

NOTE SUR LES BIOMASSES PELAGIQUES EVALUEES
PAR ECHO-INTEGRATION DANS LA ZONE EQUATORIALE
DU GOLFE DE GUINEE : PREMIERS RESULTATS

par

F. GERLOTTO*

R E S U M E

Une opération d'écho-intégration sur l'équateur effectuée dans le cadre de la campagne internationale GATE a permis de mettre en évidence la présence d'une biomasse importante dans la couche 0/100m. Les variations de cette biomasse ont été reliées aux conditions hydrologiques du milieu. Les intensités de réflexion (TS) des cibles isolées et les dimensions des plus grands bancs rencontrés ont été mesurés.

A B S T R A C T

An Echo-Integration survey on the equator made during the GARP Atlantic Tropical Experiment pointed out an important biomass in the layer 0/100m. The changes of that biomass have been connected to hydrological conditions. Measurements of target strength have been made, and the biggest schools have been measured.

* Océanographe de l'ORSTOM - C.R.O. - B.P. V 18 - ABIDJAN - (Côte d'Ivoire)

1.- INTRODUCTION

La zone équatoriale du golfe de Guinée a déjà fait l'objet d'un certain nombre d'études en vue d'en déterminer les productions primaires et secondaires (DUFOUR et STRETTA, 1973). Ces études ont montré que la zone équatoriale pouvait être un secteur à productivité relativement élevée, en rapport avec les conditions hydrologiques du milieu: "Vers l'équateur, ces deux gradients (gradient thermique et gradient de sels minéraux) sont à l'intérieur de la zone euphotique, il y a en plus une production nouvelle dont le facteur limitant devient la lumière" (DUFOUR et STRETTA, 1973). Il semblait donc intéressant d'aller prospecter cette zone afin d'en évaluer globalement la biomasse. Cette prospection a fait l'objet d'une première campagne d'écho-intégration, du 25 juillet au 12 août 1974, dans le cadre de l'opération internationale de météorologie G.A.T.E. Au cours de cette campagne, le N.O. "CAPRICORNE" a suivi une radiale le long du méridien 4°W (d'Abidjan à 1°S), puis rejoint le méridien 10°W en longeant l'équateur, et a enfin parcouru quatre fois la radiale 10°W, de 2°N à 2°S, dans les deux sens. Durant chaque radiale dans le sens nord-sud, neuf stations hydrologiques séparées les unes des autres de trente milles ont été effectuées (Fig.1).

2.- MATERIEL ET METHODES

La campagne a donné lieu à trois types de mesures :

- Echo-Intégration en continu entre les stations, et durant le trajet sud-nord. On obtient ainsi une valeur de biomasse sur le trajet pour une épaisseur d'eau donnée (200 ou 400 m). Cette mesure, qui est une densité moyenne par mille parcouru permet de répertorier les zones riches et pauvres le long de la radiale, et de compter les bancs pélagiques rencontrés.

- Echo-Intégration par couche d'eau

Pendant les stations, l'écho-intégrateur couvre un intervalle

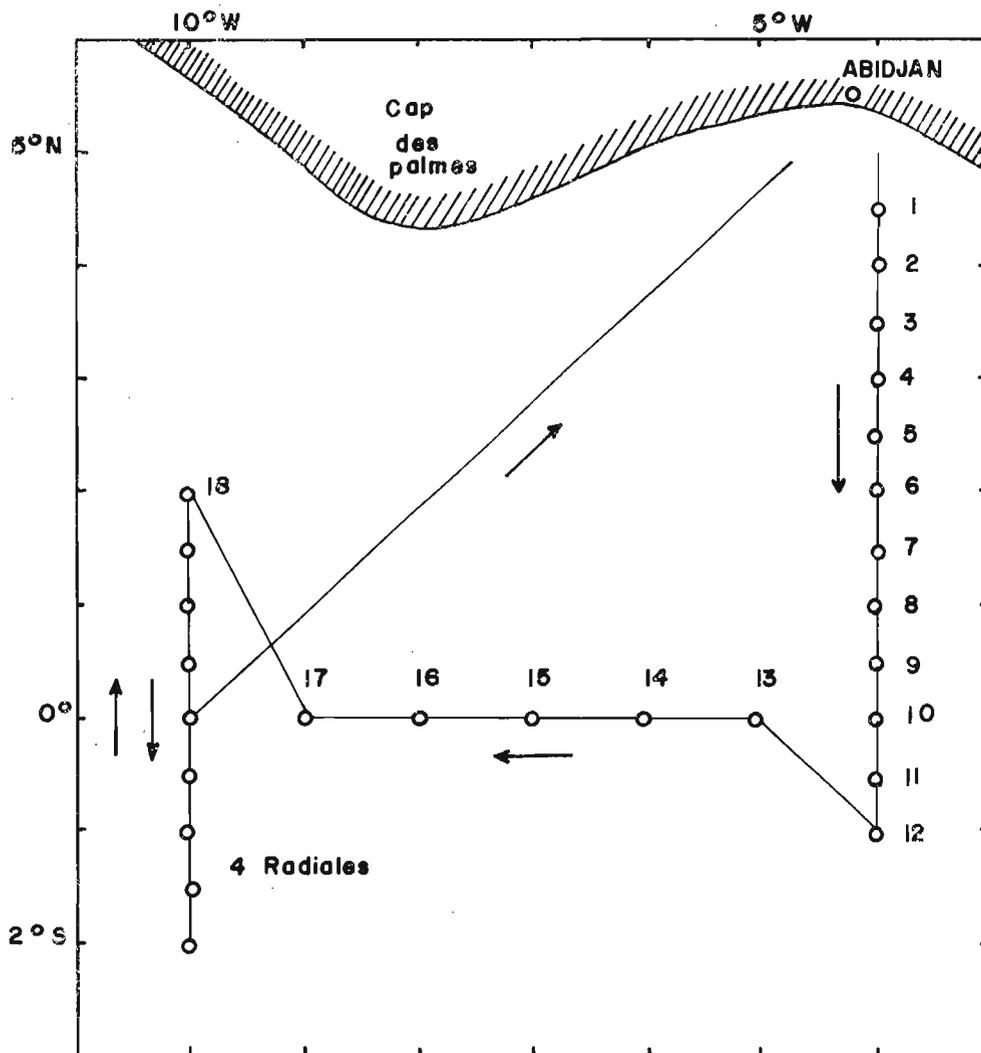


Fig. 1 : Trajet et stations effectués au cours de la campagne
25 Juillet - 12 Août 1974

de 20m (50m à partir de la station 46). Chaque couche est intégrée pendant 5 minutes, successivement de la couche 5/25m à 185/205m (7/50m à 350/400m). Ces mesures permettent de tracer un profil de la zone 0-200m ou 6-400m à chaque station, et de suivre les variations de biomasse aux différentes profondeurs en fonction du temps et du lieu.

