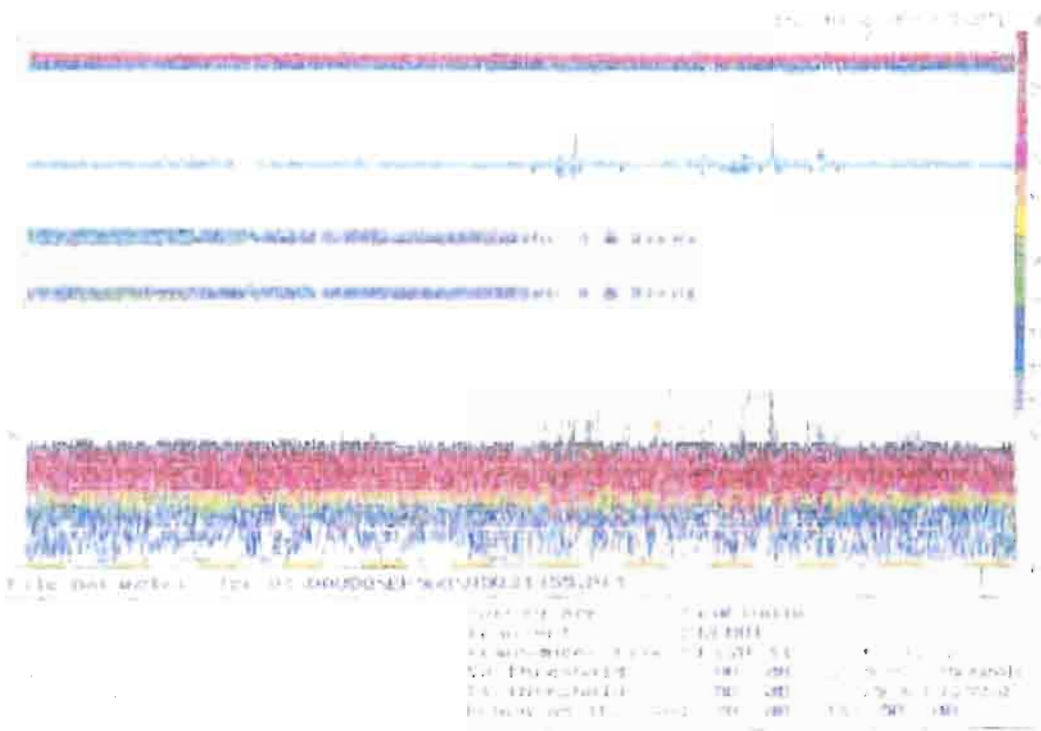


**Rapport de mission  
 « Calidor 01 » (Ifremer, IRD)  
 03/05/2001**

(P. Brehmer<sup>1</sup>, Y. Guennégan<sup>2</sup>)

<sup>1</sup> IRD/RV/HEA/UR Active

<sup>2</sup> Ifremer/DRV/RH



## Objectifs :

La mission avait pour but de calibrer un sondeur scientifique de type **EY500 Simrad** (provenance éclose de Ballaruc/CNR). Le sondeur doit être utilisé pour les campagnes « Daudo » d'observation directe par acoustique sous-marine des bancs de poissons sur les filières à moule au large de Sète-Marseillan en rapport avec le problème de prédation rencontré par les mytiliculteurs sur leur concession (Buestel, 2001). Le second but de la mission était de détecter un problème d'acquisition des données rencontré durant la campagne Daudo 1 (Y. Guennégan et Brehmer P., 2001). Nombre de cible anormalement basse (en fréquence), et limite de détection à 25m.

## Personnel :

Le personnel engagé dans cette mission est le personnel à compétence acoustique embarqué pour les campagnes « Daudo », chef de mission Y. Guennégan. Appuyé par Jean Guillard (Chercheur IRD/HEA/US Acoustique) pour sa connaissance approfondie du sondeur portable de type EY500 de chez Simrad et son aide apporté durant la mission Daudo 1 vis à vis du problème de détection sondeur déjà mentionné plus haut.

**Tableau 1** : liste personnel embarqué de la mission

Nom	Institut d'origine
Liorzou Bernard	Ifremer RH
Guennégan Yvon	Ifremer RH
Brehmer Patrice	IRD/ASA
Guillard Jean	IRD

## Matériel :

### EY500 :

La calibration c'est faite à bord du Chlamys (Ifremer, Sète) utilisé pour les missions de petit fond. Le site était le quai dit des « roro » à la sortie du port de Sète (14m de fond). Note : éviter les heures de passages des chalutiers (vagues perturbe la calibration). Les références du sondeur sont données par le tableau 3.

## Méthodologie :

Installation de la bille : la petite taille du navire nous a grandement simplifié la tâche. Nous avons directement plongé la bille sous le transducteur sans utiliser les classiques trois points de suspension. Pour ce qui est du principe même de la calibration nous avons suivie la procédure Simrad (Simrad , 1993).

