

DA AV Pole 3



Institut de recherche
pour le développement

Centre
de
Montpellier

RAPPORT DE MISSION «DORADE»

François GERLOTTO
Patrice BREHMER

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



Fonds Documentaire IRD
Cote: Bx 23103 Ex: 1

Document IRD Montpellier, 2000

François GERLOTTO
Patrice BREHMER

RAPPORT
DE MISSION
«DORADE»

Montpellier
2000

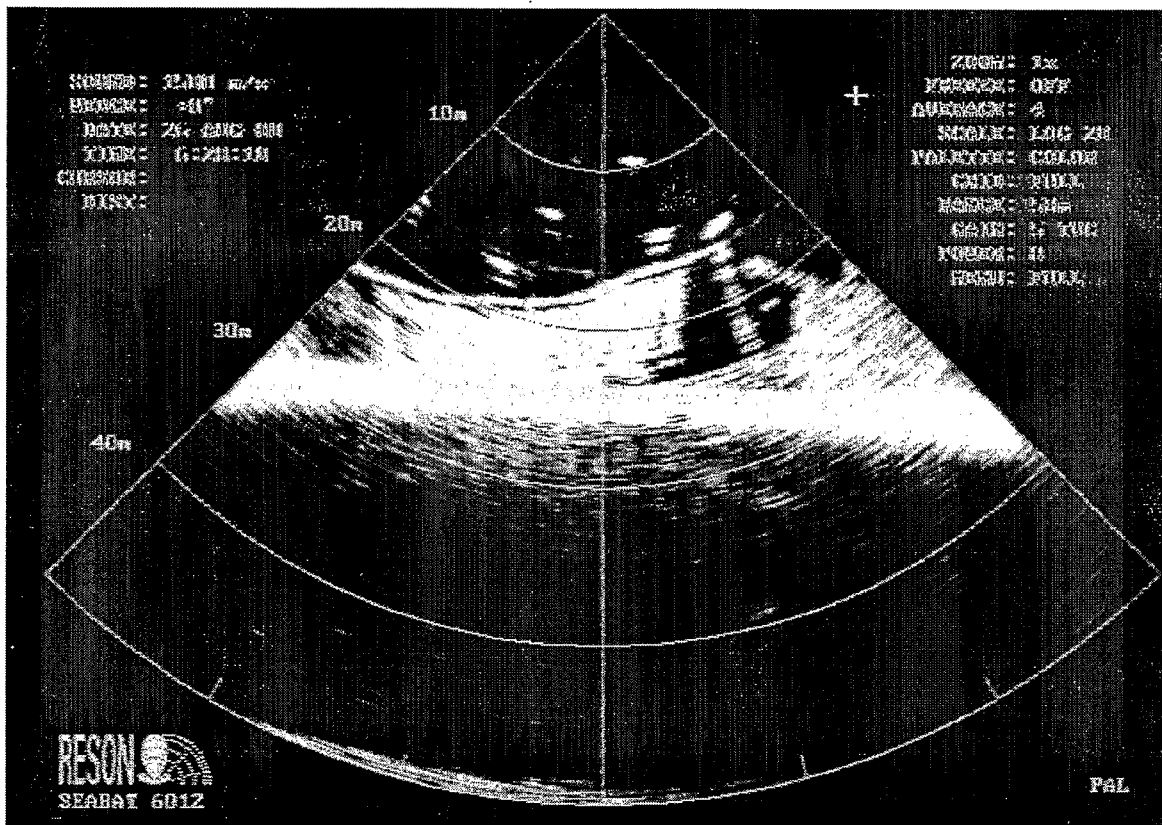
Les opinions exprimées dans ce document
n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs



Ifremer

Rapport de Mission DORADE 24-26/08/2000

Rédigé le 31/08/2000
Par François Gerlotto et Patrice Brehmer
(IRD, laboratoire HEA)



1. Introduction

A la demande de l'IFREMER et dans le cadre du futur pôle halieutique de Sète, l'équipe IRD acoustique halieutique a réalisé une série d'observations préliminaires en vue de mesurer la faisabilité d'une prospection acoustique sur les filières de moules immergées au large de Marseillan. Ces filières sont en effet attaquées par des prédateurs, probablement des dorades, et il est urgent de mettre en œuvre des mesures de protection pour les moules produites en mer. La mission a eu lieu 3 jours après la dernière « attaque » de filière signalée dans la zone d'étude. Certains témoignages de mytiliculteurs font état de 50% de perte.

Les objectifs de la mission étaient donc de :

- Déployer les instruments acoustiques du laboratoire, à savoir un sondeur scientifique portable type « dual beam » et un sonar multifaisceaux type *Seabat*.
- Réaliser des prospections de jour et de nuit avec ces équipements afin d'en tester l'utilité
- Mettre au point une méthodologie de prospection des filières
- Réaliser quelques opérations préliminaires d'attraction des poissons par éclairage
- Identifier les espèces de poissons rencontrées.

La mission s'est déroulée du 24 au 26 août 2000. Le premier jour a permis d'adapter le matériel à la barge mise à disposition par un mytiliculteur, Monsieur Palazzi, les deux suivants à réaliser les travaux prévus et recueillir les données (tableau 1).

Mission Dorade	Date	Heure	Nombre de filière observée	Nombre séquences images <i>Seabat</i>
<i>Test</i>	24/08/2000	13h00 à 17h00	0	0
<i>Dorade jour</i>	25/08/2000	11h00 à 18h00	31	1 à 48 (48)
<i>Dorade nuit</i>	25-26/08/2000	22h00 à 02h30	16	49 à 74 (25)
<i>Dorade 2</i>	26/08/2000	13h00 à 15h30	7	75 à 82 (7)

Tableau 1 : décomposition de la mission Dorade en trois parties distinctes : l'une de jour, l'autre de nuit et la troisième « Dorade2 » de jour avec identification visuelle par plongée.

Programme :

24/08/2000 essai méthodologique, installation et test de position transducteur sonar et sondeur,
 25/08/2000 prospection de jour
 25-26/08/2000 prospection de nuit, test lamparo
 26/08/2000 prospection de jour limitée à la recherche de filière avec présence de poisson pélagiques en bancs ou agrégations pour identification visuelle par plongée

Organisme participant :

IFREMER (Institut Français pour l'Exploitation de la MER), Centre de Sète
 IRD (Institut de Recherche pour le Développement), Centre de Montpellier
 SRCM (Section Régionale de la Conchyliculture de la Méditerranée), Maison de la Mer, Mèze

Personnel :

Mission Dorade	Date	Personnel	Statut
<i>Test</i>	24/08/2000	François Gerlotto (IRD) Patrice Brehmer (IRD) Nathalie Tostin (SRCM) Yvon Guenegan (Ifremer)	Chercheur Bio-acousticien Ingénieur de Recherche Ingénieur Agronome Chercheur Halieute
<i>Dorade jour</i>	25/08/2000	François Gerlotto (IRD) Patrice Brehmer (IRD) Nathalie Tostin (SRCM) Yvon Guenegan (Ifremer)	(id.)
<i>Dorade nuit</i>	25-26/08/2000	François Gerlotto (IRD) Patrice Brehmer (IRD) Nathalie Tostin (SRCM) Jean-Luc Salemme (SRCM) Mathieu Gaillard (privé)	(id.) Stagiaire Mytiliculteur
<i>Dorade 2</i>	26/08/2000	François Gerlotto (IRD) Patrice Brehmer (IRD) Nathalie Tostin (SRCM) Dominique Buestel (Ifremer) Yvon Guenegan (Ifremer)	(id.) Chercheur Aquaculture Chercheur Halieute

Tableau 2 : personnel ayant participé à la mission Dorade à bord de la barge *Julie's* pilotée par monsieur Jean Alexis.

La mission s'est décomposée en quatre parties (tableau 1), et a permis d'observer un total de 54 filières à moules entre Agde et Sète (Hérault, France). Nous avons rencontré quelques problèmes techniques dont le principal a été l'absence de relevé GPS, et dans une moindre mesure de loch sur le navire.

2. Matériel et méthodes :

2.1. Les équipements acoustiques

Nous avons employé le sonar multifaisceaux RESON *Seabat* 6012, équipé de son système de numérisation *Avitis* (utilitaire *DibufPG2.exe*) et relié à un moniteur couleur et un magnétoscope S-Vhs (figure : 1). Le sondeur portable *Biosonics* série DT5000 (figure : 2) a été utilisé à une fréquence de 120 kHz et les données récoltées par l'intermédiaire du logiciel *VisAcq* de *Biosonics*.

Le matériel a été installé à bord de la barge *Julie's* (21m sur 6m), et alimenté en 220 V par un groupe électrogène de 3000 Watt embarqué. Les deux transducteurs ont été installés sur la même perche (voir photographies en annexe) fixée sur tribord. La fixation du transducteur du sondeur était pré-réglée pour une observation verticale, celle du sonar permettait une orientation dans un axe horizontal ou vertical, et dans un plan également vertical ou horizontal. L'axe du faisceau pouvait être dirigé dans le sens de la route de la barge ou dans une direction perpendiculaire à cette route (la barge a été construite et spécialement conçue pour travailler sur les filières à moule : faible tirant d'eau, pont dégagé etc...).

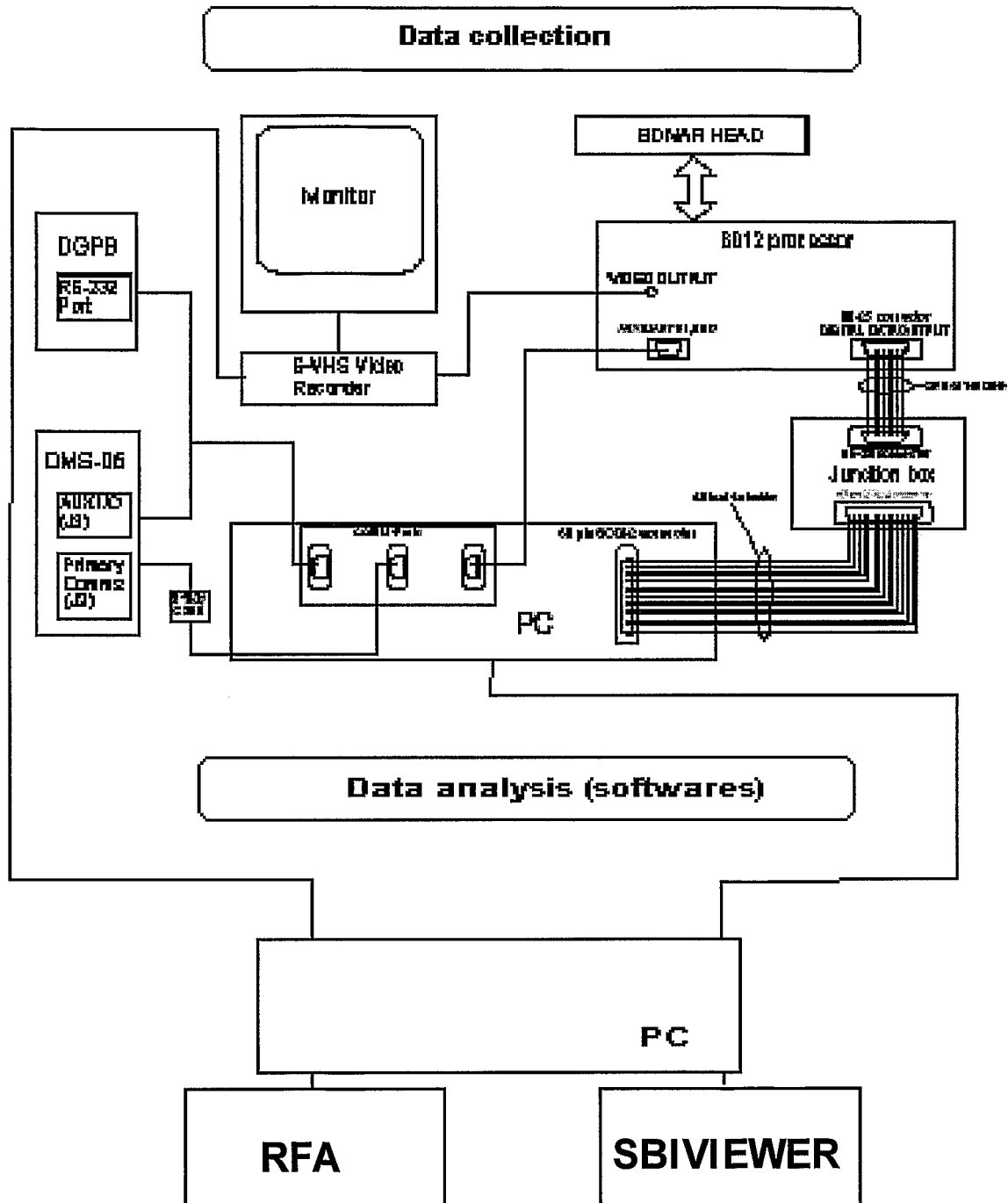


Figure 1 : schéma du montage d'acquisition des données du sonar multifaisceaux, le transducteur envoie le signal à l'unité centrale qui le convertit en signal vidéo et numérique. Les données sont stockées en continu sur support vidéo et « à la demande » sur le PC. Dans cette expérience, seul le logiciel SBIVIEWER a été utilisé.