- Mesure des intensités de réflexion des cibles (Target Strength)

A chaque station, des mesures des intensités de réflexion des cibles (TS) ont été effectuées dans les couches présentant des cibles isolées (généralement dans la couche 0 à 30m). Ces mesures doivent donner une idée des tailles des plus gros animaux se trouvant dans le champ de l'appareil. Elles sont encore intraduisibles des décibels aux unités de masse et de longueur, le déroulement de la campagne n'ayant pas permis d'effectuer des pêches de contrôle ou des calibrations.

Le matériel installé sur le N.O. "CAPRICORNE" est constitué des appareils suivants :

a) - Intégrateur

L'écho-intégrateur du N.O. "CAPRICORNE" est le modèle QM de SIM-RAD.

⇒ Réglages durant la route et les stations

Fonction 3 (intégration sur les deux canaux)

Seuil : 0

Gain : 20 dB.

Les 2 canaux ont été utilisés avec les mêmes réglages, afin de dépister d'éventuelles erreurs dues à la dérive. On a pu ainsi déceler des différences entre les 2 canaux allant jusqu'à 10% de la valeur intégrée. On a pris dans ces cas là comme valeur la moyenne des 2 canaux.

- Couches intégrées

Jusqu'à la station 45: canaux A et B: 5/200m

A partir de la station 46: { canal A: 7/200m
 canal B: 200/399m

Au cours des stations, l'intervalle d'intégration a été de 20m jusqu'à la station 45, de 50 m ensuite. Les couches d'eau successivement intégrées ont été les suivantes :

Stations 1 à 45

Durée	Canal A	Canal B
0- 5 mn	5- 25 m	5-205 m
5-10 mn	25- 45 m	5-205 m
10-15 mn	45- 65 m	5-205 m
15-20 mn	65- 85 m	5-205 m
20-25 mn	85-105 m	5-205 m
25-30 mn	105-125 m	5-205 m
30-35 mn	125-145 m	5-205 m
35-40 mn	145-165 m	5-205 m
40-45 mn	165-185 m	5-205 m
45-50 mn	185-205 m	5-205 m

Le canal B dans ce cas a servi à vérifier si la biomasse globale de la couche étudiée (5-205m) restait constante pendant la station, ce qui a été le cas très généralement.

Stations 46 à 54

Durée	Canal A	Canal B
0- 5 mn	7- 50 m	200-250 m
5-10 mn	50-100 m	250-300 m
10-15 mn	100-150 m	300-350 m
15-20 mn	150-200 m	350-400 m

La couche maximum intégrée étant de 200m, il n'a pas été possible dans ce cas d'utiliser le canal B comme témoin de la constance de la biomasse de la zone 7-400 m.

- Réglages durant les mesures de T.S.

Fonction: 1 (mesures de T.S. sur le canal A, intégration sur le canal B)

Seuil : 0

Gain : 30 dB.

Intervalle: Intervalle de 1 m, dans la couche intéressante à chaque station.

b) - Sondeur

On a couplé à l'écho-intégrateur le sondeur scientifique SIMRAD EK, de 38 kHz. Celui-ci a subi durant la campagne les réglages suivants :

REGLAGES	Stations 1 à 45	Stations 46 à 54
Echelle	0-250 m	0-500 m
Transducteur ...	7° x 7°	7° x 7°
Durée d'émission (millisecondes)	0,6	0,6
Nb d'émissions par minute	48	24
TVG	20 log R	20 log R
Gain	0 dB	0 dB

3.- RESULTATS

Un certain nombre de stations, ainsi que quelques trajets inter-stations, n'ont pas pu être étudiés : l'opération écho-intégration n'étant pas prioritaire dans la campagne du N.O. "CAPRICORNE", nous avons dû plusieurs fois éteindre le sondeur et l'intégrateur : interférences avec la radio du bord, intégration de la sonde, etc ...

a) - Etude dynamique de la biomasse

- Variations horizontales de la biomasse le long des radiales : les résultats trouvés de jour et de nuit sont très différents (annexe 1 et 2) la nuit se révélant, comme on pouvait s'y attendre, notablement plus riche que le jour (montée des couches profondes dans le secteur prospecté).

Les valeurs de biomasse sont données en millimètres de déviation de l'appareil par mille parcouru (annexe 1 et 2). En effet il est encore prématuré de transformer ces valeurs relatives en valeurs absolues de biomasse, la campagne GATE ne nous ayant pas permis de procéder à des pêches de contrôle.

Nous trouvons, pour l'ensemble de la campagne, une intégration moyenne de 41 mm de jour (6h à 18h) et 116 mm de nuit (18h à 6h) par mille parcouru.

On peut distinguer le long de la radiale deux secteurs où la biomasse présente des valeurs très différentes (ces valeurs sont indiquées dans le tableau ci-dessous).

	2°N-1°N	1°N-0°	0°-1°S	1°S-2°S
Biomasse de jour (mm/mille)	54,7	44,3	25,1	29,5
Biomasse de nuit (mm/mille)	187,2	109,6	87	96,1