Rappelons rapidement le but de la calibration. L' EY 500 est un sondeur scientifique conçu pour des mesures quantitatives (index de réflectivité du poisson/coefficient de biomasse [backscattering]). Pour calibrer le sondeur on se sert d'une cible de référence avec un index de réflectivité (TS) connue que l'on place sur

la bissectrice de l'angle formé par le faisceau acoustique du transducteur du sondeur, afin de comparer nos mesures pratiques et théoriques. Il est nécessaire régler le sondeur en changeant un paramètre dans les équations mathématiques du logiciel *Simrad* car il n'y a aucun ajustement de gain analogique. La cible de référence est normalement une sphère en métal, nous avons utilisé une boule de cuivre (tableau 2). *Simrad* fournit les sphères de cuivre, une pour chaque fréquence. Le diamètre de la sphère est choisi pour sa dépendance minimum de la température. Pour des campagnes acoustiques où des mesures quantitatives précises sont exigées il est essentiel que le sondeur soit correctement calibré. Il est dans des habitudes sûres de calibrer les sondeurs avant et après une campagne (variation possible matériel mais surtout environnement). *Simrad* recommande que la calibration soit faite au moins une fois par an, et dans les zones de forte variation climatique (e.g. :Eté/hivers) au moins deux fois par an. Enfin, le programme de lobe fourni par *Simrad* permet de reconstituer le diagramme de directivité du sondeur en utilisant un PC supplémentaire relié à la ligne *serial line 1* de ey500.

#### Extrait (traduit) de *ICES report 144*:

Le navire doit être ancré dans une zone abritée. La profondeur doit être suffisante pour la séparation des échos de la sphère et du fond. Il est souhaitable, d'ailleurs, de travailler dans une zone aussi profonde que possible, ou l'on peut maintenir le bateau stable. Ancrage avant et arrière sont recommandés. Le placement de treuils doit être employé pour guider et orienter des lignes maintenant la sphère, pour son « centrage » dans le faisceau du sondeur. Apposez ces treuils à la balustrade de la plate-forme (pont navire etc..) selon les schémas détaillés du bateau. Placez le premier treuil dans le plan transversal du navire où fonctionne le sondeur. Si le transducteur est monté d'un côté de la quille, placez le premier treuil du côté opposé du navire. Placez les deuxième et troisième treuils du même côté de navire que le capteur et aux distances égales de la section transversale contenant le transducteur et le premier treuil. Chaque treuil doit être équipé de longue bobine de ligne en nylon (monofilament de 0,60 millimètres de diamètre), qui est identifiée par de petits pivots à intervalles de 5 m, commençant à 10 m de l'extrémité. Avant de débiter les mesures de sphère, une corde devrait être placée sous la coque du premier treuil au deuxième et troisième treuil avant de s'ancrer. Employez cette corde pour tirer la ligne du premier treuil sous la coque avec les deuxième et troisième treuils. Attachez la sphère appropriée, avec la boucle apposée, aux trois lignes de suspension. Pour certaines sphères il peut être nécessaire d'ajouter un poids pour maintenir la sphère stable. Ceci est fait par l'intermédiaire d'une deuxième ligne attachée aux trois lignes de suspension. La longueur de la ligne doit être au moins deux longueurs d'impulsion, de sorte que l'écho du poids additionnel n'interfère pas avec l'écho de sphère. Immergez la sphère dans une solution de savon et d'eau douce et mettez la par-dessus bord par les lignes attachées sans le toucher. Le savon (liquide vaisselle) aide à éliminer des bulles d'air attachés à la sphère. En général, on devrait utiliser des distances de sphère de 15 m ou plus pour 38kHz ou les fréquences plus élevées. Ceci afin de réduire l'effet du « pulse rise time » et de la résolution en distance sur les résultats de l'étalonnage. Encore deux considérations en choisissant la profondeur de la bille : la largeur du faisceau du transducteur considéré et la géométrie de navire. La largeur physique du faisceau, qui augmente linéairement avec la distance (profondeur), devrait être suffisamment grande de sorte que l'écho de la sphère soit inchangé par de petits mouvements perpendiculaires auxquels elle est inévitablement soumise. La profondeur minimale doit également être commode en ce qui concerne la géométrie de navire. En particulier, si les lignes de suspension ne s'arrêtent pas librement, elles peuvent être gênées par frottement ou obstructions possibles par la coque du navire. En dépit du nombre et de la variété de ces considérations, il est rarement difficile dans la pratique de trouver une échelle appropriée qui satisfait tous les critères évoqués.

Pour calibrer notre transducteur à faisceaux partagé il faut plonger la bille dans le champ de détection du sondeur afin de l'observer à l'écran et ainsi définir sa position (verticale et horizontale), une imprimante (et une seule) est connecté au sondeur et permet des sorties « listing ».

## Réglage courant à l'EY 500 /procédure de calibration:

*Intervalle De ping: 1 sec.*  
*La Puissance transmise: normale (pour EK 500)*  
*Longueur d'impulsion: Moyenne*  
*Bande passante Transducteur: Large*  
*Profondeur transducteur: 0,0 m*

Note : réglage de la campagne daudo, si d'autres réglages doivent être employés pendant la campagne, la calibration doit être répétée avec ces derniers.

*Transceiver menu*  
*mode*  
*test*

*Operation menu :*  
*Ping mode*  
*Normal*  
*Noise margin*  
*0 dB*

### *Test Menu/Transceiver.*

La mesure du test devrait être de -55 dB  $\pm$ 2 dB re 1W sur un sondeur de split-beam. Si l'amplitude est en dehors de ces limites, il faut débrancher le câble du capteur et vérifiez l'amplitude pour voir si le problème vient du capteur ou du récepteur. L'amplitude devrait maintenant être de -49 dB re 1 W. Si l'amplitude est immobile en dehors des limites, le problème est probablement lié au récepteur. S'il est à l'intérieur des limites, l'impédance de capteur devrait être vérifiée.

