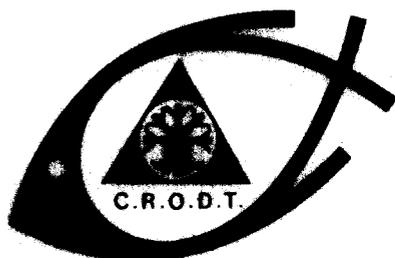


00001001

ISSN 0850-1602

MESURES DE L'INDEX DE REFLEXION ACOUSTIQUE
(TARGET STRENGTH)
DE QUELQUES POISSONS PELAGIQUES TROPICAUX
PAR LA METHODE DE LA CAGE AU SENEGAL

J.J. LEVENEZ



CENTRE DE RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES DE DAKAR - TIAROYE

DOCUMENT
SCIENTIFIQUE

NUMÉRO 117

* INSTITUT SÉNÉGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES *

FÉVRIER 1990

**MESURES DE L'INDEX DE REFLEXION
ACOUSTIQUE (TARGET STRENGTH)
DE QUELQUES POISSONS PELAGIQUES
TROPICAUX PAR LA METHODE
DE LA CAGE AU SENEGAL**

par

Jean-Jacques LEVENEZ(*)

(*) *Biologiste de l'ORSTOM en poste au CRODT/ISRA - BP. 2241 - Dakar.*

R E S U M E

Les index de réflexion acoustiques (T.S. ou target strength) des espèces de poissons tropicaux dans la zone Sénégal et Mauritanie ne sont pas encore bien connus. Ceci a conduit à réaliser 108 séries de mesures sur 11 espèces de poissons différentes. Les dures conditions de mer nous ont contraint à construire une structure rigide de manière à maintenir les poissons dans l'axe acoustique du transducteur. Le travail a été accompli à partir d'un bateau de recherches ancré dans la baie de Dakar sur du poisson fraîchement capturé, manipulé avec soin et placé soit dans une petite cage en filet de 32 dm³, soit dans une grande de 1000 dm³. Seuls les résultats obtenus avec la petite cage sont exposés ici, les mesures réalisées dans la grande cage manquant de reproductibilité. Les principales difficultés rencontrées sont liées à la réflexion de la cage elle-même et au comportement des poissons (observé par système vidéo) qui ont généré une importante variabilité dans les résultats.

Les raisons de cette variabilité ainsi que ses conséquences possibles dans l'estimation des biomasses absolues sont discutées. Les valeurs moyennes des T.S. sont proches de - 34 dB/Kg.

A B S T R A C T

The target strength for tropical fish species in the area of Senegal and Mauritanie are still not well known. This has lead to realise 108 series of measurements on 11 different species. The rough sea conditions have obliged us to create a rigid structure in order to maintain the fishes in the acoustic axes of the transducer. The work has been carried out, from the senegalese research boat anchored in the bay of Dakar, on fish just caught, handled with care and placed either in a small net/cage of 32 dm³ or in a big one of 1000 dm³. The main difficulties occured are related to the reflexion of the cage itself and to the

behaviour of the fishes (observed via a video camera) which have generated an important variability in the results.

The reasons for this variability are discussed as well as the possible consequences that can occur in the estimation of the absolute biomass. The average observed TS values are close to - 34 dB/Kg.

I N T R O D U C T I O N

En Afrique de l'Ouest, l'utilisation des techniques hydro-acoustiques s'est considérablement développée pour déterminer l'abondance des importants stocks de petits pélagiques côtiers de la région. En effet, les retards, le manque de fiabilité ou parfois même l'absence des statistiques de certains pays soit riverains, soit travaillant dans le cadre d'accords de pêche, handicapent lourdement les méthodes indirectes d'estimation de la taille des stocks, basées essentiellement sur les statistiques de prise, d'effort et de structure d'âge dans les captures ; ceci a favorisé le développement des méthodes d'évaluations directes et rapides comme l'écho-intégration.

Cependant, peu de connaissances sont actuellement disponibles sur les propriétés acoustiques des poissons de cette zone, notamment sur leurs index de réflexion acoustique (T.S.) qui est un paramètre indispensable à l'estimation des biomasses absolues.

