



Institut de recherche  
pour le développement

Centre  
de  
Montpellier

EXPLOITATION  
DES DONNÉES SONAR,  
TYPE OMNIDIRECTIONNEL  
(TYPE SR240)

Patrice BREHMER

Fonds Documentaire IRD  
Cote : Bx 22926 Ex : 1

Laboratoire d'halieutique et écosystèmes aquatiques (HEA),  
Cellule éco-ethologique des petits pélagiques exploités

Fonds Documentaire IRD



010022926

Les opinions exprimées dans ce document  
n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs

Document IRD Montpellier, 1999

Patrice BREHMER

EXPLOITATION  
DES DONNÉES SONAR,  
TYPE OMNIDIRECTIONNEL

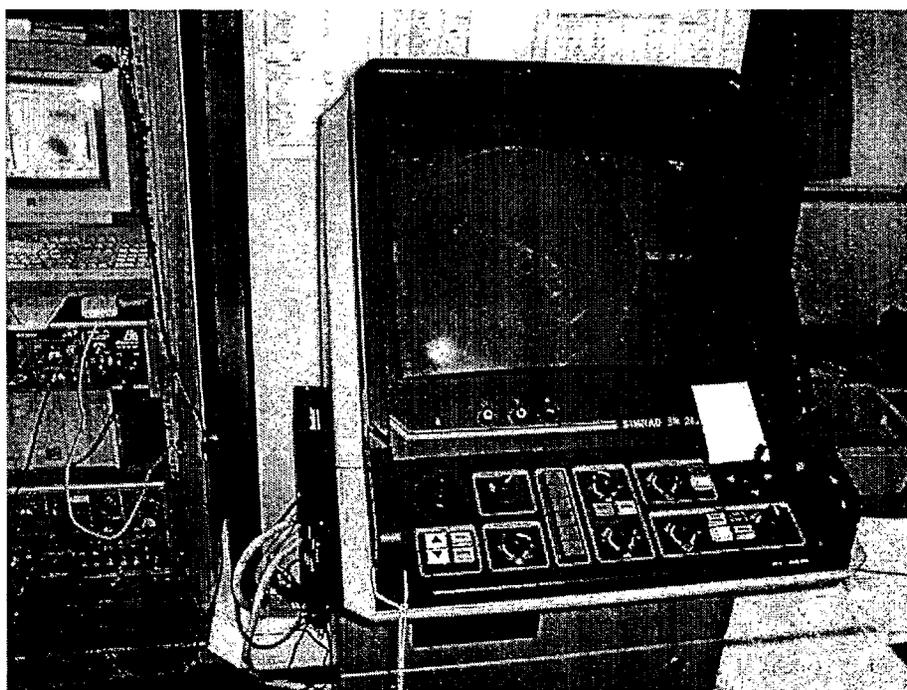
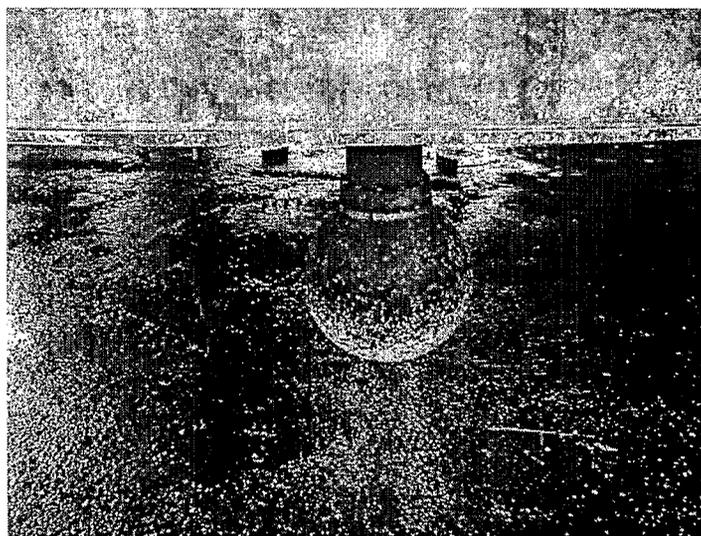
(TYPE SR240)

Montpellier  
1999

### Résumé :

Le SR240 est un sonar multifaisceaux de longue portée, son utilisation au niveau du traitement des données passe par divers calculs et méthodes qui lui sont spécifiques. La méthode de dépouillement des données n'est pas répétée (cf. rapport précédent), seuls les principaux calculs et méthodes à connaître sont résumés ici (correction de la taille des bancs, erreurs systématiques de taille, réglages, densité, indice de compaction, les biais...)

Des résolutions sont à prendre pour les prochaines campagnes VARGET (IRD, ISRA, FLASA) au niveau des réglages acoustiques. Test de la fonction TVG, en  $30 \log R$ , validité du paramètres « along beam dimension » : taille des bancs. Des méthodes sont proposées afin de diminuer voir contrôler les différents biais apportés par le sonar.

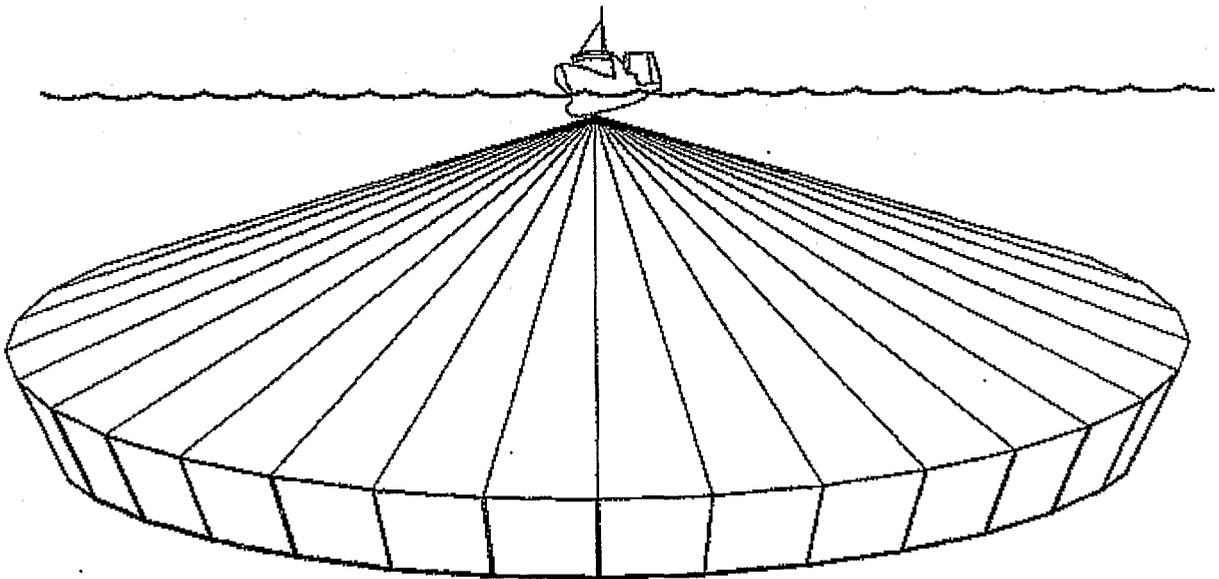


## Introduction :

Le SR240 nous permet de recueillir et dépouiller des données selon un protocole désormais bien défini ( cf. deux derniers rapports V1&2 /96). Les trois grands axes de recherche que nous nous sommes fixé à l'aide de ces données sont :

- l'observation statique de la structuration spatiale des bancs
- dynamique : naturelle (sans la contrainte du navire) & évitement (face à un navire)
- correction des données sonar et sondeur

Nous traitons ensuite ces données sous forme de densité moyenne, distance inter-bancs, vitesses, distance au bateau etc. Ce rapport a été réalisé en grande partie à partir des données V1/97. Il a pour objectif de mieux cerner les spécificités des données du SR240, leurs biais et leur exploitation.



**Figure :** représentation du volume insonifié par les 32 faisceaux du sonar omnidirectionnel, répartie tout autour du navire (11.25\*11.5).

L'emploi d'un tel appareil acoustique permet l'observation de banc de poissons pélagiques à grande distance du navire et sur de larges surfaces. Leur emploi en pêche a sérieusement augmenté la capturabilité des espèces pélagiques grégaires.

### - Temps d'impulsion - erreur de taille

A nos réglages, *continuous wave/omni/C.normal*, et à l'échelle de 800 mètres le temps d'impulsion «  $\tau$  » est de 8 m/s pour la campagne V1/97 & V2/96\_800m. L'erreur systématique de taille « d » est

trouvée par la formule (1) ce qui nous donne  $d = 6.08\text{m}$ . Il sera donc impossible de discerner deux bancs espacés de moins de 6 mètres l'un de l'autre. Pour les autres campagnes on a : V1/96  $t=24\text{ms}$  ; V2/96 à 400m  $t=4\text{ms}$  soient respectivement  $d = 18\text{m}$  et  $d = 3\text{m}$ .

$$d = ct/2 \quad (1)$$

avec :

$d$  : erreur systématique de taille, en mètres

$c = 1519.52 \text{ m/s}$  ( cf. formules (3) célérité du son, avec données sonde 26 V1/97)

$t$  : Temps d'impulsion, en mètres

## 2. Correction des $lw$ ( along beam dimension )

Par sonar pour retrouver la taille réelle ou plutôt corrigée, des bancs observés il est admis de n'utiliser que la dimension  $lw$  au dépend de la dimension  $cw$  trop soumise à biais (cf. § simulation). En théorie la dimension  $lw$  est invariable et ne dépend pas de la distance au bateau mais de sa fonction TVG qui est pour le SR240 en  $30 \log R + 2a R$ , utilisé une seul fois : pour V1/97. On pose, pour la forme des bancs, l'hypothèse qu'ils soient tous sphériques. Le diamètre du banc est alors retrouvé par la formule :

$$Lwc = Lwa - ct/2 \quad (2)$$

avec :  $Lwc$  : en mètres, diamètre corrigé du banc.

$Lwa$  : en mètres, along beam dimension apparent.

$t$  : temps d'impulsion en seconde.

$c$  : célérité du son en m/s, tel que

$$c = 1449.2 + 3.5 T + (S - 35.0) + 0.18 D \quad (3)$$

T en degrés Celsius

S en pour mille

D en mètre

Au dépouillement, la précision est de  $\pm 1$ mm. L'échelle de variation des  $lw$  est d'une dizaine d'unités qui nous donne les résultats résumés dans le tableau ci-dessous :

<b>Lwa</b>											
<b>en mm</b>	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	et plus
<b>Lwc</b>											
<b>en mètre</b>	2	10	18	26	34	42	50	58	66	74	> 74

**Tableau 1 :** Conversion des échos mesurés sur l'écran sonar en taille théorique par la formule ( 2 ), avec les paramètres de la dérive D9 V1/97.

### 3. La carte Novascan

Note : Un moniteur d'une meilleure définition et d'une plus grande taille permettrait d'obtenir une précision supplémentaire, augmentant l'éventail des tailles (une fois convertit) des bancs détectés au sonar.