### Select the Transceiver Menu and set:

<i>Mode:</i>	<i>Active</i>
<i>Pulse Length:</i>	<i>Medium</i>
<i>Bandwidth:</i>	<i>Wide</i>
<i>Transducer Depth</i>	<i>0.0 m</i>

### Select the Operation Menu and set

<i>Ping Mode:</i>	<i>Normal</i>
<i>Ping Interval:</i>	<i>1.0 sec.</i>
<i>Noise Margin:</i>	<i>0 dB</i>

### Select the Display/Echogram Menu and set

<i>Range:</i>	Select a range from the sea surface to well below the sphere
<i>Range Start :</i>	<i>0 m</i>
<i>Auto Range:</i>	<i>Off</i>
<i>Bot. Range Pres.:</i>	<i>Off</i>
<i>Presentation:</i>	<i>Normal</i>
<i>Layer Lines:</i>	<i>On</i>
<i>Integration Lines:</i>	<i>10 000</i>
<i>TVG:</i>	<i>40 log r</i>

*TS Colour Min:* -50 dB

Select the Log Menu and set

*Mode:* Ping  
*Ping Interval:* 100

Select the Layer Menu and set

*Super Layer:* 1

Selection de Layer Menu/Layer-1

*Type:* Surface  
*Margin:* 0.0 m  
*Sv Threshold :* -80 dB  
*No. of Sublayers:* 1  
*Range:* 1 (\*\*)  
*Range Starta* (\*\*)

(\*\*) la couche doit être suffisamment large pour couvrir l'écho de la sphère (et uniquement lui) pendant l'opération de « centrage » de la bille. Cependant il doit aussi être aussi étroit que possible pour éviter les perturbations engendrées par des échos de poissons.

Toutes les autres couches sont en position « off ».

Sélection du menu TS-Detection

*Min. Value:* -50 dB  
*Min. Echo Length:* 0.8  
*Max. Echo Length:* 1.8  
*Max. Gain Comp.:* 6.0 dB  
*Max. Phase Dev.:* 2.0

La valeur mesurée pour la vitesse du son est placée dans le menu de « vitesse du son » pour une meilleure exactitude (faible variation) de la calibration.

Quand la sphère est dans le faisceau son écho se distingue comme un écho régulier sur l'échogramme. Si la sphère en outre est à l'intérieur de la limite de -6 dB dans le faisceau, l'écho apparaîtra comme un point sur la fenêtre de détection de TS du côté gauche de l'écran. Cette projection horizontale permet de voir quel mouvement il faut donner à la sphère pour être placée au centre du faisceau. Le mouvement de la sphère est guidé par l'observation constante de l'écho sur l'écran.

### Mesure de la valeur de TS (index de réflectivité)

Le menu de TS-Détection permet d'obtenir la fenêtre de « vue horizontale » du logiciel. Avec la sphère au centre du faisceau, les TS compensés et les non compensés devraient être identiques. Ces valeurs sont lues sur l'écran sous la fenêtre de vue horizontale. S'il y a une petite différence il faut prendre la valeur de TS compensée comme étant la valeur de TS mesurée. Il est recommandé que la valeur de TS mesurée soit notée (tableau 4). Si la valeur de TS mesurée ne diffère pas de la valeur de TS connue de la sphère, alors calculez un nouveau gain de TS pour le transducteur tel que:

$$G_N = G_V + [(TS_m - TS_s)/2]$$

TS<sub>s</sub> :TS de la sphère théorique  
TS<sub>m</sub> :TS de la sphère mesurée  
G<sub>N</sub> :Nouveau. gain TS transducteur  
G<sub>V</sub> :Ancien gain TS transducteur

Il reste alors à sélectionner le nouveau Gain de TS dans le *menu transceiver* et vérifiez que la TS mesurée soit correcte.

### Mesure du Sa

La calibration par mesures de TS décrit dans le paragraphe précédent est la calibration primaire et c'est dans beaucoup de cas un étalonnage suffisant. La mesure de TS, cependant, est basée sur la valeur maximum l'écho de la sphère dans l'échantillon, tandis que la mesure du Sa est basée sur l'intégration (faire la moyenne, cf. annexe « mesure de Sa ») des échantillons de l'écho. L'écho reçu peut avoir une élévation douce ou/et un affaiblissement de sa valeur. Par conséquent l'algorithme pour le calcul de Sa dans le sondeur utilise une longueur d'impulsion efficace plutôt qu'une longueur d'impulsion nominale. Un essai, et au besoin, une calibration de calcul de Sa peut être effectuée selon une procédure particulière :

*Contrôlez la jonction de câble à la l'imprimante couleur  
Alimentez colour-printer1.*

*Choisissez le menu de Printer1  
selectionner*

*Integrateur table: Nombre de transducteur en service (si EK 500)  
Echogram: Slave*

L'enregistrement de l'échogramme sera alors semblable à celui de l'affichage. Lisez la valeur de Sa mesurée (en rouge dans le tableau d'intégration après chaque intervalle de log, cf. annexe). Calculez la valeur du Sa théorique comme suit:

TS sphère = de cible de TS de la sphère  
 $\sigma_{bs} = 10^{TS_{sphère}/10}$  (backscattering cross section de la sphère)  
r = distance entre le capteur et la sphère (sous la fenêtre de vue horizontale).  
 $\psi = 10^{dB\ value/10}$  = angle équivalent de faisceau 2way (données fournies avec le transducteur).

$$Sa_{(théorique)} = [4\pi r_0^2 * \sigma_{bs} * (1852\ m/nm)^2] / (\psi * r^2)$$

Où

r<sub>0</sub> = 1 mètre est la distance standard de référence pour le backscattering.