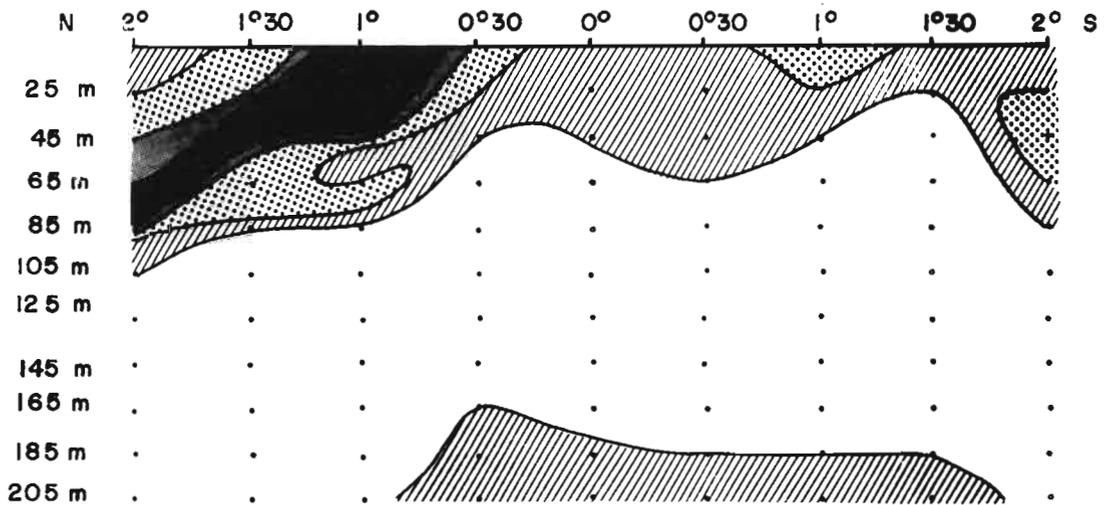
. Premier secteur de 2°N à 1°N

C'est de loin le plus riche, de jour comme de nuit. Les mesures de courant effectuées durant la campagne ont montré qu'il existe dans ce secteur un fort courant ouest dans les 50 premiers mètres. A la frontière de ce courant et du courant de Lomonosov, il se crée un mouvement de remontée d'eau (divergence),

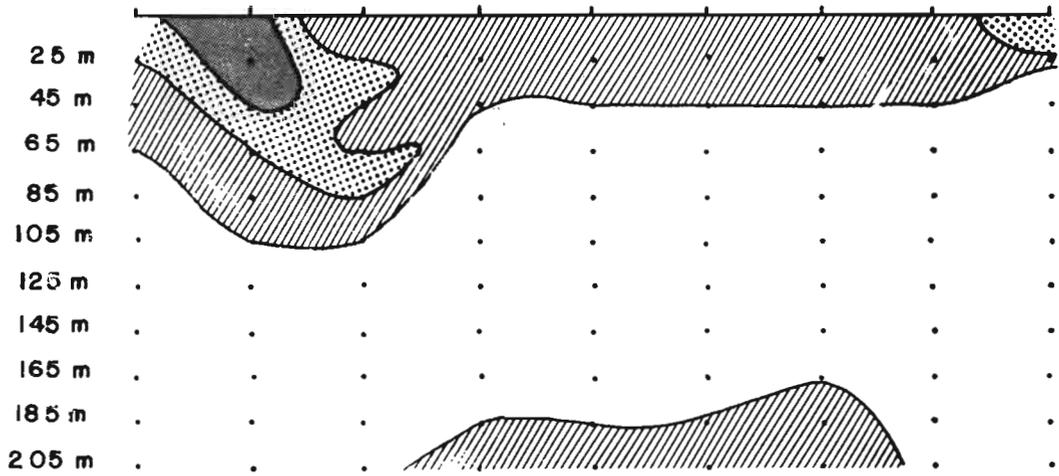
. Deuxième secteur de 1°N à 2°S

La biomasse y est beaucoup plus faible, avec un minimum entre 0° et 1°S. Ce minimum correspond à des eaux froides (22°) et salées (35,90‰) directement associées à la présence du courant de Lomonosov sous-jacent (courant présentant un maximum de vitesse de 80 cm/s vers l'est à 30 m). Le contraste physique entre ces eaux et les eaux chaudes (> 25°C) et moins salées (moins de 35,40‰) qui caractérisent le flux ouest vers 1° à 2°N semble donc correspondre assez bien avec le contraste biologique (biomasses faibles et élevées) qui apparaît entre ces deux secteurs.

Ces variations importantes de la biomasse sont également visibles, sur les coupes de répartition verticale de la biomasse faites le long de la radiale, à partir des données des stations. Cependant, sur ces coupes, l'influence prépondérante sur la répartition de la biomasse est celle de l'heure:



Radiale I



Radiale II

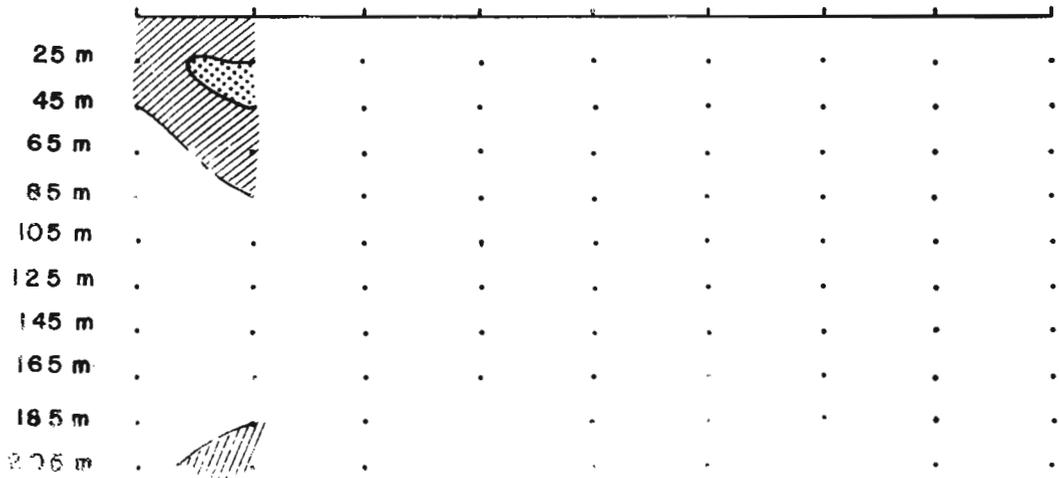
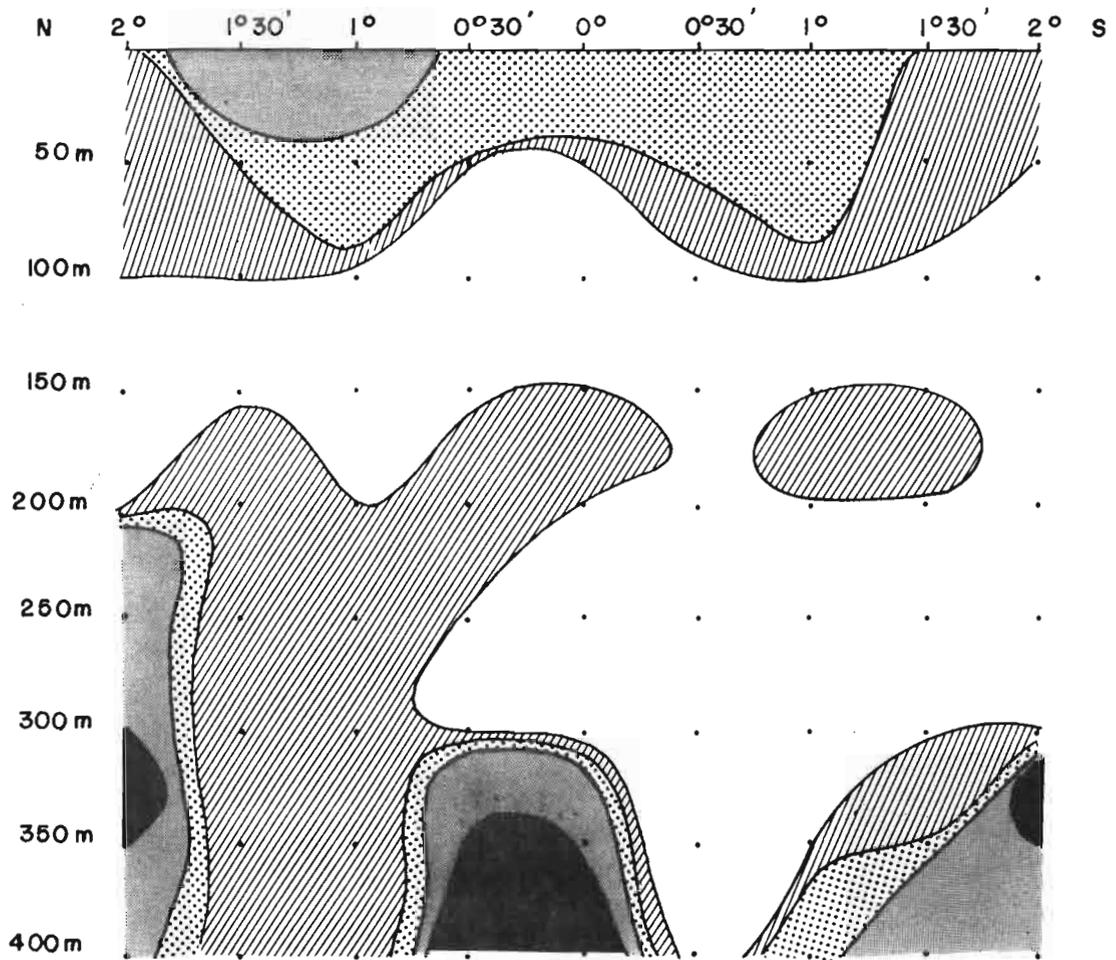


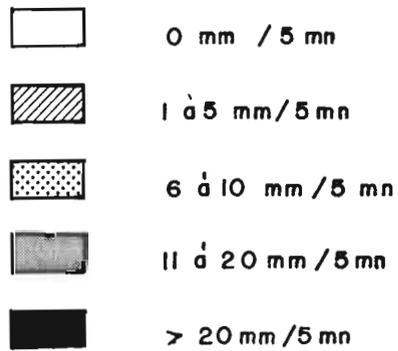
Fig. 2 A



Radiale IV

Fig. 2 B

Coupe de la répartition verticale de la biomasse le long de la radiale 2°N 2°S.



Les valeurs sont données en millimètres de deviation de l'écho-intégrateur pour une durée d'intégration de 5 minutes.

