103,20 21466	92,26 19836	81,08 29351	76,23 90865
TOTAL	dens biom	34,52 45706	52,95 48983	74,00 81552	82,75 103103	115,83 195637	75,56 474981

c) Secteurs prospectés situés au delà de l'isobathe des 200 mètres

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	DENS	BIOM
20°36'0N à 19°47'5N	1,44	242
19°47'5N à 19°17'5N	3,40	482
19°17'5N à 18°02'5N	8,88	1572
18°02'5N à 17°02'5N	13,31	1065
17°02'5N à 16°04'0N	25,48	4000
TOTAL	10,17	7362

b) Zone côtière non prospectée

SECTEURS GEOGRAPHIQUES	DENS	BIOM
20°36'0N à 19°47'5N	373,38	58247
19°47'5N à 19°17'5N	44,73	4205
19°17'5N à 18°02'5N	134,49	60386
18°02'5N à 17°02'5N	46,24	6196
17°02'5N à 16°04'0N	274,56	29652
TOTAL	168,64	158686

La biomasse présente sur la partie prospectée du plateau continental est alors estimée à 475 000 tonnes ce qui correspond à une densité moyenne de $75,6 \text{ t/mn}^2$. L'examen de la répartition de cette biomasse par grandes régions géographiques permet de constater tout d'abord que plus de la moitié de la biomasse totale (56 % environ) a été détectée au nord du cap Timiris, entre $19^\circ 17'5 \text{ N}$ et $20^\circ 36' \text{ N}$, soit sur 26 % de la superficie totale prospectée. A l'inverse toute la zone comprise entre $17^\circ 02'5 \text{ N}$ et $19^\circ 17'5 \text{ N}$ qui représente 55 % de la superficie prospectée ne renferme que 25 % de la biomasse dont la moitié rien que dans le secteur côtier situé au nord de Nouakchott. Si l'on examine maintenant la répartition des densités par grands secteurs bathymétriques on constate une diminution progressive des densités avec la profondeur. Plus de 41 % de la biomasse totale détectée a été localisée sur les fonds inférieurs à 30 mètres soit sur 26 % de la surface prospectée. Pour l'ensemble des secteurs situés sur des fonds inférieurs à 50 mètres on obtient alors 63 % de la biomasse totale sur 47 % de la superficie totale.

Pour la région prospectée située au-delà de l'isobathe des 200 mètres l'estimation de la biomasse totale est peu élevée : 7400 tonnes environ ce qui correspond à une densité moyenne de l'ordre de 10 t/mn^2 . Cette biomasse est très inégalement répartie et l'on peut constater une augmentation progressive des densités du nord vers le sud de la zone.

L'estimation de densité effectuée, pour les zones côtières non prospectées, à partir des valeurs observées le long des inter-radiales côtières est très élevée (de l'ordre de 169 t/mn^2) avec 3 secteurs particulièrement denses : le long du flanc ouest du banc d'Arguin, entre Nouakchott et le cap Timiris, et au large des marais de Toumbos. Il est difficile cependant de convertir ces valeurs de densités en biomasse pour les raisons que nous avons exposées précédemment et nous préférons les utiliser uniquement comme indices de concentration des poissons dans les secteurs côtiers ou sur petits fonds.

3.6. Discussions

L'estimation de 475 000 tonnes de poissons présents sur la partie prospectée du plateau continental doit être considérée comme un indice relatif de l'abondance en poissons dans la mesure où l'estimation de l'index de réflexion moyen des poissons, qui permet la conversion des résultats de l'intégration en densités en poisson, est encore imprécise. D'autre part nous utilisons pour nos campagnes qu'un seul index de réflexion. Or celui-ci varie à la fois en fonction de l'espèce de poisson détecté, et de sa taille.

Dans la mesure où les incertitudes qui pèsent sur l'estimation de l'index de réflexion peuvent être levées les estimations ainsi effectuées ne peuvent encore être considérées comme une biomasse absolue, mais comme un indice relatif minimal de l'abondance présente à un moment donné pour la zone étudiée. En effet plusieurs points restent encore à éclaircir :

- La couverture de la zone étudiée n'est pas complète. En effet les équipements actuellement utilisés ne permettent pas d'échantillonner la colonne d'eau dans sa totalité, en particulier dans les premiers mètres sous la surface (du fait de la position de la base sous la surface d'une part et du non fonctionnement de la fonction "TVG" dans les premiers mètres d'autre part) et à proximité immédiate du fond (il existe en effet une zone d'ombre au niveau du fond plus ou moins importante selon les caractéristiques et les réglages des instruments utilisés). Or, comme on a pu le voir sur certains échogrammes, les détections sont parfois très proches de la surface (échogramme 9 par exemple) ou collées au fond (échogramme 12). D'autre part, du fait des impératifs de navigation certaines zones ne peuvent être prospectées. C'est le cas principalement des zones de haut-fonds ou de la frange très côtières. Comme nous l'a montré l'examen des valeurs d'intégration recueillies le long des inter-radiales côtières, il peut exister des concentrations importantes sur petits fonds, concentrations qui ne sont pas prises en compte dans nos évaluations.

- Le comportement du poisson à l'approche du bateau est mal connu. En particulier il peut exister des comportements de fuite à proximité du navire entraînant une sous estimation de nos résultats.

Compte tenu de toutes ces remarques nous considérerons donc l'estimation de 475000 tonnes comme un indice minimal de l'abondance en poisson sur le plateau continental mauritanien pendant la campagne. Si l'on compare nos résultats avec ceux obtenus au Sénégal pendant la même période (LEVENEZ et al, 1984) on constate que les estimations de densités sont très proches. Pour le plateau continental sénégal-gambien la densité moyenne a été estimée à $69,5 \text{ t/mn}^2$ à partir des seules valeurs nuit. Ce chiffre est à rapprocher des $75,6 \text{ t/mn}^2$ obtenues à partir de la combinaison des estimations jour-nuit ou des $69,2 \text{ t/mn}^2$ obtenues à partir des seules valeurs "jour".

Le tableau suivant permet de comparer les résultats de 3 campagnes réalisées en saison froide, dans des conditions à peu près identiques ; sur le plateau continental mauritanien

- La campagne Echostar 1 du N/O Capricorne en février 1980,
- La campagne ND 83-02 du N/O N'DIAGO en mars 1983,
- La campagne ND 84-02 du N/O N'DIAGO

	février 1980	mars 1983	mars 1984
Biomasse détectée (T)	880 000	183 000	475 000
Surface prospectées (mn ²)	6.211	5 905	6 286
Densité (T/mn ²)	141,7	30,9	75,6

Nous n'avons considéré ici que la biomasse détectée dans la partie prospectée du plateau continental. Si les densités observées en mars 1984 sont supérieures à celles obtenues en mars 1983, elles restent cependant très inférieures au niveau de 1980.

L'évolution des densités que l'on peut ainsi observer n'est pas uniforme sur tout le plateau continental. Les résultats obtenus pour les secteurs situés entre l'isobathe des 50 mètres et celui des 200 mètres sont résumés dans le tableau suivant :

	février 1980	mars 1983	mars 1984
Biomasse détectée (T)	476 000	37 000	176 000
% de la biomasse totale	54,1	20,2	37,1
surface prospectée (mn ²)	3476	3262	3351
densité (T/mn ²)	137,0	11,3	52,6

Ce tableau permet de constater que les variations de densités et de biomasse que l'on peut observer pour l'ensemble du plateau continental mauritanien sont beaucoup plus marquées sur la partie profonde de ce plateau. Or celle-ci correspond en gros à la zone d'activité des super-chalutiers pélagiques qui opèrent dans les eaux mauritaniennes, et si l'on examine l'effort de pêche de ces bateaux on peut constater qu'il est devenu très important de juin 1982 à décembre 1983. Par contre pendant le premier trimestre 1984 la plupart des bateaux ont cessé momentanément leurs activités de pêche. D'autre part, en février 1980 dans ces secteurs les principales détections avaient été identifiées comme étant composées essentiellement de Trachurus trachurus et Trachurus trecae. Ces espèces constituent en fait les cibles principales des chalutiers pélagiques en Mauritanie.

4) CONCLUSION

Si l'évolution des densités et des biomasses observée ces quatre dernières années peut être mise en relation avec l'effort de pêche appliqué aux stocks pélagiques qui fréquentent le plateau continental mauritanien il n'est pas possible, en l'état actuel de nos connaissances sur ces stocks d'affirmer que ce facteur soit le seul responsable de la forte diminution des densités observées ces 2 dernières années. Il faudrait pouvoir prendre en compte les variations des conditions hydro-climatiques, et plus particulièrement leur influence sur le niveau de recrutement dans la pêche-rie.

L'absence de moyen d'échantillonnage pendant cette campagne ne nous a pas permis d'identifier les principales concentrations détectées et d'aborder la répartition de la biomasse espèce par espèce. Cependant, compte tenu des observations faites en février 1980, et de l'étude des rendements de la pêche industrielle en mauritanie (JOSSE et DOMALAIN, 1983), il est permis de penser que les stocks de chinchards noirs qui fréquentent, principalement en saison froide, la partie profonde du plateau continental mauritanien ont été particulièrement affectés par cette chute des densités.

BIBLIOGRAPHIE

=====

- BODHOLT H., BREDE R. et NIELSEN R.L., 1979 - Calibration of hydro-acoustic instruments - SIMRAD Info : File HORTEN/OSLO Report H 172 79.09
19 : 92 p.
- BURCZYNSKI J., 1979 - Introduction to the use of sonar systems for estimating fish biomass. FAO Fish. Tech. Pap., (191) : 89 p.
- CNEXO/COB, 1982 - AGENOR. Système d'écho-intégration numérique Doc. Dactyl.
21 p.
- FORBES, S.T. et NAKKEN O., 1972 - Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part. 2. The use of acoustic instruments for fish detection and abundance estimation.
- FOOTE K.G., 1980 - Averaging of fish target strength functions. J. Acoust. Soc. Am./67 (2), Feb 1980 : pp. 504-515.
- JOSSE E. et SEVELLEC J., 1984 - Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques de la région du plateau et du talus continental de la Z.E.E. mauritanienne. Campagne ND 83-09. 16 au 25 octobre 1983. Bull. Centr. Nat. Rech. Océanogr. et Pêches, Nouadhibou, Rép. Islam. Mauritanie. 12 (1) : 67-106
- JOSSE E. et DOMALAIN G., 1983 - Captures et P.U.E. des flottilles pélagiques dans la Z.E.E. Mauritanienne en 1981 et 1982. Centr. Nat. Rech. Océanogr. et Pêches. Arch. n° 8 69 p
- JOSSE E., SEVELLEC J. et BA I., 1983 - Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques du plateau continental mauritanien. Bull. Centre Nat. Rech. Océanogr. et Pêches Nouadhibou, Rép. Islam, Mauritanie 11 (1) : 89 - 142.
- JOSSE E., SEVELLEC J., BA I. et GAUDECHOUX J.P., 1984 - Evaluation acoustique des ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques du plateau continental mauritanien. Campagne ND-83-06 19 juin au 2 juillet 1983. Bull. Centr. Nat. Rech. Océanogr. et Pêches, Nouadhibou, Rép. Islam. Mauritanie 12(1) : 31,66
- LEVENEZ J.J., SAMB B. et CAMARENA T., 1984 - Résultats de la campagne ECHOSA du Laurent Amaro. Prospection des stocks pélagiques côtiers le long des côtes du Sénégal et de la Gambie en saison froide du 6 au 10 mars 1983. Centr. Rech. Océanogra. Dakar-Thiaroye. Doc. dactyl. 47 p.
- 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. Centr. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye Arch. n° 114 : 106 p.
- PERSON R., MARCHAL E., TERRE T. et BERTHE J., 1982 - Système d'écho-intégration numérique pour l'évaluation des stocks "AGENOR". Symposium sur les Techniques Acoustiques Appliquées à la Pêche Bergen, Norvège 21 au 24 juin 1982 comm. n° 17, 10 p.
- SIMRAD 1980 - SIMRAD EK 400 Scientific Sounder - Instruction manual SIMRAD / Fishery Division Publ. N° P 1308 E
- URICK R.J., 1975 - Principles of underwater sound - Second Edition Mc Graw Hill, Inc - ed. 384.

A N N E X E 1

Contrôle des performances des instruments
acoustiques

Campagne ND 84 - 02

1) Conditions

Le contrôle des performances des instruments hydro - acoustiques a été effectué les 7 et 8 mars 1984 en rade de Nouadhibou . Les mesures à l'hydrophone et avec une cible de référence ont été effectuées le 11 mars dans la baie de Cansado sur fond de 10 mètres.

2) Echo - sondeur EK 400 - Fréquence 38 kHz

2.1 - Isolement de la base

Transducteur	faisceau étroit	faisceau large
Résistance d'isolement (Mohms)	∞	∞

2.2 - Impédance de la base

Transducteur	faisceau étroit		faisceau large	
	f (Hz)	z (ohm)	f (Hz)	z (ohm)
z ₃ , f ₃	38021	60	38010	66

2.3 - Fréquence d'émission

Fréquence nominale	Fréquence mesurée
35000 Hz	38009 Hz

2.4 - Durée du pulse

Durée nominale (ms)	0,6	1	3	10
Durée mesurée (ms)	0,6	0,98	3,05	9,4

2.5 - Fréquence de synchronisation

Echelle	Fréquence de récurrence (ms)	Nombre d'impulsions par minute
0 - 50 m	240	250
0 - 100 m	480	125
0 - 150 m	720	83,33
0 - 200 m	960	62,50
0 - 250 m	1200	50
0 - 300 m	1440	41,66
0 - 500 m	2400	25
0 - 600 m	2875	20,85
0 - 1000 m	4800	11,50

2.6 - Puissance d'émission

$$P = \frac{U^2}{8R}$$

Résistance équivalente R = 60 ohms

0,6 ms	Transducteur	étroit		large	
		low	high	low	high
	Puissance				
	Tension mesurée (Vpp)	350	820	347,5	825
	Puissance (W)	255,2	1400,8	251,6	1417,9

1 ms	Transducteur	étroit		large	
		low	high	low	high
	Puissance				
	Tension mesurée (Vpp)	350	825	347,5	815
	Puissance (W)	255,2	1417,9	251,6	1383,8

3 ms	Transducteur	étroit		large	
		low	high	low	high
	Puissance				
	Tension mesurée (Vpp)	342,5	805	345	810
	Puissance (W)	244,4	1350	247,9	1366,8

10 ms	Transducteur	étroit		large	
		low	high	low	high
	Puissance				
	Tension mesurée (Vpp)	327,5	765	342,5	765
	Puissance (W)	223,4	1219,2	244,4	1219,2

2. 7 - Puissance transmise au transducteur

$$P = \frac{U^2}{8Z_3}$$

Z₃: impédance de la base

faisceau étroit : Z₃ = 60 ohms

faisceau large : Z₃ = 66 ohms

0,6 ms	Transducteur	étroit		large	
		low	high	low	high
	Puissance				
	Tension mesurée (Vpp)	305	680	285	*
	Puissance (W)	193,8	963	153,8	*

1 ms	Transducteur	étroit		large	
		low	high	low	high
	Puissance				
	Tension mesurée (Vpp)	300	670	282,5	*
	Puissance (W)	187,5	935,2	151,2	*

3 ms	Transducteur	étroit		large	
		low	high	low	high
	Puissance				
	Tension mesurée (Vpp)	295	650	280	*
	Puissance (W)	181,3	880,2	142,5	*

10 ms	Transducteur	étroit		large	
		low	high	low	high
	Puissance				
	Tension mesurée (Vpp)	280	630	267,5	*
	Puissance (W)	163,3	826,9	135,5	*

2. 8 - Gain à la réception

mesures effectuées sur la sortie 20 Log R

	0	-10	-20	-30
Gain (dB)	0	-10	-20	-30
U entrée (mV)	66	66	104	135
U sortie (V)	25,50	7,90	3,95	1,6
Gain (dB)	51,74	41,56	31,59	21,46
Gain pré-ampli (dB)	39,45	39,45	39,45	39,45
Gain total (dB)	91,10	81,01	71,04	60,91

2. 9 - Gain variable avec le temps

2 - 9 - 1 sortie 20 Log R

Courbe théorique : $2TL = 20 \text{ Log} R + 2\alpha R$

$\alpha = 0,0080 \text{ dB/m}$

+ mesures

t (ms)	R (m)	Vpp Transd. 6 (mV)	Vpp Transd.5 (mV)	Att dB
4	3	540		54,63
6	4,5	760		51,66
8	6	1050		48,85
10	7,5	1320		46,86
15	11,25	2025		43,15
20	15	2650		40,81
25	18,75	3450		38,52
30	22,5	4100		37,02
40	30	5500		34,47
50	37,5	6900		32,50
60	45	8600		30,58
80	60	11800		27,84
100	75	14900	(140)	25,81
150	112,5	24250	225	21,58
200	150		315	18,66
250	187,5		410	16,37
300	225		525	14,22
400	300		820	10,35
500	375		1170	7,26
600	450		1600	4,54
740	555		2700	0

Début d'action de la " TVG " = 3 m

Fin d'action de la " TVG " = 555 m

Fin d'action théorique = 581 m

+ Correction de la fonction " TVG "

$$k = \text{Antilog} \left\{ \frac{1}{10} \left[(20 \text{ Log} R + 2 R) - f (\text{TVG}) \right] \right\}$$

pas de correction de " TVG ".