Si la valeur mesurée de Sa diffère de la valeur théorique, ceci peut être corrigé en changeant le gain de Sa dans le *menu transceiver*. Il faut alors calculer un nouveau gain pour le transducteur selon la formule :

$$G_N = G_V + [(10 \log (Sa_m / TS_s))/2]$$

Sa<sub>s</sub> :Sa de la sphère théorique  
Sa<sub>m</sub> :Sa de la sphère mesurée  
G<sub>N</sub> :Nouveau. gain Sa transducteur  
G<sub>V</sub> :Ancien gain Sa transducteur

Entrer le Sa gain du transducteur dans le menu transceiver, et la valeur mesurée de Sa sera correct.

### **Calcul des paramètres optimum pour la configuration du transducteur :**

#### **Mode opératoire :**

Nous avons utiliser le logiciel LOBE fournie par Simrad (Simrad, 1993). Il est nécessaire de connecter le câble RS232 entre le PC et le port série 1 sur l'EK 500 et la « serial line » sur le PC pour l'EY 500. Les raccordements sont donnés sur le display. *Menu du sondeur Serial/USART, cf. menu du LOBE RS232.*

*Sondeur en marche :*  
*menu de Serial/Telegram*  
*Remote control sur On*

La méthode est la même que précédemment citée pour le faisceau partagé : centrage de la sphère dans le faisceau. Utilisation du programme de LOBE. Vérifiez que le raccordement serial line RS232 est en activité (press F2). Le programme de LOBE calcul des " fenêtres " autour des valeurs de TS et de profondeur. La fenêtre de TS est le  $\pm 4$ dB et la fenêtre de profondeur de  $\pm 10\%$ . Les valeurs de TS échantillonnées en dehors des fenêtres sont rejetées. Il est nécessaire de déplacer la sphère de référence lentement dans le faisceaux (beam pattern) pour enregistrer des valeurs de TS nombre suffisant ( $> 100$ ) les échantillons doivent être également distribués à l'intérieur des 4 quadrants du faisceau. Si des TS de cibles non désirés comme des poissons sont enregistrés, notez numéro d'échantillon. Avant de traiter les données enregistrées, effacer les données enregistrées de ces échos non désirés (Suppression données suspectes). Au niveau du traitement des données, à environ approximativement 50 itérations, les données traitées demeureront égales.

*Menu FIT* (angle relatif donné en %).

150 % tous les échantillons sont utilisés dans le calcul.

Si l'opérateur voulait examiner la configuration du faisceau pour un angle réduit, on peut passer à une réduction de :

100 % : le calcul utilisera seulement des échantillons à l'intérieur des cercles de -3dB.

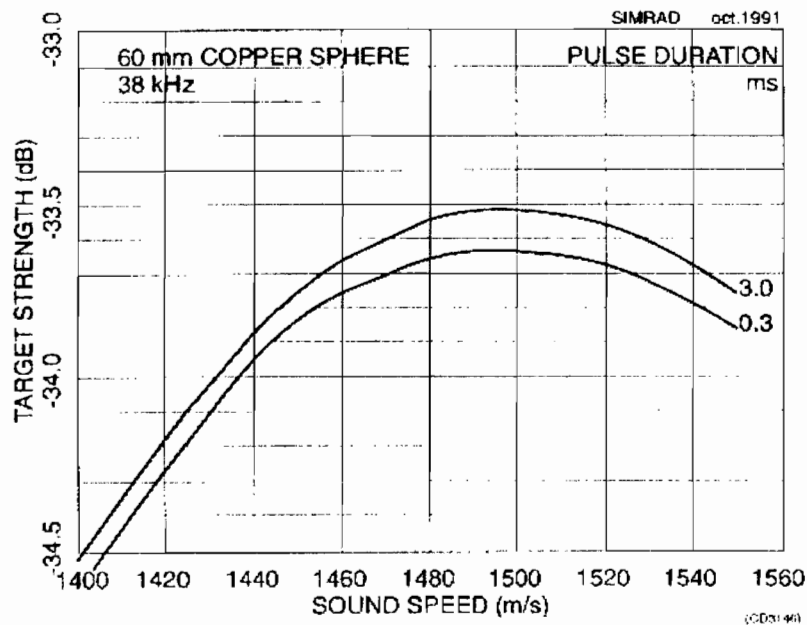
*Menu Fit* : déviation de RMS entre la configuration calculée du faisceau et les données récoltés. Le maximum et les valeurs minimales sont montrés par une croix rouge et bleue dans le diagramme polaire (figure 2 & 3). Les échantillons maximaux et minimaux enregistrés doivent être retirés. Les données finales de la calibration pour le gain de TS, le faisceau et les valeurs excentrées peuvent être alors calculées (affichées dans le menu Fit).