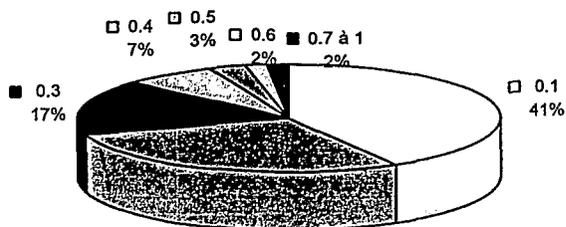
La dérive 9 V1/97 a été réalisée avec la carte *NOVASCAN*, qui nous a significativement amélioré la récolte des données, surtout au niveau de la détection des petits bancs. En comparant les dérives d'une même campagne (V1/97), avec et sans *NOVASCAN* on s'aperçoit que l'augmentation de la proportion de petits bancs ( $lw$  mini. : soit 2m de  $\varnothing$  à une échelle de 800m), est supérieur à 10%. Cette augmentation est encore plus significative par rapport aux anciennes campagnes V1/96 & V2/96 car elle atteint presque 30% (cf. fig. n°: 1).

De plus, pour les futures campagnes nous aurons l'ensemble des gammes de couleurs correspondant à des valeurs de TS moyenne pour des échos de types faibles ( bleu ) moyen ( vert ) ou fort ( rouge ).

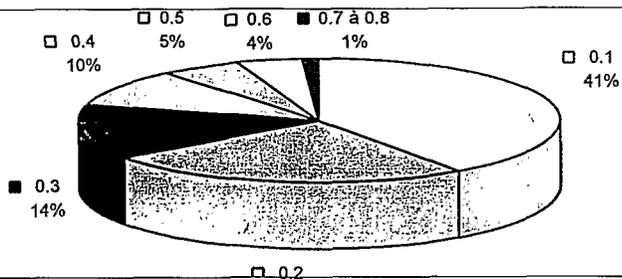
♦ **attention** : vérifier que les réglages vidéo de *dimension de l'écran* soient correctes. Pour la dérive 9, avec *Novascan*, le diamètre horizontale de l'écran été supérieur de 4,87 % à celui verticale (  $\varnothing$  :  $\boxtimes 20,5\text{cm} \neq \triangleleft 19,5\text{cm}$  ).

Le dépouillement des données du SR240 reste encore très subjectif, au niveau du choix du centre de gravité qui est attribué à l'écho ainsi que de la taille  $lw$  dépendant aussi de sa couleur qui reflète l'intensité de l'écho (Ces choix restent relativement personnels). A cela vient s'ajouter les erreurs classiques de mesures et de lectures. Il serait bon de pouvoir traiter l'image sonar de façon numérique (Misund, 1991), ce qui permettrait aussi surtout de standardiser les méthodes de dépouillement.

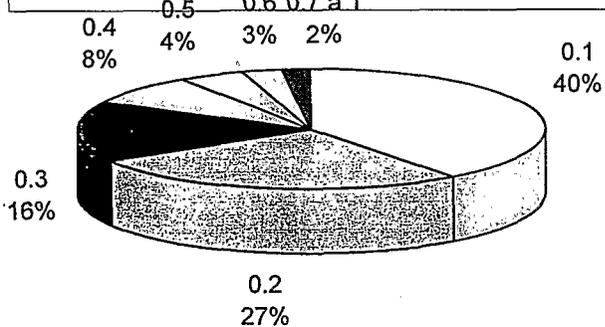
Fréquence d'apparition des lw de la D9 V1/97 - 600 bancs



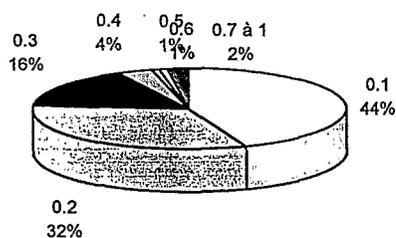
Fréquence d'apparition des along beam dimension - D9-V1/97 - data debut jour



Fréquence d'apparition des along beam dimension - D9-V1/97 - data jour



Fréquence d'apparition des along beam dimension - D9-V1/97 - data nuit



fréquences d'apparition des lw - D1 V1/97 - sans NOVASCAN

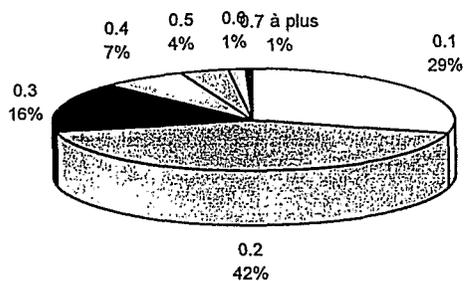


Figure 1 : pourcentage des fréquence d'apparitions des taille lw au cours d'une opération de dérive (Varget 1/97), de jour et nuit ; avec et sans la carte d'acquisition (convertir A/D) Novascan

### Comparaison des $lw$ des missions Varget 1 & 2 (1996)

Les données ont été obtenues par différentes campagnes de la méthode d'enregistrement des campagnes menées en 1996 pose problème. Comparaison et erreur systématique de mesure, des  $lw$  (along beam dimension), pour les dérives de Varget 1/96 & 2/96. Les différences d'échelles utilisées pour les opérations de dérives des deux campagnes nous empêchent de pouvoir comparer les résultats entre eux, tout au moins en ce qui concerne Varget 1 & 2. Les études faites lors de la première campagne portent en effet sur des bancs de tailles beaucoup plus importantes que pour la seconde (cf. tableau ci-dessous). Par contre, il suffit de supprimer la première classe de l'histogramme 1.2, pour pouvoir comparer l'intégralité des dérives de Varget 2, entre elles.

Echelle SR240	$lw$ mini.*	$lw$ maxi.	Echelle (Superficie étudiée)	Effectif (Nombre de banc)	Comparable (banc de même dimension)
Varget 1 (2400)	0.1 mm = 28.91 m		18.09 km <sup>2</sup>	321	36
Varget 2 (800) (dérive 1 + 1i + 2)	0.1 mm = 8.51 m		1.28 km <sup>2</sup>	209+103+73 = 385	17
Varget 2 (400) (dérive 3)	0.1 mm = 4.25 m		0.32 km <sup>2</sup>	73	6

**Tableau 1** : comparaison des  $lw$  (along beam dimension), pour les différentes dérives.

\* conversion basé sur la dimension de l'écran vidéo

- Erreur de mesure systématique sur les dimensions  $cw$  &  $lw$  des échos de bancs.

La précision des mesures lors du dépouillement des données, ne peut être que relative ; car elle implique des notions subjectives, pour la mesure des dimensions  $cw$  &  $lw$  (respectivement : across beam dimension et along beam dimension) amenées par des échos de formes et d'intensités variables. Le technicien devant alors estimer au plus juste ces dimensions entachées d'une erreur systématique.

La méthode utilisée, nous donne une erreur systématique sur la mesure de la largeur de l'écho des bancs ( $Lw$ ) dépendant de deux erreurs de mesure, tel que :

$$\delta Lw = \delta X + \delta Y = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ mm}$$

Avec :

$\delta Lw$  : erreur sur la mesure : largeur de l'écho.

$\delta Y$  : erreur de lecture, règle gradué - compas pointe sèche - matériels vidéo.

$\delta X$  : erreur de lecture, du manipulateur (+ estimation subjective).

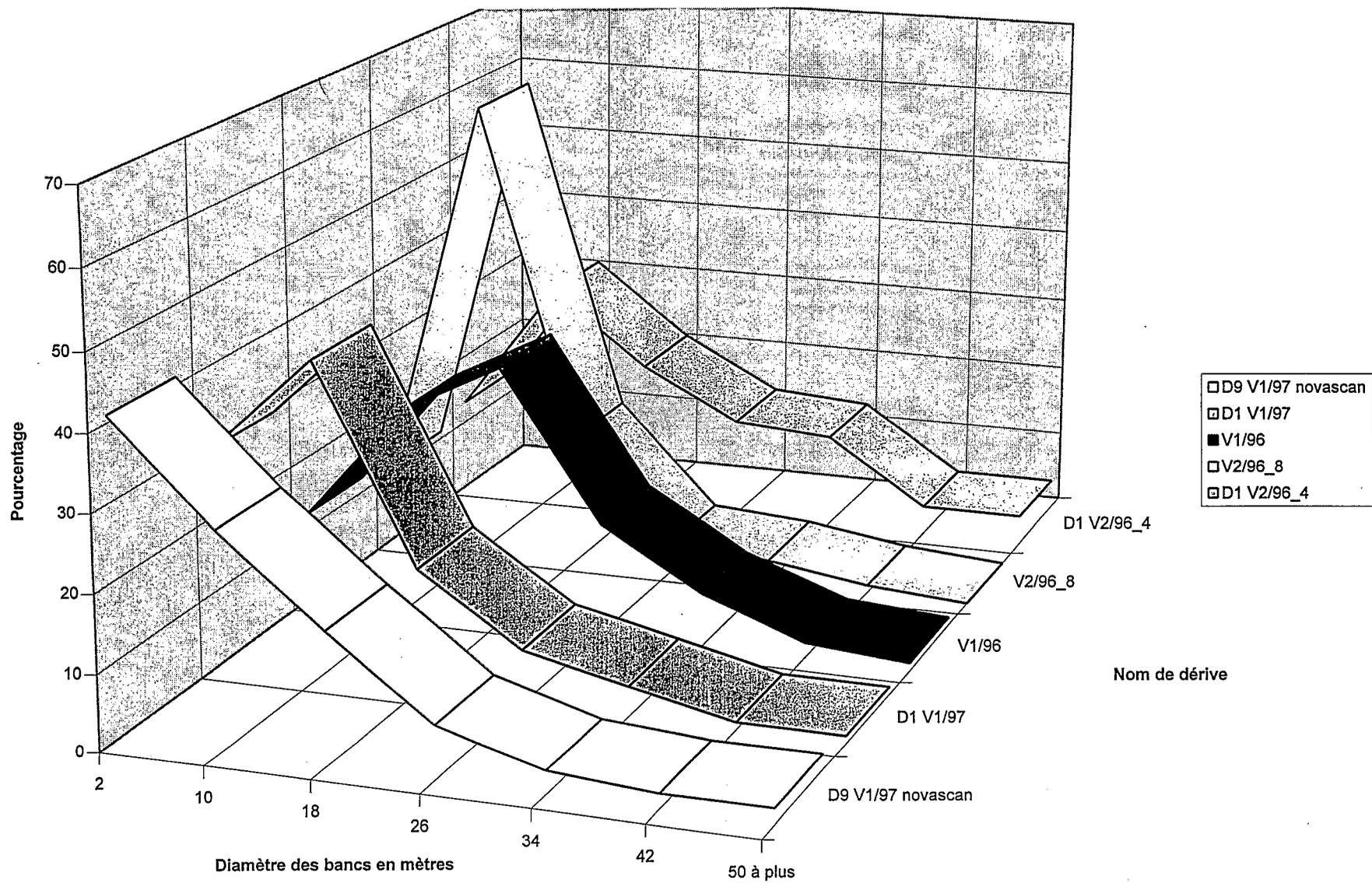
On trouve donc une erreur de mesure systématique  $\delta Lw$  de :  $\pm 1 \text{ mm}$  ; dans le meilleur des cas, une erreur de 0.2 mm semblant plus réaliste au regard de la méthode de dépouillement (qualité de l'image rejoué et méthode).

- Amélioration de l'erreur systématique :

- Meilleure précision de la part du manipulateur
- Qualité des outils : vidéo<sup>1</sup>, magnétoscope, écran T.V., règle, compas

<sup>1</sup> notons aussi l'existence d'une déformation de l'écran du sonar enregistré par une caméra noire et blanc de faible qualité (Panasonic camera industrielle type VW 71 F, 16mm) pouvant presque atteindre le demi-centimètre.