2 - 9 - 2 Sortie 40 Log R

+ Courbe théorique : $2 TL = 40 \text{ Log} R + 2\alpha R$

$\alpha = 0,0080 \text{ dB/m}$

+ Mesures

t (ms)	R (m)	Vpp Transd.6 (mV)	Vpp Transd.5 (mV)	Att. dB
4,5	3,5	100		79,31
6	4,5	170		74,7
8	6	325		69,07
10	7,5	520		64,99
15	11,25	1250		57,37
20	15	2250		52,27
25	18,75	3525		48,37
30	22,50	5100		45,16
40	30	9500		39,75
50	37,5	14500	(138)	35,69
60	45	22000	200	32,46
80	60		360	27,36
100	75		585	23,14
150	112,5		1380	15,67
200	150		2650	10,02
250	187,5		4500	5,42
300	225		6800	1,84
312,5	234,4		8500	0

Début d'action de la " TVG " = 3,5 m

Fin d'action de la " TVG " = 234,4 m

Fin théorique d'action de la " TVG " = 241 m

+ Correction de la fonction TVG

$$k = \text{Antilog} \left\{ \frac{1}{10} \left[(40 \text{ Log} R + 2\alpha R) - f (\text{TVG}) \right] \right\}$$

2. 10 - Mesure de SL au moyen d'un hydrophone de référence

$SL = U \text{ dB} - (M + d) + 20 \text{ Log ct}$
hydrophone situé à 6 mètres de la base
fond à 8,5 m

Transducteur	Faisceau étroit		Faisceau large	
Puissance	low	high	low	high
Upp (V)	2,2	4,5	1,42	-
UdB=20 Log $\frac{Upp}{2V^2}$	- 2,18'	4,03	- 5,96	-
M + d (dB)	-107,2	-107,2	-107,2	-107,2
t (ms)	4	4	4	-
20 Log ct (dB)	15,56	15,56	15,56	-
SL (dB)	120,58	126,79	116,8	-
SL théor (dB)	118,37	125,34	113,17	- (à 0,60 ms)

Calcul de SL théorique à partir des performances électriques du
sondeur : $SL = Sp + 10 \text{ Log P}$ $Sp = \text{"Transmitting power Response"}$

2. 11- Mesure de VR au moyen d'un hydrophone de référence

$$VR = 20 \text{ Log } \frac{U \text{ out}}{U \text{ hydr.}} - G - S + 20 \text{ Log ct}$$

2. 11. 1 - faisceau étroit

Gain	0	-10	-20	-30	
G	0	-10,18	-20,15	-30,28	dB
U out (V)	6,05	3,6	3,5	0,63	Vpp
U hydr (V)	0,635	1,28	3,725	2,1	Vpp
20 Log $\frac{Uout}{Uhydr}$	19,58	9,45	-0,54	-10,25	dB// 1 Vrms
S	27,1	27,1	27,1	27,1	dB// 1 μ bar par V réf 1.m
20 Log ct	15,56	15,56	15,56	15,56	dB
VR	8,04	8,09	8,07	8,28	dB// 1V par μ bar
VR théor.	18,09	18,09	18,09	18,09	dB// 1V par μ bar

Calcul de VR Théorique à partir des performances électriques

du sondeur

$$VR = G_T + \text{" Mv "}$$

G_T : Gain total

Mv : "Receiving Voltage Response"

2. 11. 2 - Faisceau large

Gain	0	-10	-20	-30	
G	0	-10,18	-20,15	-30,28	dB
U out	13,2	6,2	1,42	0,450	Vpp
U hydr	1,95	3,0	2,125	2,125	Vpp
20 Log $\frac{Uout}{Uhydr.}$	16,61	6,31	-3,50	-13,48	dB// 1 Vrms
S	27,1	27,1	27,1	27,1	dB// 1 μ bar par V réf 1 m
20 Log ct	15,56	15,56	15,56	15,56	dB
VR	5,07	4,95	5,11	5,25	dB// 1 V par μ bar
VR théor.	8,49	8,49	8,49	8,49	dB// 1 V par μ bar

2. 12 - Mesure de SL + VR à l'aide d'une cible de référence

Cible utilisée : boule sphérique en cuivre ayant une TS de
- 33,60 dB à 19° = C
Cible située à R = 4,35 m de la base

2. 12. 1 - Mesures effectuées sur la sortie 40 Log R

$$SL + VR = - TS + UdB + 40 \text{ Log } R_0 + 2 \alpha R_0 - G$$

R_0 : profondeur maximum d'action de la TVG = 241 m

$$\alpha = 0,0080 \text{ dB/ m}$$

dans ces conditions. $SL + VR = UdB + 132,74 - G$

Transducteur étroit - Puissance high

Gain	0	-10	-20	-30
G (dB)	0	-10,18	-20,15	-30,28
U pp (V)	3,1	0,92	0,4	0,126
UdB=20Log $\frac{U_{pp}}{2V_2}$	0,80	-9,76	-16,99	-27,02
SL + VR (dB)	133,54	133,16	135,90	136,00

Transducteur étroit - Puissance low

Gain	0	-10	-20	-30*
G (dB)	0	-10,18	-20,15	-30,28
U pp (V)	1,26	0,49	0,2	0,067
UdB=20 Log $\frac{U_{pp}}{2V_2}$	-7,02	-15,22	-23,01	-32,59
SL + VR (dB)	125,72	127,69	129,88	130,51

Transducteur large - Puissance low

Gain	0	-10	-20	-30
G (dB)	0	-10,18	-20,15	-30,28
U pp (V)	0,56	0,23	0,086	--
UdB=20 Log $\frac{U_{pp}}{2V_2}$	-14,67	-21,80	-30,34	--
SL + VR (dB)	118,67	121,12	122,55	--

Transducteur étroit - Puissance high

Gain	0	-10	-20	-30
G (dB)	0	-10,18	-20,15	-30,28
U pp (V)	23	10,2	4,1	1,26
U dB	18,20	11,14	3,22	-7,02
SL + VR	129,25	132,27	134,32	134,20

Transducteur étroit - Puissance low

Gain	0	-10	-20	-30
G (dB)	0	-10,18	-20,15	-30,28
U pp (V)	13,4	5,4	1,8	0,58
U dB	13,51	5,61	-3,93	-13,76
SL + VR	124,46	126,75	127,17	127,47

Transducteur étroit - Puissance low

Gain	0	-10	-20	-30
G (dB)	0	-10,18	-20,15	-30,28
V pp V	6,8	2,35	0,74	0,25
U dB	7,62	-1,61	-11,64	-21,07
SL + VR	118,57	119,52	119,45	120,16

2. 12. 2 - Mesures effectuées sur la sortie 20 Log R

$$SL + VR = -TS + UdB + (20 \text{ Log } R_0 + 2\alpha R_0) + 20 \text{ Log } R_m - G$$

R: distance de la cible à la base : 4,35 m

Dans ces conditions $SL + VR = UdB + 110,95 - G$

2. 13 - Bande passante

Bande passante EK 400 à 3,3 kHz

Transducteur	Faisceau étroit	Faisceau large
f1 pt - 3 dB sup	39285 Hz	Hz
f2 pt - 3 dB inf	36535 Hz	Hz
Bande passante	2750 Hz	Hz
Centre fréquence	37910 Hz	Hz
$\frac{f1 - f2}{2}$		

3 - Echo - intégrateur " AGENOR "

3. 1 - Contrôle du gain de l'écho - intégrateur

Gain nominal (dB)	U entrée (V)	U sortie (V)	Gain (dB)
- 12 + 0 = - 12	1,4	0,305	- 13,23
- 12 + 3 = - 9	1,4	0,420	- 10,45
- 12 + 6 = - 6	1,4	0,590	- 7,51
- 12 + 9 = - 3	1,4	0,820	- 4,65
- 6 + 0 = - 6	1,38	0,545	- 8,07
- 6 + 3 = - 3	1,38	0,760	- 5,18
- 6 + 6 = 0	1,38	1,080	- 2,13
- 6 + 9 = + 3	1,38	1,500	0,79
0 + 0 = 0	1,38	1,38	0
0 + 3 = + 3	1,38	1,925	2,89
0 + 6 = + 6	1,38	2,725	5,91
0 + 9 = + 9	1,38	3,800	8,80
20 + 0 = + 20	0,53	5,45	20,24
20 + 3 = + 23	0,53	7,70	23,24
20 + 6 = + 26	0,53	11,00	26,34
20 + 9 = + 29	0,53	15,30	29,21

3. 2 - Détermination de la constante Kv de l'écho - intégrateur

L'intégration de 1 volt efficace a donné une réponse à

l'écho - intégrateur de $4,124 \text{ E} + 04$ soit un gain de 46, 15 dB.

A N N E X E 2

Réglages standards utilisés lors de la campagne

N D 84 02

1 - Echo sondeur EK 400

1. 1 - Réglages du sondeur

Recorder gain	:	7	Variable
Recorder mode	:	CONTOUR	Fixe
TVG	:	20 Log R	Fixe
Sound velocity	:	1498 m/s	Fixe
Main range	:	0-50,0-100,0-200,0-300	Variable
Exp. readout	:	BOT. CONTOUR	Variable
Scale division	:	Full	Fixe
Bandwidth	:	3,3 kHz	Fixe
Transducer	:	1 (étroit)	Fixe
Attenuator	:	10 dB	Variable
Pulse duration	:	0,6 ms	Fixe
Transmitter power	:	High	Fixe
Exp. mode	:	Bottom Lock	Fixe
Exp. range	:	5 m	Fixe

1. 2 - Sortie utilisée pour AGENOR

20 Log R

2 - Echo - intégrateur AGENOR

2. 1 - Gain de l'écho-intégrateur

En entrée le gain nominal dB a été retenu

2. 2 - Paramètres

Séquence	:	1 . .	Variable
Emissions	:	0	-
Temps	:	5 mm	Fixe
Lock	:	0	-
Seuil	:	100	Variable
Fenêtre	:	4	Variable
Surface	:	30	Variable
Décollement	:	10	Variable
Perte de fond	:	4	Variable
Mode d'arrêt	:	2	Fixe
Tranche	:	10	Fixe
Constante A	:	.0330	Fixe

Tranche	Borne	Constante B
1	100	1
2	200	1
3	300	1
4	400	1
5	500	1
6	750	1
7	1000	1
8	1500	1
9	2000	1
10	3000	1
11	25*	1
12	25*	1

(*) Dans la région de la pente du talus continental les bornes des tranches 11 et 12 sont mises à 100 dm

A N N E X E 3

Détermination de la constante d'intégration

La constante d'intégration est calculée à partir de la formule :

$$C = \text{Antilog} \left[\frac{1}{10} (-SL - VR + 20 \text{ Log } R + 2\alpha R - 10 \text{ Log } \frac{C\tau}{2} - 10 \text{ Log } \Psi - (A + Kv) - TS_{1kg} \right]$$

Cette constante globale peut s'écrire sous la forme d'un produit de

2 constantes : $C = C \text{ inst.} \times C \text{ pois.}$

$$\text{ou } C \text{ inst.} = \text{Antilog} \left[\frac{1}{10} (-SL - VR + 20 \text{ Log } R + 2\alpha R - 10 \text{ Log } \frac{C\tau}{2} - 10 \text{ Log } \Psi - (A + Kv) \right]$$

et représente la constante instrumentale liée aux seules caractéristiques des appareils utilisés..

et $C \text{ pois.} = \text{Antilog} \left[\frac{1}{10} (-TS_{1kg}) \right]$ qui est une constante ne dépendant que du poisson qui a été détecté.

1 - Constante instrumentale

En fonction des réglages standards utilisés lors de la campagne

et des caractéristiques de la base les valeurs suivantes ont été retenues pour le calcul de la constante instrumentale.

SL	:	126,79	dB
VR	:	8,09	dB
$20 \text{ Log } R + 2\alpha R_{(R=581m)}$:	64,58	
C	:	1498 m/s	
τ	:	0,6 ms	
$10 \text{ Log } \frac{C\tau}{2}$:	-3,47	
$10 \text{ Log } \Psi$:	-18,81	
A	:	(-10,18) + (-5,18)	
Kv	:	46,15	dB

soit $C \text{ inst.} = \text{Antilog} (-7,881) = 10^{-7,881}$

2 - Constante liée au poisson

Nous avons utilisé pour cette campagne la même valeur de TS que celle utilisée pour les campagnes précédentes soit $TS_{1kg} = -34 \text{ dB}$. Cette valeur correspond à des sardinelles de 17,2 cm de longueur à la fourche.

$$C \text{ pois.} = \text{Antilog} (+3,4) = 10^{+3,4}$$

3 - Constante globale

$$C = C \text{ inst.} \times C \text{ pois.} = 10^{-7,881} \times 10^{+3,4} = 10^{-4,481}$$

$$\text{soit } C = 3,3037 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}^2$$

et, exprimée en g/m^2 ou en tonnes / km^2

$$C = 3,3037 \cdot 10^{-2} \text{ g/m}^2 \text{ ou } \text{t} / \text{km}^2$$

Handwritten notes and calculations:
 0,075...
 ...
 ...
 ...

ANNEXE 4

=====

Cette annexe présente, en 5 cartes, l'ensemble des valeurs d'intégration, exprimées en tonnes/mille², observées le long des radiales et inter-radiales.