Réglage acoustique :

Le sonar multifaisceaux *Reson* Seabat 6012 a été utilisé en continu aux réglages standards :

Zoom	1
Average	4
Scale	LOG 20
Palette	color
Grid	Full
range	50m
Gain	5 TVG
Power	8
Menu	Full
Sound	1500 m/s

Le sondeur *Dual beam*, DT 5000, de chez *Biosonics* à été utilisé « à la demande » avec les réglages suivants :

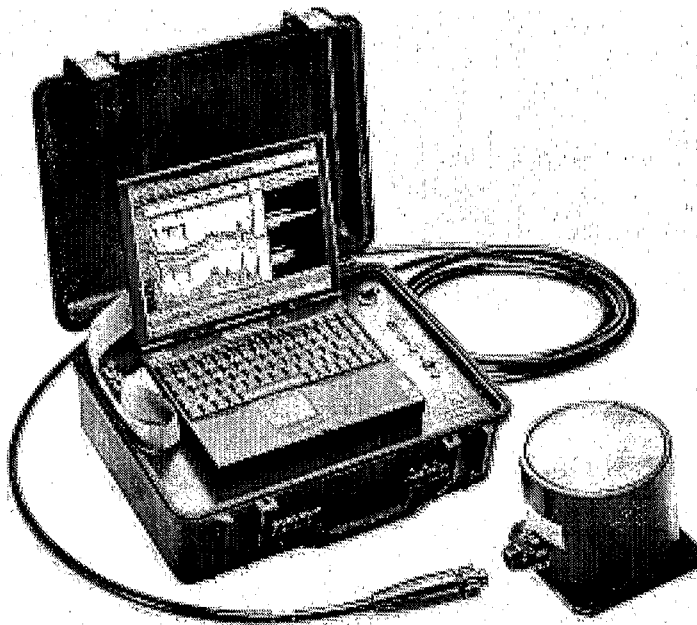


Figure 2 : sondeur scientifique portable DT5000, nous a permis de récolter les valeurs de TS (Target strength) des cibles détectées durant nos prospections.

Seuil:	-70 dB
Type de seuil:	squared
Taux d'émission:	5 pps
Echelle	1 à 40.01m
Duree d'émission:	0.4 ms
Coefficient d'absorption:	0.00531 dB/m
Salinite:	34 ppt
Water Temperature:	24 deg C
Sound Velocity:	1485.32 m/s

Tableau 3 : réglages courant du sondeur

Transducteur	
Serial Number:	DT597057
Beam Width (narrow-wide):	8 20 deg
Transmit Frequency:	130000 Hz
Transmit Source Level:	220.9 dB/uPa
Receive Sensitivity:	-55.4 dBC/uPa
Calibration Correction Narrow Beam:	0 dB
Calibration Correction Wide Beam:	0 dB
Beam Pattern Factor:	0.001762

Tableau 4 : caractéristiques du transducteur (émetteur -- récepteur)

TARGET RECOGNITION PARAMETERS	
Correlation Factor:	0.9
Threshold:	-70
Pulse Width Factor:	3
Min Pulse Width:	0.5
End Point:	-12
TARGET STRENGTH ANALYSIS INFORMATION	
TS TABLE PARAMETERS	
Max binned strength:	-20 dB
Bin height:	2 dB
Number bins:	20 per Strata
Beam Pattern Threshold:	-4 dB

Tableau 5 : paramètres configurés sur le logiciel d'analyse de TS des cibles individuelles détectés au sondeur

2.2. Généralités et rappel des principes de base de l'acoustique halieutique:

Le son peut se définir comme un transport d'énergie dans un milieu compressible par des petites vibrations des particules individuelles qui le composent. Dans l'eau, les particules du milieu se déplacent dans la direction de propagation de l'énergie. Le son produit des cycles vibratoires. Le nombre de vibrations par unité de temps s'appelle la fréquence. Elle est mesurée en Hertz (Hz). Cette perturbation se propage dans l'eau avec une vitesse particulière dépendant du milieu. Elle est de l'ordre de 1500 m/s. La longueur d'une onde (longueur d'onde λ) est liée à la fréquence f de la source sonore et à la vitesse du son v selon l'équation : $\lambda = v/N$. L'intensité sonore est la quantité moyenne d'énergie traversant une unité de surface perpendiculaire à la direction de propagation par unité de temps.

L'utilisation de l'acoustique en Halieutique a pris son essor dans les années soixante (Forbes et Nakken, 1972). Depuis, les méthodes acoustiques pour la détection des poissons et l'évaluation des stocks sont largement utilisées dans le monde (MacLennan et Simmonds, 1992). Avec un sondeur moderne, on peut mesurer la taille des échos, les comptabiliser par unité de surface et/ou de volume et les convertir en biomasse moyenne par la méthode d'écho-intégration (Burczynski, 1982; Gerlotto, 1993).

L'échosondeur

Le principe d'un sondeur (ou d'un sonar) est d'émettre des ondes sonores dans l'eau qui sont réfléchies sous forme d'échos par tout obstacle rencontré. Le signal acoustique de chaque écho est ensuite converti en signal électrique de même fréquence et d'intensité proportionnelle. L'ensemble des fonctions d'émission, de réception et de conversion est effectué par une unité électronique immergée ou transducteur. Un micro-ordinateur pilote le sondeur et enregistre les données acoustiques numérisées qui peuvent ensuite être rejouées lors d'analyses ultérieures. Le sondeur utilisé pour nos observations, dirigé verticalement, est de type « dual-beam » (faisceaux concentriques), qui permet de mesurer les caractéristiques acoustiques du poisson en évaluant l'angle qu'il fait par rapport à l'axe du faisceau et en corrigeant l'écho qu'il renvoie en fonction de cet angle.

Le sonar

Le sonar (RESON SEABAT 6012) est un sonar multi-faisceaux, composé de 60 faisceaux juxtaposés de 1.5 degré chacun, couvrant ainsi une section de 90° dans un plan et de 15° dans le plan perpendiculaire. Chaque faisceau émet simultanément ce qui permet après conversion du signal acoustique en signal vidéo d'avoir une image synthétique en continu du secteur échantillonné. Les images sont visionnées au laboratoire et les échos mesurés directement sur le moniteur. Nous noterons toutefois que le programme européen AVITIS dont notre laboratoire était le coordinateur permet l'acquisition des données numériques et la reconstitution sous PC de ces images sonar. Le système est capable de numériser en continu les séquences vidéo et de les traiter automatiquement. Néanmoins la taille des fichiers (environ 60 Mo par) impose d'effectuer ce travail uniquement sur des images échantillonnées.

Estimation de biomasse par écho-intégration

Cette méthode part du principe que l'intensité d'un écho revenant d'un volume contenant plusieurs cibles est proportionnel au nombre et à la taille des cibles contenu dans ce volume. En terme acoustique, le voltage élevé au carré de l'écho mesuré est directement proportionnel à l'index de réflexion de la cible (TS de l'anglais Target Strength). Cette valeur acoustique ou section diffusante peut être sommée sur un volume donné. En connaissant la valeur de TS moyenne, la relation TS-poids pour une espèce donnée et les limites de la couche intégrée, on obtient une valeur directement proportionnelle à la densité en poids de poisson par mètre cube. La valeur de TS est fonction de l'espèce et de la taille des poissons. Ce postulat n'est donc valable que si les poissons sont de la même espèce ou de taille homogène ou si l'on connaît précisément les proportions spécifiques. De ce fait, la proportion des différentes espèces dans la biomasse totale, leur répartition spatio-temporelle, la proportion des tailles par espèce, le comportement grégaire de chaque espèce, sont autant de paramètres primordiaux nécessaires à l'estimation correcte des biomasses par acoustique. Ces paramètres pourront être extraits des observations au sonar et des données de pêche. Dans le présent rapport nous nous bornerons à une étude préliminaire des TS, mais nous discuterons de la faisabilité d'une évaluation de biomasse par écho-intégration.

TS ou index de réflexion (Target Strength)

Le TS ou index de réflexion (Target Strength en anglais) est la valeur de l'écho individuel que restitue une cible en fonction notamment de ses caractéristiques acoustiques, de ses dimensions et de la fréquence d'émission sonore. Dans le cas des poissons et compte tenu de la constance de la fréquence d'émission sonore, cette valeur est essentiellement fonction de la longueur et de la condition physiologique de l'animal. Dans la mesure où le TS est fonction des dimensions de la cible, et sans entrer dans les détails, on peut donc par des méthodes de calibration obtenir une relation directe entre la longueur d'un poisson et son TS. Il existe plusieurs façons de calculer le TS (MacLennan et Simmonds, 1992). L'une des équations "générales" les plus anciennes et qui est souvent utilisée lorsque l'on ne dispose pas de mesures pour les poissons étudiés est l'équation de Love :

$$TS = 19,1 \log L + 0,9 \log \lambda - 23,9$$

où:

- L est la longueur du poisson (longueur totale en mètres)
- λ la longueur d'onde du sondeur (en mètres).

Tous les échos ne sont pas utilisables : il faut en effet pouvoir suivre la même cible un nombre suffisant de fois (3 ou 4 fois) et que la cible soit suffisamment éloignée des autres pour être individualisée (on ne peut mesurer de TS dans un banc). De plus, l'index de réflexion (TS) du poisson dépend de nombreux facteurs biologiques et éthologiques. Par exemple, l'essentiel de l'énergie réfléchi provient de la vessie natatoire. Son volume varie donc en fonction de la profondeur et de l'espèce. L'intensité de réflexion de la cible dépend également de l'orientation du poisson par rapport à l'axe du faisceau.

Pêche au Lamparo :

Habituellement les pêcheurs utilisent le comportement agrégatifs des poissons pélagiques, pour les capturer plus facilement en grande quantité. Une embarcation équipée d'un dispositif « d'attraction par la lumière » permet d'agréger et de fixer les poissons où le désirent les pêcheurs. Dans les années 1950 la pêche « à la lumière » a été commencée avec des lampes à pétrole, de nos jours cette technique s'est développée sous le nom de pêche au Lamparo à travers tous les océans. Elle utilise désormais des puissances électriques parfois très élevées (>15000 Watt). Le niveau d'agrégation n'est pas proportionnel à la puissance électrique et peut avoir un effet inverse. Des études ont été menées par l'IRD en Mer de Java sur ce thème (on peut consulter Didier Petit au centre IRD de Montpellier sur ce sujet : dpetit@mpl.ird.fr) (D. Petit et al., 1996).

3. Méthode:

Une fois le matériel mis en place sur la barge la prospection a pu commencer. Notons que le dispositif installé sur la barge (cf. photographies en annexe) limite la vitesse du navire à 1400 tours/minute, soit approximativement trois à quatre Nœuds, il est donc judicieux de procéder à l'installation du matériel en mer. Au laboratoire les images du sonar ont été numérisées à l'aide de la carte d'acquisition vidéo *ISVR III*, et analysées sur PC par le logiciel

Sbi viewer. Les données sondeur quant à elles ont été analysées par le logiciel fourni par *Biosonics : Visual analyser 4.0.2*, avec les réglages présentés dans le tableau numéro 5.

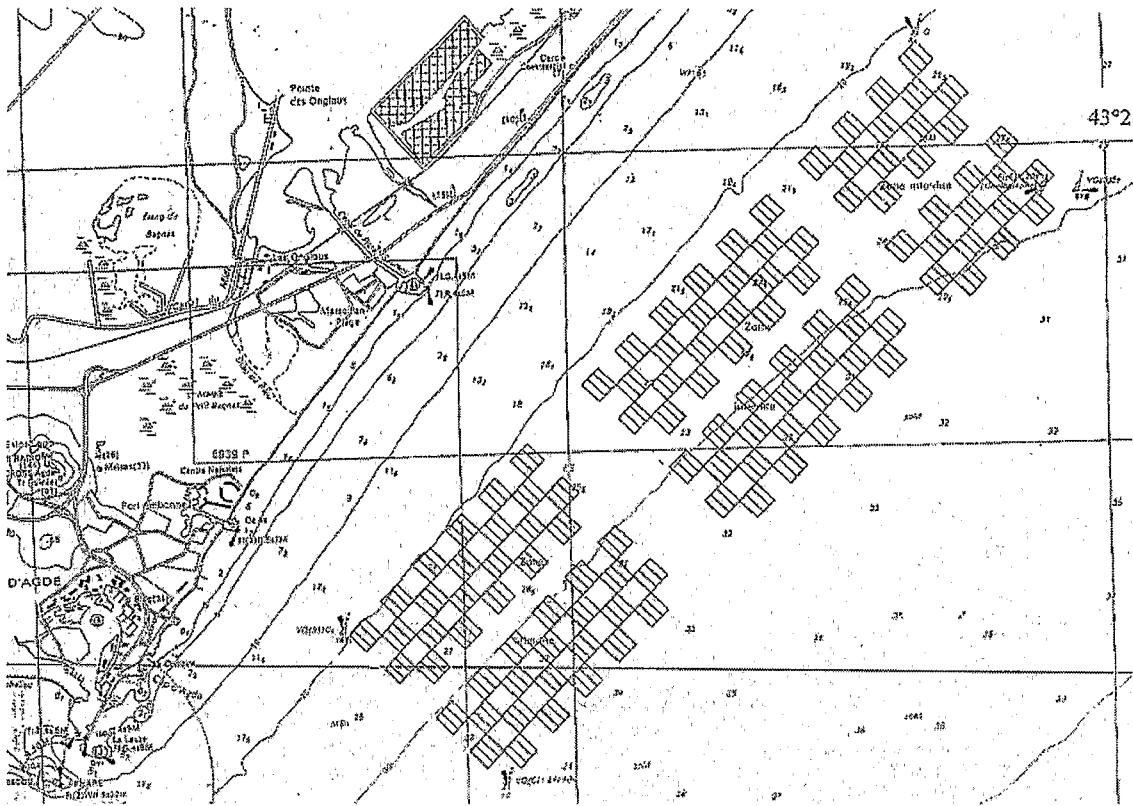


Figure 3 : Carte des concessions en mer des mytiliculteurs entre Sète et Agde

Toutes les concessions identifiées sur la carte ne sont pas au même état d'exploitation, certaines sont vides d'autres très chargées. Durant la mission nous avons réalisé trois couvertures. Les filières observées ont été identifiées sur les cartes présentées en annexe selon un plan d'échantillonnage établi le premier jour lors de la sortie « dorade » (tableau n°1). En prospection les enregistrements sonar sont récoltés en continu et certaines séquences sont directement numérisées. Ces séquences correspondent en fait à la détection des filières. Le sondeur a interféré avec le sonar, il n'a donc pas été utilisé en continu (stoppé pendant les enregistrements au sonar) mais à la demande afin de récolter les TS des cibles rencontrés. De nuit sans GPS il a été très difficile d'identifier avec certitude notre position, par contre de jour nous n'avons pas rencontré ce problème d'autant plus que le pilote du bord Jean Alexis possédait une très bonne connaissance empirique de la position de chaque exploitation.