Figure 2 : graphique 3D du diamètre estimé des bancs pour différentes campagnes et configuration de mode d'enregistrement.



#### 4. Les réglages du SR240

Plusieurs dérives ont été étudiées à des réglages identiques (cf. annexe) au niveau :

- des **filtres**, du type et de la puissance d'émission,
- du **type d'impulsion**,
- du secteur son,
- du **gain** ;

puis traitées par les mêmes méthodes de dépouillements et d'analyses.

##### 4.1. Les différences entre les campagnes:

- Le tilt : V1/97 a = -5° et -2°, V2/96 a = -7°, V1/96 a = -2° et -5°.
- La TVG pour V1/97 on passe de 700m à 1600m.
- L'échelle : V1/97 = 800m, V2/96 = 800m et 400m, V1/96 = 2400m.
- Le mode : toujours omnidirectionnel sauf V2/96 omnivertical.

##### 4.2. L'évolution des réglages

Il est évident que nos connaissances pratiques et théoriques du SR240 ont évolué au cours des campagnes, aussi sommes nous obligés de suivre les changements de réglages qui nous amèneront, espérons le, à une efficacité optimum du sonar, même si la comparaison avec les données précédentes peut, dès lors être discutée.

La TVG pour V1/97 est passée à 1600m, ce qui est la valeur théorique conseillée pour laquelle cette fonction prend la forme  $30 \log R + 2 a R$ . Nous devrions donc pour V1/97 obtenir des bancs dont la  $L_w$  ne dépend pas de la distance au N/O. Le choix de cette fonction, comme fonction de référence pour les futures campagnes, sera discuté plus loin.

L'échelle « optimale » à utiliser reste à déterminer, le dépouillement « d'essais » réalisés en dérive, V1/97, devrait nous amener des éléments de réponse concrets. D'après les calculs réalisés à partir des temps d'impulsion que l'on obtient avec nos réglages (*Continuous Wave/omni/normal pulse length*) on a d'après la formule ( 1 ) :

Echelle en mètres	200	400	800	1200	1600	2400	3200	4800	6400
Temps d'impulsion en ms	2	4	8	12	16	24	32	48	64
distance insonifié* en m	1,5	3,0	6,0	9,1	12,1	18,2	24,5	36,7	49,0

Tableau n°: 2 : récapitulatif des \*erreurs systématiques de tailles, celons l'échelle utilisée, et avec

les réglages classiques.

Le mode d'affichage **relatif nord** est à conserver il sera surtout utile pour les études de dynamiques (notons que le mode omnidirectionnel est identique mais sans notion d'orientation cardinale).

Le tilt dépend des facteurs externes locaux : profondeur et paramètres environnementaux. Il doit donc être réglé par l'opérateur en fonction des conditions locales. Le but étant évidemment d'essayer « d'échantillonner » toute la colonne d'eau située autour du navire.

### 4.3. Présentation de la distance banc/bateau

La distance bancs/bateau est prise comme étant la *horizontale distance* sur le SR 240, soit la projection sur la surface de l'écho du banc perpendiculairement à cette dernière. Il faut changer ce réglage et passer en mode *Slant distance*, qui mesure la distance banc-bateau le long du tilt du faisceau ce qui paraît plus correct pour nos études, bien que la variation soit très peu significative. Sur un banc situé à une profondeur supérieur à 100m, l'échelle varie de moins de 1% entre les deux modes selon la formule :

$$\boxed{Hd^2 = \sqrt{Sd^2 - P^2}} \quad (4)$$

avec

*Hd* : Horizontal distance

*Sd* : Slant distance

*P* : Profondeur du banc

## 5. Méthode de calculs

### 5.1 Des densités

#### 5.1.1 Calcul de tore

Pour des raisons de proportionnalité, nous calculerons les fréquences de densité par classes de distances au N/O, en nombre de bancs par unité de surface ( m<sup>2</sup> ou Km<sup>2</sup> ), et par tore noté « nb.-*bcs/m<sup>2</sup>/t* ».

Le calcul des tores est différent selon le mode utilisé, nous en avons fait deux différents :

##### 5.1.1.1 Omnidirectionnel

Le principe est de calculer la surface des cercles ayant pour rayon les bornes des intervalles des  $n$  classes choisies. Le premier tore est en fait la surface d'un cercle, on retranche ensuite chaque surface de cercle consécutive deux à deux dans l'ordre croissant, selon la formule :

$$p R_n^2 - p R_{n-1}^2 = \text{tore}_n \quad (5)$$

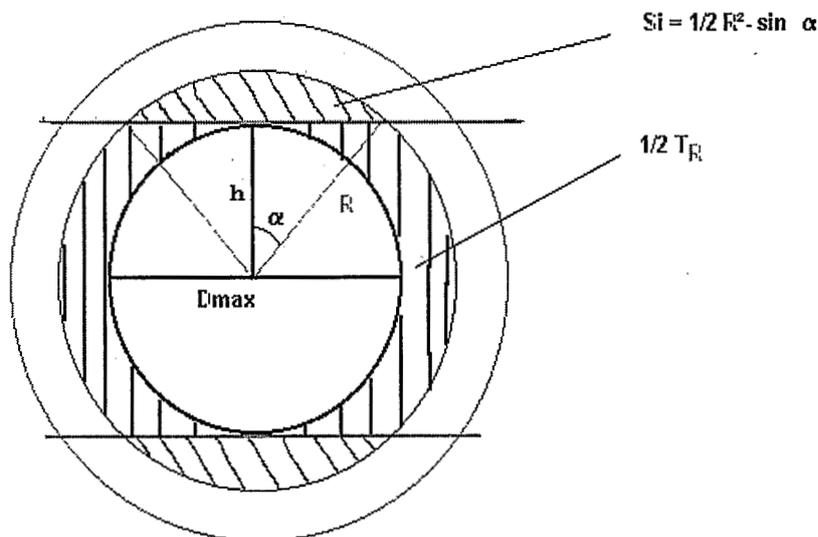
$R_n$  : rayon du cercle  $n$

$\text{Tore}_n$  : Surface de référence

### 5.1.1.2 Omni-vertical

Le principe est le même au départ, puis arrivé à la moitié de l'échelle utilisée, noté  $\frac{1}{2}$  Range, il faut utiliser la formule suivante :

$$T_{ii} = pR_i^2 - pR_{1/2 \text{ range}}^2 - R^2 (a - \sin a) - S_{i=1/2 \text{ range à } i-1} T \quad (6)$$



**Figure 3** : représentation des surfaces étudiés en mode omnidirectionnel et omniverticale par le sonar Simrad SR240

A partir de ces calculs, on construit les histogrammes de distribution de densité des bancs par  $m^2$  et par tore. Les classes de distance banc/bateau sont représentées par des intervalles de cent mètres.

## 5.2 Calcul de l'indice de compaction

A partir des coordonnées  $B_x; B_y$  des bancs, on peut calculer le moment d'inertie du cluster noté  $I_c$ . Pour cela on cherche d'abord le centre de gravité,  $G_c$ , du cluster afin de créer un nouveau repère ayant  $G_c$  pour origine.  $G_c$  a pour coordonnée la moyenne des coordonnées de l'ensemble du cluster.

$$I_c = V(x) + V(y) = (1/n) * \sum (X_i - X_{moy})^2 + (1/n) * \sum (Y_i - Y_{moy})^2 \quad (7)$$

Le moment d'inertie (7) nous donne une caractéristique globale sur l'état de compaction du cluster, car il existe une équivalence entre la notion mécanique d'inertie et la notion statistique de la variance.

On peut ainsi calculer la dispersion des points (représentants les centres de gravités des bancs) autour de  $G_c$ , centre de gravité de l'ensemble du cluster, par le calcul du moment d'inertie  $I_c$ . Les bancs les plus éloignés de  $G_c$  auront un moment d'inertie plus important. Le nombre de mesures des distances inter-bancs est fonction de  $n$ , représentant le nombre de bancs par cluster, tel que : l'effectif des distances inter-bancs est égal à  $\sum_i (n_i - 1)$ .

De là on peut calculer un indice de compaction du cluster noté «  $C$  » pour les différents relevés d'une dérive, tel que :

$$C = I_c / n \quad (7)$$

Cet indice  $C$  peut donc être considéré comme un descripteur complémentaire de la structuration spatiale des bancs de poissons pélagiques. Il nous permet d'avoir une notion précise sur le degré de compaction d'un cluster par rapport à un autre. Il varie de façon inverse à la densité du cluster  $c$  est à dire que plus  $C$  est faible plus les bancs sont resserrés entre eux.

L'emploi de point process (Petitgas P. et al., 1996) permet de comparer la distribution spatiale des bancs de poisson observés au sonar, par rapport à une distribution de type poisson. Le développement d'un logiciel spécifique SPP 2D devrait permettre de tester, cette méthode sur nos données varget sr240. Le soft pourrait permettre de classer les types de cluster et de créer une typologie de structuration spatiale 2D.

## 6. Etude de cas varget 1/97 ; Biais, résultats & simulation

Nous avons observé la distribution spatiale des bancs à l'aide du SR240 sur une superficie de 2.01 Km<sup>2</sup> et à des profondeurs variables (petit fond, < 60m), le long de la petite cote sénégalaise. L'opération de dérive n°: 9, qui nous intéresse, ( N/O en dérive, moteur coupé ) a débuté à 17h25 le 12/03/97 et s'est finie à 21h00. Les enregistrements *Ossian* et *reson* ont comme d'habitude été enregistrés en simultanés. Enfin à la fin de la dérive une sonde CTD (n°: 26) a été réalisé sur la zone

d'observation dans des fond de 28m. Notons que la dérive N°: 9 de V1/97 est la première Dérive obtenue avec la carte *novascan*.

Une fois dépouillées les trois couples de paramètres  $B_x, B_y$  ;  $N_x, N_y$  ;  $lw, cw$  respectivement coordonnée du banc, du N/O, et taille de l'écho, vont nous servir de base de donnée pour tous les calculs qui vont suivre . Tous les calculs de distances seront fait à partir de formule Euclidienne.

Le but de nos travaux était de dresser une typologie de structuration spatiale des bancs de poissons pélagiques tropicaux sur deux stocks différents (Venezuela /Sénégal) par l'intermédiaire de trois campagnes Varget (1/96, 2/96 , 1/97).

Au cours des différentes campagnes nous avons acquis une meilleur connaissances du SR240. Ce dernier possède de telles propriétés qu'il offre un large éventail de possibilités de manipulation et donc d'études, qui n'ont pour le moment pas été approfondies. Nous proposons ici, de fournir les facteurs correctifs qu'il faut utiliser sur les données recueillies par le sonar *Simrad SR240* Ces facteurs doivent atténuer les biais systématiques du sonar. Ces biais sont calculables par simulation et fonction de loi statistique.