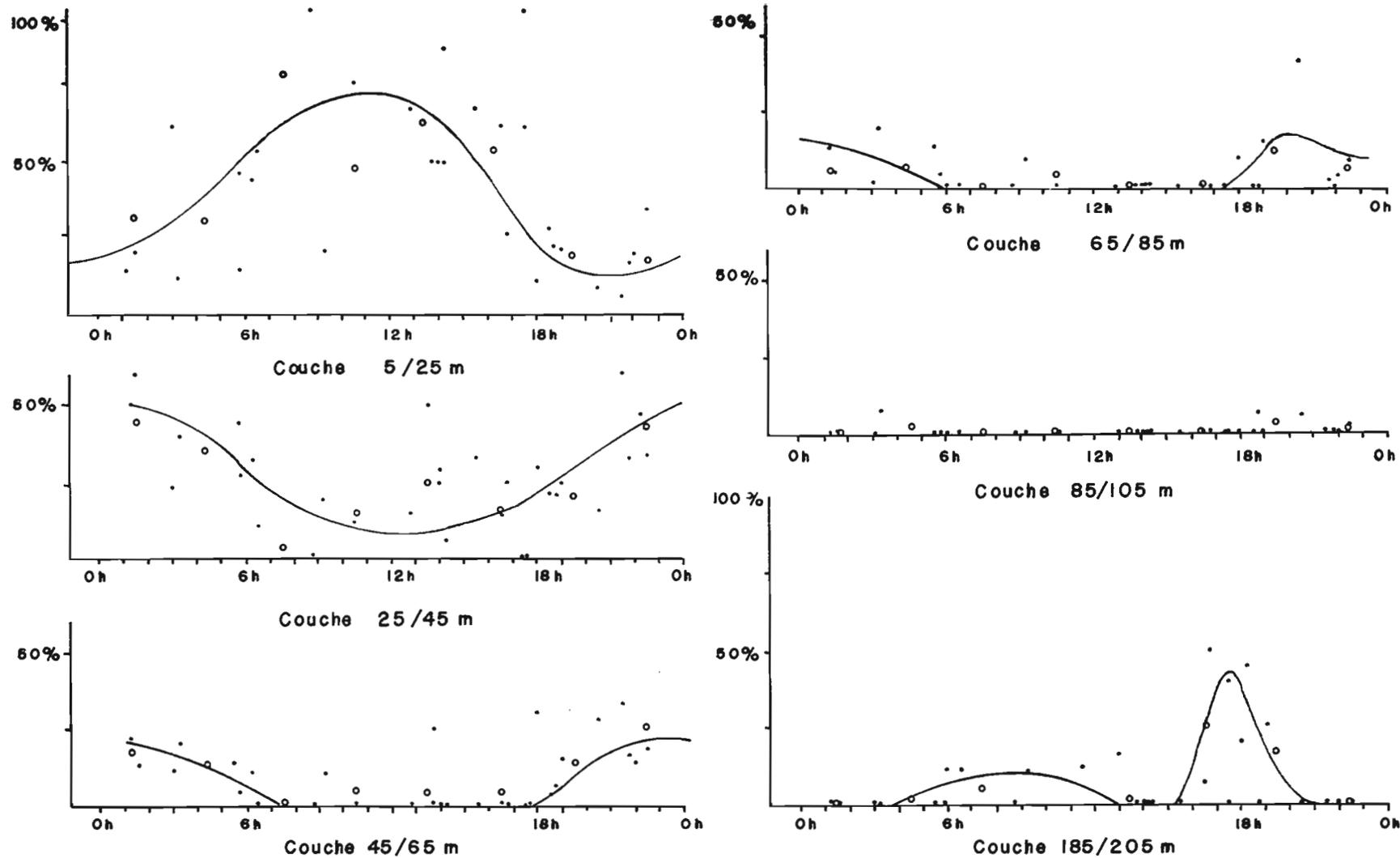


Fig. 3 Evolution de la biomasse pour chaque couche de 20m au cours de la journée .

abscisse = heure

o = valeurs moyennes sur 3 heures

ordonnée = pourcentage de la biomasse de la couche considérée par rapport à la couche 5/205m à chaque station (stations 4 à 38)

les zones riches sont celles où les stations ont été effectuées de nuit (Fig.2).

- Variations verticales de la biomasse

Les variations verticales de la biomasse ont été suivies à chaque station (Fig.2), ce sont essentiellement des variations nycthémérales.

On peut distinguer, de 0 à 200m, trois couches différentes (Fig.3):

1° - Couche superficielle, de 0 à 50/100 m.

Elle est caractérisée par la présence constante d'une biomasse non négligeable, de jour comme de nuit. On peut l'assimiler à la couche euphotique. Elle est limitée également par la thermocline.

2° - Couche intermédiaire, 50/100 m.

Elle est constamment déserte, sauf très brièvement, le soir et le matin, au moment du passage de la DSL. Il s'agit visiblement d'une véritable frontière biologique entre la zone euphotique et les zones profondes.

3° - Couches profondes, en dessous de 150 m.

Elles sont habitées le jour, et parfois la nuit par des couches diffusantes profondes et des bancs. Lors de la 4^e radiale, la prolongation des profils jusqu'à 400m montre l'existence d'échos de plus en plus denses vers les couches plus profondes. La DSL se situe dans cette zone durant la journée, en dessous de 300m, et monte la nuit jusqu'à 25m (Fig.4).

b) - Mesure des intensités de réflexion
des cibles (Target Strength)

On utilise l'écho-intégrateur (fonction 3) pour mesurer les T.S. Pour cela on choisit une zone où l'on puisse trouver des cibles isolées et de taille importante, et on prend, dans cette zone, un intervalle d'intégrateur, chaque point correspondant à une émission.

A partir de ces valeurs, le calcul de T.S. s'établit de la façon suivante :

$$TS = D - A + T + C \dots\dots\dots (1)$$

où TS = intensité de réflexion des cibles (dB)

D = facteur d'intégration, proportionnel à la déviation de d (en mm). D en dB.

A = gain de l'écho-intégrateur

T = 20 log t (en dB)

avec t = durée d'une émission du sondeur (en millisecondes).
T est donné pour toute valeur de t par SIMRAD (Fig.6).

C = facteur de correction.

Dans le cas des réglages que nous avons utilisés, l'équation (1) s'écrit :

$$TS = D - 30 + 64,4 + C \dots\dots\dots (2)$$

Le facteur de correction C s'établit par l'équation suivante :

$$C = C_1 + C_2$$

$$C_1 = SL - VR + 40 \log r + 2 r \cdot \alpha \dots\dots\dots (3)$$

avec SL = niveau d'émission du sondeur

VR = niveau de réception

r = distance du transducteur à la cible

α = coefficient d'absorption du milieu.

On prendra comme valeur de α = 0,01 dB/m.

Les niveaux d'émission (SL) et de réception (VR) ont été mesurés peu de temps avant la campagne.

On a obtenu les valeurs suivantes :

$$SL = 124,9$$

$$VR = 6$$

Nous avons utilisé la fonction TVG du sondeur; dans ce cas, r est égal à la distance maximale d'action de la TVG, soit 230 m.

Le facteur C₂ permet de compenser l'effet de réglages différents des réglages standards pour lesquels a été établie l'équation (1) (SIMRAD, 1972). Dans notre cas il corrige l'utilisation du réglage TVG = 20 log r au lieu de 40 log r (Fig.7).