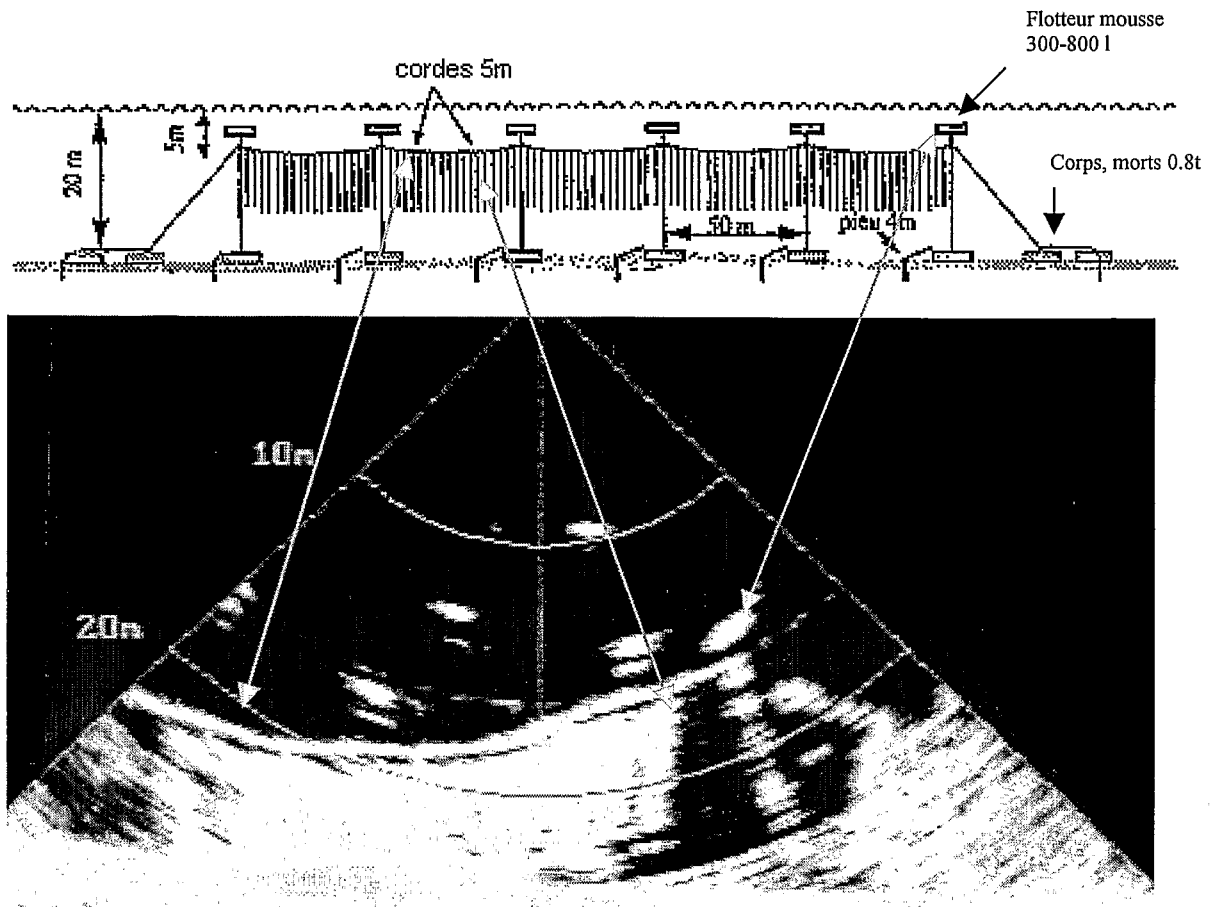


Figure 4 : en haut schéma d'une filière standard, utilisé par les mytiliculteurs au large de Sète et d'Agde, en dessous vue longitudinale d'une filière à moules détectée au sonar multifaisceaux (image brute 2D)

4. Résultats :

L'observation par plongée nous a confirmé les observations faites par acoustique, à savoir une biomasse de poissons pélagique importante concentrée autour des filières à moules. De jours cette biomasse se rencontre en bancs se situés à moins de 20 mètres de ces dernières. Par ailleurs, nos observations qui restent préliminaires, nous ont permis de constater une variation nyctémérale du comportement général des poissons pélagiques autour de ces filières : dispersés de nuit et répartis de façon homogène, beaucoup plus grégaire de jour, en banc ou/ et agrégation.

Le matériel à disposition nous a permis de tester seulement deux positions : horizontale ou verticale. Il serait plus judicieux pour une prochaine mission de ce type de placer le transducteur du sonar de façon latérale avec une inclinaison de l'axe d'observation de 45 degrés. En effet il est parfois risqué de passer à proximité des filières qui ne sont pas parfaitement alignées avec la barge pourtant spécialement conçu a cet effet. Par ailleurs le choix d'utiliser une seule perche pour les deux transducteurs, sonar et sondeur (cf. photos en annexe), est peut-être responsable des interférences reçues sur le sonar.

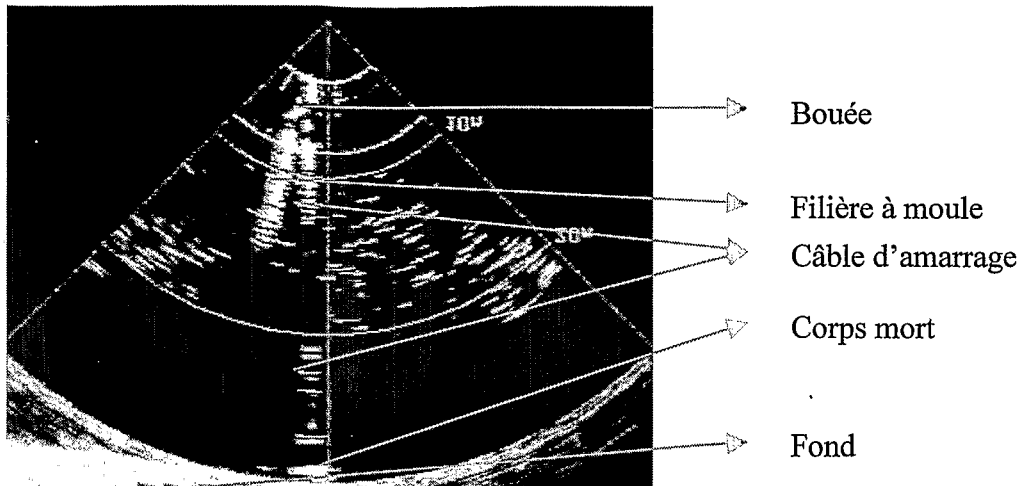


Figure 5 : concentration des poissons pélagiques, ici réunis en « cibles individuelles », tout autour des filières à moules

Distribution des poissons :

- de jour les poissons sont strictement inféodés aux filières et sont pour l'essentiel distribués en bancs. Sur 31 filières observées, 14 étaient accompagnées de bancs. Ces bancs présentent plusieurs types : des bancs relativement denses, de taille réduite (en moyenne 5 m de diamètre et 5-10 m de hauteur), situés à la hauteur des filières (bancs A, 4 observés, figure 15) ; des bancs de plus grande taille (20 m de diamètre pour une hauteur sensiblement équivalente aux bancs A), mais moins denses : les individus sont identifiables sur les images sonar. Ces bancs (bancs B, 5 observés, figure 16) sont situés eux aussi à la hauteur des filières, mais peuvent se rencontrer à la fois de façon plus superficielle ou plus profonds. Enfin des bancs C (5 observés, figure 17), de type relativement semblable aux bancs A, mais plus profonds (en général en dessous des filières). Les plongées sur les détections ont montré que les bancs A étaient en général formés de bogues (*Boops boops*), les bancs B de chinchards (*Trachurus trachurus*), les bancs C de sardines (*Sardina pilchardus*). Lors des plongées, aucune dorade n'a pu être observée. Entre les filières, les échos sont très rares (fig. 6). De jour, 45% des filières étaient entourées par des bancs.

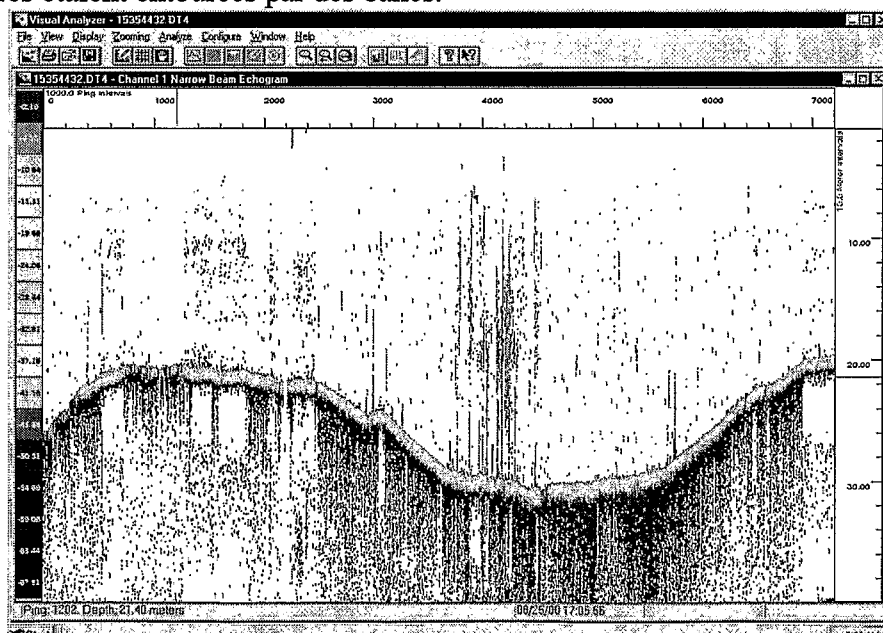


Figure 6 : Echogramme de jour enregistré le 25 août 2000, de 15h36 à 17h05

- De nuit les poissons sont très dispersés (figure 7 et 11) dans toute la zone échantillonnée, et nous n'avons pas identifié de banc. Il faut noter que nous étions en nouvelle lune. Les poissons ainsi dispersés sont donc facilement détectables et leur biomasse mesurable par écho-intégration, ce qui n'est pas possible de jour ou il est impossible de discriminer sur le sondeur les échos dus aux bancs de ceux dus aux filières. (cf. fig. annexe sonar vs sondeur)

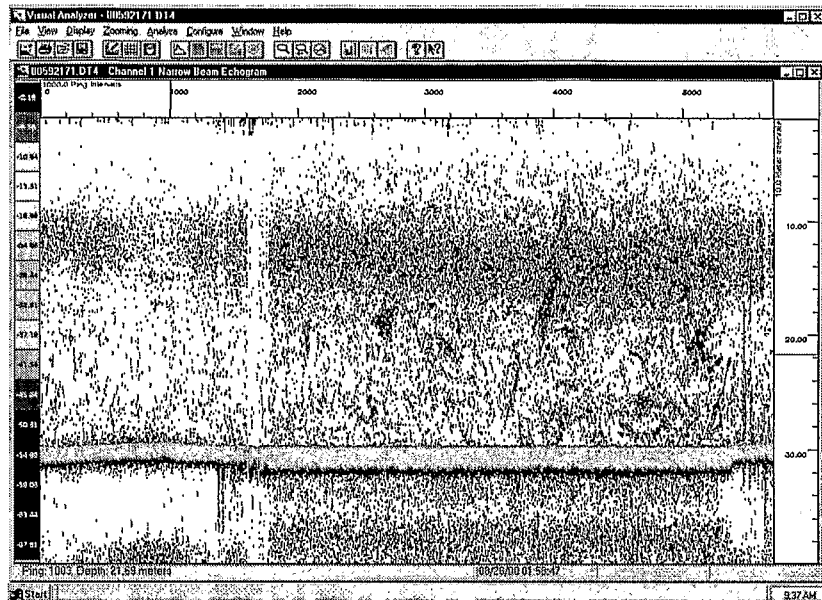


Figure 7 : Echogramme enregistré de nuit le 26 août 2000, de 00h59 à 01h58

- De nuit en station « lamparo », on retrouve une structure globalement identique à la distribution nocturne, mais on peut aussi constater une phototaxie positive, les cibles individuelles montent sous l'effet de l'attraction lumineuse (figure 8).