Malgré les nombreuses critiques formulées à l'encontre des biais potentiels liés aux mesures en milieu confiné (par exemple EHRENBURG, 1979), ces types de mesures sont encore largement utilisés étant donné leur facilité de mise en oeuvre, la possibilité de travailler avec les transducteurs et écho-sondeurs habituels et du fait que ces biais restent assez hypothétiques car essentiellement liés à l'idée qu'on peut se faire des différences de comportement du poisson, principalement en ce qui concerne son orientation moyenne, entre le milieu naturel et un milieu clos.

Le matériel dont nous disposons et l'urgence d'obtenir des mesures nous ont conduit à construire spécialement une structure rigide, adaptée à nos besoins, pour sous-tendre une cage en nylon monofilament susceptible de contenir un ou plusieurs poissons. Nous avons avec ces moyens pu réaliser 5 campagnes à la mer, totalisant 26 jours, qui ont permis d'effectuer 108 séries de mesures sur 11 différentes espèces de poissons.

1 . M A T E R I E L E T M E T H O D E S

1.1. LES BATEAUX

Le manque d'infrastructures à terre nous a conduit à utiliser les bateaux de recherches du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) pour effectuer les mesures. Nous avons ainsi embarqué sur N.O. Laurent Amaro, chalutier pêche arrière, d'une longueur de 24 mètres pour 380 cv puis sur le N.O. Louis Sauger de 36 mètres de long jaugeant 280 TJB pour une puissance de 800 cv.

1.2. APPAREILLAGE SCIENTIFIQUE

Depuis 1983, le CRODT est équipé d'un ensemble complet d'écho-intégration Biosonics relié par interface RS 232 C à un ordinateur HP 9845 C ou HP 9836 ou encore HP 85. Des logiciels d'acquisition de stockage et de traitement des informations ont été écrits (LEVENEZ et LIOCHON, 1985). Ces ordinateurs sont par ailleurs connectés au navigateur par satellite du bateau ce qui permet la saisie en temps réel de la position du navire, de l'heure etc... (figure 1). Le matériel d'hydro-acoustique proprement dit est constitué de :

- 1 écho-sondeur Biosonics model 101 fonctionnant à 120 KHz.
- 1 transducteur circulaire faisceau étroit dont les principales caractéristiques acoustiques sont :
 - 10° entre les points -3 dB du diagramme de directivité
 - Sensibilité à l'émission : (Transmitting sensitivity) 173.7 dB
 - Sensibilité à la réception : (Receiving sensitivity) 184.5 dB
 - Facteur de directivité : $b_2 = 0,3139539 E-2$

La puissance à l'émission (SL) et la sensibilité à la réception (G1) de cet appareillage sont :

- SL (nominal) = 223 dB
- G1 (nominal) = - 142 dB à 20 log R
- 178 dB à 40 log R
- 1 intégrateur digital Biosonics model 120.

1.3. LA STRUCTURE

Le système de mesure en milieu confiné décrit par JOHANNESSON et LOSSE (1977) ou par BURCZYNSKI (1979) est peu

adapté au cas des mesures au Sénégal : en effet, les courants et le clapot fréquent rendent difficile l'alignement de la cage dans l'axe acoustique du transducteur quand celle-ci est suspendue au moyen de cordages.

Cette contrainte nous a conduit à imaginer, puis à construire en tube d'aluminium, une structure pyramidale rigide de 5 m de hauteur et 2,5 m à la base (figure 2). D'un poids voisin de 60 kg, elle est déplacée au moyen de la grue hydraulique du bord.

La taille de cette structure permet de positionner la cage à poissons à environ 4 mètres de la face active du transducteur. Cette cage parallépipédique fabriquée en filet de nylon monofilament de type "moustiquaire" mesure 0,4 x 0,4 x 0,2 mètres. Elle est, à cette distance, à l'intérieur dans la zone - 1 dB du diagramme de directivité (figure 3) du transducteur utilisé, seuls ses angles atteignant - 1,5dB. Un petit côté de la cage était muni d'une fermeture éclair en nylon pratiquant une ouverture adaptée pour y mettre à volonté les poissons. La rigidité de la structure offre pour autre avantage la fixation aisée de la caméra vidéo "Sea bee I" (Sub sea system Inc.) qui est utilisée pour observer directement le comportement de l'état du poisson. De plus, cette structure est facile à envelopper dans un filet à maille fine qui empêche les poissons curieux de s'approcher de la cage de mesures et d'apporter des bruits parasites aux données.