## 6.1 Les biais classiques des données sonars :

La problématique se décompose en trois causes principales de biais, lors d'étude de distribution spatiale et de densité à l'aide d'un sonar de grande portée :

### 6.1.1. Largeur des faisceaux

La variabilité de la largeur des faisceaux induit une discrimination du nombre de bancs détecté en fonction de la distance au transducteur, les faisceaux du sonar devenant de plus en plus large proportionnellement à cette distance. Deux bancs situés à une distance du navire relativement identique (cf.; § simulation ), sont pris comme un seul et même écho si il sont en plus, dans le même faisceau ou dans l'un des deux qu'il lui sont jointif. Soit  $db_1$  et  $db_2$ , respectivement les distances banc/bateau de deux bancs distincts ( 1 & 2 ) :

Si

$$db_1 > db_2,$$

et que

$$db_2 + (Lw_2 / 2 + Lw_1 / 2 ) + 6,02 = db_1$$

avec

$Lw$  « *across beam dimension* » de chaque bancs

temps d'impulsion de 8 ms

alors : nous obtiendrons deux crypto bancs, sachant qu'un seul écho apparaîtra sur l'écran pour deux bancs. On appelle *Cryptobanc* un banc dont la représentation de l'écho sur l'écran sonar est confondu avec au moins un autre échos.

Les dimensions « cw » ou *across beam dimension* sont aussi affectées par le même principe, le diamètre des bancs ( longueur « longitudinale » de l'écho sonar) augmente de façon proportionnelle à la distance au transducteur, alors qu'il devrait rester normalement constant. Pour le moment nous ne recueillerons cette dimension qu'à titre informatif.

### 6.1.2. La réverbération

Le fond comme les particule en suspension (etc...), amènent aussi un biais, dut à la saturation du signal acoustique par le bruit de fond. Ce biais augmente aussi proportionnellement à la distance au bateau, et à la sonde. Avec le SR 240 un filtre spécifique *RCG* (Reverberation Controled Gain) est utilisé, son utilisation sera discuté plus loin.

### 6.1.3. Les thermoclines

Les thermoclines sont capables de dévier les ondes sonores, elles sont donc aussi la source d'un biais possible en créant une zone d'ombre située vers la surface, où les bancs ne sont pas détectés, ce qui crée comme résultante un effet de concentration des échos autour du N/O.

Cette troisième source de biais est différentes de celles citées ci-dessus du fait que ce biais n'est pas systématique. A bord de l'Antéa des stations CTD sont régulièrement effectuées, ce qui nous permet de connaître la présences ou l'absence d'une thermocline ainsi que de sont intensité.

## 6.2 Contrôle des biais

### 6.2.1. Réverbération :

Le filtre RCG agit sur les 32 faisceaux du SR240 son action est surtout dirigée contre la saturation du signal acoustique par le bruit de fond. Il procède par élimination des signaux ayant une faible variation tel que : les bruits de fond et de surface, bruit d'hélice... En revanche il garde les signaux à forte variation tel que les bancs et l'écho de fond.

Sont utilisation n'est bien sur pas aussi idéale, aussi faut-il faire attention à son utilisation lorsque l'on peut -être en présence de bancs diffus, ces derniers pouvant être pris comme un bruit de fond.

Simrad avoue la difficulté du choix entre les quatre positions du menu (off, weak, *medium*, strong), et conseille un usage répété et avec de l'expérience, afin de trouver les meilleurs réglages pour une situation donnée.

### 6.2.2. Thermocline :

Les sondes CTD nous fournissent les températures en fonctions de la profondeur ce qui nous permet de constater la présence ou l'absence local de thermocline dans la zone étudiée. Notre étude se base principalement sur des données Varget 1 (96/97). La récolte de ces données a été faite au Sénégal durant la saison froide (février - mars) en période d'Alizé. Au niveau local, c'est le comportement d'hydrodynamisme du vent dont dépendra l'état de la thermocline. Les Alizés provoquent à cette époque de l'année, un upwelling qui induit un mélange des eaux et donc une thermocline faible voire inexistante.

Il est cependant toujours possible d'observer une reconstitution de cette dernière près de la surface (ex : abs de vent), on assistera alors à une restratification progressive de la colonne d'eau. Il sera donc toujours utile de faire une station CTD sur les zones d'observations du SR240.

Exemple : Dérive 9 de V1/97 -> sonde CTD n°: 26, de 0 à 30m variation de moins de un degrés ↓  
Absence de thermocline.

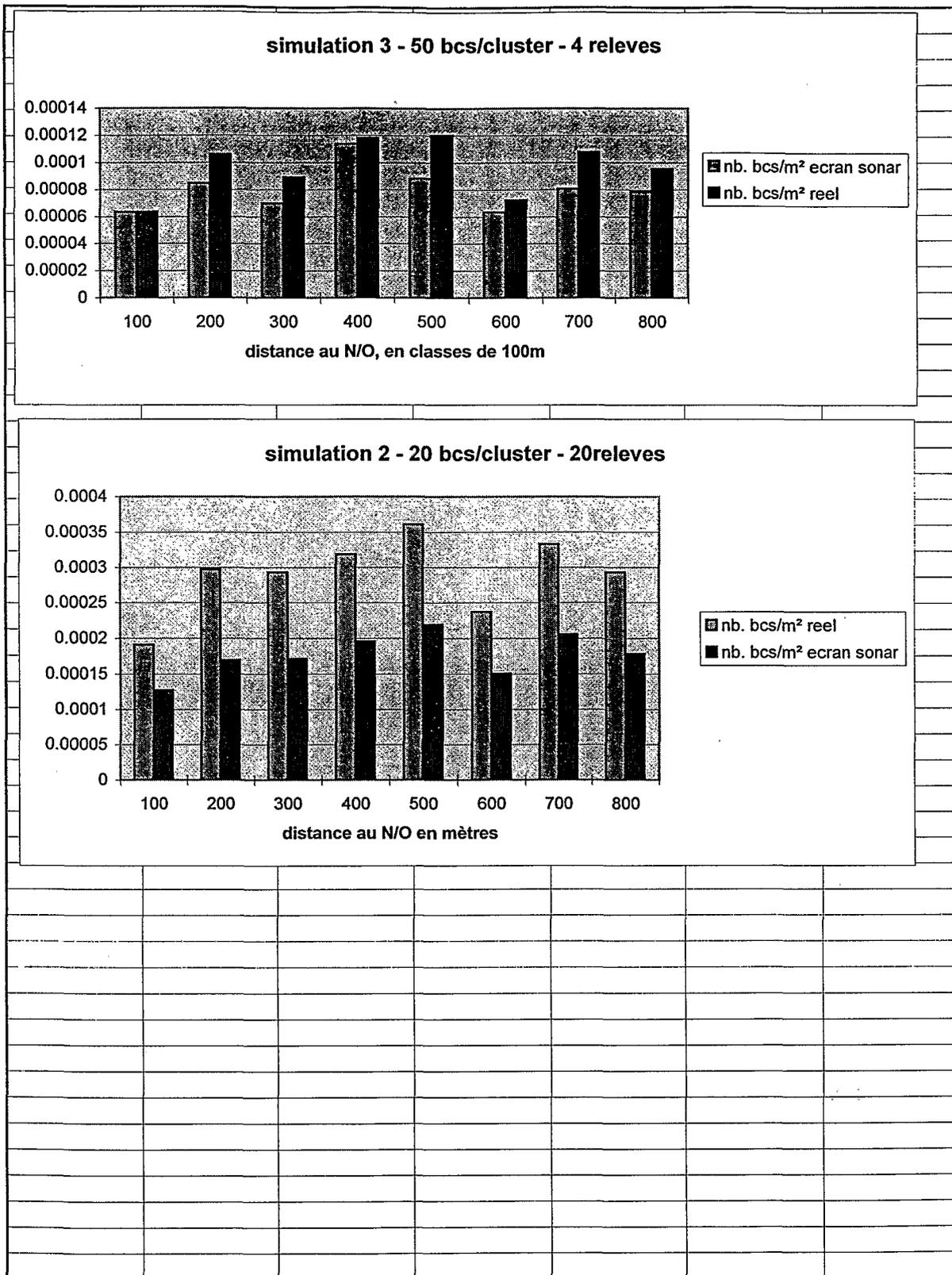
### 6.2.3 Simulation

Les trente deux faisceaux du SR 240 induisent un biais (cf. § Largeur des faisceaux) que nous avons, par simulation, essayés de quantifier.

Les histogrammes de la fig. 4, du nombre de bancs par unité de surface et par tore en fonction de leur distance au bateau, nous ont amené à nous poser des questions sur l'efficacité du SR240. Les distributions observées reflètent les distances banc/transducteur, d'un et un seul ensemble de bancs observés durant une période déterminé aléatoirement par la rencontre d'un *Cluster* assez dense. Aussi ne faut-il pas négliger la position initiale des bancs , les bancs ayant une *lw* importante sont relevés sur plusieurs images successives. On a donc plusieurs fois le même banc relevé toutes les 10' minutes, de plus il me semble que les bancs ne se distribuent pas de façon homogène et aléatoire dans l'espace, mais qu'il existe des règles de structuration spatiale de ces derniers au sein des *clusters*. Cette hypothèse reste entièrement à explorer une fois que les contraintes liées à l'utilisation du SR 240 seront cernées.

Une simulation de distribution homogène de bancs peut donc paraître aussi relativement biaisée, mais pour le moment c'est le type de distribution qui se rapproche le plus de la réalité.

## Simulations



**Figure 4 :** simulations de la représentation graphique de la détection sonar de 20 et 50 bancs distribués aléatoirement sur le champs de détection du sonar

### 6.3.2.1 Simulation - Méthodes

Pour obtenir les couples de coordonnées (Bx, By) on va générer une distribution aléatoire uniforme à deux variables comprises dans le même intervalle ayant pour bornes incluses : inférieur « - Range max. » et supérieur « Range max. » (échelle sonar utilisée). Puis on élimine les données ayant une distance bancs/bateau supérieur à Range max., la zone étudiée devant être circulaire et non pas cubique.

Les couples de coordonnées qui conviennent sont ensuite affectés d'une taille ( $lw$ ), généré par une distribution discrète suivant une loi de probabilité tirée de V 1/97 dérive 9 (Sur 600 bancs). On construit alors des clusters (*Surfer 5.0*), en gardant la même densité de bancs pour toute une série de relevés. La densité choisie à été prise en fonction des données historiques, à savoir : une densité moyenne, de 20 bancs/relevé et une de forte densité de 50 bancs/relevé.

### 6.3.2.2 Résultats

Les pertes de que l'on peut observer par simulation sont de l'ordre de -6,25% de la totalité des bancs pour les relevés d'une vingtaine de bancs et de - 18% pour ceux de cinquante bancs. Plus concrètement, lors d'observations de cluster d'une vingtaine de bancs, avec les réglages classiques et une échelle de 800m, on a en moyenne 1,25 « *crypto bancs* » par image sonar, et 9 *crypto bancs* pour des clusters de 50 bancs; avec respectivement des maximums de 7 et 20 *crypto bancs* par image sonar. On appelle *Crypto bancs* un banc dont la représentation de l'écho sur l'écran sonar est confondue avec au moins un autre écho. Notons que dans certain cas un écho peu représenter plusieurs *crypto bancs* ce qui pour l'observateur accroît encore le biais. Pratiquement on peut suspecter la présence de ces « échos multiples », lorsqu'on a des regroupements de gros bancs, particulièrement dense au sein d'un cluster. Si l'on veut quantifier ce phénomène il faut prendre en compte l'indice de compaction local du regroupement et leur  $Lw$ .

Le biais affecté a ces détections est directement dépendant de la densité du cluster. Plus le cluster sera dense plus le biais sera important. L'augmentation de ce biais en fonction de l'accroissement de densité (nb.bcs/m<sup>2</sup>/tore), n'est pas linéaire. Graphiquement, d'après les deux premières simulations réalisées, elle paraît être plus de type exponentiel que linéaire, mais reste à déterminer par simulation ( les simulations se faisant de façon manuelle nous n'avons, pour le moment, pas pu pousser plus loin les résultats ).