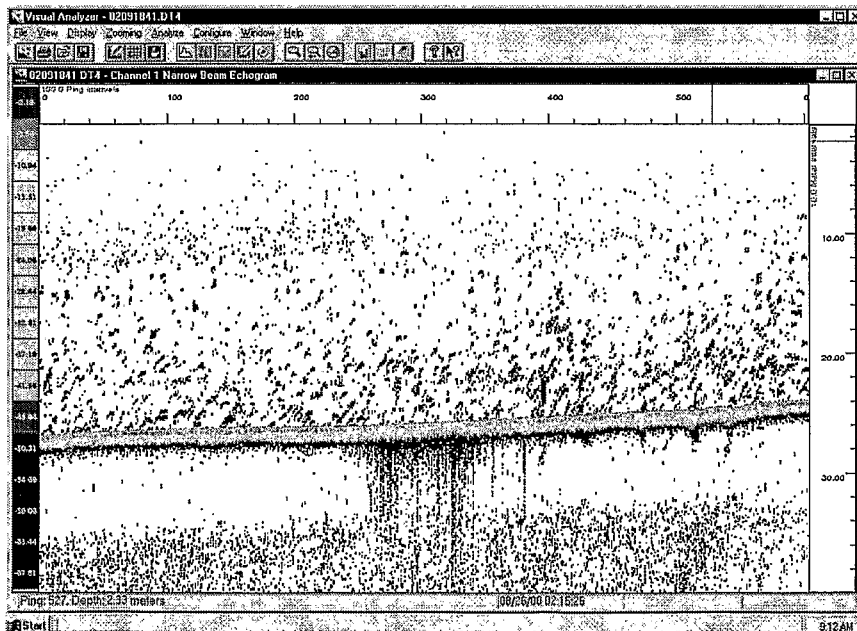


Figure 8 : Echogramme enregistré lors du test lamparo le 26 août 2000 de 02h09 à 02h15

Distribution des tailles

D. Buestel chercheur à l'Ifremer en plongeant à plusieurs reprises a estimé de façon visuelle la longueur à la fourche des individus, ces évaluations sont donc à prendre avec précaution :

Boops boops : Lf ≈ 15-20 cm (sous la thermocline)

Boops boops : Lf ≈ 9-18 cm (le long de la filière)

Sardina pilchardus : Lf ≈ 22cm (en bancs)

Sardina pilchardus : Lf ≈ 7cm (vers le fond)

Trachurus trachurus : Lf ≈ 15- 20 cm (en bancs)

Les mesures des tailles des poissons se font en acoustique par le biais de mesures de leur « section diffusante », ou TS, qui est fonction (entre autres) de leur longueur. Comme nous ne connaissons pas les relations particulières des poissons que nous avons observés, nous avons appliqué l'équation de Love (1976) établie de façon très générale :

$$TS = 19.1 \log L + 0.9 \log \lambda - 23.9$$

Les mesures de TS ont été réalisées automatiquement par le sondeur *dual beam*. Nous présentons en figure 9 les résultats globaux pour les trois cas (nuit, jour, lamparo).

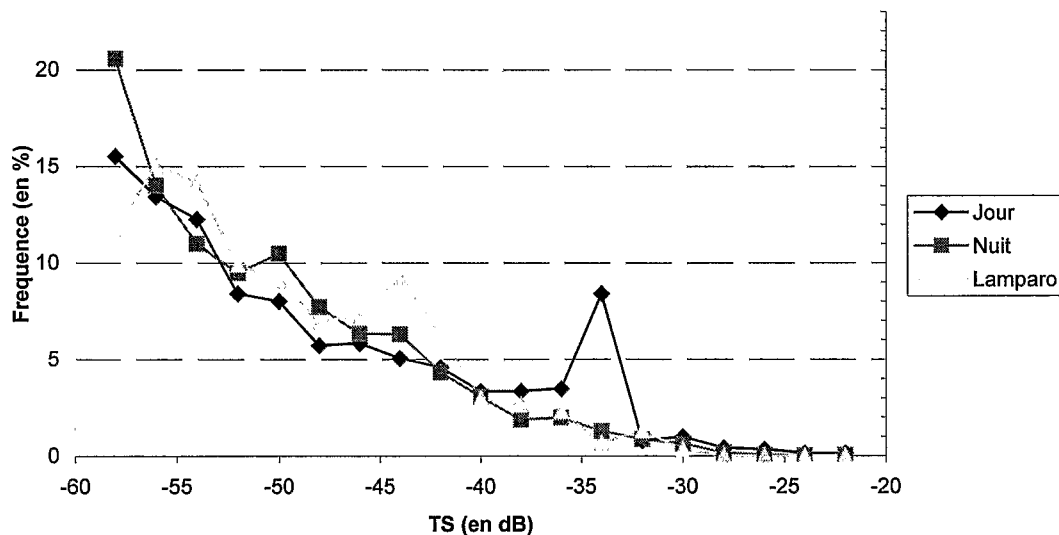


Figure 9 : Distribution des fréquences de TS de jour, de nuit et au cours de la simulation de pêche au lamparo

TS	Longueur totale	JOUR	NUIT	LAMPARO
-22	1.2574	2	1	
-24	0.9880	2	0	
-26	0.7763	5	1	
-28	0.6100	6	5	
-30	0.4793	15	22	2
-32	0.3766	12	30	8
-34	0.2959	128	44	4
-36	0.2325	53	68	14
-38	0.1827	51	65	16
-40	0.1436	51	106	18

-42	0.1128	70	150	38
-44	0.0886	77	218	56
-46	0.0697	89	219	44
-48	0.0547	87	267	42
-50	0.0430	122	363	55
-52	0.0338	128	328	60
-54	0.0266	187	381	86
-56	0.0209	205	486	91
-58		237	713	71

Tableau 6 : relations entre TS (en dB) et longueur totale (en m), pour information, et les fréquences de TS pour les trois expériences.

Il faut considérer les valeurs du tableau 3 comme indicatives. Il est par exemple à peu près exclu que nous ayons pu voir des poissons de plus d'un mètre de long, ces valeurs étant probablement dues à des artefacts liés à la présence des filières (mesures sur les bouées par exemple). Elles permettent toutefois de tirer quelques conclusions des observations réalisées.

L'observation spatiale en 2 et 3 dimensions est rendue possible grâce au dispositif d'analyse du sonar *Seabat*, et nous présentons quelques figures extraites de la base de données recueillies. L'analyse proprement dite des bancs est longue, du fait de la taille des fichiers, très supérieurs aux tailles habituelles (chaque fichier représente en moyenne 50 Moctets avec un maximum à 121 Moctets). Nous donnons quelques exemples de traitement, plus pour information et démonstration de faisabilité que pour en tirer des renseignements d'ordre statistique sur les bancs présents.

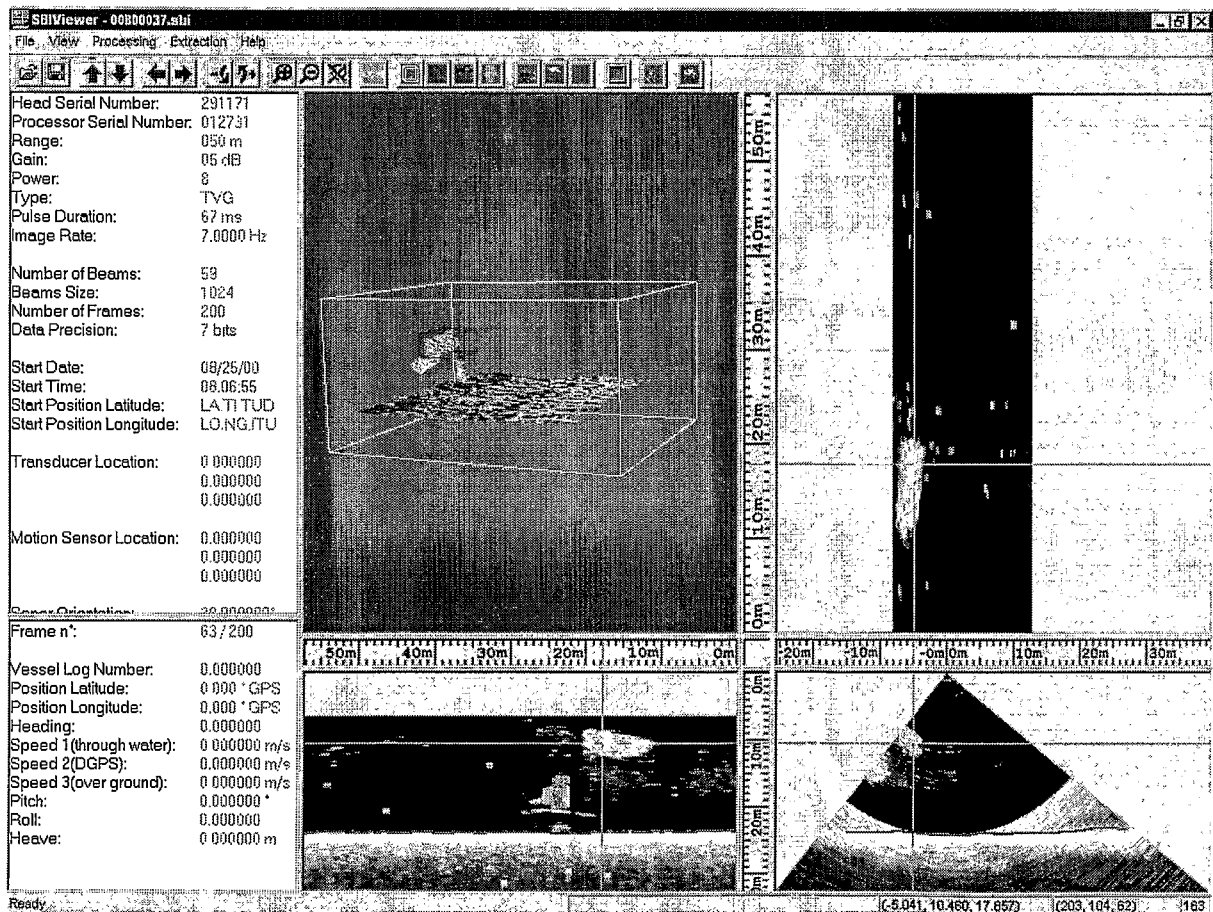


Figure 10 : Exemple de traitement réalisé avec SBI Viewer : on peut reconnaître un banc (type A), en jaune et encadré en rouge, l'extrémité d'une filière de moules (en vert) et son gréement (gris) surmonté de sa bouée

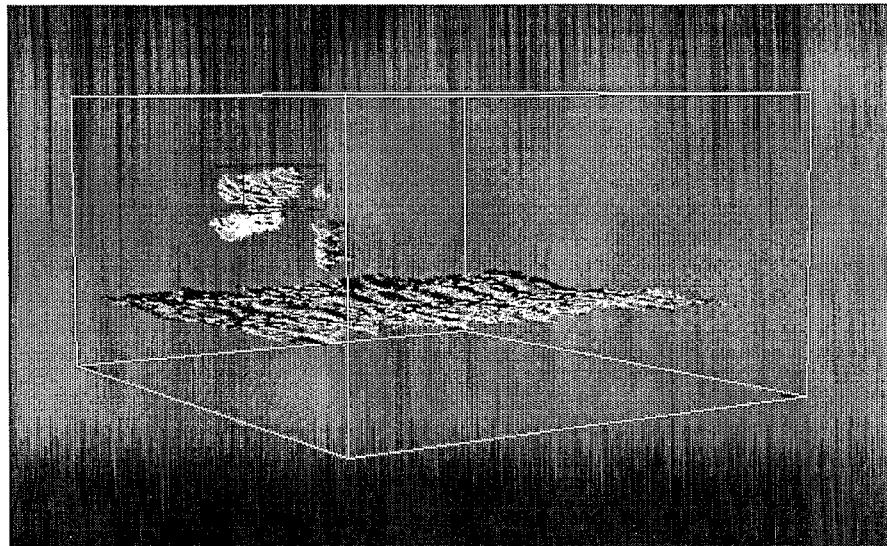


Figure 11 : Agrandissement du diagramme 3D précédent, présenté en fig. 10

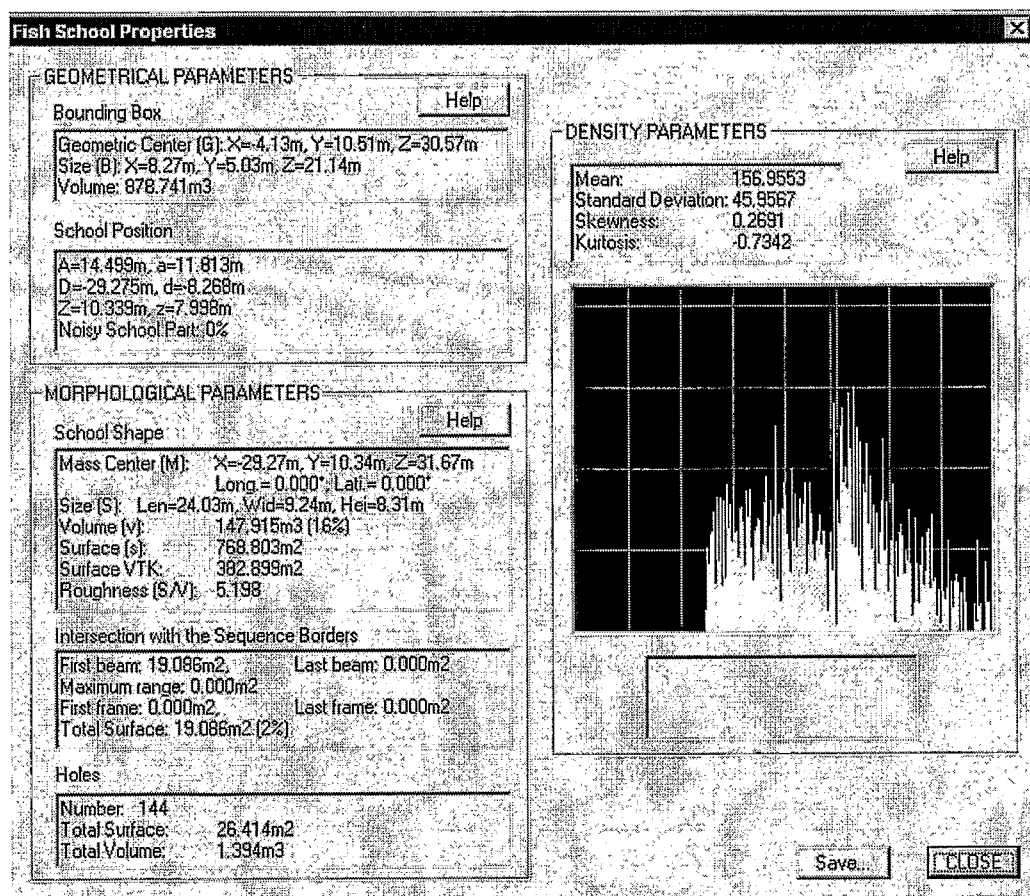


Figure 12 : Résultats d'analyse du banc précédent : Ce banc mesure 24 m de long, 9 m de large et 8 m de haut, pour un volume de 148 m³ et une surface de 768 m²