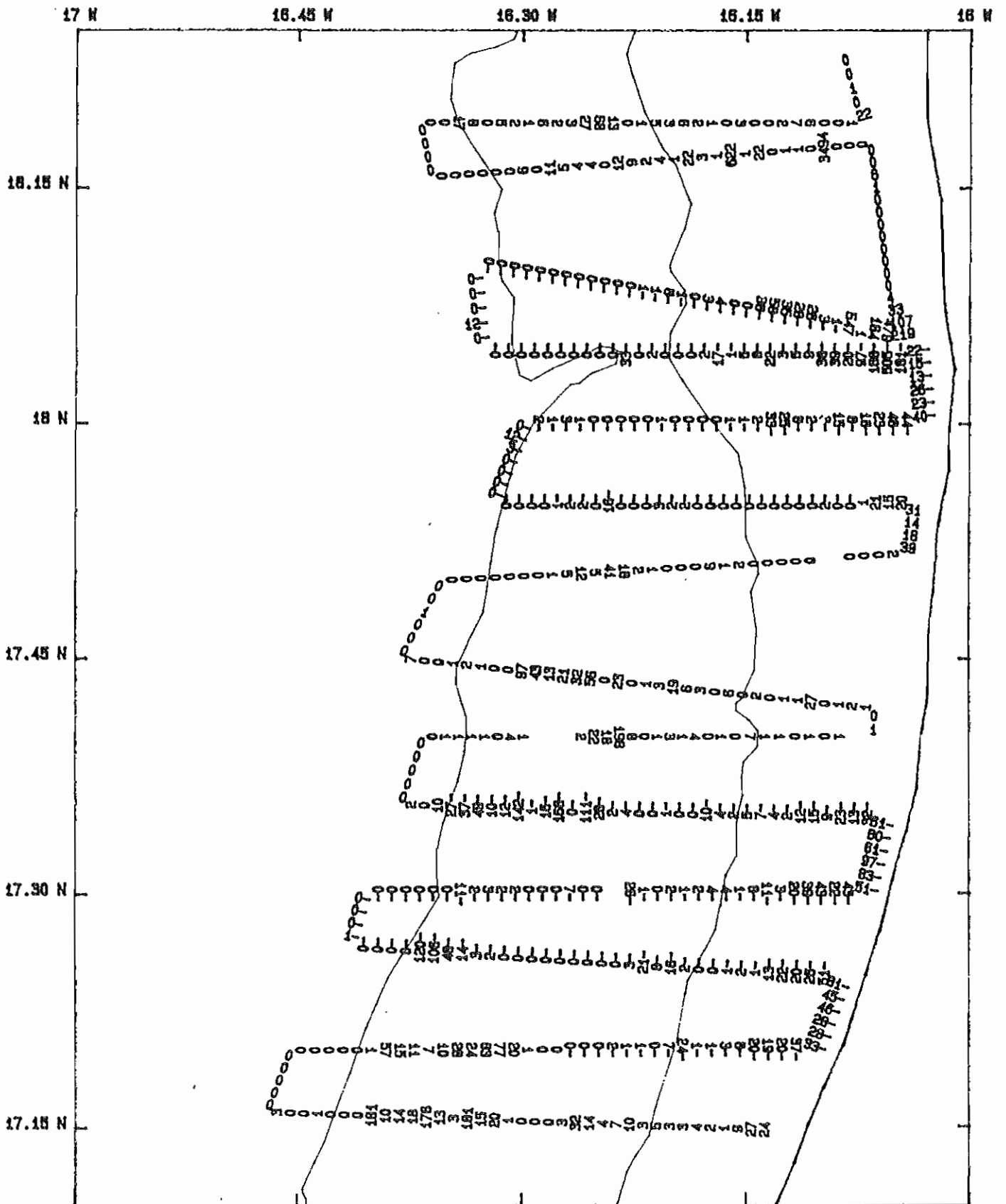
Afin d'effectuer une différenciation jour nuit, nous avons fait suivre les valeurs "nuit" d'un tiret.

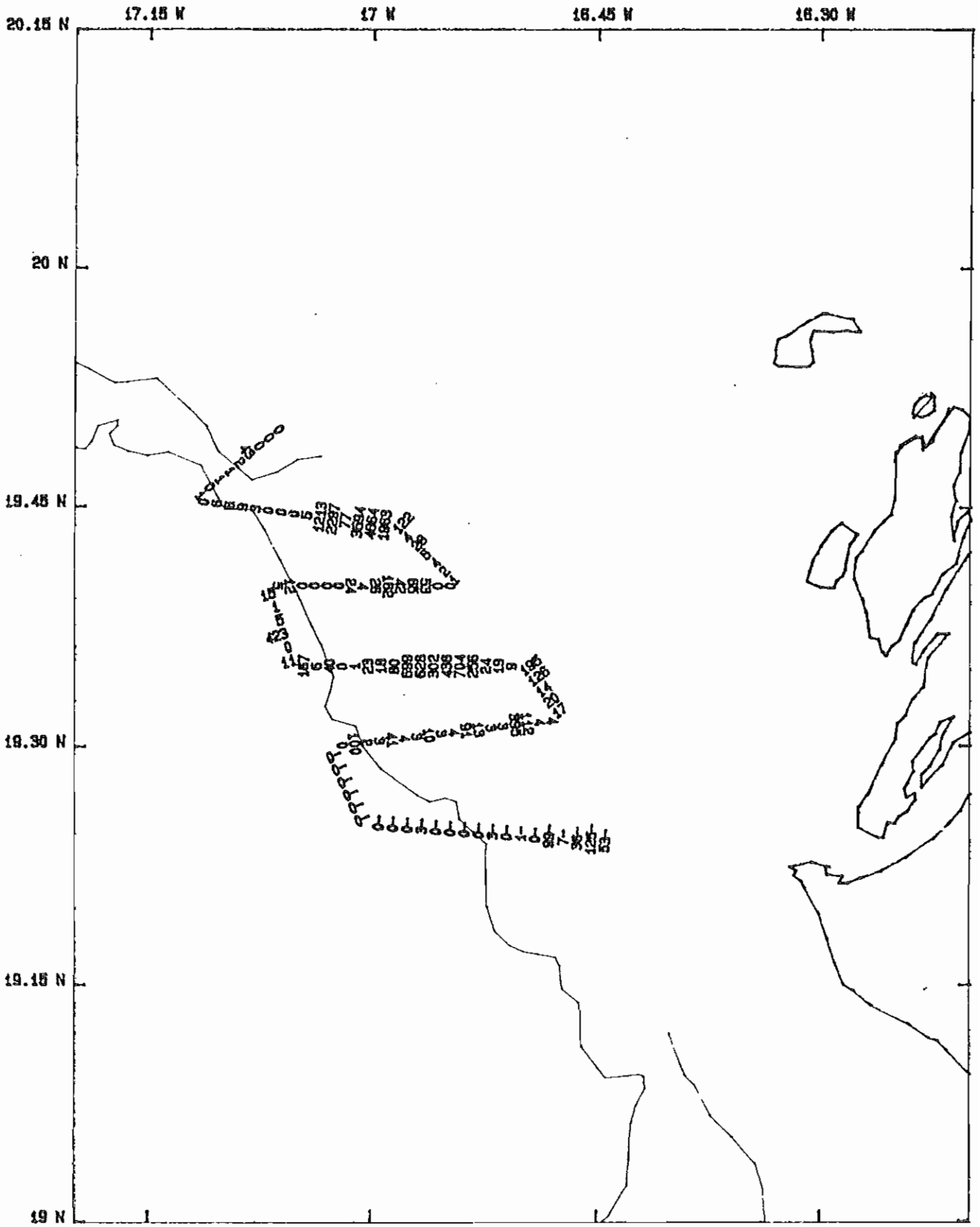
Sur ces cartes sont représentées également, de la droite vers la gauche : la ligne de côte

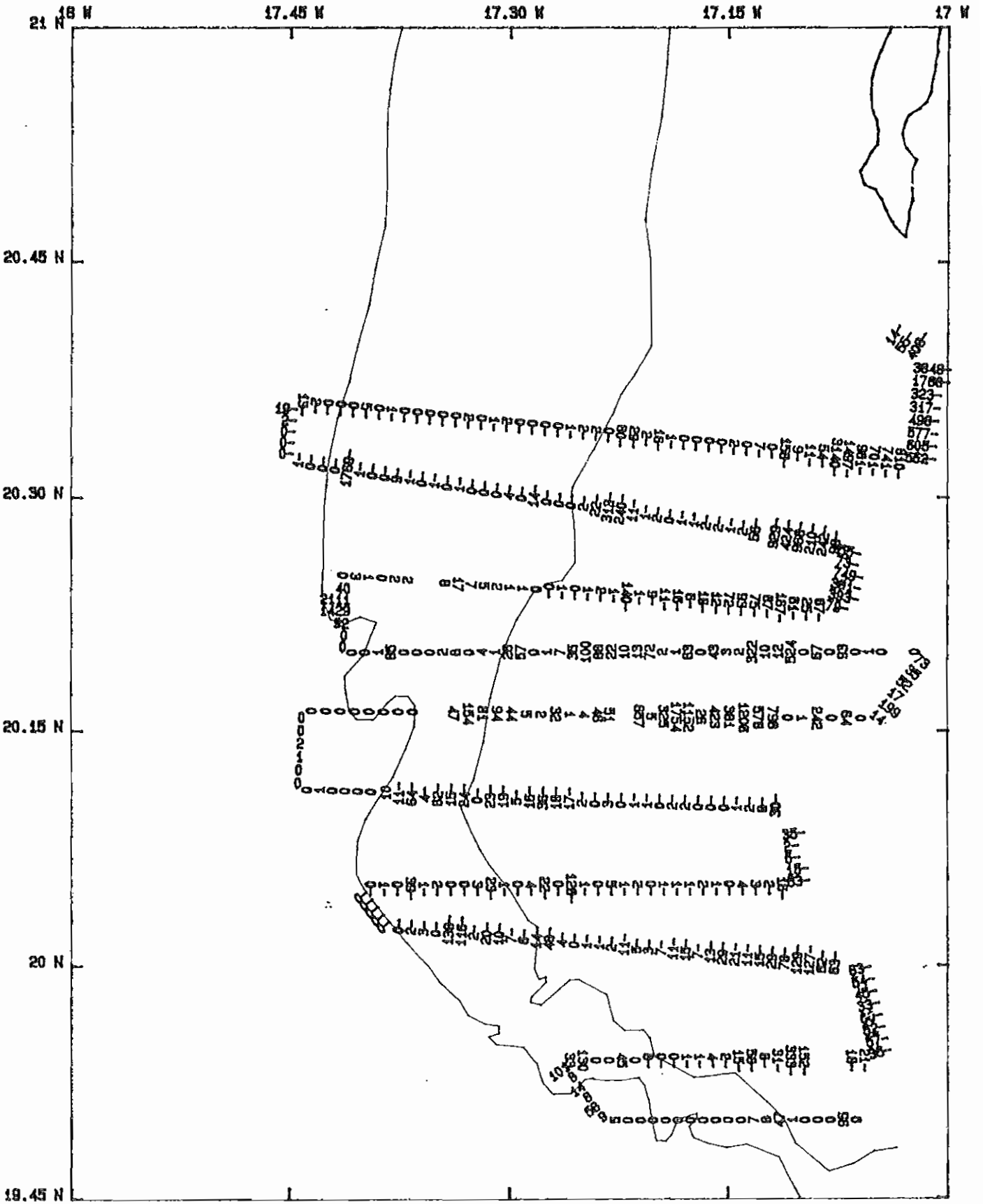
l'isobathe des 50 mètres

l'isobathe des 100 mètres

=====







ANNEXE 5

=====

ECHOGRAMMES

Pour interpréter ces échogrammes il faut savoir que ceux-ci ont été réalisés à différentes échelles. Pour chaque échelle on a 2 types de graduations :

- une graduation principale (gros trait)
- une graduation secondaire (trait fin)

Par exemple sur l'échelle 0-50 mètres la graduation principale a lieu tous les 10 mètres et la graduation secondaire tous les mètres.

On trouvera dans le tableau suivant les différentes échelles utilisées ainsi que les graduations correspondantes :

Echelle	grad. principale	grad. secondaire
0-50 m	10 m	1 m
0-100 m	20 m	2 m
0-150 m	50 m	5 m
0-200 m	50 m	5 m
0-300 m	100 m	10 m

=====

échelle

départ émission

bruit surface

graduation principale

poisson isolé

graduation secondaire

petit banc

fond

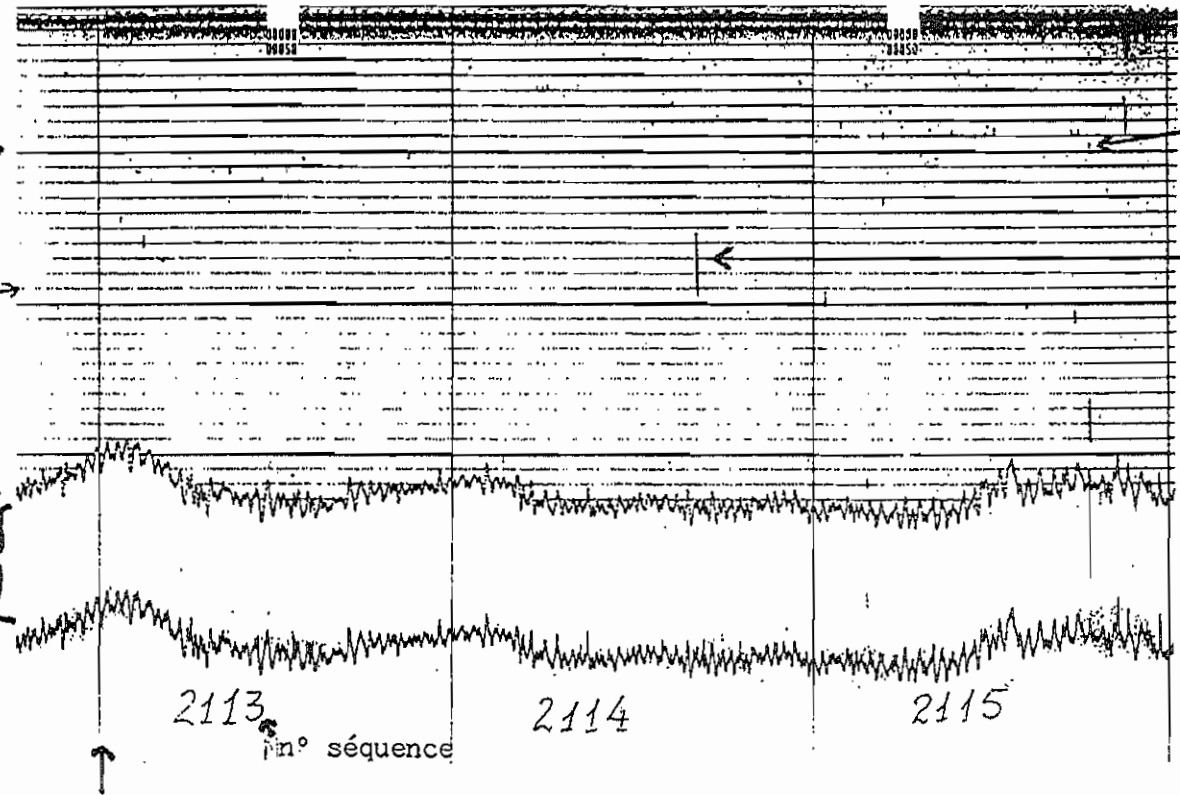
loupe sur le fond. agrandissement des 5 derniers mètres au-dessus du fond.