Varget 1/97, dérive n°:9

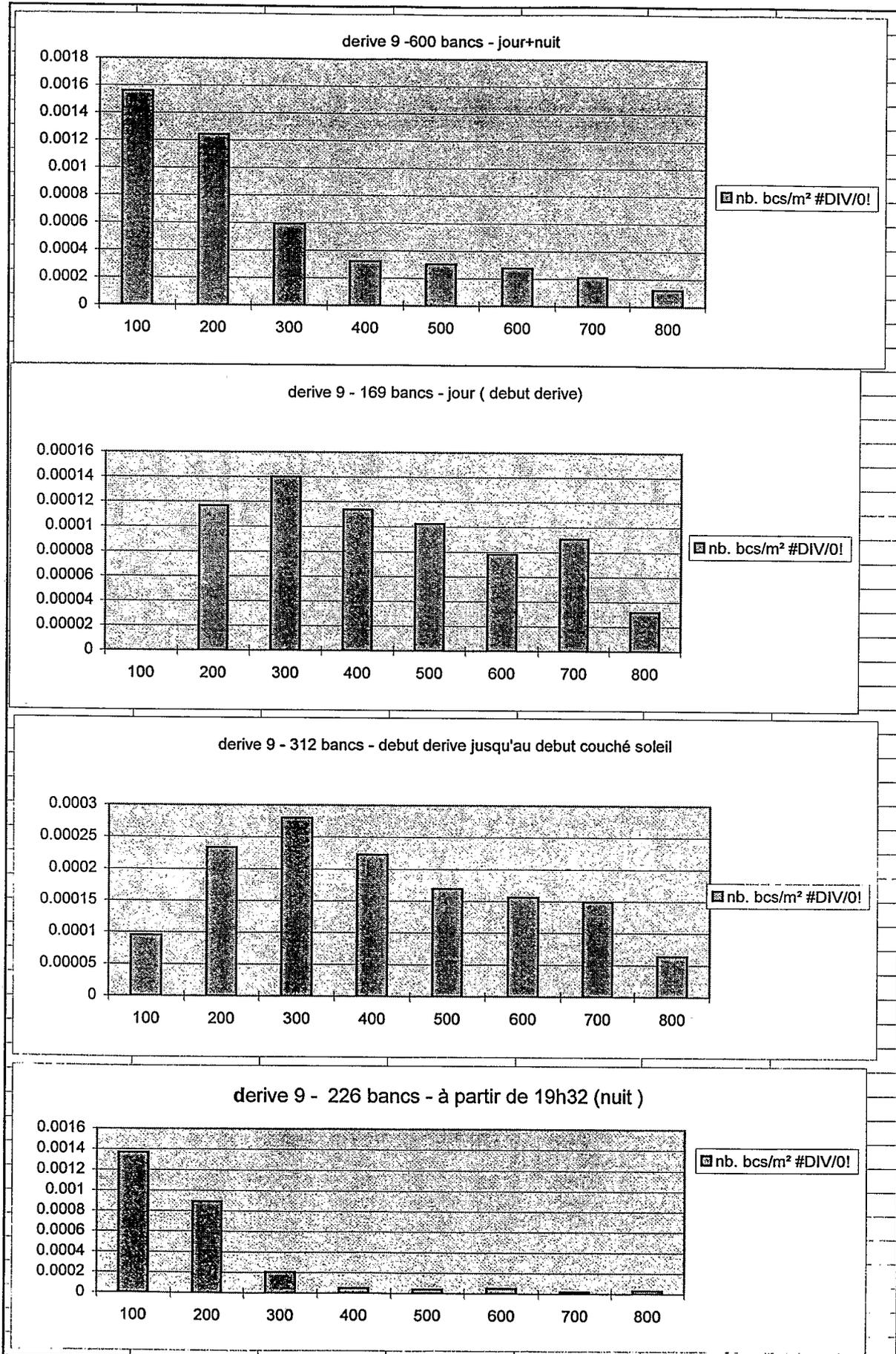


Figure 5 : histogrammes 1 à 4 (de haut en bas) de la distribution en fonction de la distance au bateau de la taille des bancs, pour différente periode.

On s'aperçoit aussi que ce biais contrairement à ce que l'on aurait pu attendre : n'est pas proportionnel à la distance au navire ( fig. 4).

**N.B. IMPORTANT** : les simulations ont été réalisées sur une base de trente faisceaux alors que nous en avons en fait trente deux. Il sera donc nécessaire de revoir ces calculs.

### 6.3.2.3 Interprétation

Ces résultats vont nous aider à commenter ceux observés, à partir des données VARGET. En regroupant l'ensemble des données de la dérive 9 V1/97 dans l'histogrammes n°: 1 (fig 5) on peut constater une surreprésentation des premières classes ( situées autour du N/O, tore de 150~200 mètres ). En subdivisant les données de cette dérive en trois groupes : jour/nuit/jour + nuit; on constate une variation de distribution très nette, pouvant apparemment faire référence à des phénomènes éthologiques.

En décomposant de façon chronologique la dérive 9, on peut entrevoir une suite de comportement connue correspondant aux histogrammes n°: 2, n°:3 , & n°: 4 (fig. 5). L'histogramme n°: 1 (fig. 5) construit grâce à l'ensemble des données de la dérive nous indique clairement une surreprésentation des premières classes, puis l'on a une certaine constance jusqu'à la dernière classe relativement moins représentée. Les résultats observés ne sont pas du tout en correspondance avec ceux trouvés par simulation, le nombre de détection ne devant pas décroître avec la distance au N/O.

En séparant les données de densité ( nb.bcs/m<sup>2</sup>/tore ) selon le plan cité auparavant, on constate que ce sont les valeurs de nuit qui induisent la surreprésentation des première classes. En effet, de nuit quasiment toutes les détections se font à proximité du N/O (cf. histo. n°: ). De jour, on observe une distribution relativement homogène du nb.bcs/m<sup>2</sup>/tore, sur l'ensemble de la zone étudié en omettant les deux classes extrêmes ( 0→100m & 700→800m ).

L'histogramme n°: 4 (fig. 5) regroupant les données de nuit, nous offre deux possibilités d'interprétations du biais :

- Au couché du soleil les bancs se dispersent, ils sont de moins en moins grand et de moins en moins dense ( P. Fréon et *al* ), donc susceptible à grande distance de passer sous le seuil de détection du sonar. D'autant plus que le filtre RCG du SR240, est réglé au maximum, on a alors de forte chance que ce dernier confonde les échos de ces types de bancs diffus avec écho du fond. Ces bancs ne seront pas vus sur l'écran sonar car le filtres RCG les aura supprimés.
- La seconde interprétation est plus sujette à caution car difficilement démontrable, mais s'appuyant sur des comportements connus. L'hypothèse serait que les bancs subiraient une

attraction positive en direction du N/O au alentour du crépuscule, dut aux perturbations physiques engendrées par le navire en dérive dans le milieu naturel ( bruit (gpe électro.,Etc...), lumière ( feux de position, feu pont arrière (D9 V1/97) + une multitude de petites sources lumineuses diverses; qu'ils faudrait essayer de quantifier afin de le comparer aux seuils spécifiques d'attraction « phototrope » des espèces étudiées ), les rejets ( pompe de cale, W-C., etc. ... ). De petits bancs ou/et agrégation d'espèces pélagiques, seraient donc susceptible face à ces perturbations de se regrouper autour du N/O en bancs dont la structure n'est pas diffuse

L'interprétation exacte de cet histogramme peut aussi bien être un compromis des deux hypothèses précédentes. Ce qui est sur c'est que durant la dérive n°:9 on assiste à une variation nyctémérale de la structuration spatiale des bancs. Les observations synchrones à l'*OSSIAN* tendent à confirmer nos dire, puisque aux alentours du couché du soleil, on observe sur l'échogramme une structure très nettement différente : de jour, grands bancs isolés et dense, et de nuit, nombreux petits bancs diffus. L'interprétation des echogrammes est à faire avec prudence lorsque les enregistrements ont été faits en opération de dérive.

Les enregistrements RESON n'ont pas encore été dépouillés mais il peut être intéressant de savoir si on y observe le même type de variation nyctémérale. Le travail de dépouillement de ces données reste prioritaire, le besoin de personnel qualifié est a prendre sérieusement en considération.

### **Variation de la taille des bancs ( $lw$ : along beam dimension)**

Si l'on regarde les fréquences d'apparitions des  $lw$  jour/nuit, on constate que se sont les même bancs observés de nuit autour du N/O que de jour, contrairement a ce que l'on pouvait attendre. A savoir : des bancs plus petits, plus diffus, et plus nombreux de nuit.

La distribution des bancs en fonction de leur taille et de leur distance au transducteur, décroît avec cette distance.

⇒ Les bancs ont gardé leur structure diurne après le couché du soleil, à cause des perturbations engendrées par le navire.

⇒ Le sonar n'offre pas une bonne correction de taille  $lw$  en fonction de la distance au N/O. Sa fonction TVG en  $30 \log R$ , n'est peut-être pas aussi bonne que le prétend Simrad. La taille des bancs étant proportionnelle à la distance au N/O.

⇒ Variation de la position de la cible au travers du faisceaux. L'écartement du centre de gravité du bancs du volume insonifié à  $\pm 3\text{dB}$  du faisceau. La dynamique de la cible entraînant une relation de type inverse d'une parabole de la taille  $lw$  en fonction du temps.

## Conclusion

Ce rapport qui c'est fini pour des raison administrative n'est pas complet. Il reste à prendre en compte le compte rendu de stage chez SIMRAD de F.GALLOIS (réponse à la remise en cause de la fonction TVG en 30 log R, les taille des bancs dépendant de leur distance au N/O). Le dépouillement des dérives faites à différentes échelles reste a faire, la quantité de données exploitable sera décisive.

La méthode de dépouillement des données peu aussi être discuté. Les simulations doivent être refaites et approfondis. Les données de dynamique n'ont pas encore été traitées bien qu'elles soient moins soumises à biais (comportement de nage, swimming pattern et swimming speed), la méthodologie a déjà été développé et mise au point par Aglen (Université de Bergen), Diner & Masse (Ifremer), Groncharov (USSR) et Misund (Université de Bergen).

Fait à Montpellier le 5/06/1997

## Bibliographie :

Aglen A. 1985: *Sonar observations of the behaviour of herring schools relative to a fishing vessel – ICES-FAST Working Group*, Tromsø, mai 1985: 7 p. (mimeo).

Diner N., Marchand P. 1995 : *Acoustique et Pêche maritime* - IFREMER - 147 p.