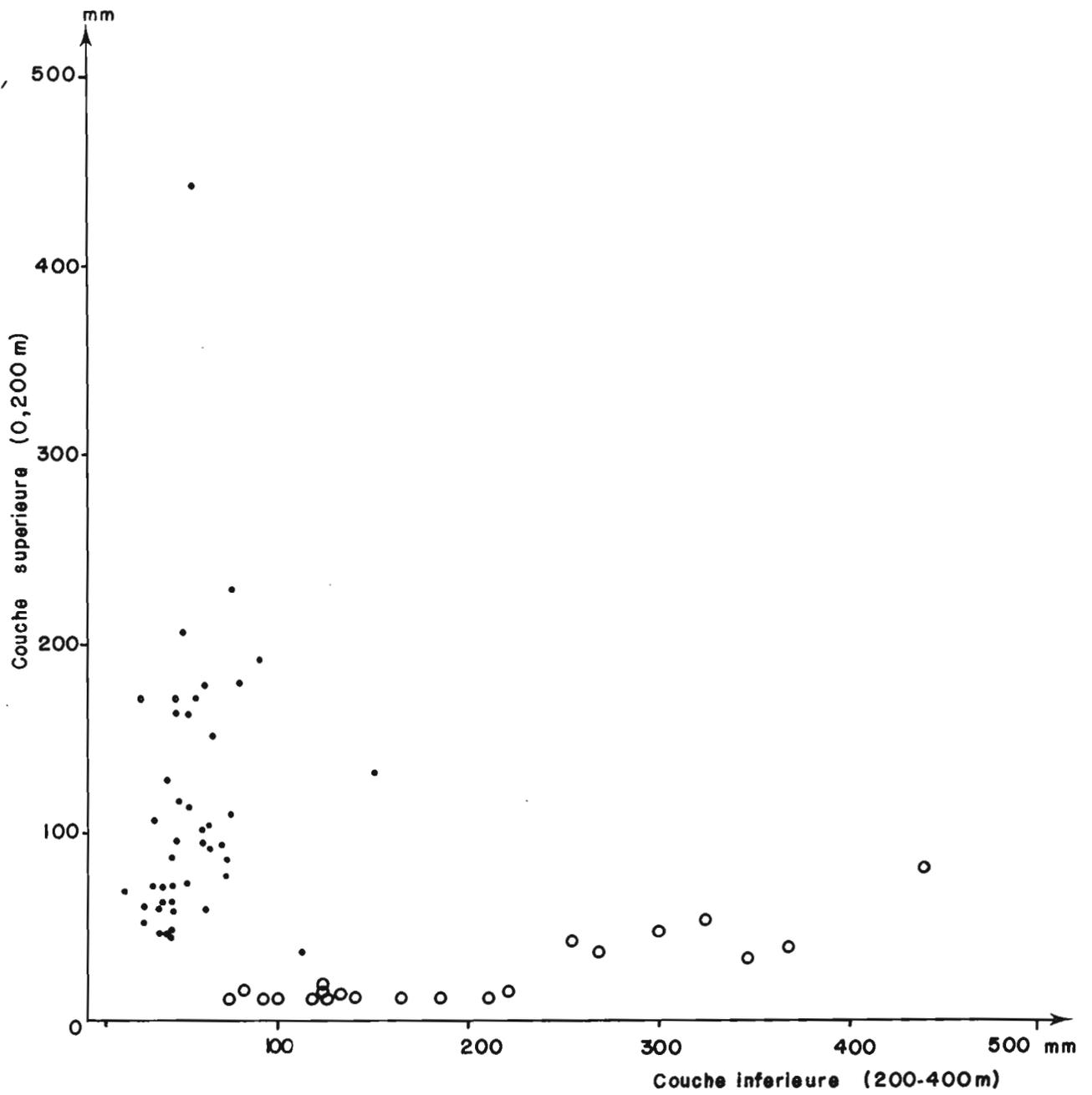


Fig. 4. Relation entre les biomasses des 0- 200m et 200 - 400 m, selon l'heure le long de la radiale IV.
 Biomasse en mm de déviation de l'intégrateur/mille, valeur moyenne sur 5 milles.

● de 18h à 6h ○ de 6h à 18h.

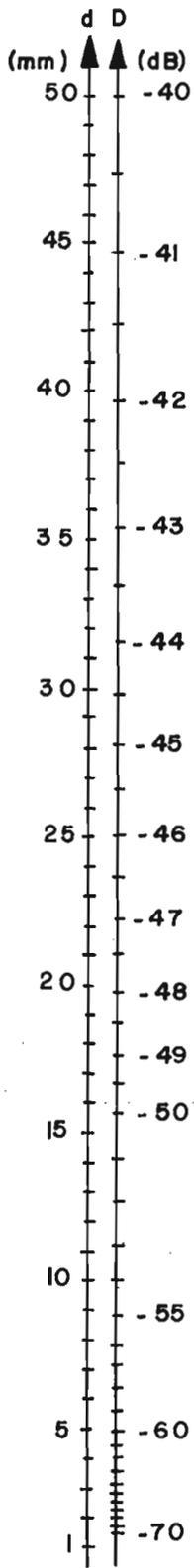


Fig. 5 Echelle de corrélation entre d et D.
(d'après SIMRAD, 1972)

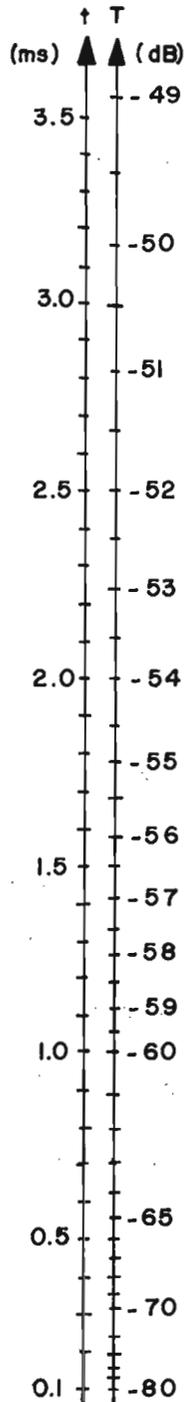
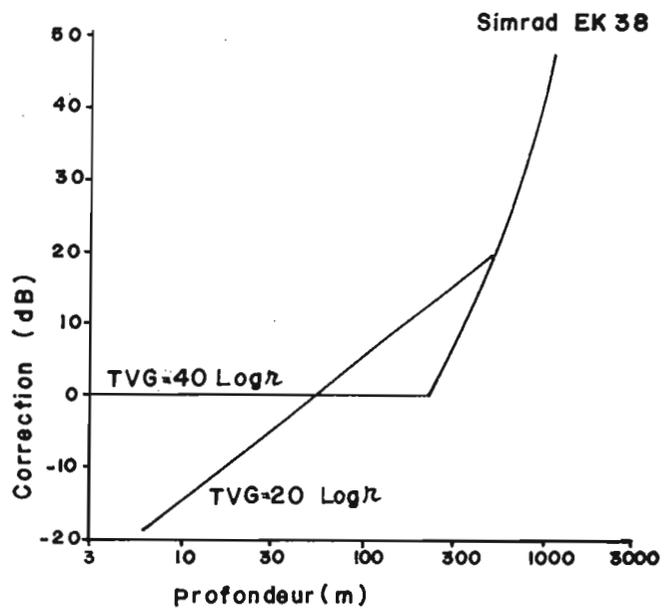


Fig. 6 Echelle de corrélation entre t et T.
(d'après SIMRAD, 1972)

Fig. 7 Courbe de correction donnant les valeurs C_2 pour toutes les profondeurs de mesure, dans le cas du réglage TVG: $20 \log r$
(d apres SIMRAD, 1972)



Finalement, l'équation (2) s'écrit :

$$TS = D + 3,1 + C_2$$

Pour l'ensemble des stations, 3393 mesures de TS ont été ainsi effectuées. Elles se répartissent entre 0 et 50 mm de déviation de l'intégrateur; ceci correspond à des cibles allant jusqu'à -40,3 dB (les cibles donnant les déviations maximum de 50 mm se trouvant à la profondeur 35-36 m).