La stratégie d'échantillonnage a donné de bons résultats (annexe). Son principe est le suivant : le bateau échantillonne une « ligne » de concessions suivant une « radiale » perpendiculaire à la ligne de côte, et dans chaque concession il observe une filière. Le jour, cette observation se fait en longeant une filière dans sa longueur, afin d'avoir une image des distributions qui l'entourent. De nuit cette observation est rendue plus difficile du fait des risques de navigation et des difficultés de localisation, mais comme les poissons sont dispersés, il devient inutile de se focaliser sur les filières, et au contraire il est préférable de

prospector les zones entre les concessions, qui donnent des images des poissons plus exploitables. Il faut enfin noter que chaque exploitant adopte une technique spécifique adaptée à son type de navire et sa méthode d'exploitation (surface, ou/et plongée). Toutes les filières ne sont donc pas construites sur le même modèle dans le détail. Par ailleurs on a pu rencontrer des concessions inutilisées, des filières vides de lignes de moules, voire des filières dans les chenaux, ce qui exige certaines précautions de navigation vis à vis des bases immergées.

Les figures ci-dessous présentent quelques image sonar brute¹ (deux dimensions) pour exemple :

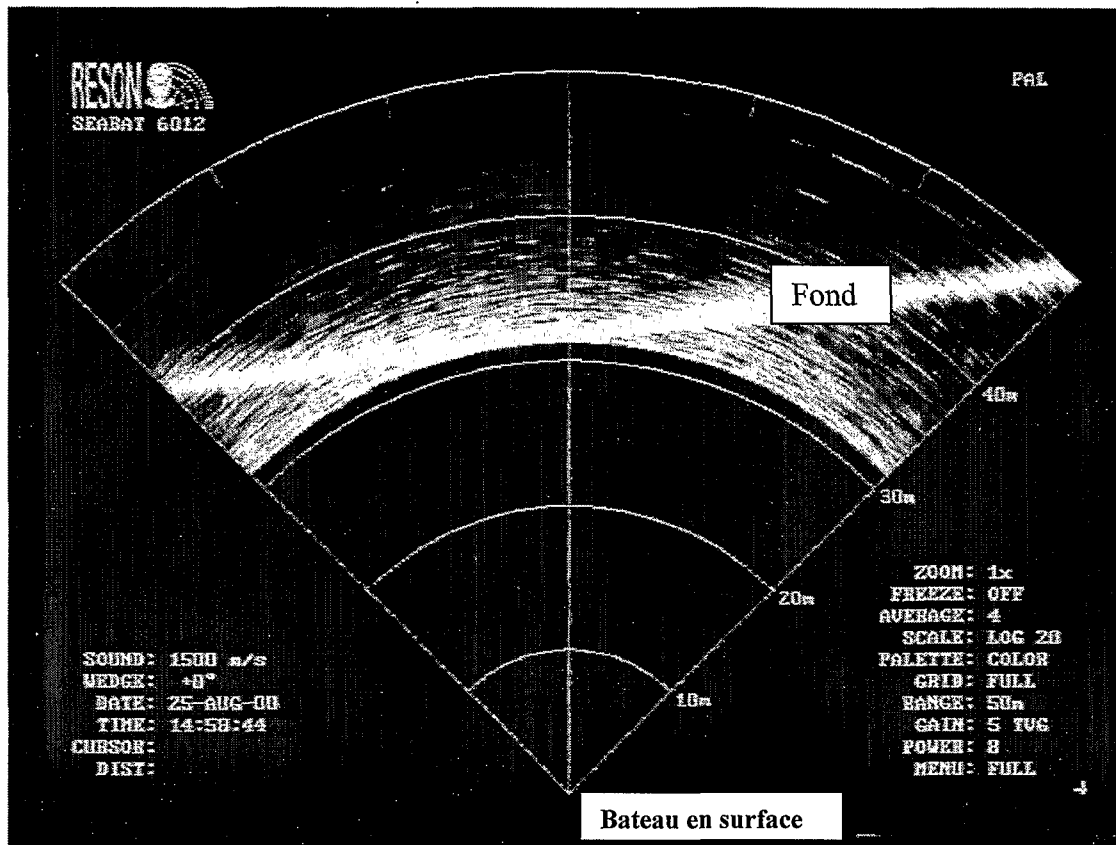


Figure 13 : Absence de détection, classique de jour hors des filières durant nos deux prospections de jour

¹ l'image brute est à l'envers, le fond en haut (au milieu de l'image, en générale 30-40m), les filières sont vue latéralement, le navire (et donc la base du sonar) ce trouve en bas de l'image.

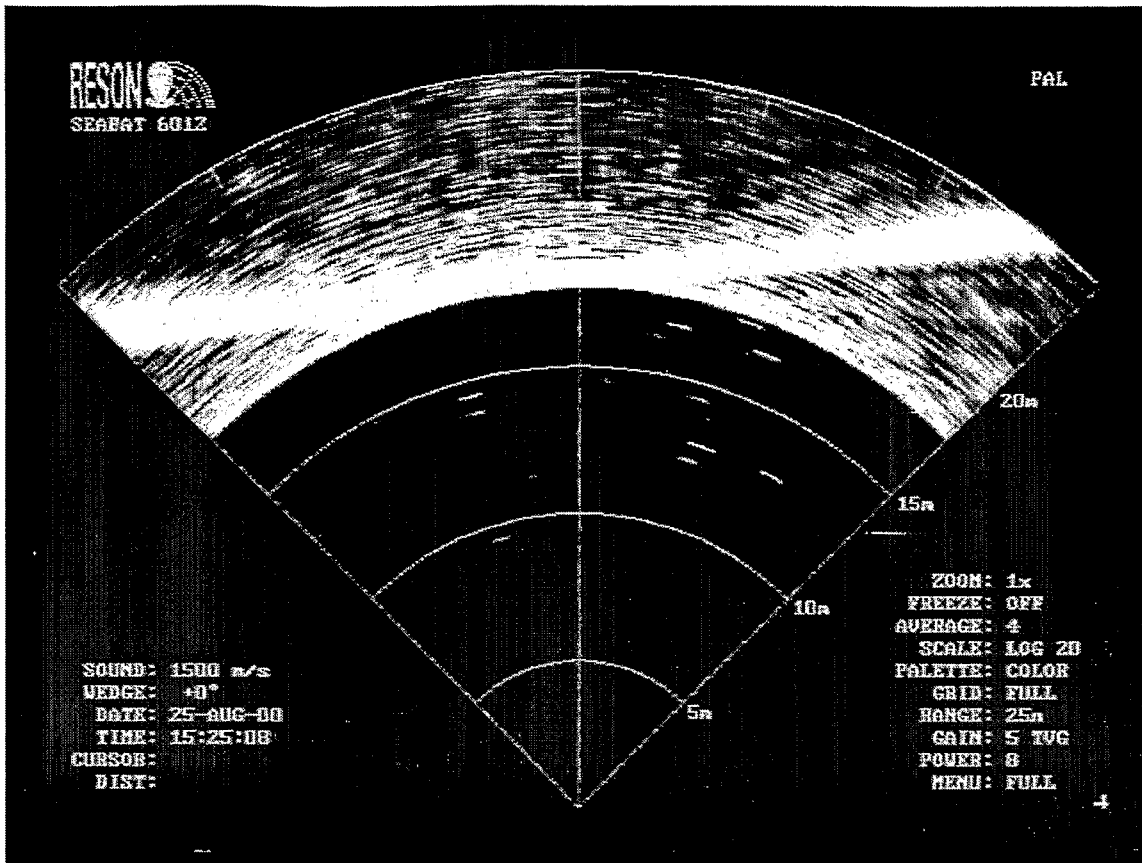


Figure 14 : Cible individuelle, poissons dispersés, caractéristique des détections faites de nuit

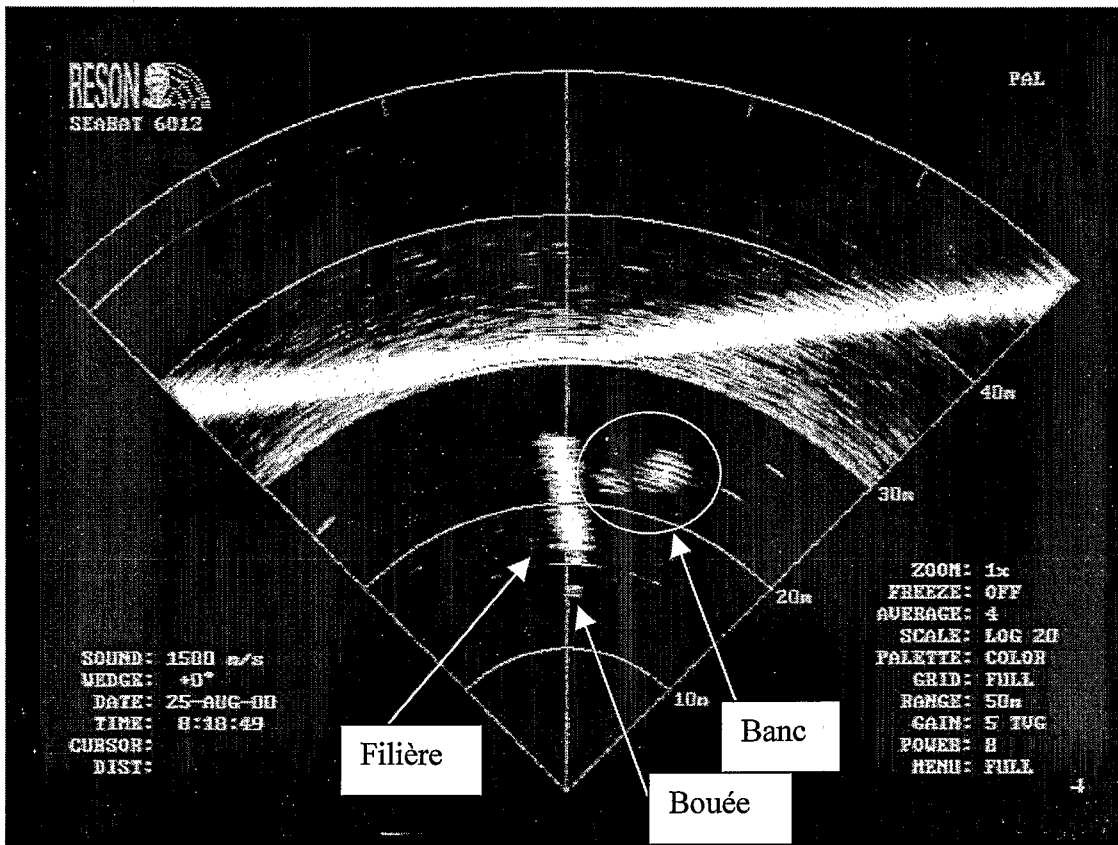


Figure 15 : Type bancs A, assez dense de taille réduite situé à la hauteur des filières dans la colonne d'eau