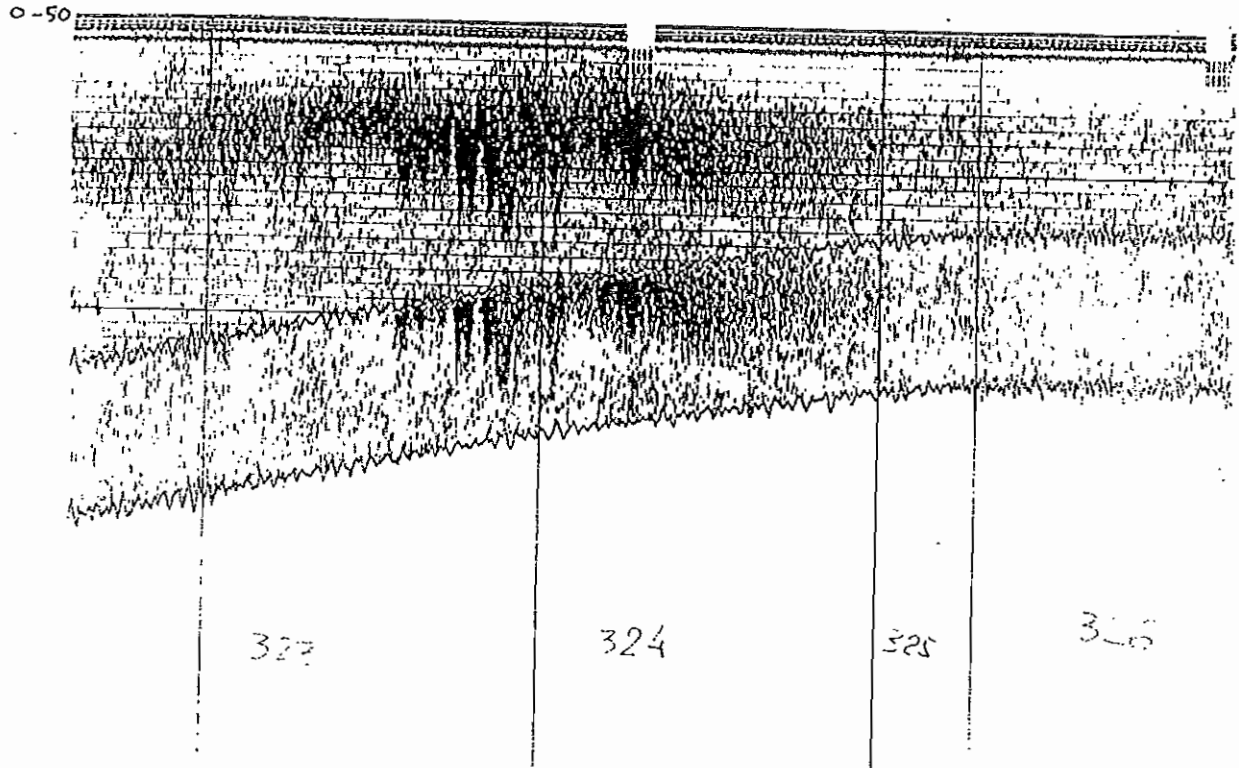
2113
n° séquence

2114

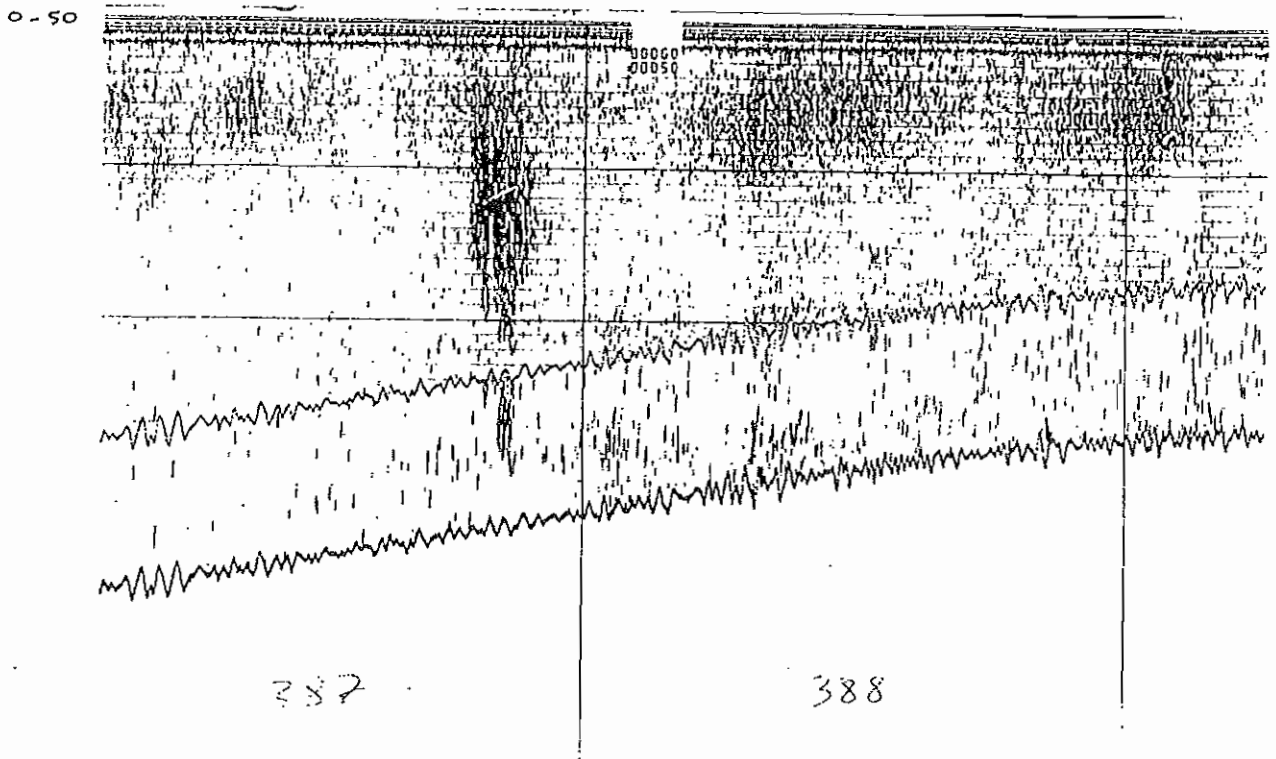
2115

top d'intégration





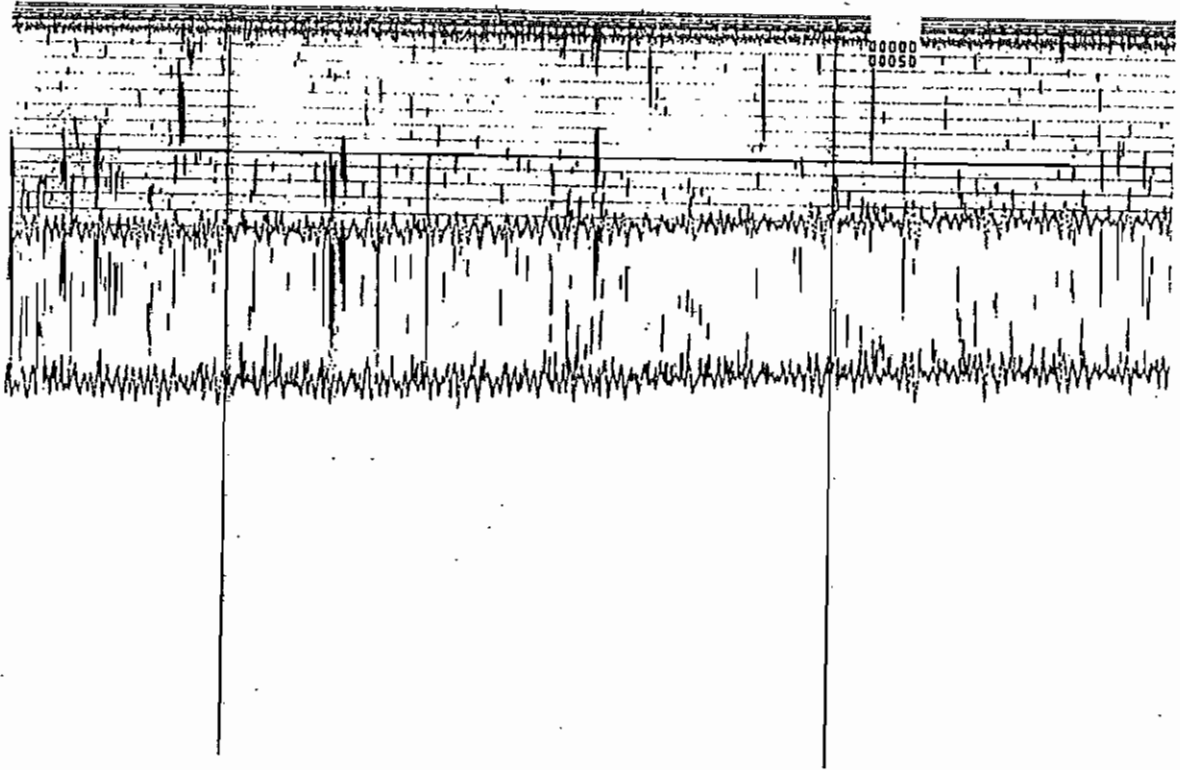
Echogramme n° 1 : Couche dense de poissons dispersés sur fonds de 15 à 20 mètres.
Observation effectuée de nuit par 16°10' N.



Echogramme n° 2 : Poissons dispersés près de la surface et présence d'un banc diffus.

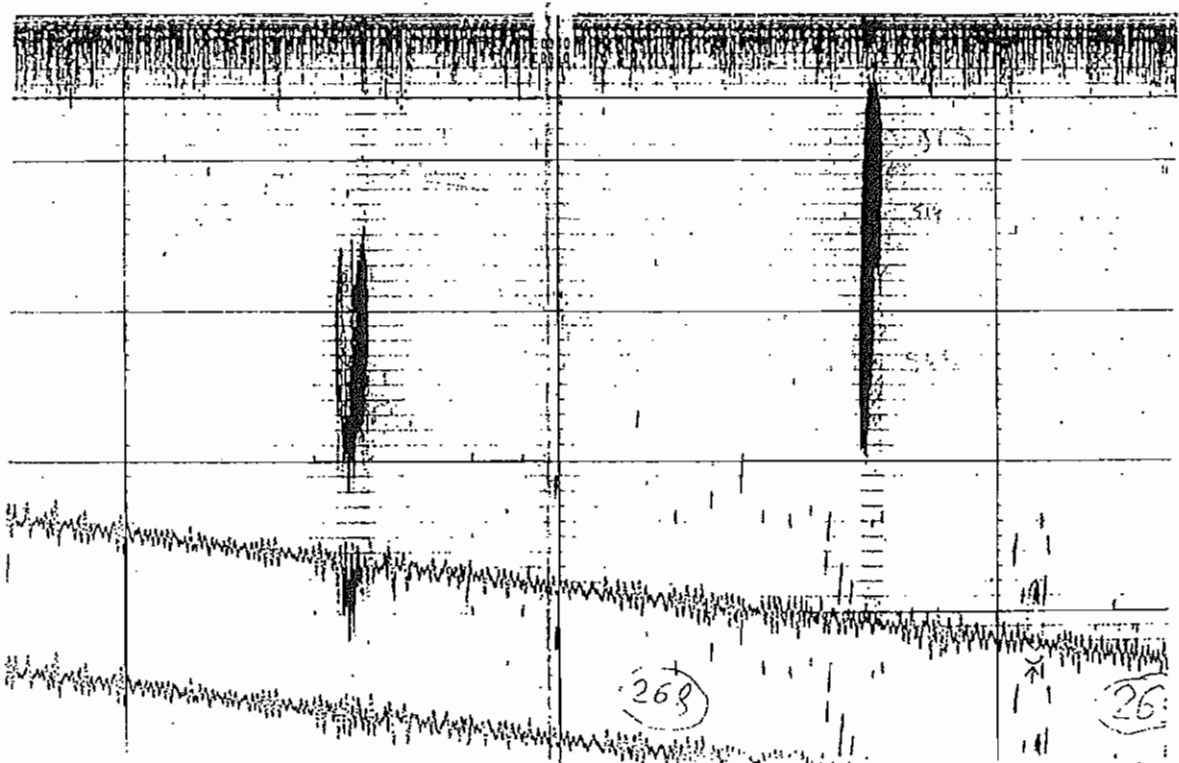
Observation effectuée de nuit par 16°20' N.

0-50

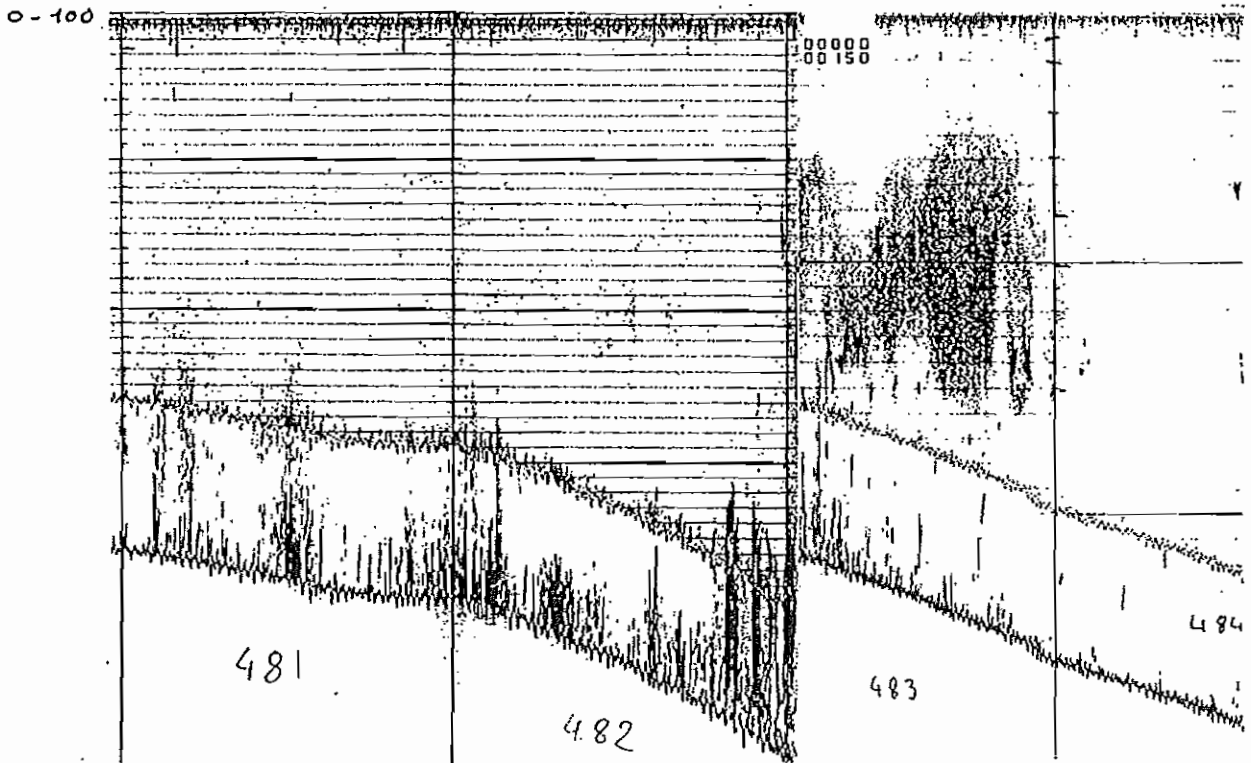


Echogramme n° 3 : Petits bancs dense en zone côtière. Observation effectuée de jour entre 16°30'N et 16°35' N.