La distribution des TS est donnée par la figure 8 (distribution en pourcentage). Elle montre que l'essentiel de la biomasse est formé de petits animaux : 38% des cibles ont une TS inférieure à -70 dB, 80% des cibles ont une TS inférieure à -57 dB, 90% inférieure à -52,5 dB.

c) - Description des bancs

Quatre vingt bancs environ ont été enregistrés durant l'ensemble de la campagne, dont 30 ont donné des échos suffisamment importants pour être séparés de l'intégration générale de la couche sondée.

- Localisation

La répartition des bancs est calquée sur la répartition générale de la biomasse. Sur les 30 bancs les plus importants, 16 sont situés entre 2°N et 1°N, 6 entre 1°N et 0°, 6 entre 0° et 1°S, 2 entre 1°S et 2°S. La plupart des bancs se trouve dans la couche supérieure, entre 0 et 50 m. Cependant on a pu en détecter dans toutes les couches d'eau, de 0 à 400 m.

- Dimensions

Les bancs observés ont des tailles très diverses, les plus petits ayant un diamètre de quelques dizaines de mètres, les plus grands, un diamètre de 1 à 2 milles. L'épaisseur des bancs varie entre 10 et 100 m environ. Les dimensions des bancs ont été calculées en utilisant la méthode préconisée par JOHANNESSON (1971).

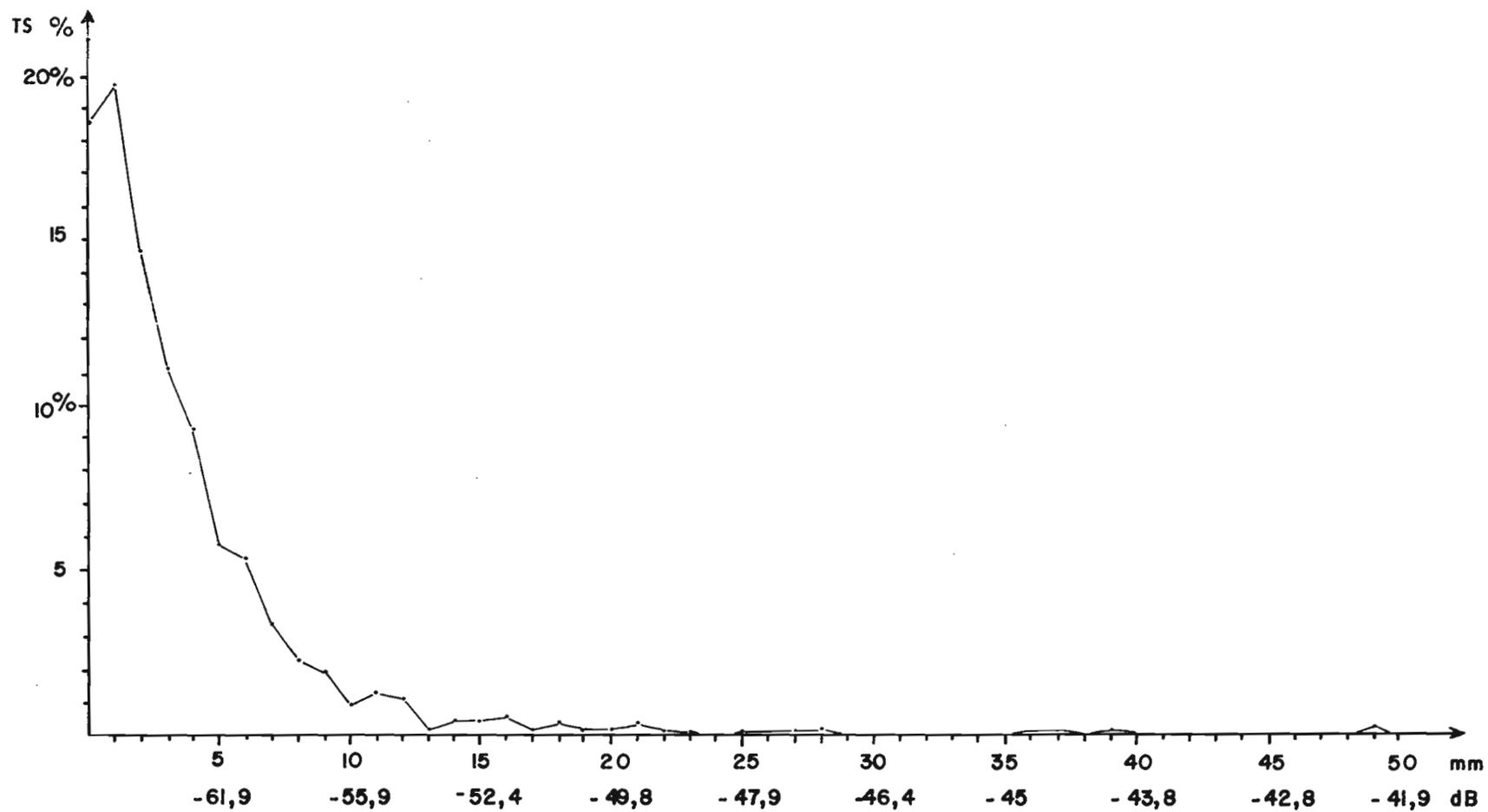


Fig. 8 Distribution des TS (en %) pour une couche d'eau de 1 m, à une profondeur moyenne de 30 m.
 Les valeurs d'intensité de réflexion des cibles sont données en mm de déviation de l'intégrateur
 et en décibels.

4.- CONCLUSION

N'ayant pas pu effectuer de pêche de contrôle lors de cette campagne, nous ne pouvons connaître les espèces responsables de la biomasse. Il ne nous est donc pas encore possible d'établir de constante d'intégration (MIDTTUN, NAKEN, 1971; JOHANNESSON et LOSSE, 1973) afin d'obtenir une relation entre les réponses de l'écho-intégrateur et la biomasse effective. Cependant nous pouvons émettre les hypothèses suivantes :

→ Cette biomasse est sûrement considérable, si on compare les résultats de cette campagne à ceux de campagnes équivalentes faites dans d'autres régions du golfe de Guinée.