#### **Cible de référence :**

Bille de cuivre Simrad standard fournie pour un sondeur de 70 kHz (caractéristique: Cf. tableau ci dessous). Le diamètre de la bille est choisit afin d'offrir le minimum de variation de mesure de TS au changement de température (K. Foot, 1983) ; influence la célérité du son (cf. fig. ci dessous) sur la mesure de TS.

**Tableau 2** : caractéristique de la sphère de cuivre

Fréquence kHz	Diamètre mm	TS à $c=1490\text{m/s}^{(*)}$ dB
70	32.1	-39.1



**Figure 1** : (\*) Variation de la mesure de TS en fonction de la célérité du son dans l'eau (Simrad, 1993)

## Résultats :

### Mesure ASM :

Coefficient d'absorption de 25.26 dB. Km-1  
Célérité de 1505.82 m. s-1

### Résultats lobe : ( cf figure 3 & 2)

TS gain = -21.63 dB  
Athward beam = 11.42°  
Along beam = 11.98°  
Athwartships offset = 0.05 °  
Alongship offset = 0.02 °



**Mesure de TS :**

$$G_N = G_V + [(TS_m - TS_s)/2]$$

TS<sub>s</sub> :TS de la sphère théorique

TS<sub>m</sub> :TS de la sphère mesurée

G<sub>N</sub> :Nouveau. gain TS transducteur

G<sub>V</sub> :Ancien gain TS transducteur

TS max. observée = -38.5 dB

TS théorique= -39.2 dB

$$\text{Nouveau gain} = 21.6 + [(-38.5 - (-39.2)) / 2]$$

$$\text{TS gain} = 21.6 + 0.35 = 21.95$$

**Mesure de Sa :**

$$S_{a \text{ (théorique)}} = [4\pi r_0^2 * \sigma_{bs} * (1852 \text{ m/nm})^2] / (\psi * r^2)$$

$$S_a = (12.56 * 10^{-3.92} * 1852) / [(6.45)^2 + 10^{-1.68}] = 5961$$

Sa mesuré = 3467 (moyenne sur 8 valeurs, cf annexe)

$$\text{Nouveau gain Sv} = 10 \log [(3467/5961) / -1.17^2] + 23.0 = 21.82$$

L'ensemble des résultats de la calibration sont résumé dans le tableau 3.

**Tableau 3** : Tableau de présentation résultats de la calibration

<b>Rapport de CALIBRATION de l' EY 500</b>		
VESSEL: . Chlamys		
DATE: 03/05/2001		
PLACE: sète France		
EY 500 SERIAL NO: .		
TRANSDUCER TYPE:		
SERIAL NO.:		
FREQUENCY: 70 KHZ		
WATER TEMP: . 14°C		
SALINITY: #37.0%		
SOUND VELOCITY: . M/SEC.		
Ping Interval	1	sec.
Absorption Coefficient	25.26	dB//km
Pulse Length	MEDIUM	
Bandwidth	Large	
Maximum Power	50	W
Transmit Power		
Angle Sensitivity Alongship (fore and aft)*		
Angle Sensitivity Athwartships*		
TS of Sphere		dB
Default TS Transducer Gain	23	dB
Measured TS	-38.5	dB
Calibrated TS Transducer Gain	21.95	dB
Calibrated TS	-39.2	dB
Default 2-Way Beam Angle	-16.8	dB
Transducer data 2-Way Beam Angle	-16.8	dB
Measured Distance Transducer - Sphere	6.45	m
Default Sv Transducer Gain	23	dB
Theoretical SA	5961	m <sup>2</sup> /nm <sup>2</sup>
Measured SA	3467	m <sup>2</sup> /nm <sup>2</sup>
Calibrated Sv Transducer Gain	21.82	dB
Calibrated SA		m <sup>2</sup> /nm <sup>2</sup>
Default -3dB Beamwidth Along. *	11	degrees
Default -3dB Beamwidth Athw. *	11	degrees
Calibrated -3dB Beamwidth Along.*	11.98	degrees
Calibrated -3dB Beamwidth Athw.*	11.42	degrees
Alongship (fore-and-aft) Offset*	0.02	degrees
Athwartships Offset*	0.05	degrees

\* transducteur à faisceau partagé.