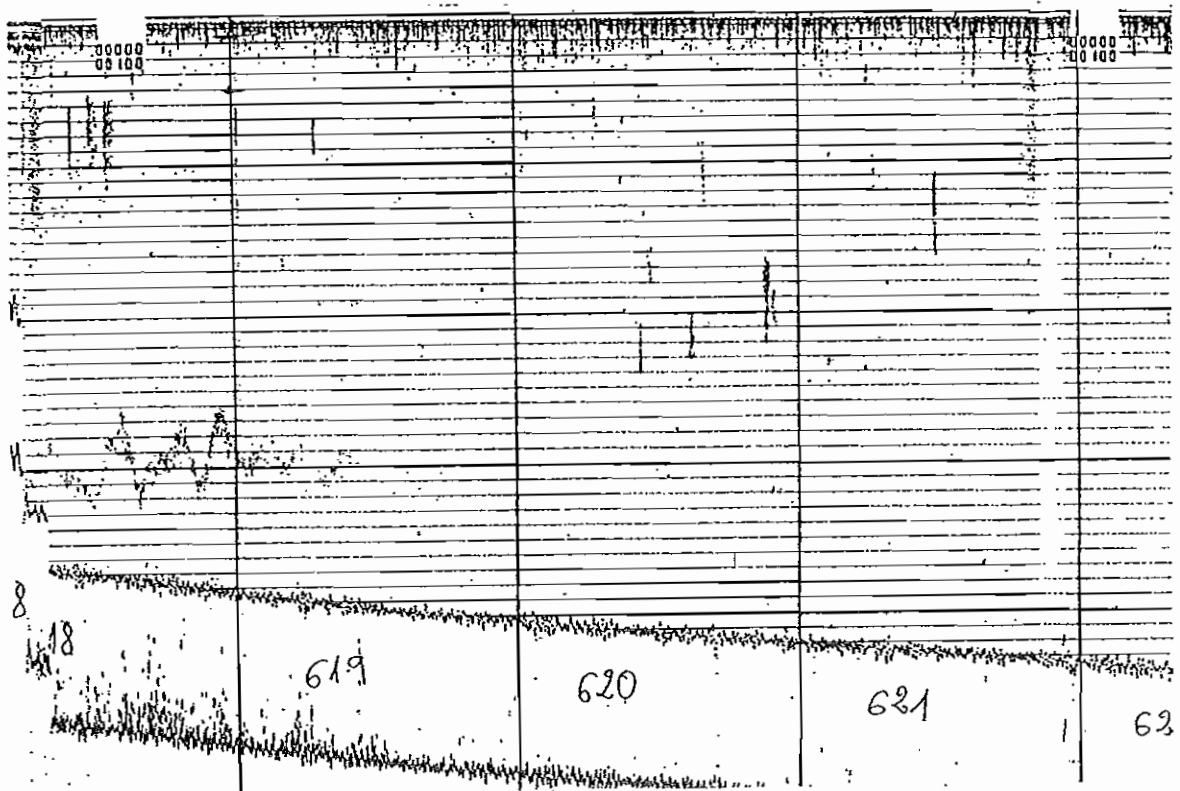
0-50



Echogramme n° 4 : Gros bancs pélagiques sur fonds de 30 à 40 mètres mètres. Observation effectuée de jour par 16°05' N.

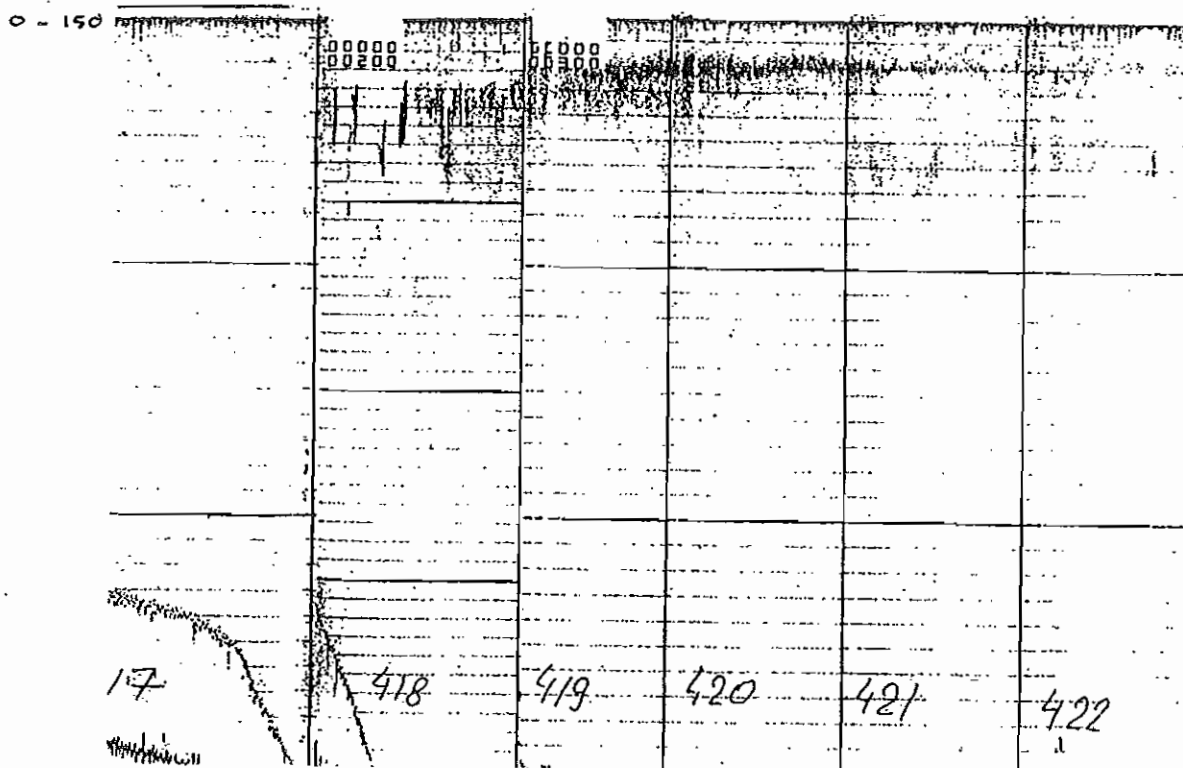


Echogramme n° 5 : Bancs de poissons sur le fonds entre 60 et 100 mètres. On note le passage progressif de bancs démersaux à des bancs pélagiques vers le large.



Echogramme n° 6 : Bancs pélagiques plus ou moins dense sur fonds de 60 à 100 mètres.

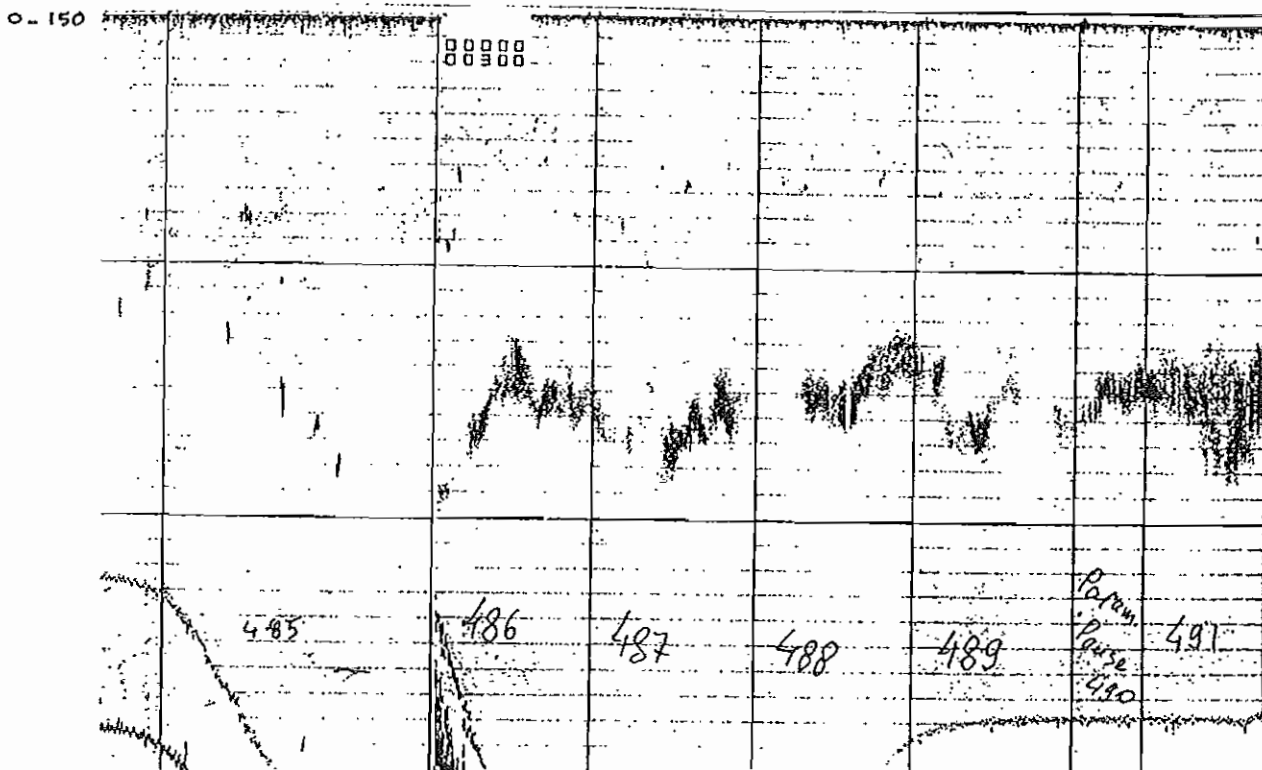
Observation effectuée de nuit par 16°55' N.



Echogramme n° 7 : Bancs pélagiques sur le rebord du plateau continental.

Ces bancs sont suivis vers le large d'une couche diffusante dont l'importance décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers le large.

Observation effectuée en fin de nuit par 16°25' N.

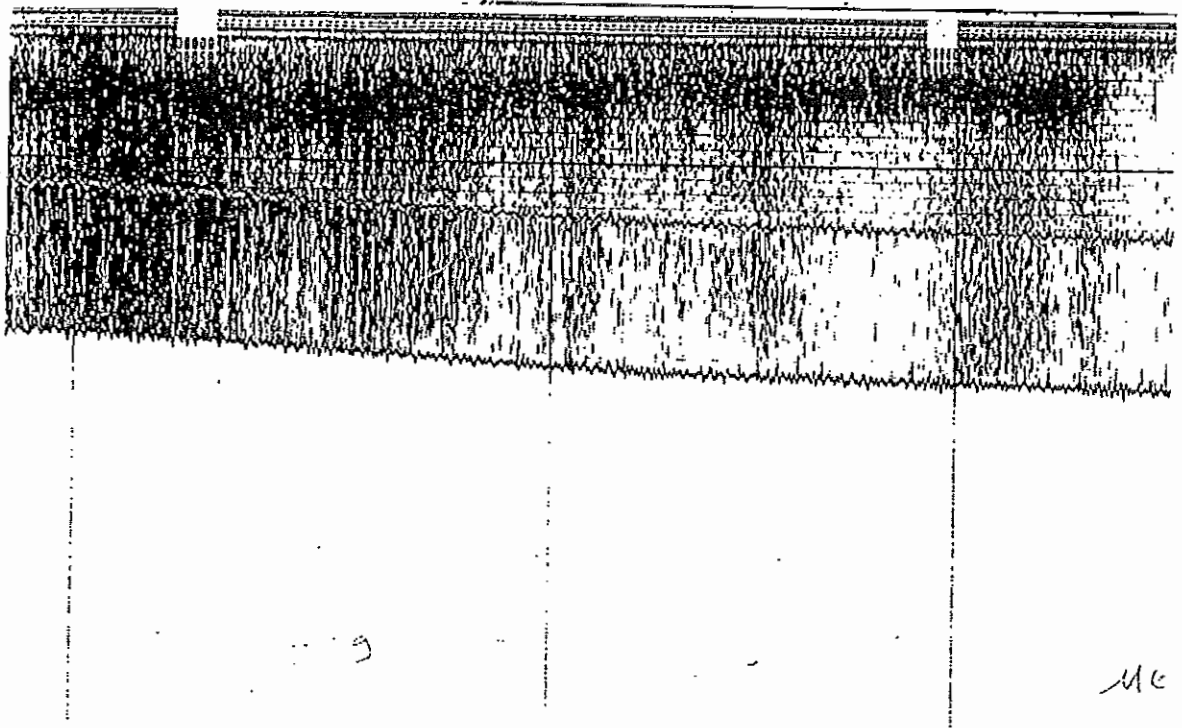


Echogramme n° 8 : (suite de l'échogramme 5). Bancs pélagiques sur le rebord

du plateau continental. Vers le large on note la position de la couche diffusante vers 150 mètres.

Observation effectuée de jour par 16°35' N.

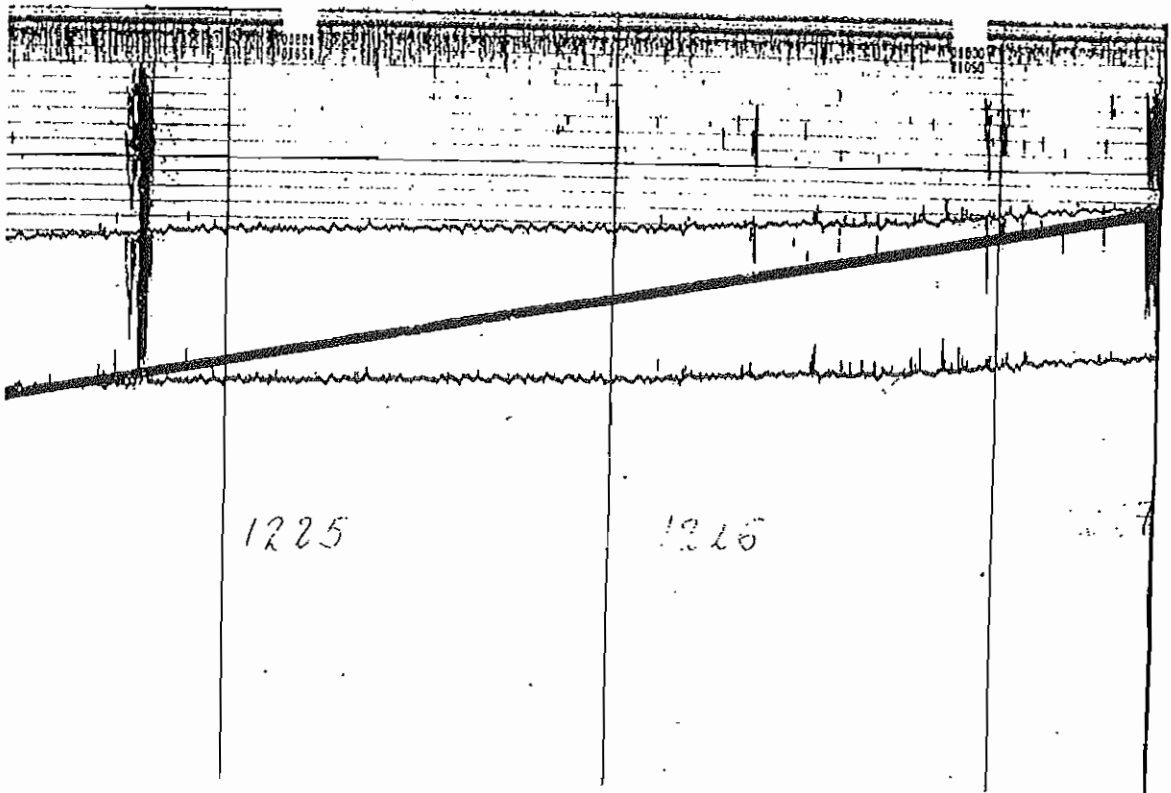
0.50



Echogramme n° 9 : Couche de poissons dispersés sur petits fonds au large de Nouakchott.