→ Elle doit être due pour la plus grande part à du micronecton (Crustacés, Myctophidés, etc...), espèces responsables de l'essentiel des couches diffusantes, dans ces régions. Cependant environ 15 à 20% des cibles dont nous avons pu mesurer les intensités de réflexion sont dues à des animaux de taille plus importante.

- Enfin les concentrations les plus élevées semblent étroitement liées aux zones de divergence. Ceci confirme les observations faites précédemment par le Centre de Recherches Océanographiques (STRETTA, 1975). La biomasse éventuellement exploitable dans la région équatoriale du golfe de Guinée devra donc être recherchée plus précisément dans ces zones.

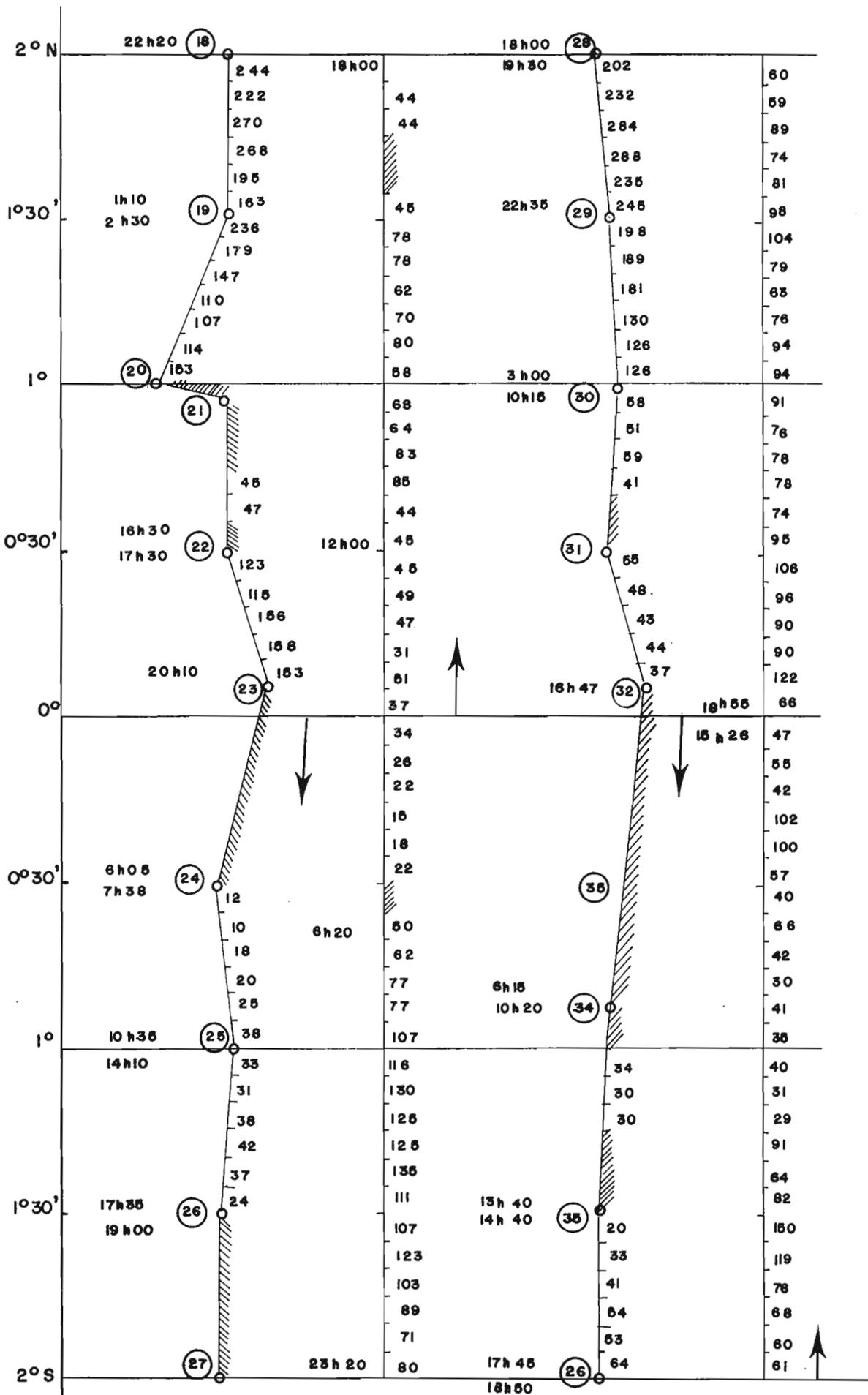
BIBLIOGRAPHIE

- BERRIT (G.R.), 1966.- Les eaux dessalées du golfe de Guinée.
Doc. Scient. Prov. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n°009, 15p
- DUFOUR (Ph.), STRETTA (J.-M.), 1973.- Production primaire, biomasses du phytoplancton et du zooplancton dans l'Atlantique tropical sud le long du méridien 4°W.
Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI, 4: 419-430
- JOHANNESSON (K.A.), 1971.- School parameters and abundance estimates of anchovy recorded off Takoradi (Ghana), in September 1971. Results of the PNUD (SF)/FAO Regional Fisheries Survey in West Africa - Report n°16 Abidjan, September 1971

- JOHANNESSON (K.A.), LOSSE (G.F.), 1973.- Some results of observed abundance estimations obtained in several PNUD/FAO Resource Survey. Projects Symposium on Acoustic Methods in Fisheries Research n°3, 77 p. FAO WS/D 9180, 77 P.
- MIDTTUN (L.), NAKKEN (O.), 1971.- On acoustic identification, sizing and abundance estimation of fish.
Fisk Dir. Skr. Ser. Havaunders, 16: 36-48
- SIMRAD, 1972.- Echo-integrator QM. Operation and Maintenance. Publication SIMRAD, P 574 E. Mars 1972
- STRETTA (J.-M.), 1975.- Biomasse du phytoplancton et du zooplancton dans l'Atlantique tropical le long du méridien 10°W.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, VI, 1: 83-86

*

* *



Annexe I = Répartition des biomasses le long des radiales 1 et 2 (en mm/mille)