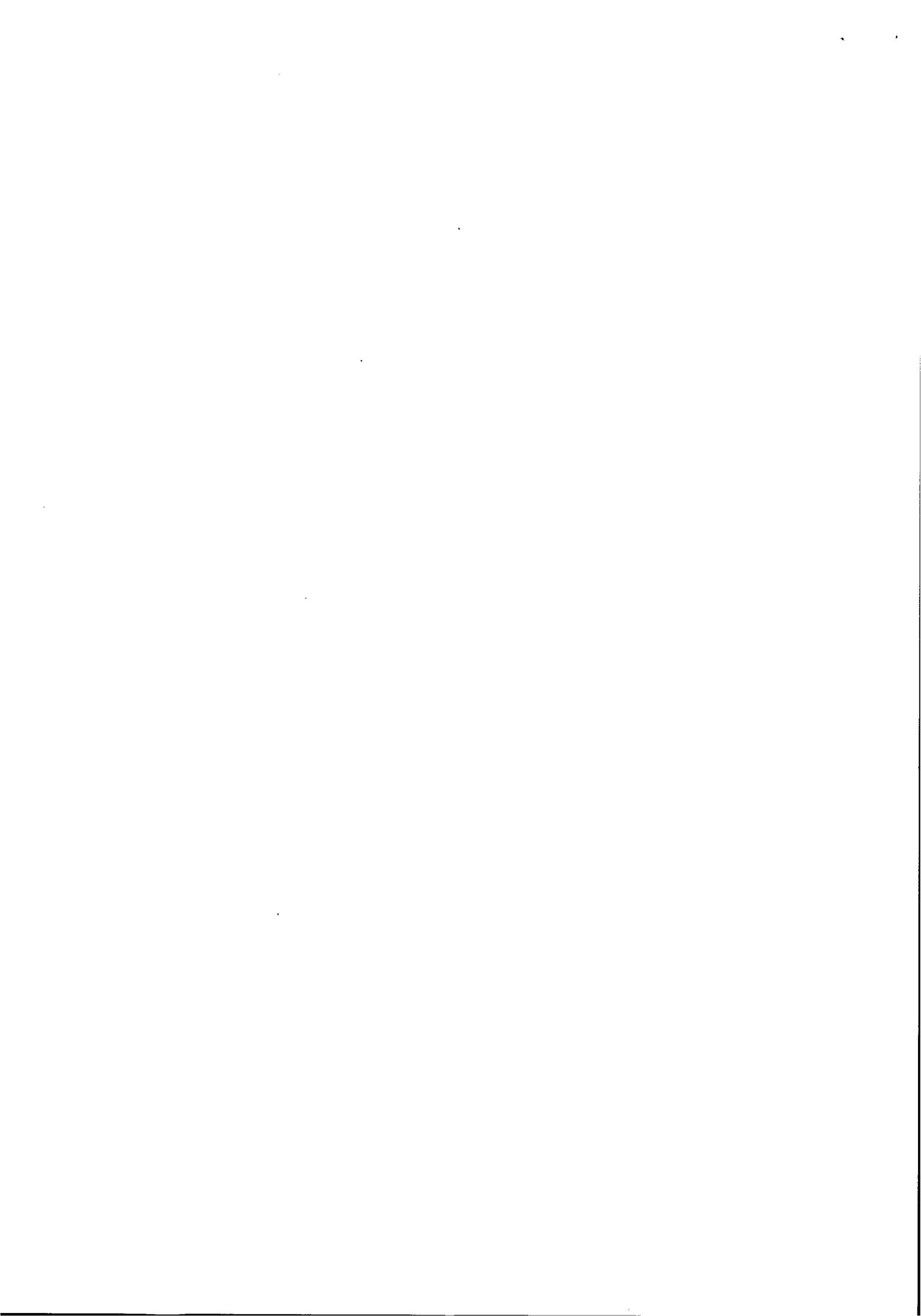
Diner N., Massé J. 1987 : *Fish school behaviour during echo survey observed by acoustic devices – International symposium on fisheries acoustics* June 22-26, Seattle – 14 p.

Fréon P., Soria M., Mullon C., Gerlotto F. 1993 : *Diurnal variation in fish density estimate during acoustic surveys in relation to spatial distribution and avoidance reaction – Aquat. Living Resour.*, **6**: 221-234.

Goncharov S.M., Borisenko E.S., and Pyanov A.I 1989 : *Jack mackerel school defense reaction to a surveying vessel – Proc.I.O.A.* Vol 11 Part 3: 74-78.

Misund Ole Arve 1991: *Thesis – Swimming behaviour of schools related to fish capture and acoustic abundance estimation – Department of fisheries and marine biology – Univ. of Bergen – Norway – 132 p.*

Petitgas P., L. Monineau, P. Brehmer, F. Gerlotto, 1996. Characterising the spatial distribution of fish school with a point process approach : a first application on sonar recording. CIEM C.M. 1996/B :31, 16p.







## ANNEXE

- Réglage courant
- Echogramme de la dérive 9
- Sonde CTD dérive 9
- Résultats lw fonction distance au bateau

**Réglage du SR 240 , durant les opérations de « dérive » de varget 1 & 2 :**

Varget 2 . 03/96	Derive 1i , 1 , 2 , 3 , 4 et 5
Echelle :	800 ou 400 mètres
Relèvement :	90°
Gain :	9
Mode :	Omni-verticale
Dist. vert. :	200 mètres
Emission :	mono
Type d'impulsion :	C.normal
Puissance d'émission :	moyenne
Secteur ping :	omni
TVG :	700 mètres
Gain auto :	arret
Expens. gain :	fort
Filtre ping :	fort
////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Secteur. son :	11°
Pas inclin. :	2°
Fenetre auto. :	moyenne
Seuil couleur :	5
Gain vidéo :	9
////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Angle faisceau :	-7°

Varget 1 . 02/96 (Sénégal)	Derive 1,1
Echelle :	2400 mètres
Relèvement :	90°
Gain :	9
Mode :	Omni-directionnelle
Dist. vert. :	0 mètres
Emission :	mono
Type d'impulsion :	C.normal
Puissance d'émission :	moyenne
Secteur ping :	omni
TVG :	700 mètres
Gain auto :	arret
Expens. gain :	fort
Filtre ping :	fort
////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Secteur. son :	11°
Pas inclin. :	2°
Fenetre auto. :	moyenne
Seuil couleur :	5
Gain vidéo :	9
////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Angle faisceau :	-2° et -5°

Varget 1 . 02/97 (Sénégal)	REGLAGE
Echelle :	800 mètres
Relèvement :	0°
Gain :	9
Mode :	Relatif nord
Dist. vert. :	0 mètres
Emission :	mono
Type d'impulsion :	C.normal
Puissance d'émission :	moyenne
Secteur ping :	omni
TVG :	1600 mètres
Gain auto :	arret
Expens. gain :	fort
Filtre ping :	fort
////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Secteur. son :	11°
Pas inclin. :	2°
Fenetre auto. :	moyenne
Seuil couleur :	5
Gain vidéo :	9
////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Angle faisceau :	-5°

<b>Reglages annexes du SR 240</b>	<b>varget 1/97</b>
<u>info vent</u>	
direction	<i>à initialiser</i>
force	<i>à initialiser</i>
Synchro ext.	arret
<u>autre fonction</u>	
dist echo	Horizontale
couro azimuth	on
rose compas	on
cercle distance	on
cercle marque	arret
marq. relevement	arret
marque proue	on
axe de route	on
marq. minutes	on
marq. vent	arret
cercle vertical	on
<u>constantes</u>	
<u>equipement</u>	
<u>chalut 1</u>	
distance	OV 12 à 14.40m
profondeur	ED 15.8 à 19m
hauteur	
largeur	
<u>info banc</u>	
type poisson	propre banc : <i>à initialiser avec l'expérience</i>
mouvement	2 minutes
fréquence audio	689 Hz
couleur menu	21
<u>option</u>	
syst. dome	SR240
stabilisé	no
sondeur	ES500
syst.	ITI
netsonde	0
vent sensor	no
imprimante	no
<u>ethernet</u>	
eth. no	3
local IP addr	194
NMEA transf	on
<b>gisement</b>	<b>vrai</b>
<u>unités</u>	
horizontal	mètre
vertical	mètre
temperature	°cels
standard	no
cap	<i>à initialiser / gyro</i>
vitesse	<i>à initialiser</i>

14 17.66N 017 11.52N 17:26:10

Dérive 9  
N 1/2 E

17:22:02 12 03 37 14 17.66N 017 11.52N 2.10ND 130

69

59

49

39

29

19

1101

(1102)