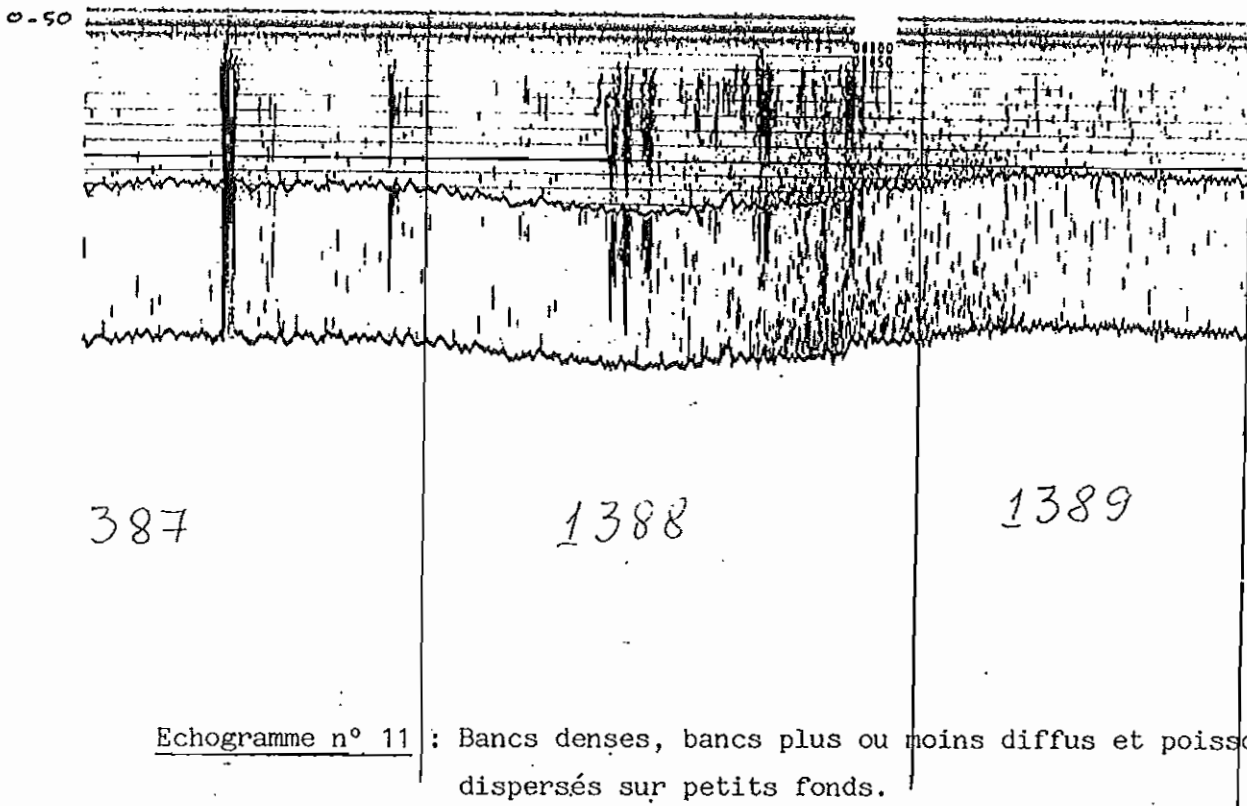
Observation effectuée de nuit par 18° 05' N.

0.50



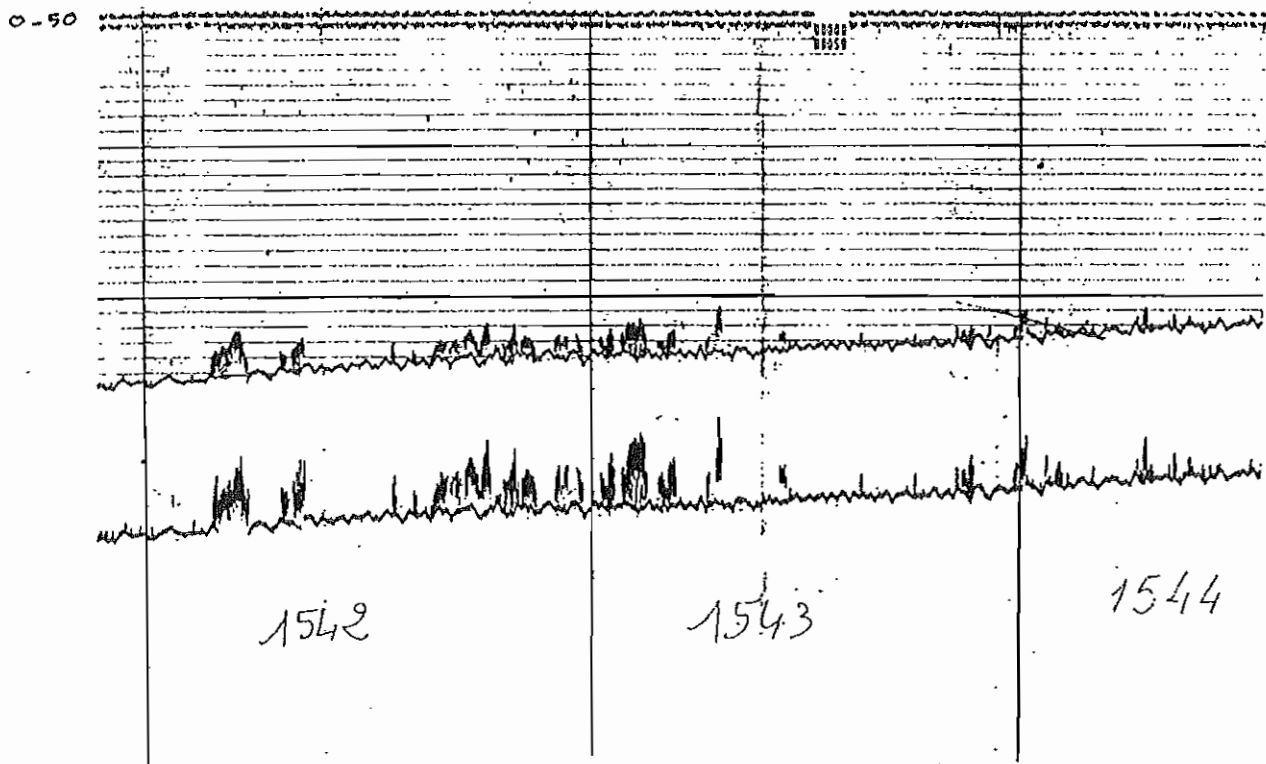
Echogramme n° 10 : Bancs pélagiques sur petits fonds au large de Nouakchott.

Observation effectuée de jour par 18° 05' N.



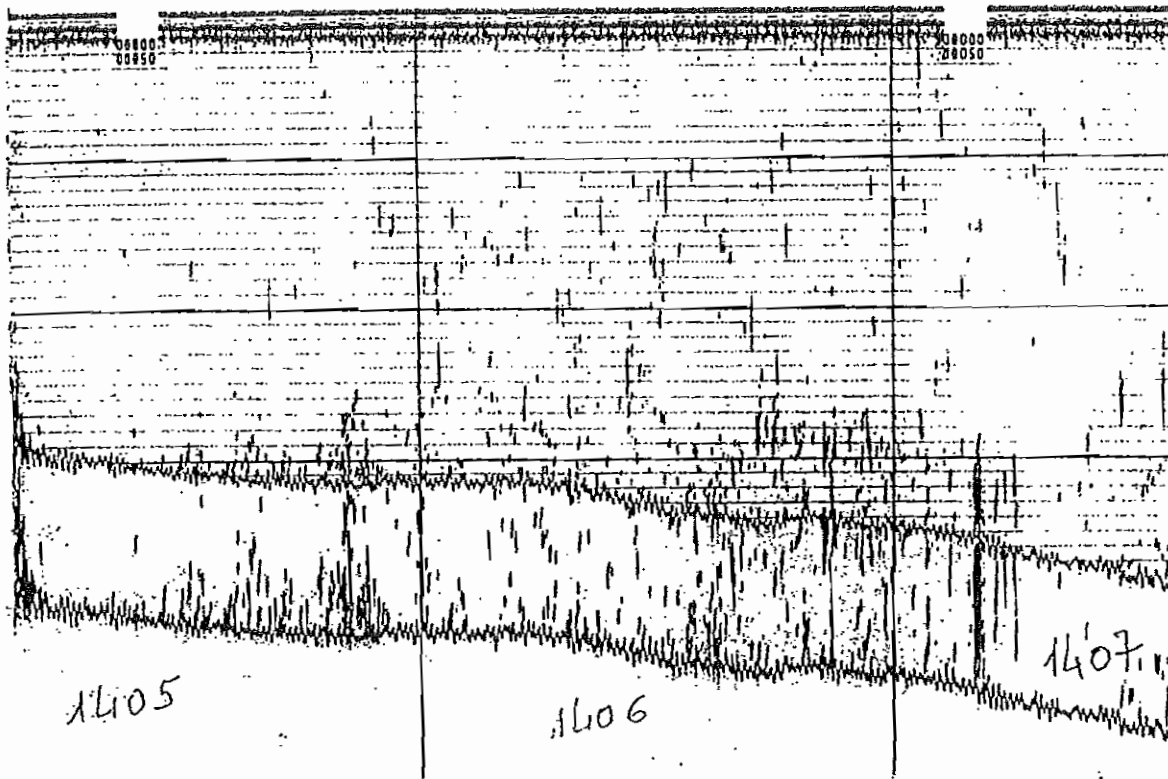
Echogramme n° 11 : Bancs denses, bancs plus ou moins diffus et poissons dispersés sur petits fonds.

Observation effectuée de nuit par 18° 30' N.

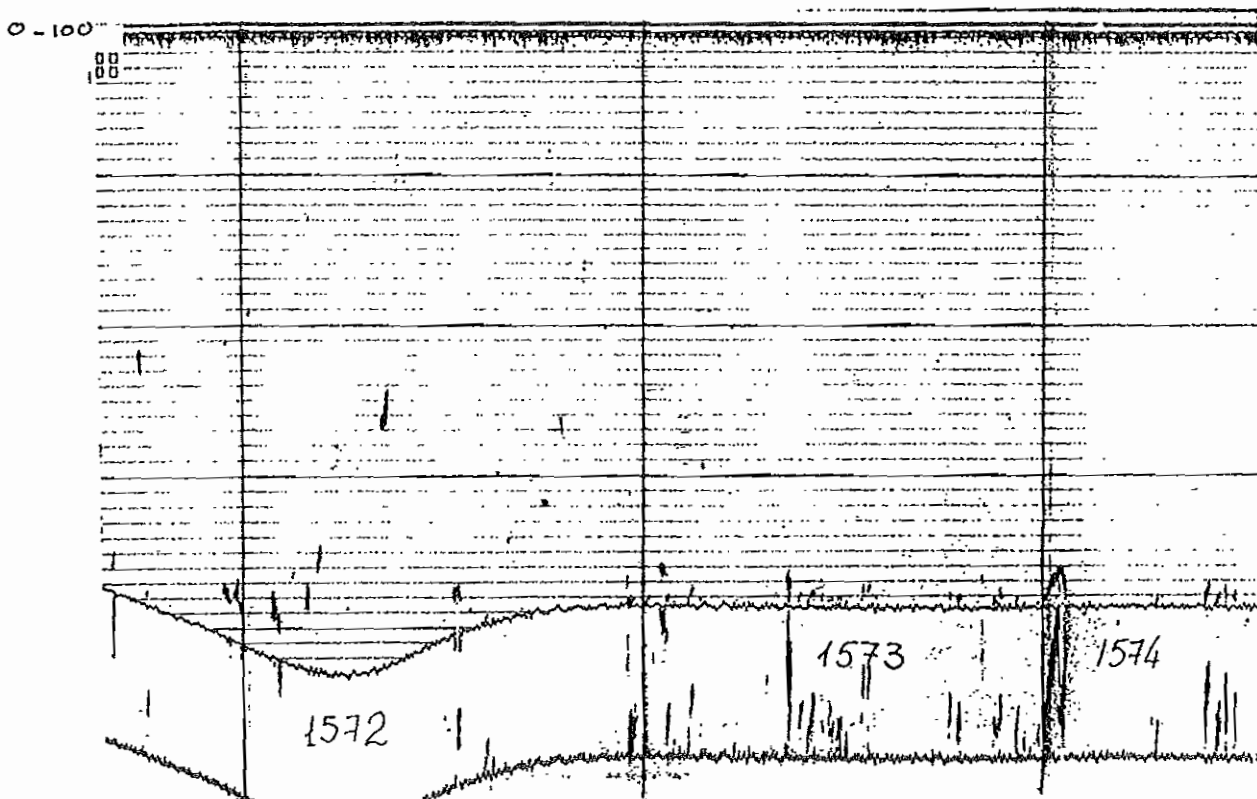


Echogramme n° 12 : Petits bancs denses sur fonds de 20 à 30 mètres.

Observation effectuée de jour par 18° 50' N

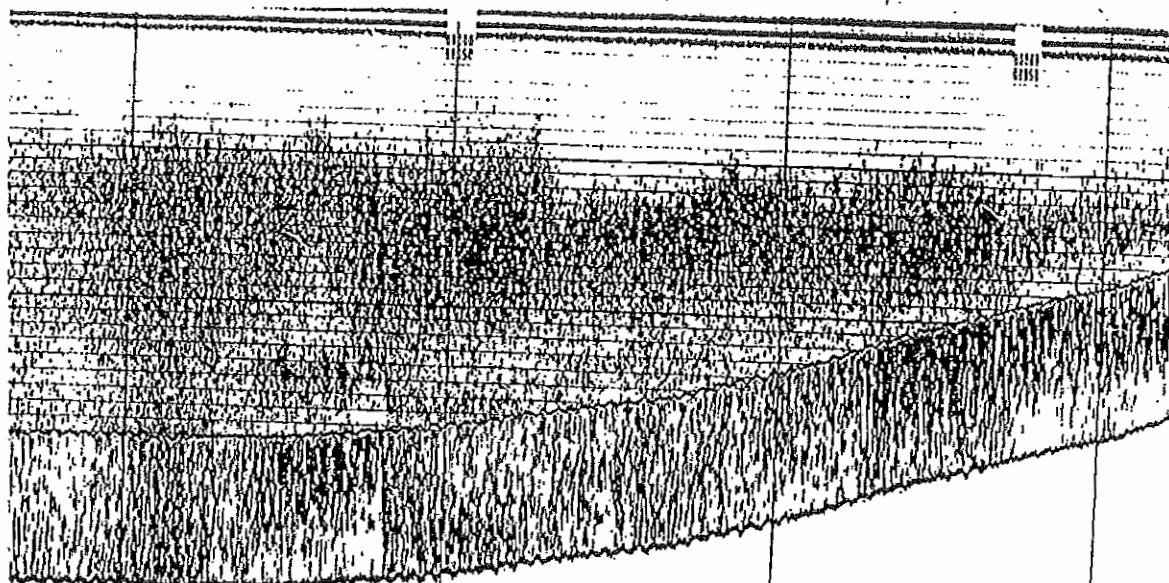


Echogramme n° 13 : Petits bancs pélagiques et poissons plus ou moins dispersés sur fond 30 à 50 mètres.
Observation effectuée de nuit par 18° 35' N



Echogramme n° 14 : Petits bancs pélagiques près du fond
Observation effectuée de jour par 18° 55' N.