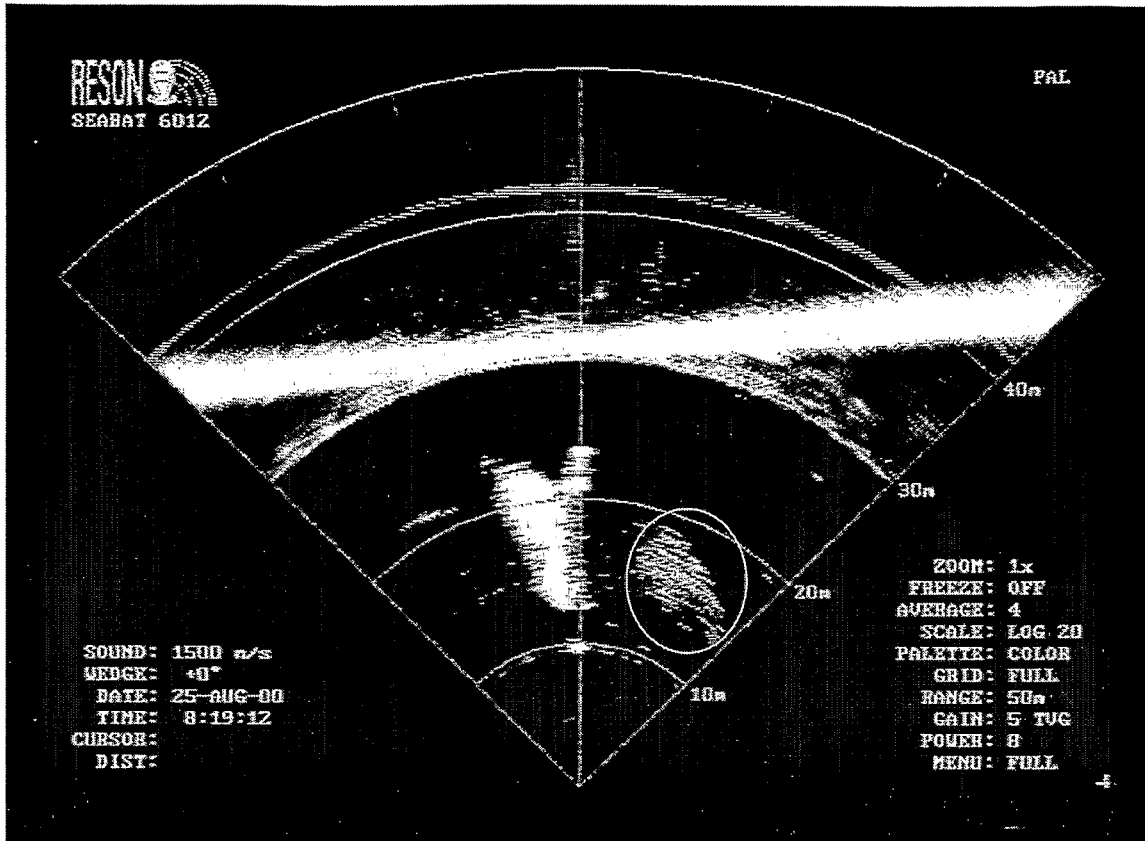


Figure 16 : Type bancs B, moins dense que les bancs de type A, ils ont aussi une structure plus dispersés

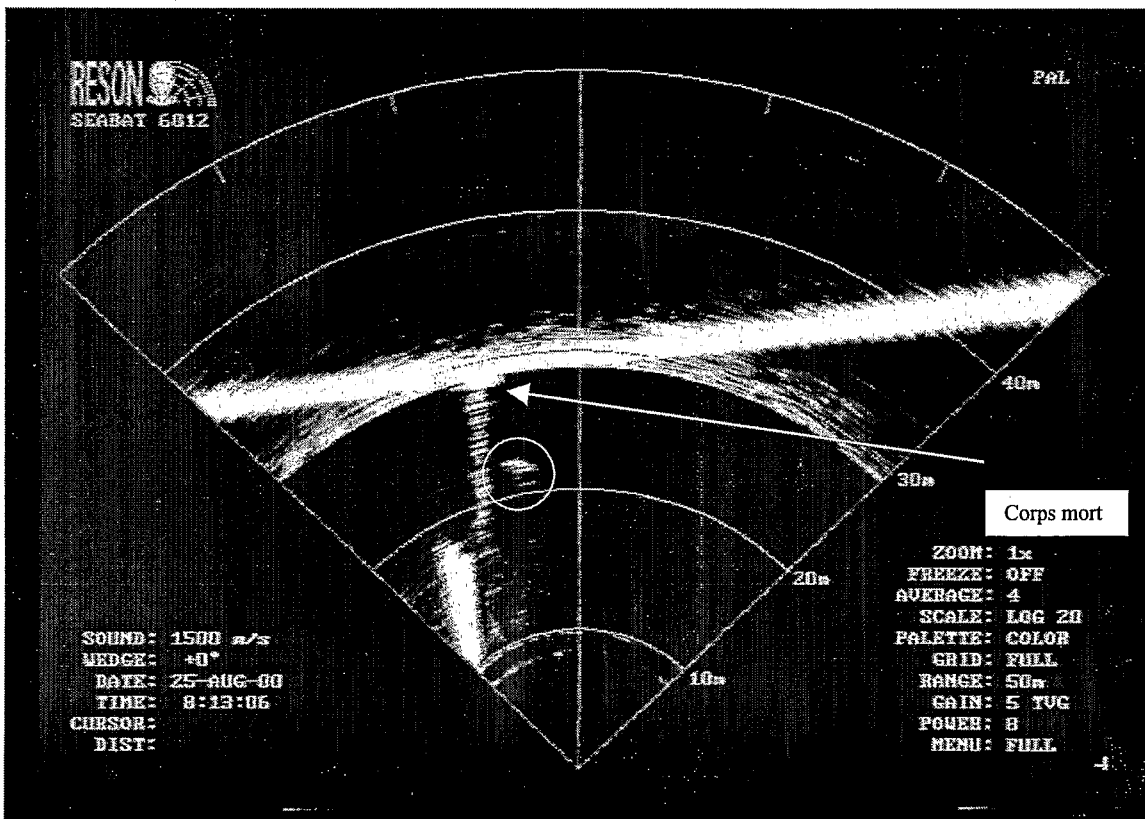


Figure 17 : Type bancs C, de morphologie et structure identique au banc dit de type A, mais situé plus en profondeur vis à vis des filières.

5. Discussion et Conclusion

Faisabilité d'une prospection acoustique.

L'utilisation couplée d'un sondeur scientifique à faisceaux partagé (*dual beam ou split beam*) capable de mesurer les sections diffusantes des cibles individuelles et d'un sonar multifaisceaux capable d'individualiser les bancs, d'en reproduire la structure 3D et d'en mesurer le volume et la densité, permet de réaliser des prospections acoustiques dans les champs de filières en fournissant des résultats tout à fait utilisables. De ce point de vue la prospection ne présente pas de difficulté majeure.

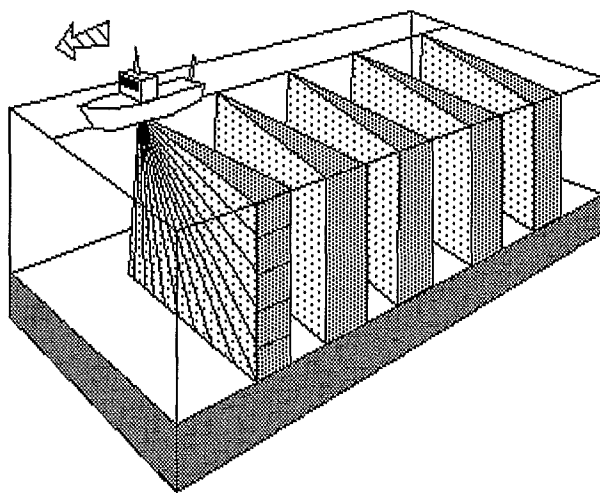


Figure 18 : diagramme d'échantillonnage du sonar, les volumes échantillonnés sont toujours espacés d'une distance inférieure à un mètre

On sera toutefois amené à installer le transducteur du sonar selon un axe de 45°, ce qui permettra de voir de façon exhaustive les distributions de poissons et les structures des filières sur un des côtés du bateau (vision de la surface à la verticale du bateau, figure 18). Avec ces équipements on pourra donc obtenir :

- une évaluation du nombre, de la taille, de la distribution et des types des bancs autour des filières de jour ;
- une description fine du comportement de ces bancs (position, mouvements, réactions, etc...) autour des filières
- une identification par échantillonnage (plongée)
- de nuit, une évaluation globale de la biomasse en poissons et une description des structures démographiques
- de nuit, un suivi de l'effet de l'attraction par la lumière en cas de pêche au lamparo.

Conclusions biologiques.

On ne peut pas attendre d'une sortie de type exploratoire de 24 heures de fournir des conclusions détaillées. Néanmoins on peut faire les observations suivantes :

- les bancs sont nombreux, mais pour la plupart formés de poissons qui n'ont pas de comportement de prédation sur les moules (*Boops boops*, *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Trachurus sp.*).
- les dorades sont difficiles à rencontrer, même si les fortes TS observées de nuit (TS > -35 dB) peuvent être dues à ces poissons. Il faudra donc sans doute réaliser des

échantillonnages un peu plus denses que celui que nous avons effectué (31 filières sur un total approximatif de 500).

- Les distributions des poissons sont assez dissemblables entre jour et nuit : de jour on rencontre un grand nombre de poissons de 30 cm (soit des chinchards, soit des poissons prédateurs : dorades ?). L'éclairage nocturne (assez faible dans notre expérience, <500watt) provoque l'arrivée assez rapide d'une forte proportion de poissons de taille comprise entre 10 et 20 cm, probablement des petits pélagiques, qui normalement se dispersent la nuit et sortent des concessions. Bien que plus abondants que de nuit, ces poissons ne sont pas aussi fortement représentés de jour, où ils sont concentrés en bancs (et sont alors inaccessibles aux mesures individuelles).
- On peut tirer de ces observations une conclusion à propos du lamparo : il faudra utiliser cet engin de pêche avec soin si l'on veut éviter que l'abondance de petits pélagiques ne perturbe la pêche de l'espèce cible, la dorade. Celle-ci n'a pas été vue lors de l'expérience d'éclairage, ce qui peut être dû à trois raisons qu'il faudra vérifier : indifférence à l'éclairage ; absence dans la zone de l'expérience, concentration dans un rayon supérieur à la zone observée au sondeur (chaque espèce ayant un préférendum d'intensité lumineuse).

Enfin notons que ces filières agissent, semble t'il, comme un récif artificiel. Cette ressource en Dorade n'a pas pu être estimée en biomasse relative mais il apparaît assez facile de mettre au point un protocole d'observation adaptées à ce type d'espèces.

6. Remerciements :

Nous remercions Jean Alexis pilote de la barge pour son efficacité et son entière collaboration. Monsieur Palazi mytiliculteur professionnel pour le prêt de sa barge de travail *Julie's*. Nous remercions par la même occasion Christine Legrand et Laurence Vicens de l'IRD Montpellier pour l'organisation administrative à la dernière minute de cette mission.

Fait à Montpellier le 31/08/2000

Bibliographie :

Burczynski, J. 1982. Introduction to the use of sonar system for estimating fish biomass. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 191 Rev. 1: 89 p.

Forbes, S.T. and Nakken, O., 1972. Manual of methods for fisheries resources surveys and appraisal. Part 2. The use of acoustic instruments for fish detection and abundance estimation. *FAO Manual of Fisheries Sciences*, 5. 138 p.

Gerlotto, F. 1993. Méthodologie d'observation et d'évaluation par hydroacoustique des stocks tropicaux de poissons pélagiques côtiers: impact du comportement et de la distribution spatiale. *Thèse de Doctorat Océano. Biol. Université de Bretagne Occ.* 189 p.

Love , 1971. Measurement of fish target strength. A review. *Fish. Bull. NOASS/NMFS*, 69(4):703-715.

MacLennan, D.N. and Simmonds E.J., 1992. *Fisheries acoustics. Chapman et Hall*

Londres, Fish and Fisheries serie 5: 325 p.

D. Petit, P. Cotel and D. Nugroho. 1996 Proceedings of Acoustics Seminar Akustikan2. Bandungan (Central Java), 27-29 may 1996, Java Sea pelagic Fishery Assessment project, Jakarta, 260p.



ANNEXE

Carte prospection jour 1 + plan d'échantillonnage

Carte prospection nuit

Carte prospection jour 2

Photographie

PC scientifique à bord du Julie's

Montage des transducteurs sur le Julie's

Position des bases sondeur et sonar sur la perche

Filière vue au sondeur et vue au sonar

Zoom sonar sur cibles individuelles

Image d'un « gros » banc à côté d'une filière

CD-ROM

Animation 3D d'observation d'une filière

Copie rapport

Exemple fichiers

Image et figures

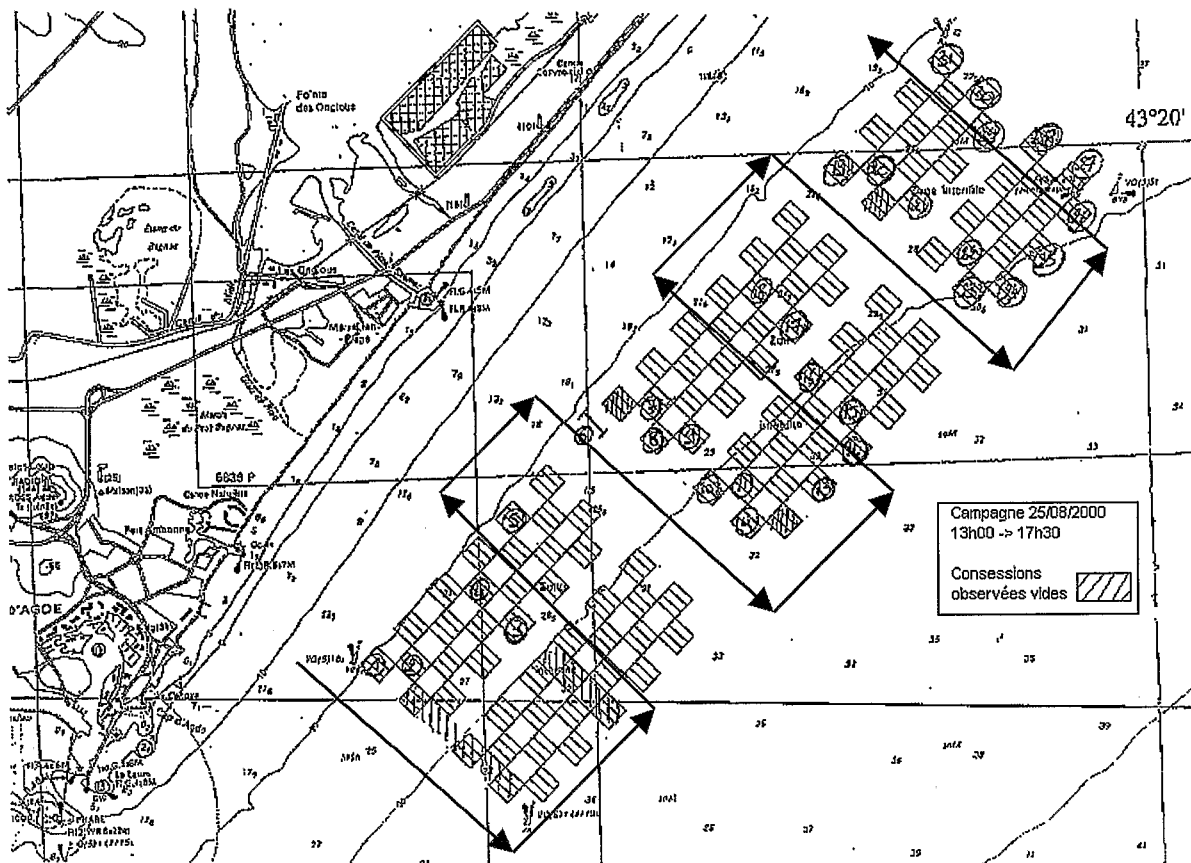


Figure : carte de la prospection effectuée de jour le 25/08/2000, les flèches orangées indiquent le plan d'échantillonnage en transect le long des filières, adopté pour cette campagne DORADE 2000.