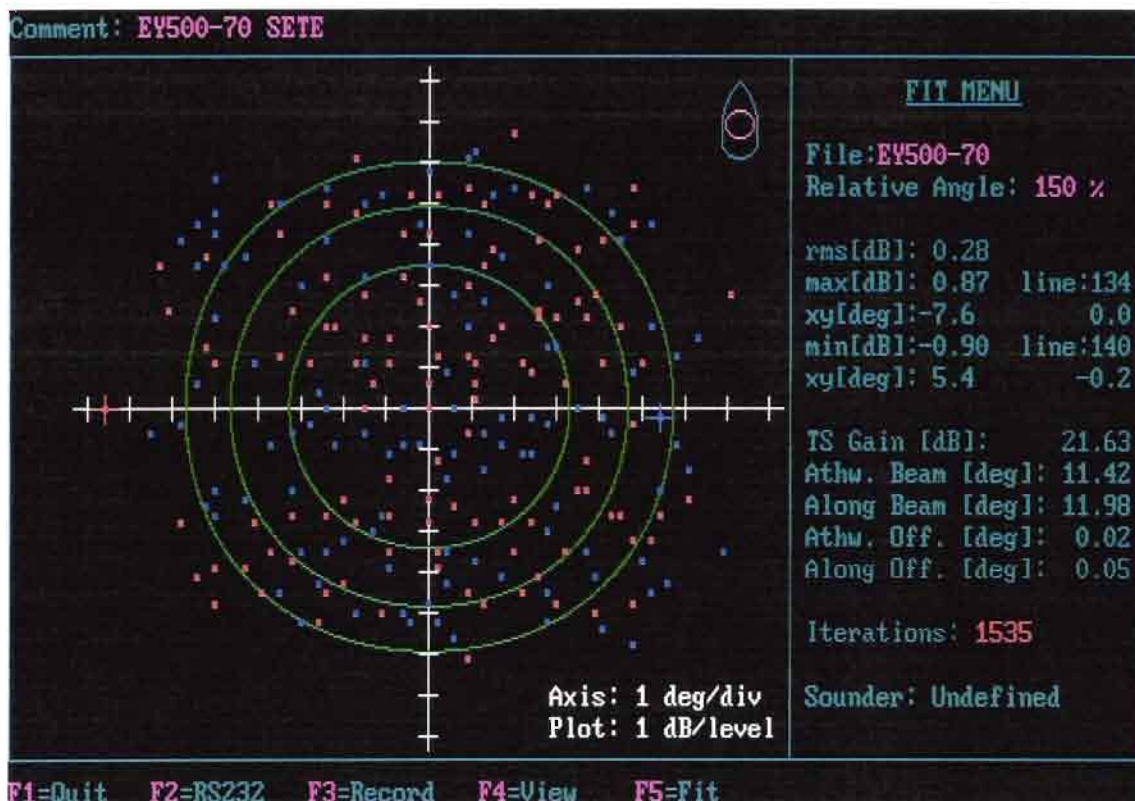


Figure 2 : La position de la sphère à l'intérieur du faisceau est matérialisée par des points de couleur. Les échantillons enregistrés en rouge sont ceux au-dessus de la configuration calculée du faisceau (beam pattern), les bleus sont ceux en dessous.



Figure 3 : Le pattern du faisceau peut être représenté selon différentes coupes 0, 45, 90 et 135 degrés.

**Conclusion :**

Le problème rencontré lors de la campagne daudo1 provenait d'un câble Simrad (connection PC transducteur) désormais changé. Le sondeur EY500 calibré, présente un « gonflement » au niveau du transducteur qui peut présenter des risques d'explosion (?). En revanche l'intégrité du sondeur ne souffre en rien de cette déformation. La réponse acoustique du sondeur à donnée entière satisfaction et permettra d'exploiter pleinement les données sondeur recueillies au cours des campagnes « daudo ».

**Bibliographie :**

**Buestel D. 2001.** « Problème de prédation de moule sur filière en mer ouverte par des bacs de daurades ». Rap. Sci., 14/02/01, Ifremer RA, Sete.

**Guénnegan Y., & al. 2001.**

**Simrad EY500., 1993.** Instruction manual, Portable Scientific Echo Sounder, P2473E. Section 6, Calibration procedure, 36p.

**Foot K., 1983.** *Maintening precision calibration with optimal copper spheres.* Journal of acoustical society of America. March 1993.