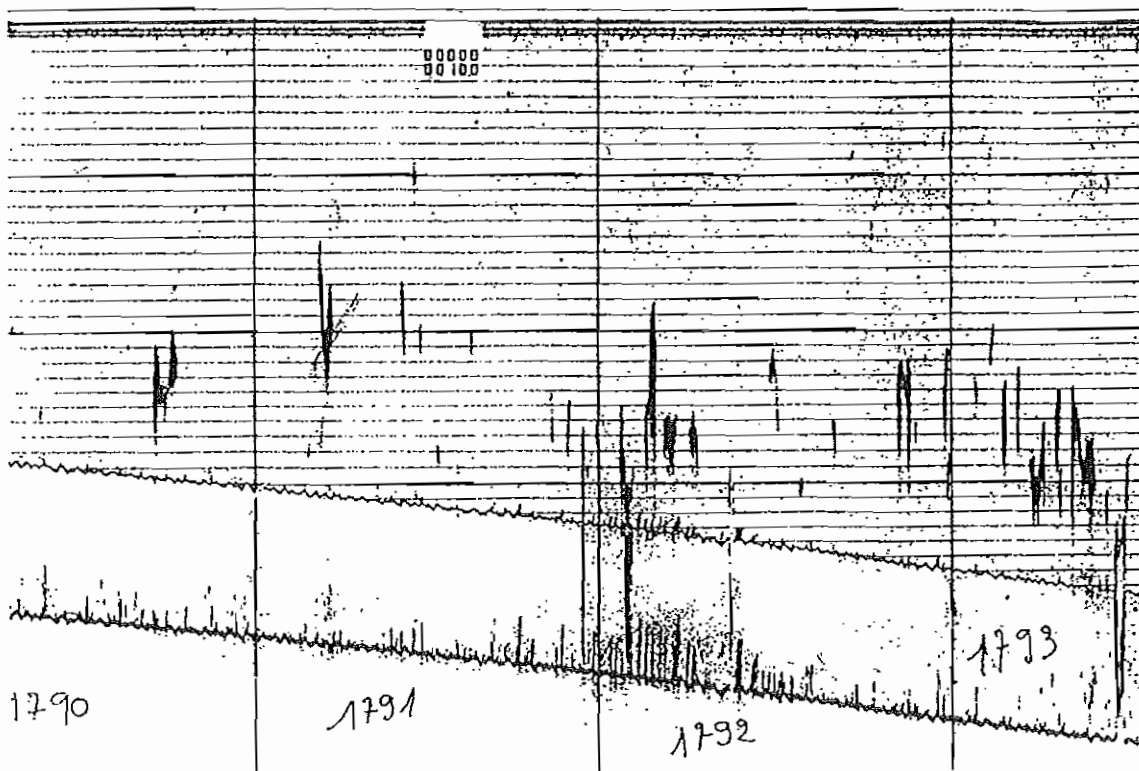
0-50



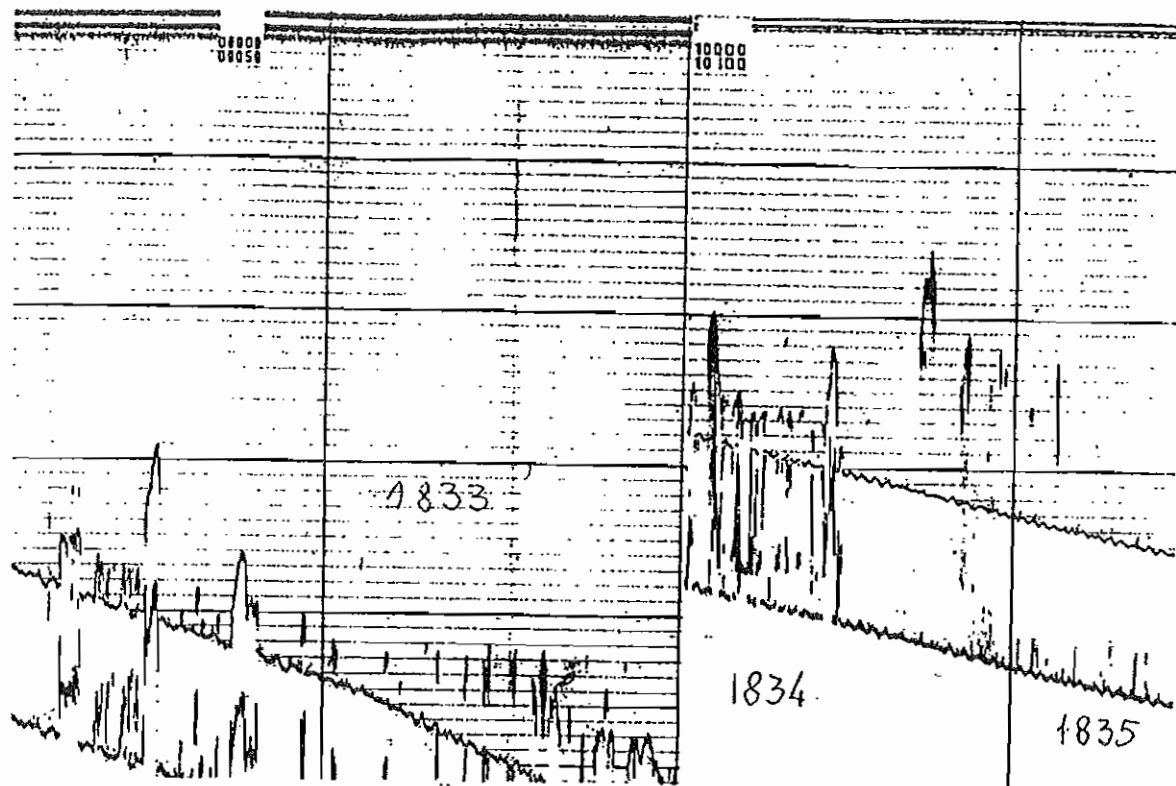
1790

Echogramme n° 15 : Couche de poissons dispersés sur fonds de 20 à 30 mètres.
Observation effectuée de nuit entre 19°10' N et 19°15' N.

0-100



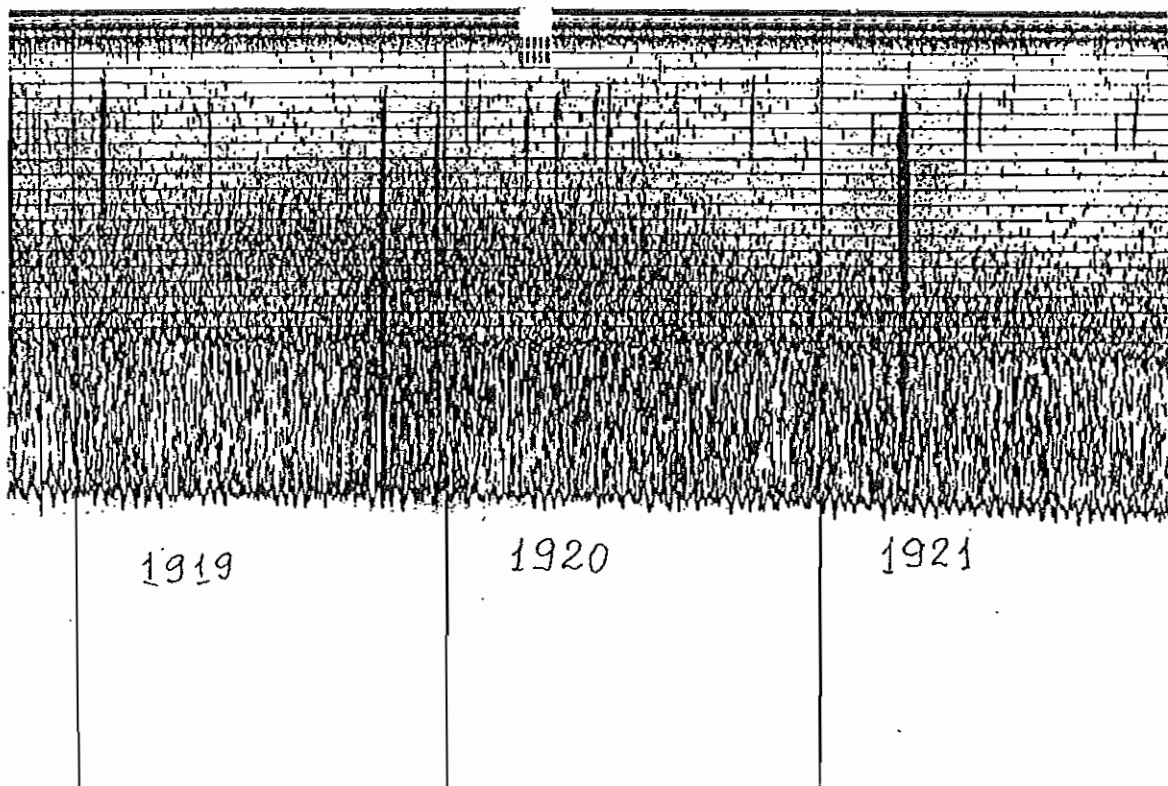
Echogramme n° 16 : Bancs pélagiques sur fonds de 60 à 80 mètres.
Observation effectuée de jour par 19°35' N.



Echogramme n° 17 : Bancs très denses, pélagiques et démersaux sur fonds de 80 à 100 mètres.

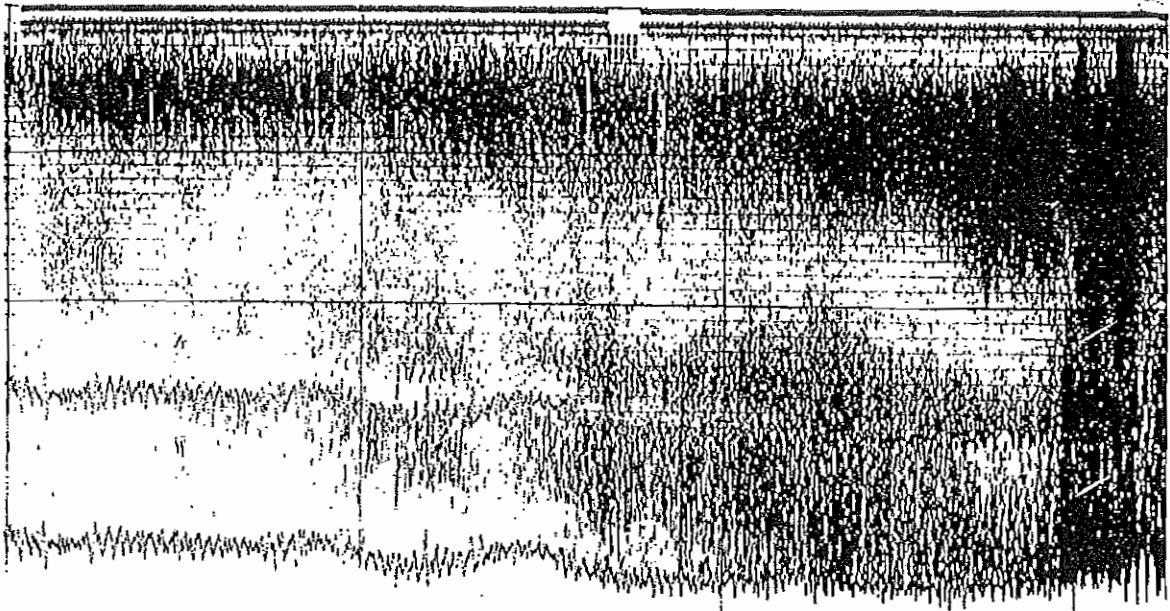
Observation effectuée de jour par 19° 45' N.

0-50

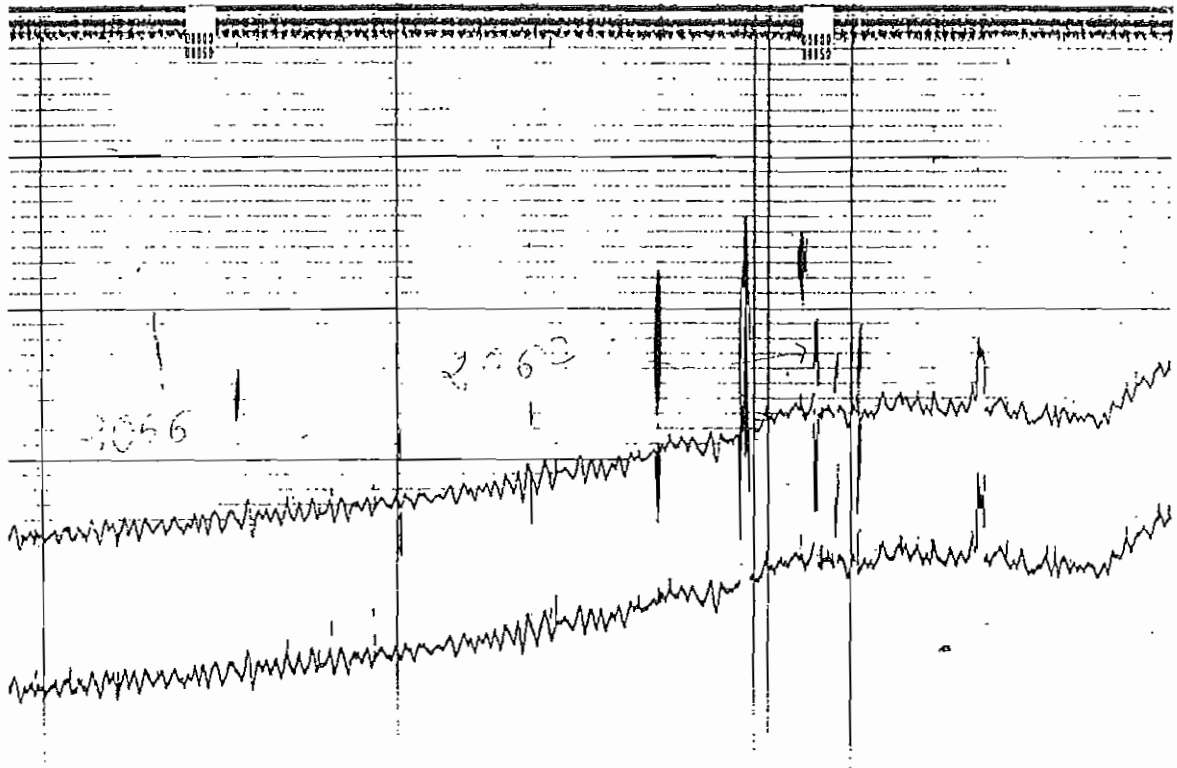


Echogramme n° 18 : Bancs pélagiques mélangés à une couche de poissons dispersés près du fond.