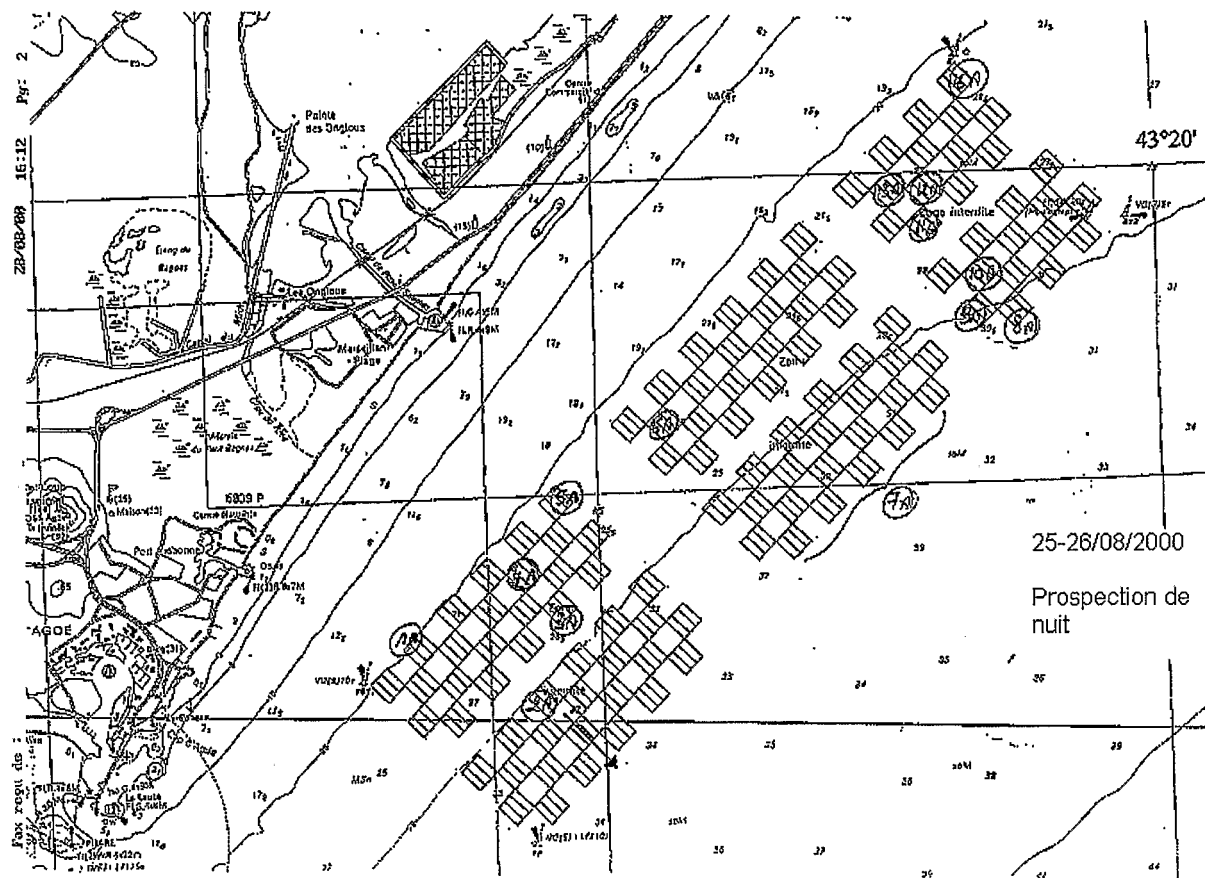


Figure : prospection effectuée durant la nuit du 25 au 26 août 2000.

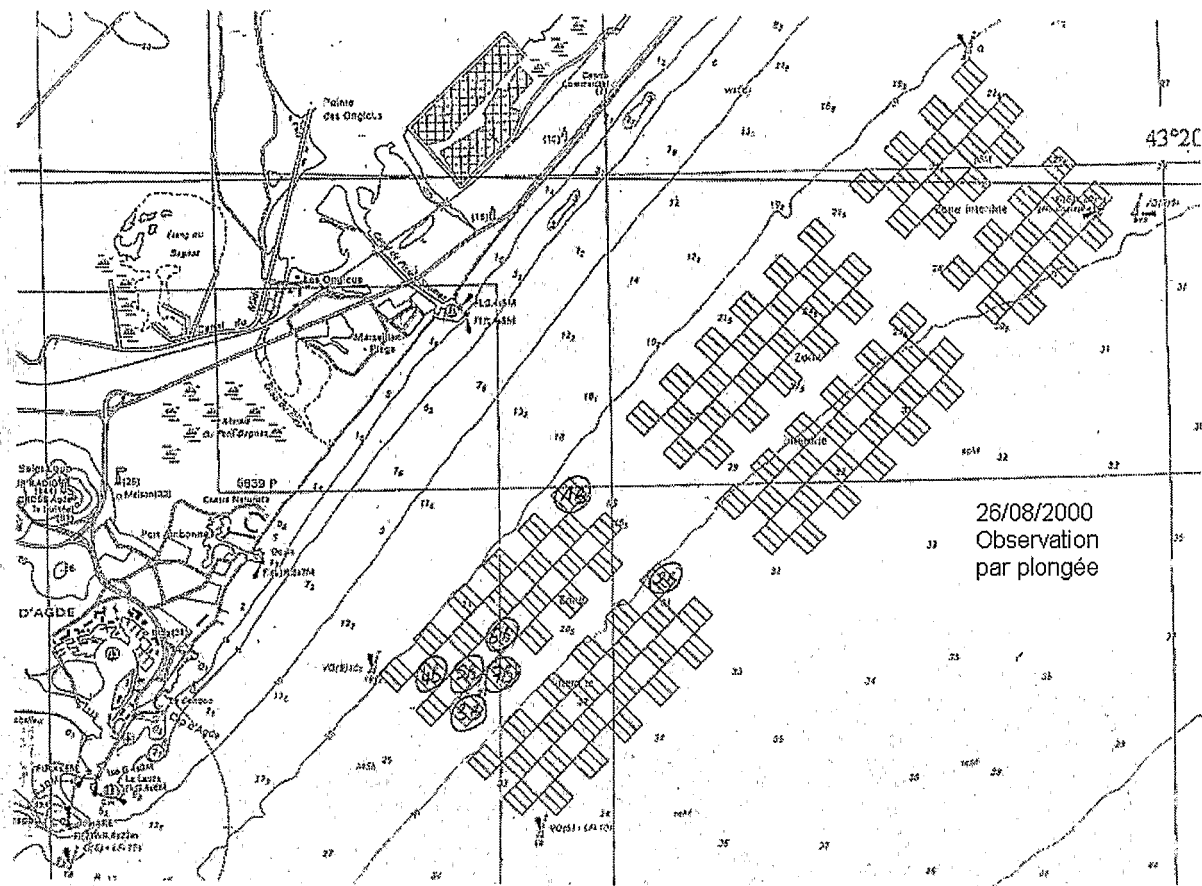


Figure : filières observées conjointement par acoustique et plongée sous-marine.



Figure : poste de travail scientifique, installé dans la cabine du *Julie's* durant la mission Dorade

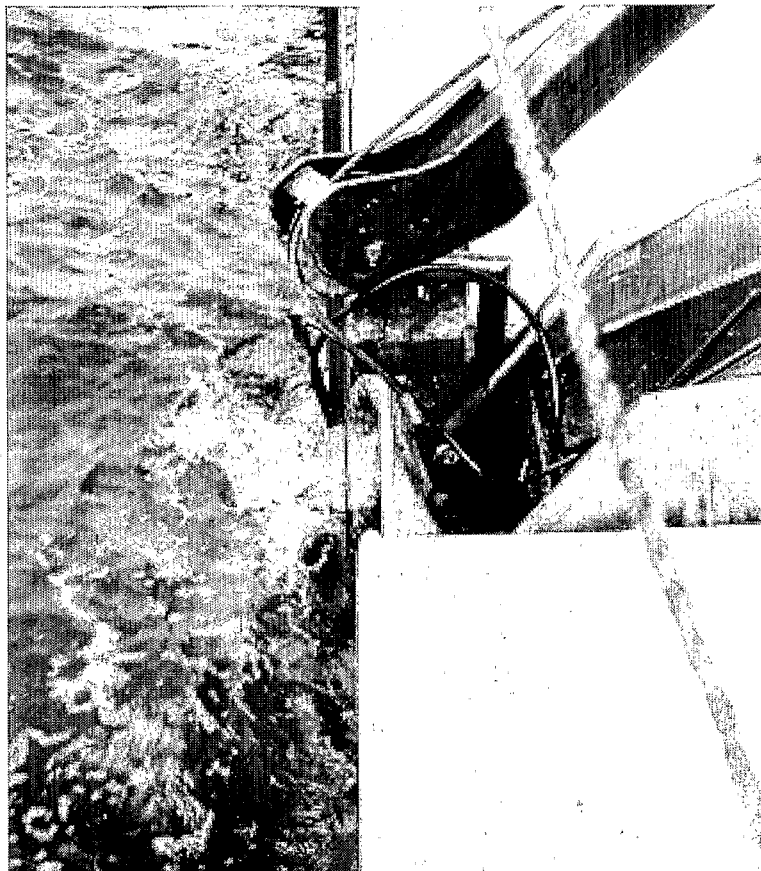


Figure : montage sur la barge des transducteurs fixés sur la perche, elle-même emboîtée sur la coque et maintenue en place par la grue hydraulique du bord

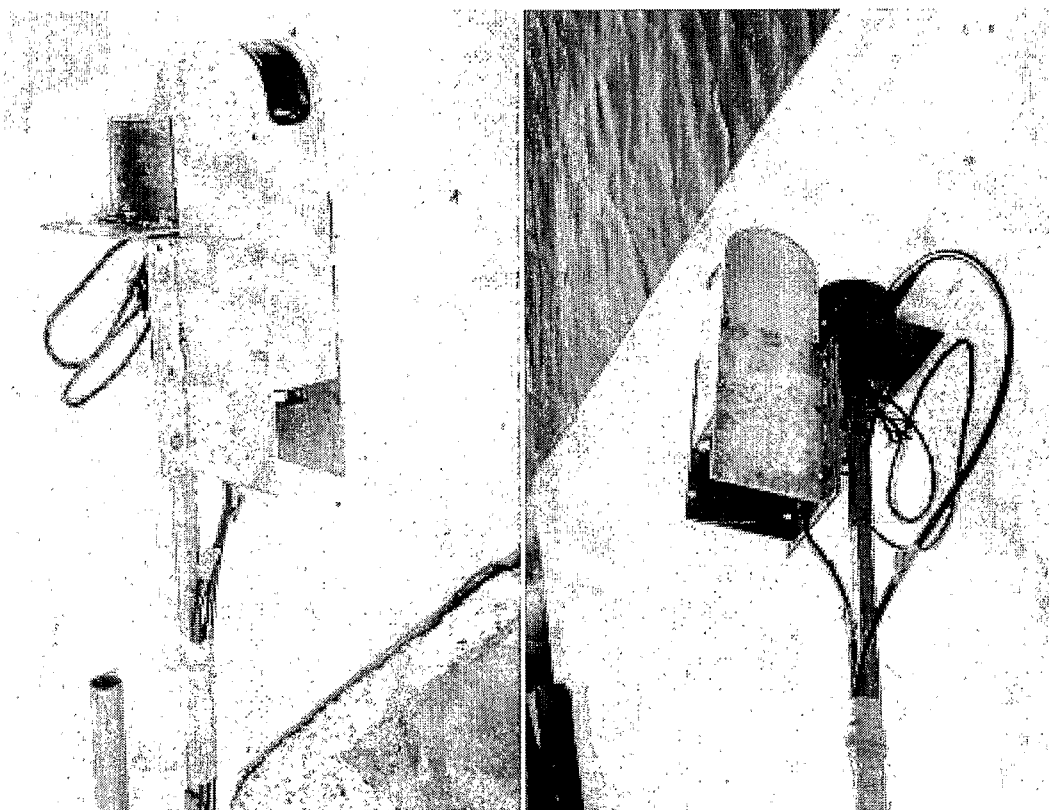


Figure : position des transducteurs fixés sur la perche spécialement conçue à cet effet