JOUR

17 11 45 00 21 10:28:41

69

59

49

39

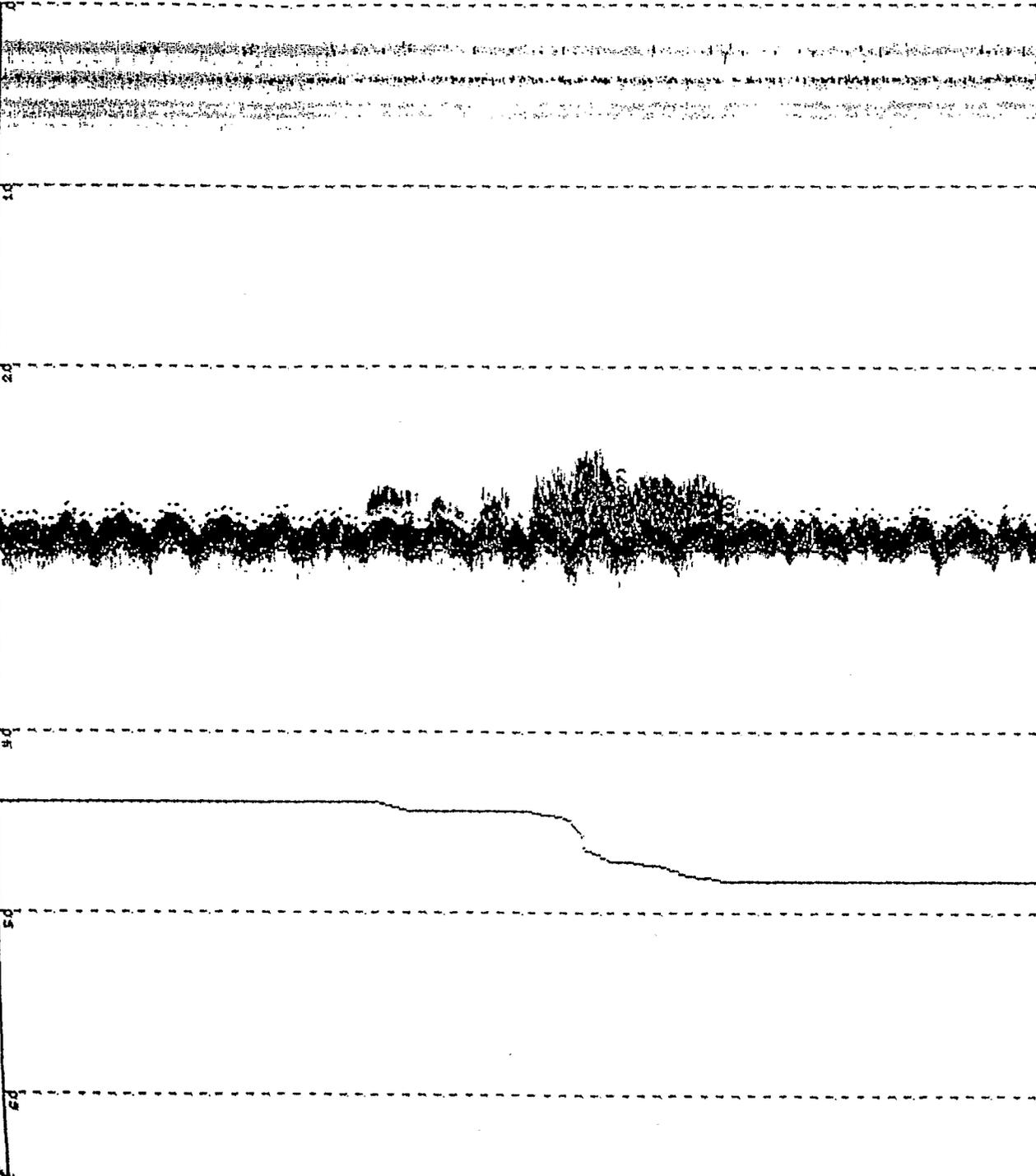
29

19

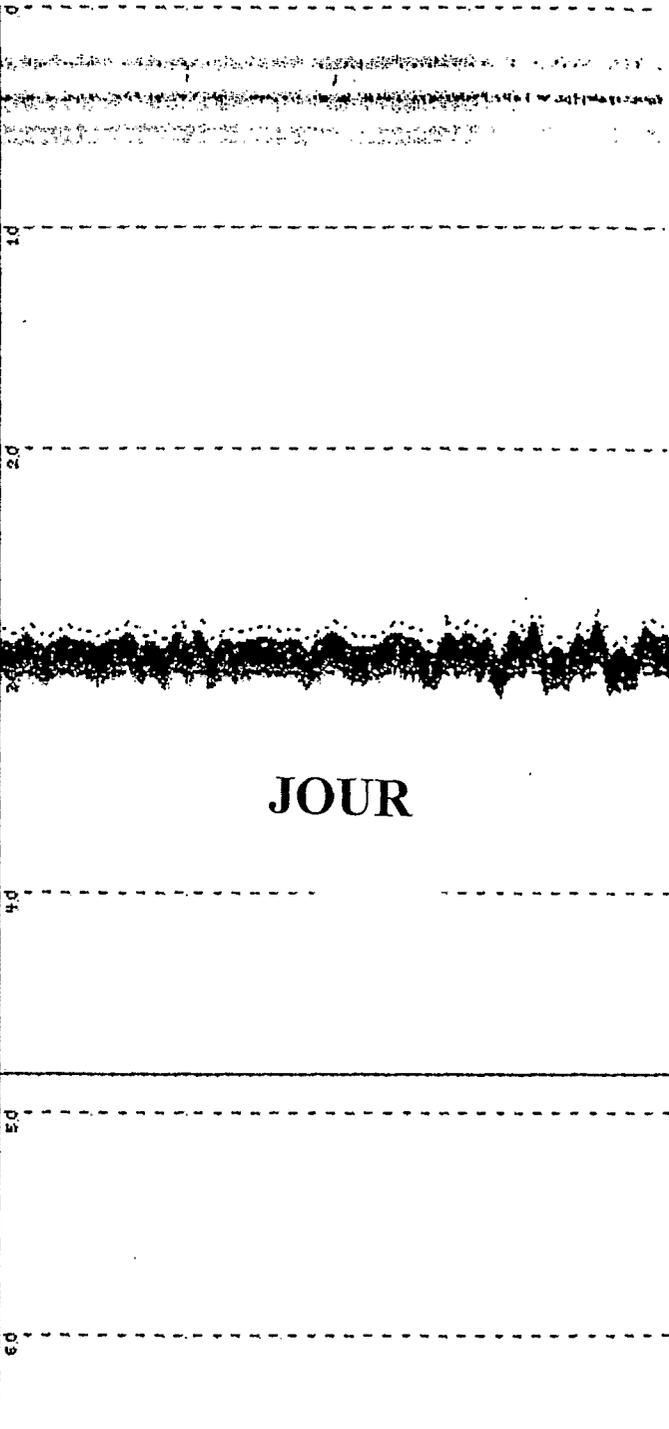
181 POND 0.200D H45



18:41:35 12 03 37 14 16 45R 017 11 25H 5.000R 2SS R173C131 US



18:48:33 12 03 37 14 16 40R 017 11 22H 5.000R 14R R173C131 US



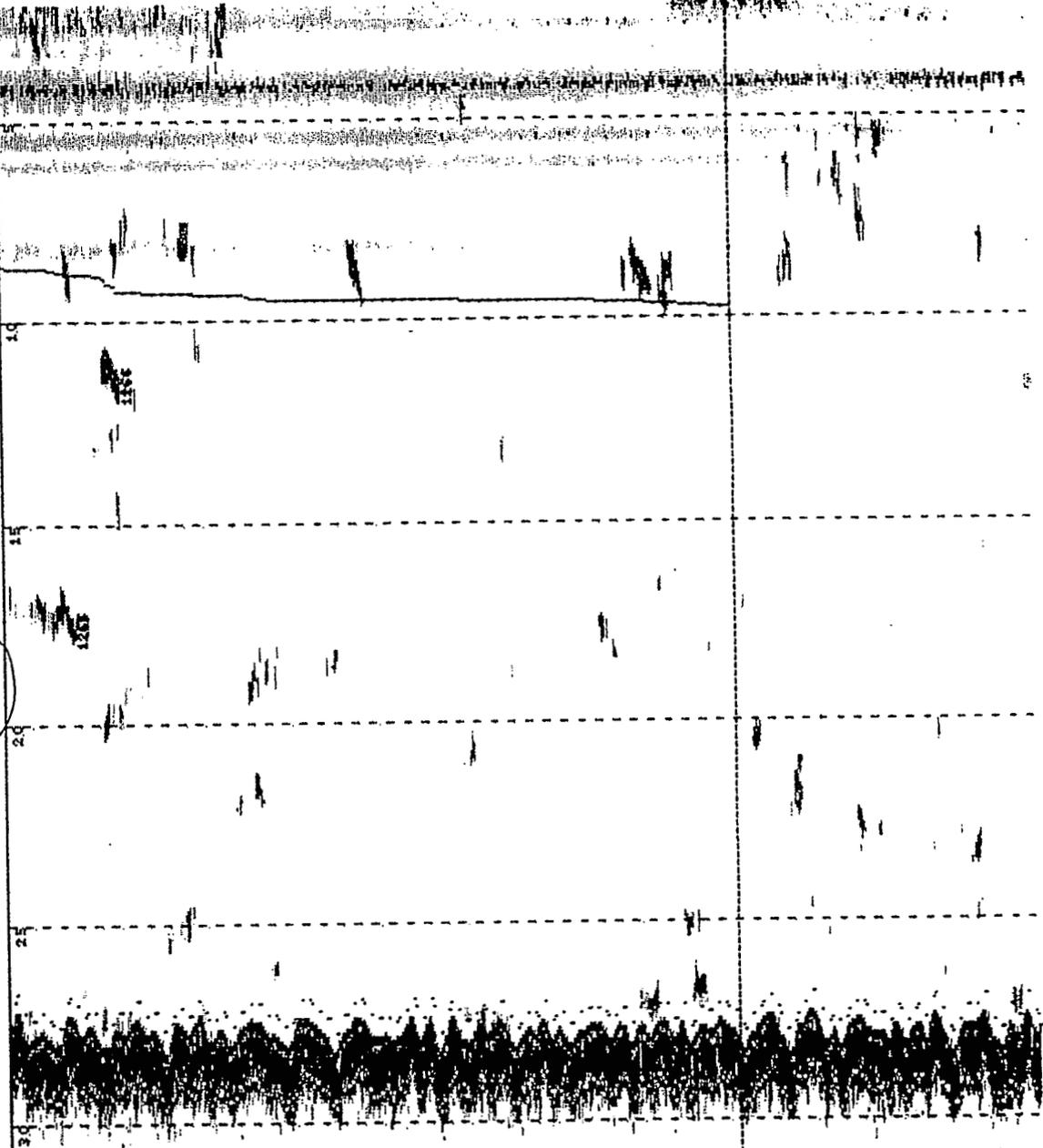
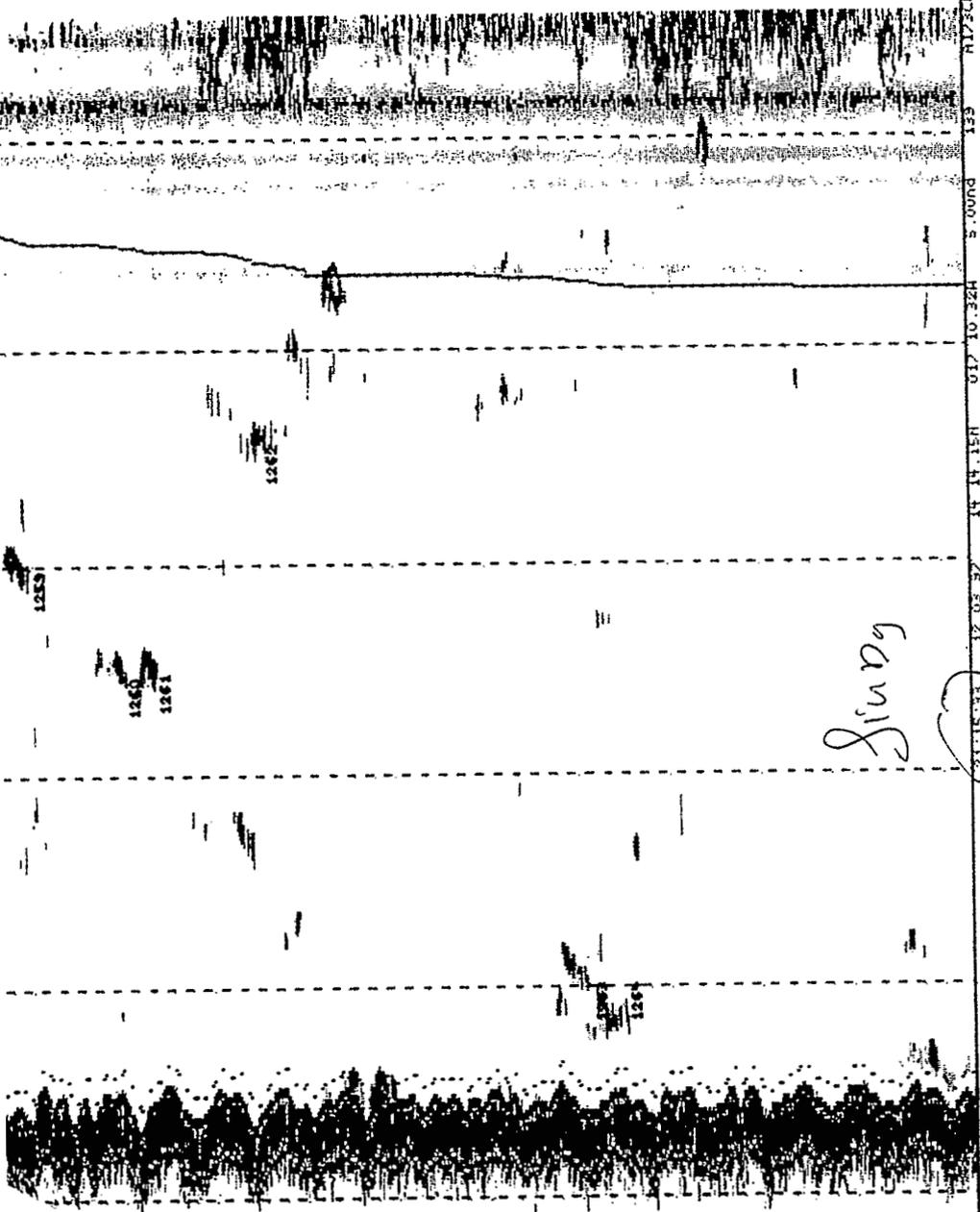
JOUR