Observation effectuée de nuit par 20° N

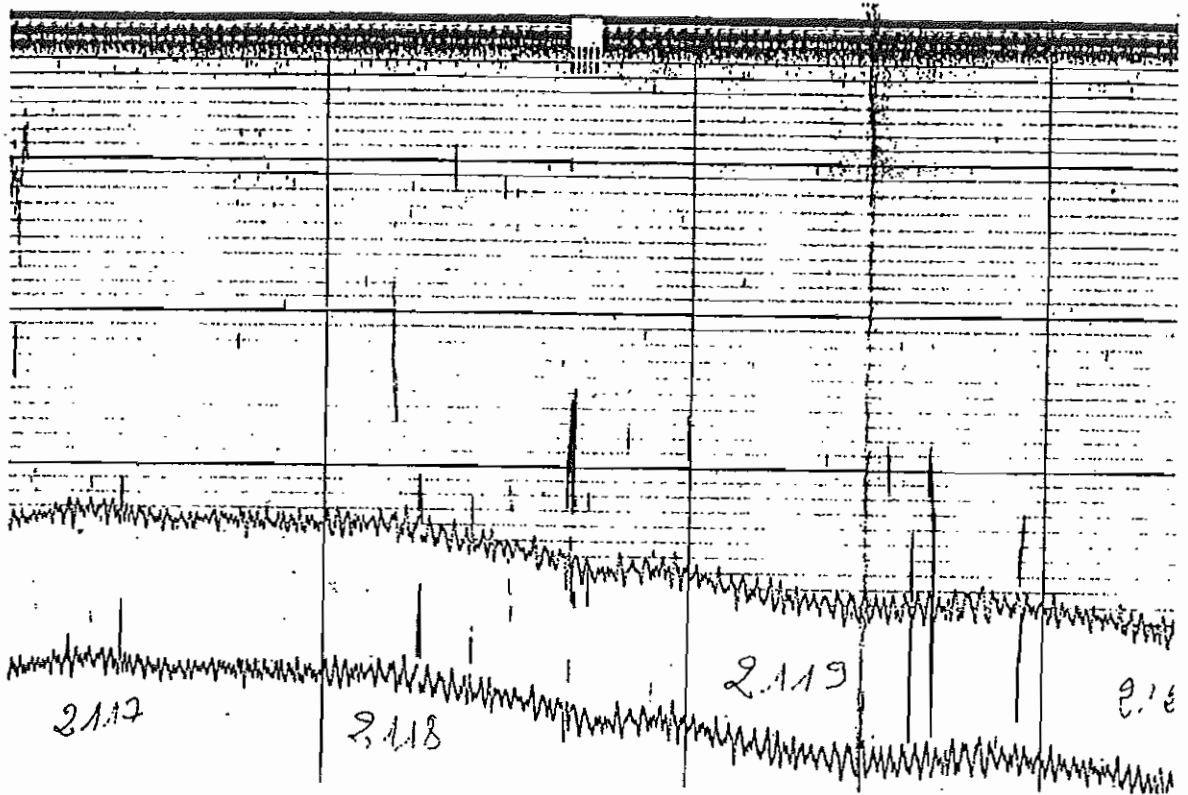


Echogramme n° 19 : Couche dense de poissons dispersés d'abord près de la surface, puis dans toute la colonne d'eau, sur fonds de 20 à 30 mètres. Observation effectuée de nuit par 20° 30' N.



Echogramme n° 20 : Bancs très denses observés sur fonds de 20 à 30 mètres. Observation effectuée de jour par 20° 15' N.

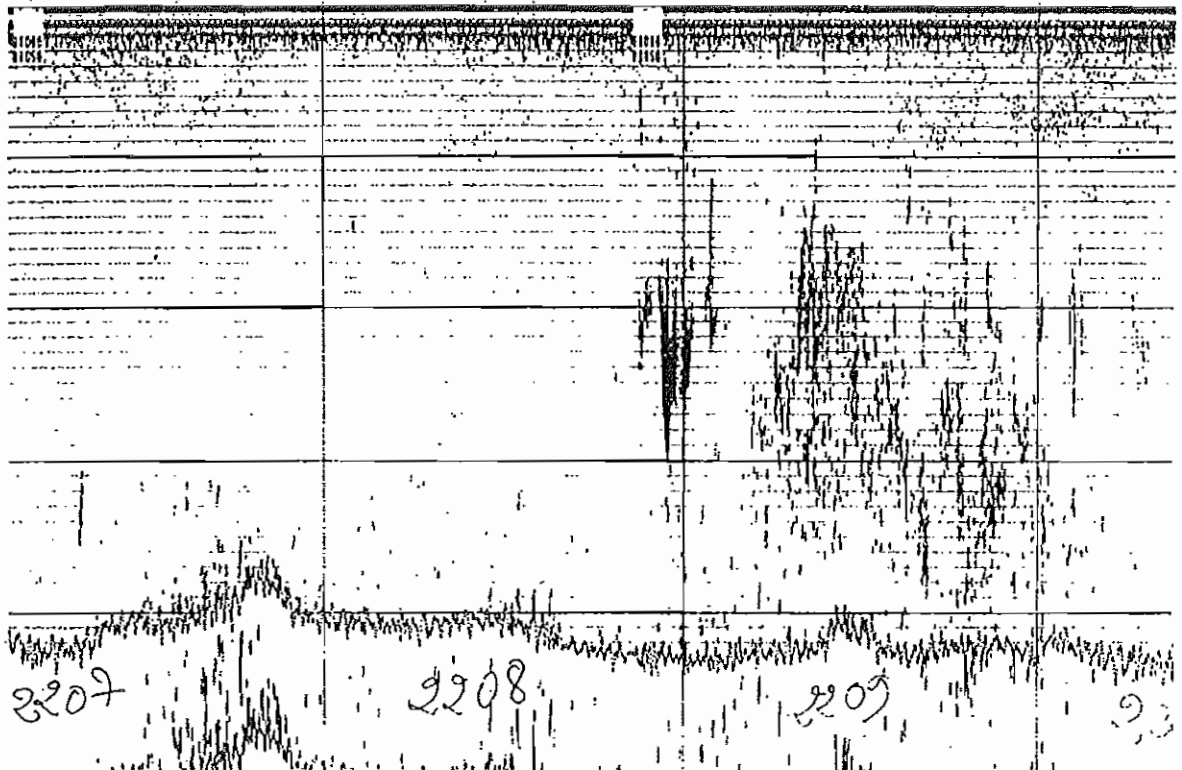
0-50



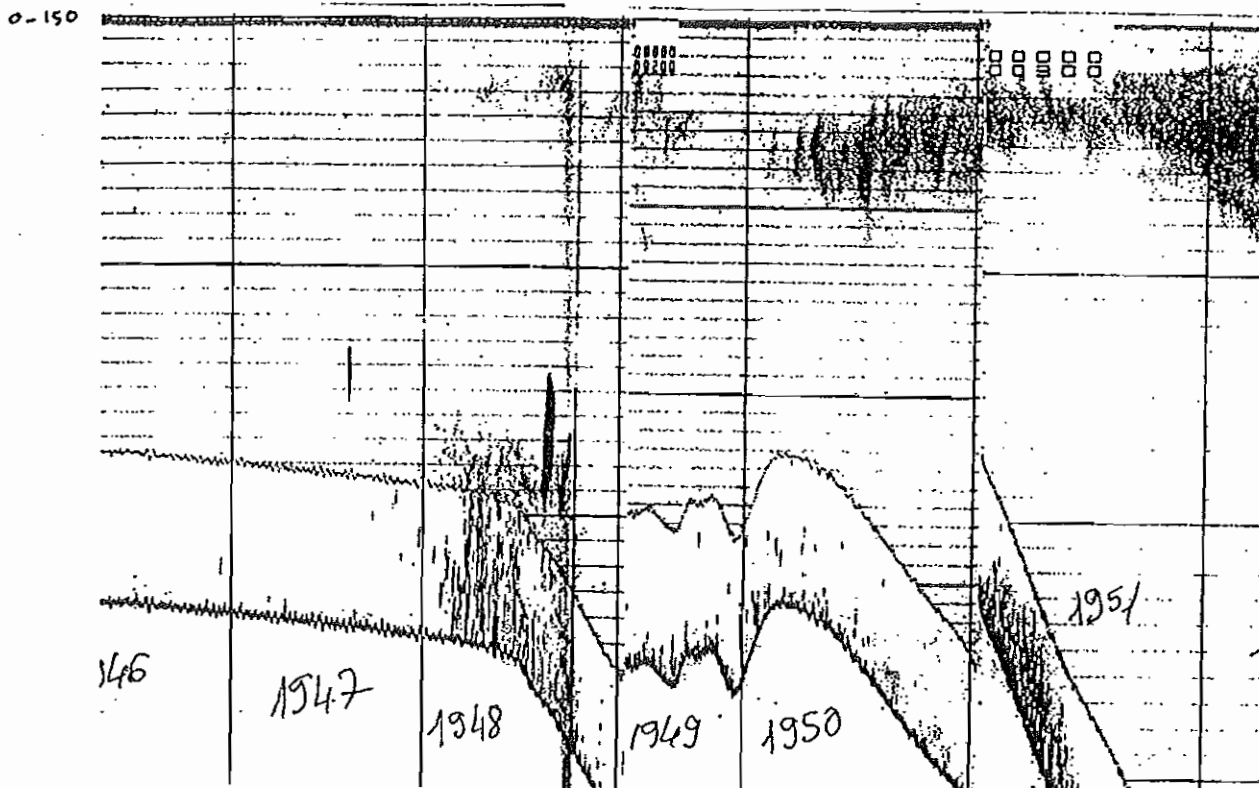
Echogramme n° 21 : Bancs pélagiques proches du fond, sur fonds de 30 à 40 mètres.

Observation effectuée de nuit par 20°20' N

0-50

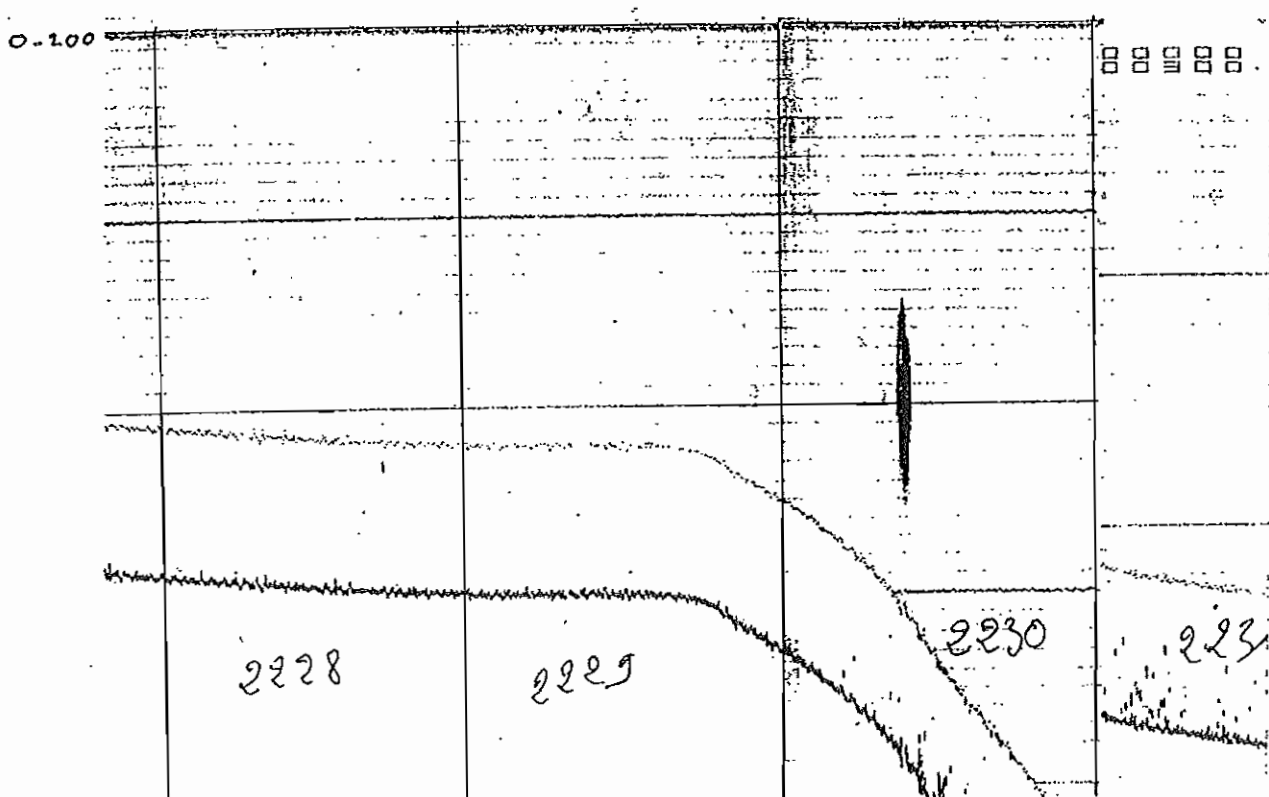


Echogramme n° 22 : Poissons dispersés ou en bancs diffus sur fonds de 40 mètres. Observation effectuée de nuit par 20° 30' N.



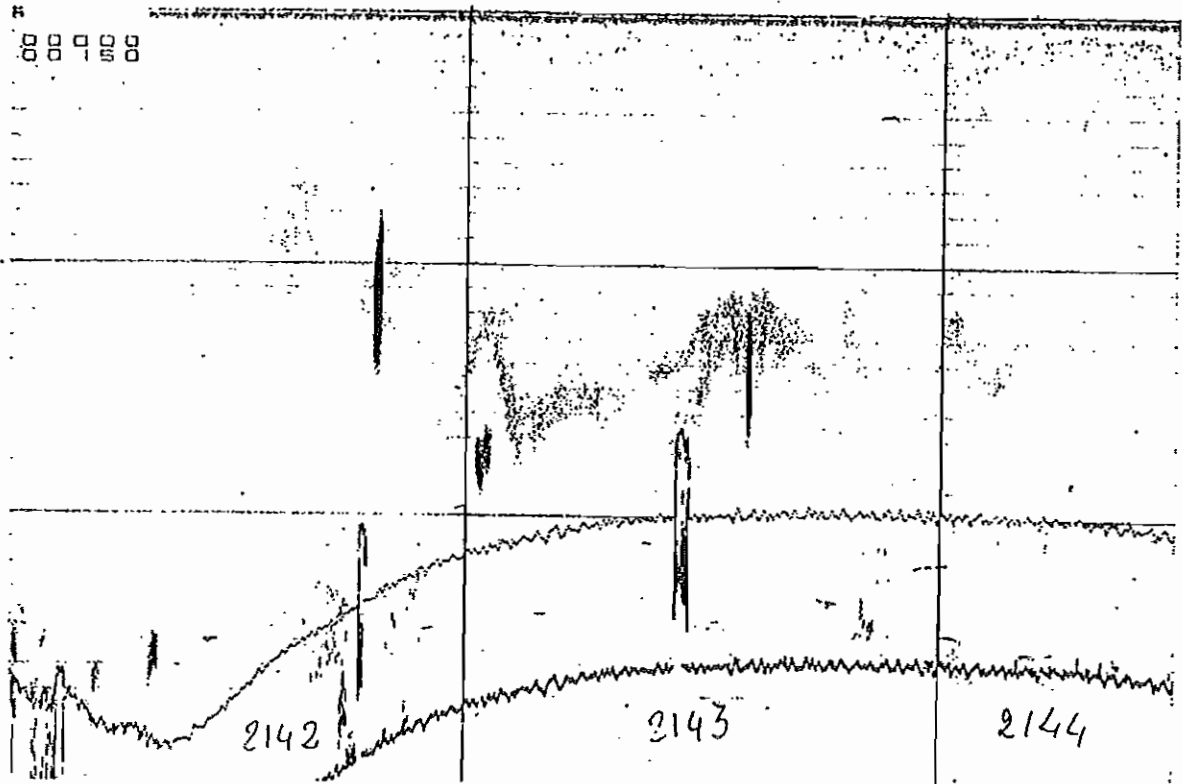
Echogramme n° 23 : Bancs pélagiques, près du fond, sur le rebord du plateau continental.

Observation effectuée de nuit par 20° N.



Echogramme n° 24 : Gros banc pélagique sur le rebord du plateau continental.

Observation effectuée de nuit par 20° 30' N.



Echogramme n° 25 : Bancs pélagiques et bancs démersaux très denses sur le retard du plateau continental.

Observation effectuée de jour entre 20°20' N et 20° 25' N.