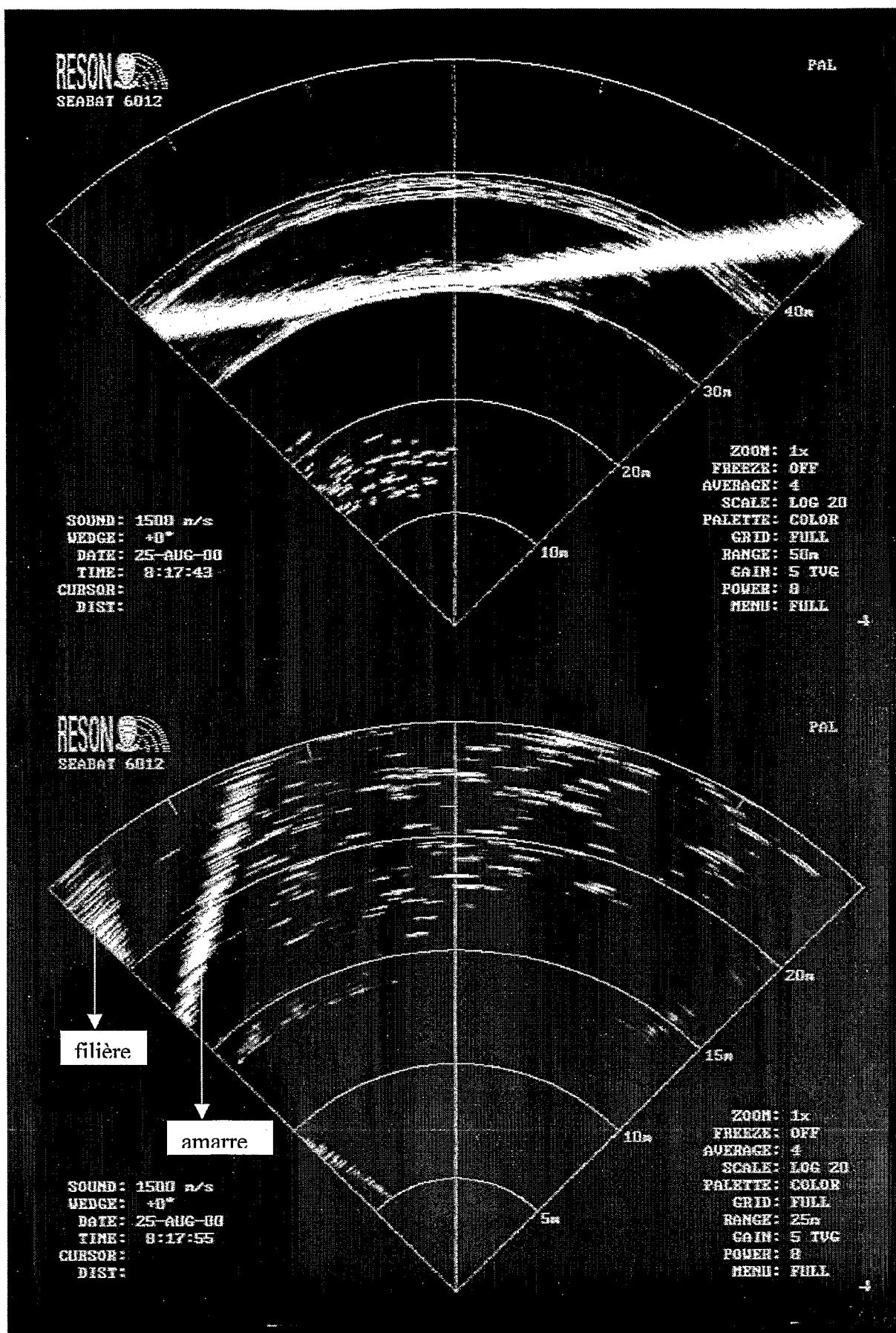


Figure : changement d'échelle sonar sur une structure agrégative près d'une filière, on distingue nettement les poissons en cibles individuelles la filière (en haut à droite) et son câble d'amarrage en biais.

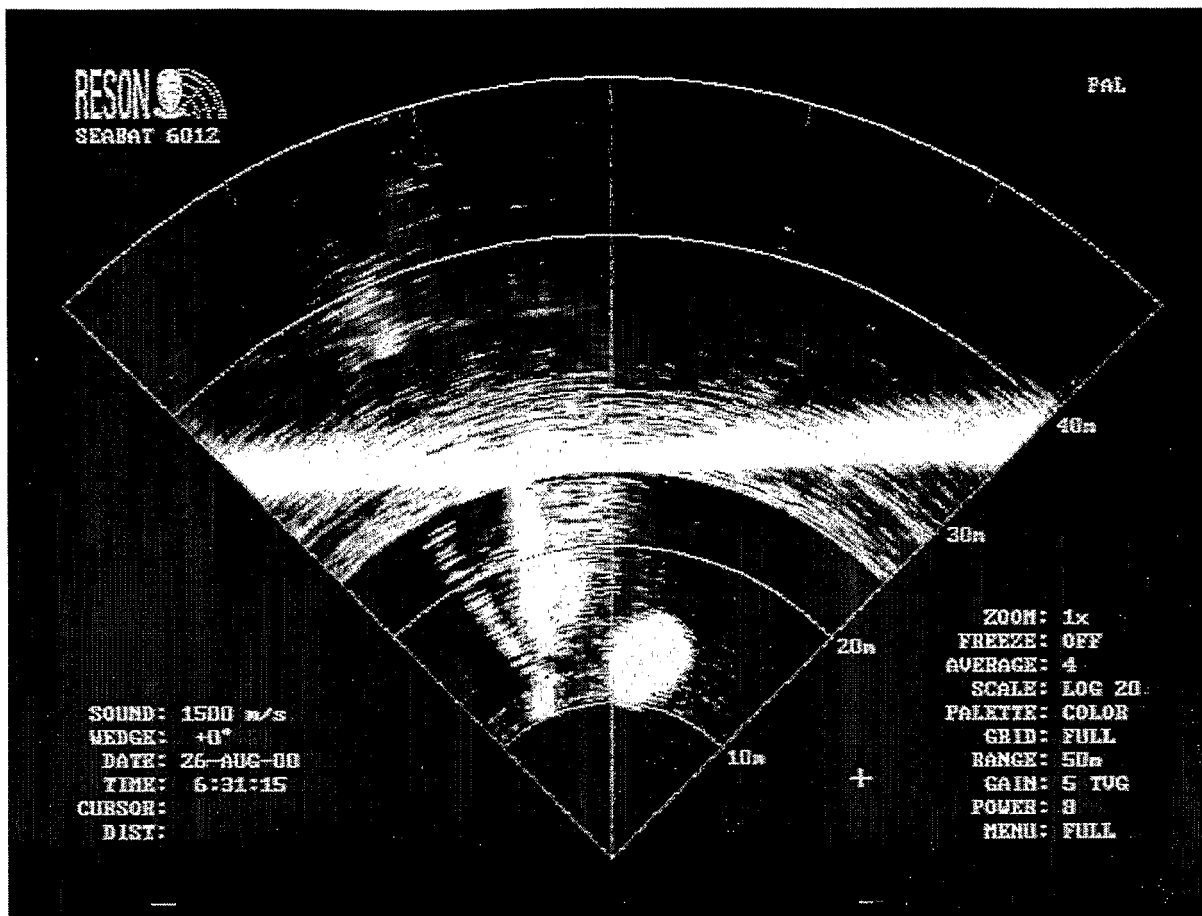


Figure : Banc (de forme circulaire) à coté d'une filière retenue par sa bouée et son amarre (cf. fig. 4)

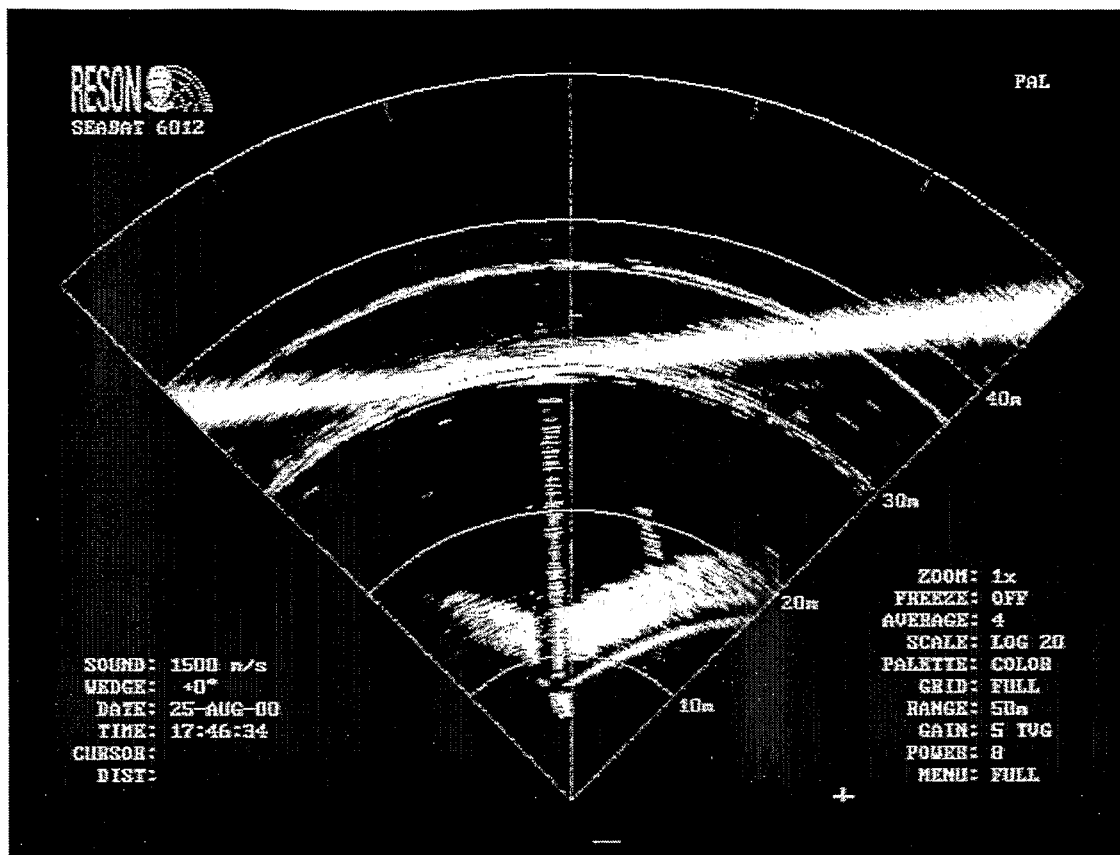


Figure : filière vue au sonar et au sondeur juste sous le navire, vue en simultanée (image ci-dessous sondeur, ci-dessus sonar).

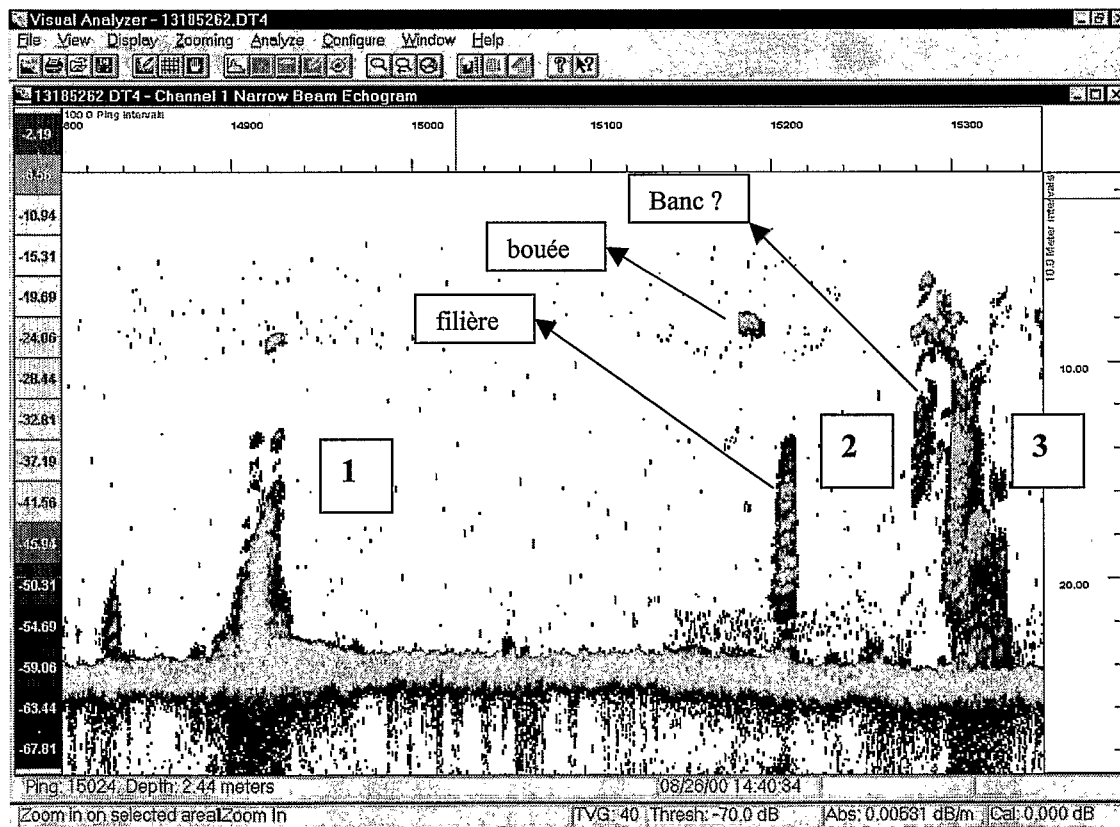


Figure : Image de filières vue au sondeur (1 à 3) et d'un banc à coté d'une filière (3) : sans information sonar il est très difficile de discriminer un banc de la structure d'une filière.