NUIT

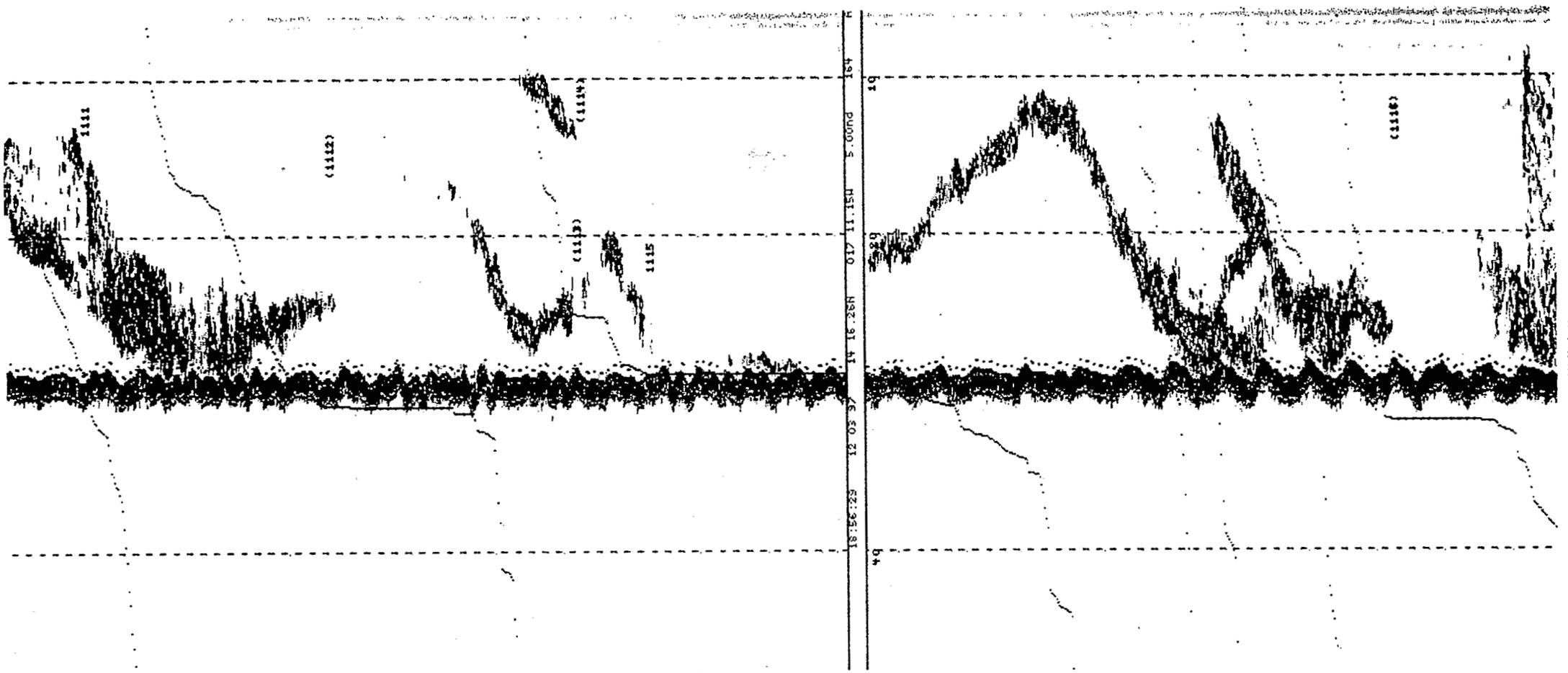
R173L005-105  
133  
SOUND  
10 324  
017  
14 14 154  
12 05 57  
21115333

*Jury*

10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

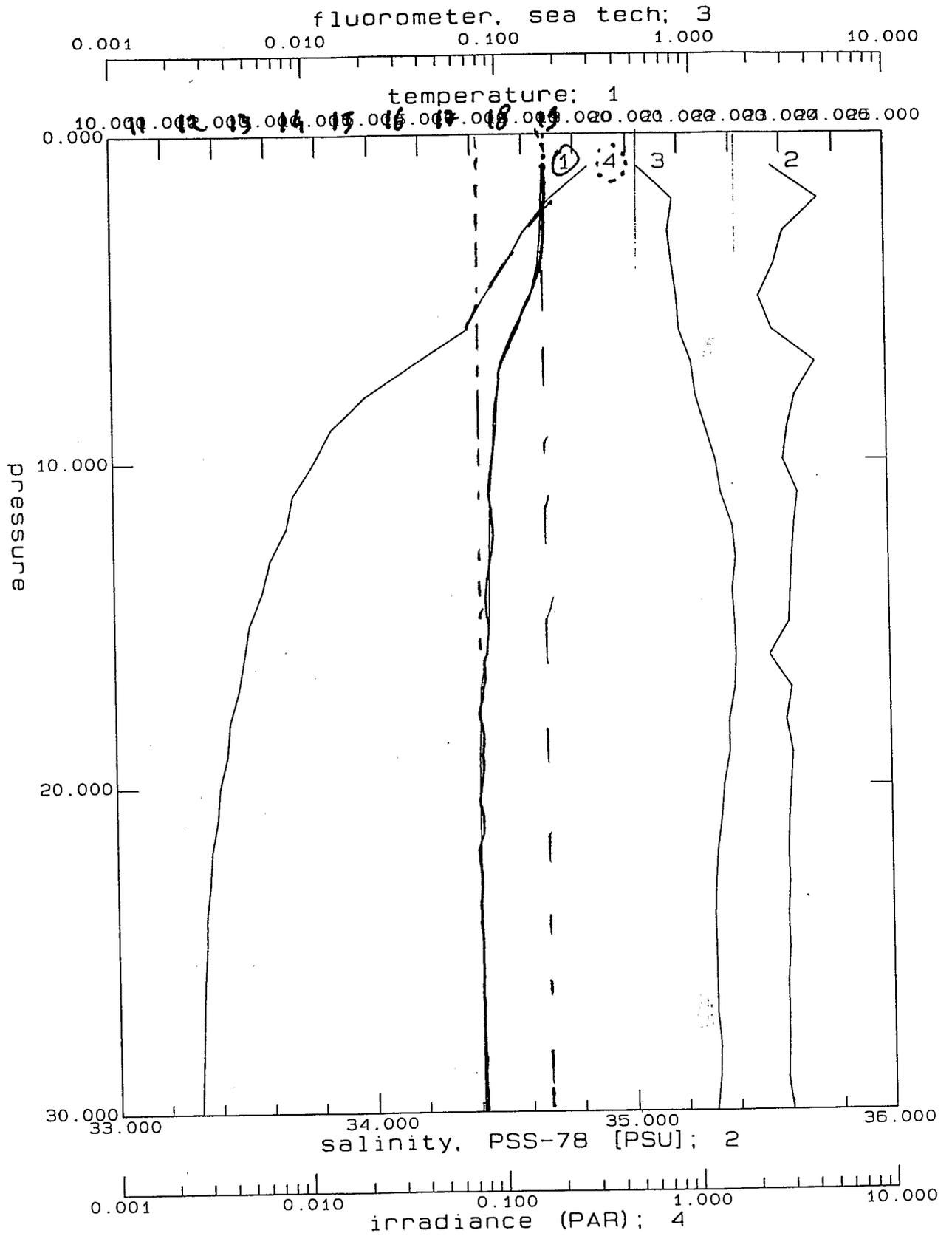






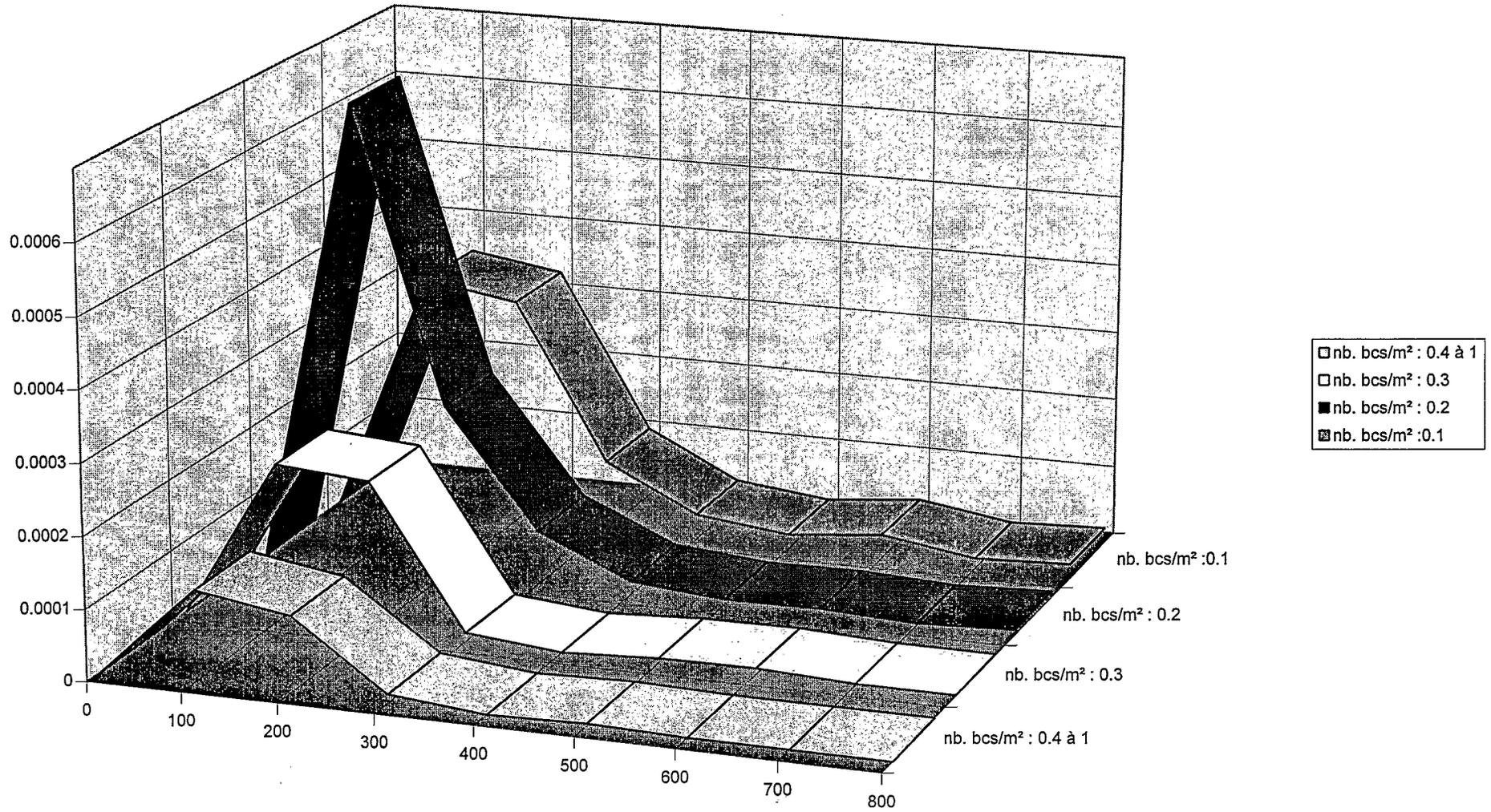
Bancs vus aux 3 appareils de détection acoustique (Sonar haute fréquence, sondeur et sonar omnidirectionnel) durant une opération de dérive (Drift n° : 9, varget 1/97)

||



VG97-26.CNV: Plot Label

position des bancs/bateau en fonction des lw - nuit- tore



d9, v1/97; donnée jour - tore - en fct lw/dboat