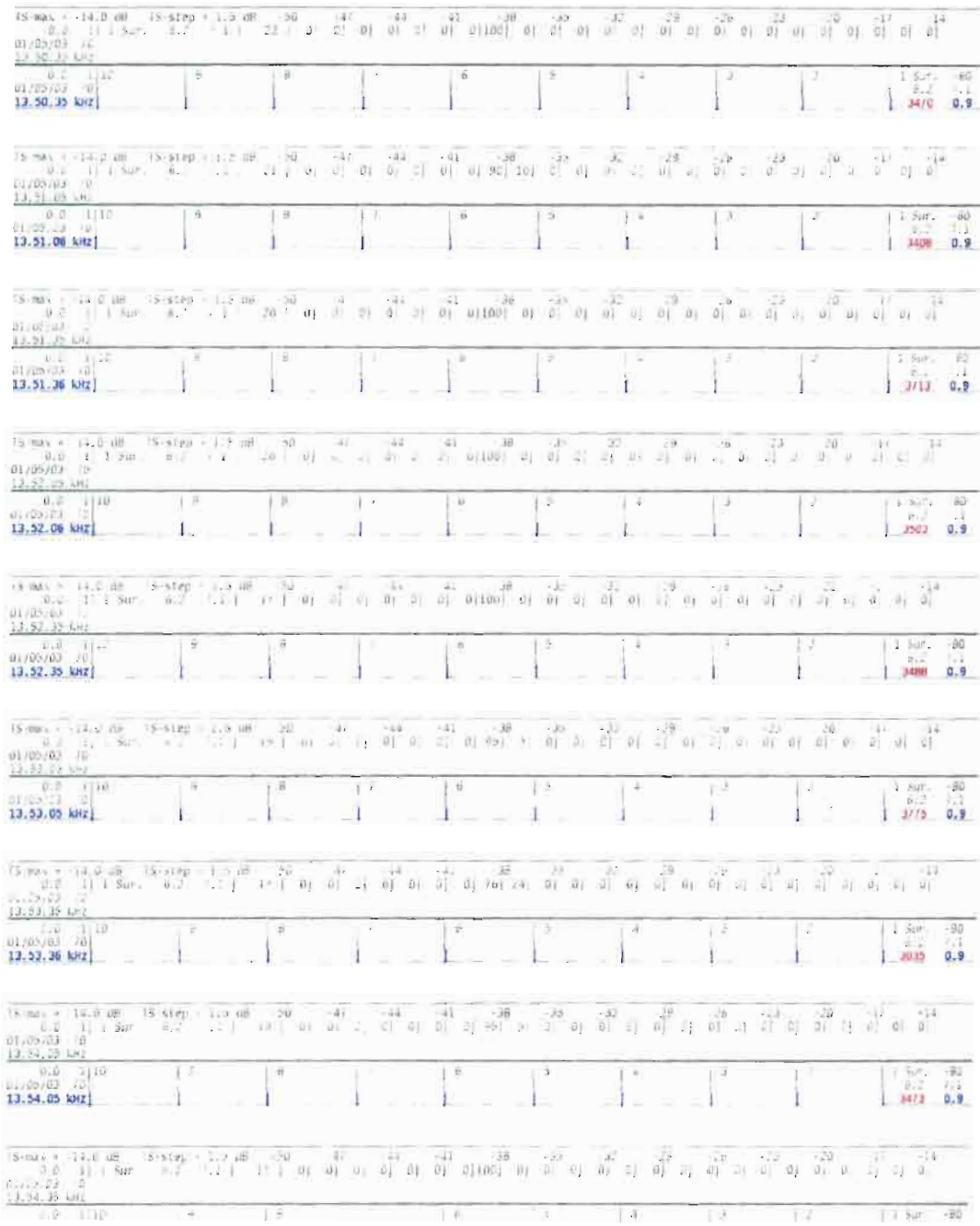
**ICES Cooperative research report.** Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES Report 144.

**Copie à :**

D. Buestel, B. Liorzou, D. Petit, J. Guillard, B. Voituriez.

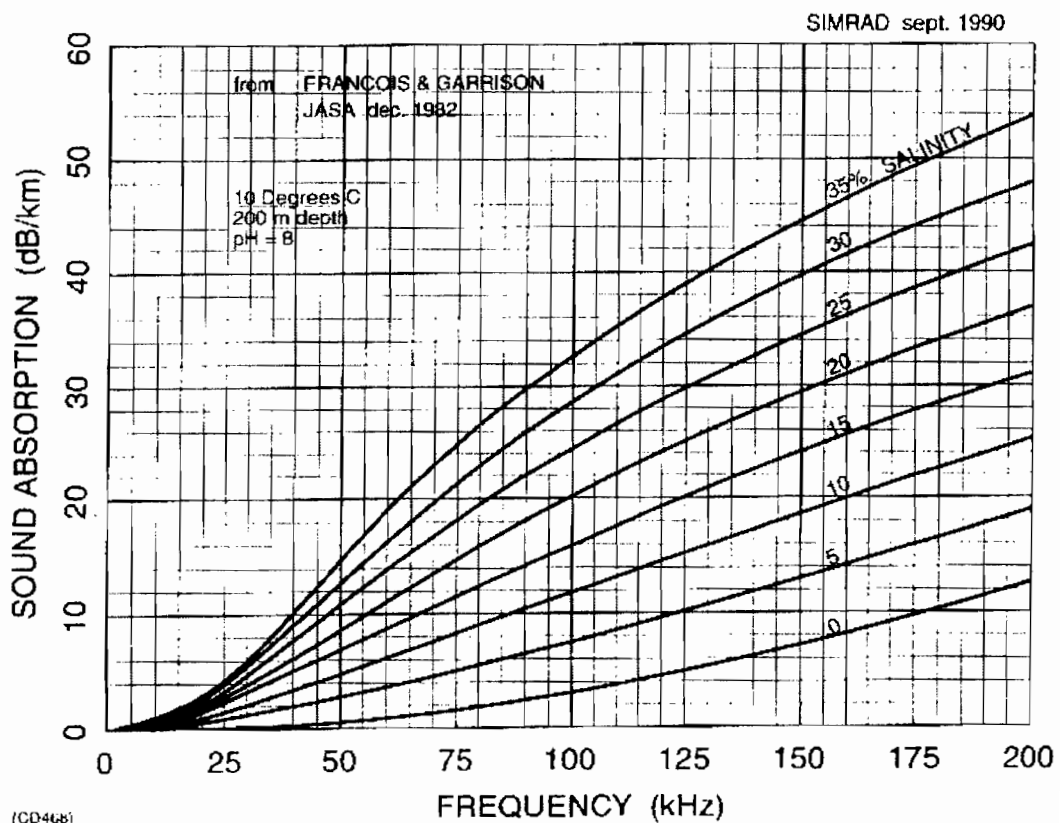
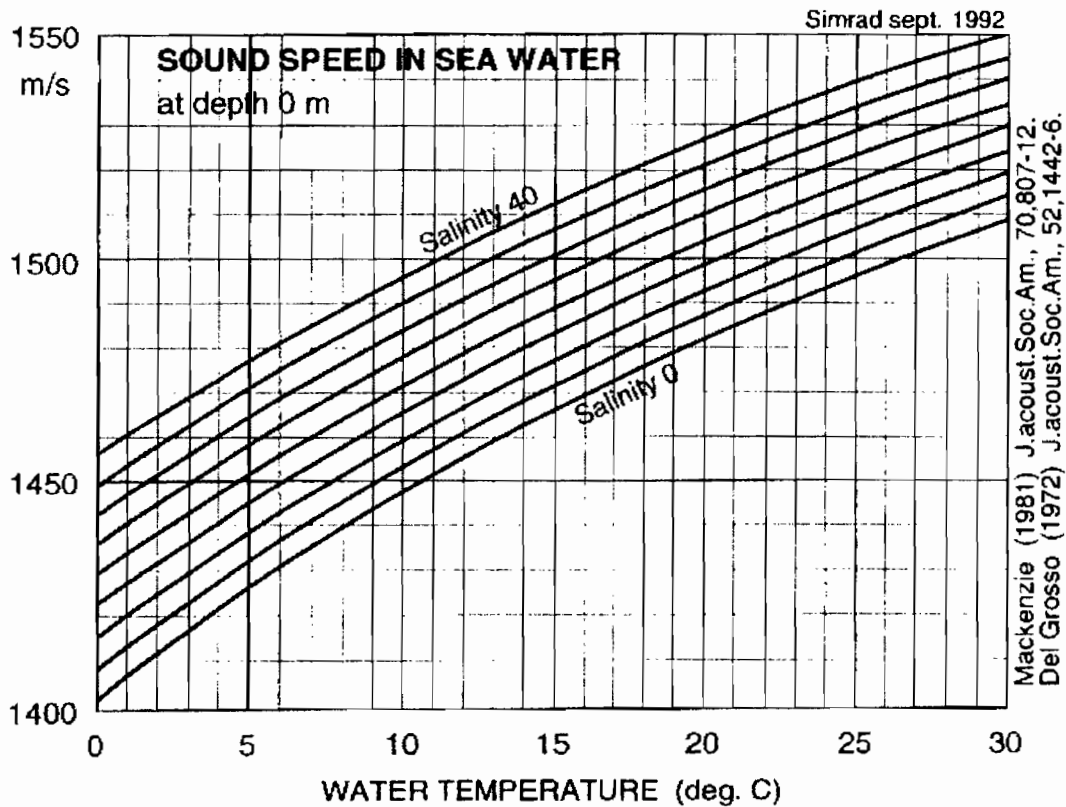
# Annexe:

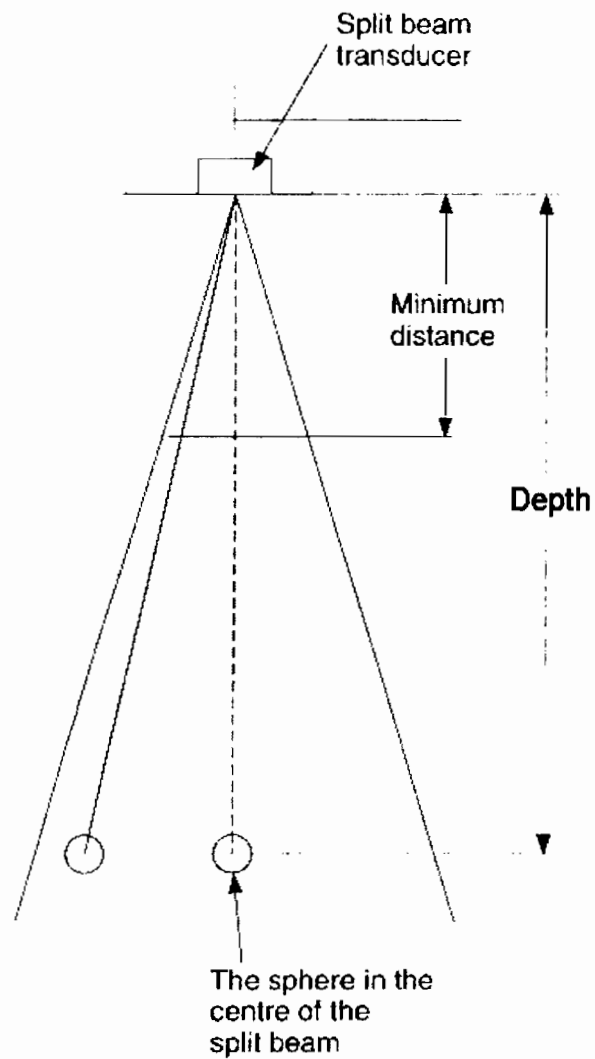
Mesure Sa à l'ey500 sur la boule de cuivre de 32.1cm :



Moyenne des Sa =3467

**Graphique 1:** célérité du son dans l'eau (Simrad septembre 1992) en fonction de la température en celsius. **Graphique 2:** Absorption du son dans l'eau en fonction de la fréquence d'émission et de salinité (Simrad, 1990).





**Schéma :** principe de la calibration, mesure du signal sur l'axe de sensibilité maximum du transducteur et établissement du diagramme de directivité en déplaçant la bille dans tout le champs de détection du sondeur.