1.4. PECHE ET CONSERVATION DU POISSON

Certaines captures sont effectuées au moyen d'un chalut de fond, mais l'essentiel de la pêche est pratiquée le soir, au moyen d'une petite senne tournante à mailles fines, sur des poissons concentrés par la lumière d'un lampero. Ces captures sont ensuite conservées dans deux petits viviers circulaires à circulation d'eau continue (d'un volume voisin de 1 m³), localisés sur le pont en un endroit qui rend aisées les manipulations de poissons. Les viviers sont contrôlés à chaque utilisation du poisson pour les mesures acoustiques, afin d'éliminer les individus morts ou en mauvaise santé. Ils sont réapprovisionnés en poisson frais chaque 24 ou 48 heures, ce qui permet de toujours travailler sur du poisson en parfait état de conservation.

1.5. MESURES

Le poisson mis en cage, la structure est immergée de manière à ce que le transducteur soit positionné à environ 2 mètres sous la surface ; ceci implique que la cage contenant le ou les poissons se situe à - 6 mètres. Les mesures commencent entre 10 et 60 mn après immersion de l'ensemble, temps que met le poisson à cesser ses séries de mouvements désordonnés et à

s'acclimater à son nouvel environnement. Ce délai permet par ailleurs aux petites bulles d'air, qui pourraient être emprisonnées dans les mailles de la cage et par conséquent perturber les mesures, de s'échapper.

Les mesures sont effectuées principalement avec une longueur d'impulsion de 0,6 ms (quelques séries de mesures ont été réalisées avec 0,4 ms). L'émission est déclenchée 262 fois par minute. Le TVG ne fonctionne qu'entre 3,6 mètres et 4,2 mètres à partir du transducteur de manière à n'être efficace que sur la cage et à faciliter les lectures. Le TVG est réglé sur $40 \log + 2\alpha R$.

Les premières séries de mesures qui duraient 10 minutes ont remplacées par des séries de 5 minutes, temps suffisant pour acquérir l'information nécessaire. 10 à 12 séries de mesures sont effectuées par expérience. Les lectures se font sur oscilloscope à mémoire. La forme caractéristique de traces à l'écran (figure 4) nous a conduit à relever 2 valeurs par série de mesure :

- la valeur du pic qui correspond à un voltage particulièrement élevé mais qui n'est observé qu'une ou deux fois dans la série de mesures.
- la valeur du maximum qui représente le plus haut voltage à forte occurrence.
- les valeurs inférieures, correspondant à des réponses provenant d'un poisson temporairement mal orienté ou situé dans un coin de la cage, n'ont pas été relevées.

Des mesures sur la cage vide sont réalisées au début et à la fin des séries de mesures avec du poisson.

1.6. METHODE DE CALCUL

A partir de l'équation du sonar, on peut retenir :

$$V \text{ dB} = SL + (VR - TVG_{\max}) + \text{Gains} + TS - TL - TVG$$

avec

SL = Source Level = 223 dB nominal

VR - TVG_{max} = G1 = - 178 dB nominal à $40 \log R$

TS = Index de réflexion (Target Strength)

TL = Pertes de transmission

TVG = Amplification pour compenser les pertes de

transmissions

$$(- TL + TVG) = 0 \text{ dans notre cas.}$$

Les calibrations sont effectuées par la méthode de l'hydrophone standard au début et à la fin de chaque série d'expériences.

Il en découle :

$$TS = VdB - (SL + G1) = VdB - 45$$

Il reste à dégager ce qui revient au poisson, à partir des mesures effectuées sur la cage seule et sur "la cage + poisson".

Deux solutions donnant des résultats similaires sont possibles :

- soit calculer la TS de la cage seule et la TS de la "cage + poisson" puis soustraire les σ bs correspondantes pour obtenir σ bs du poisson, d'où sa TS par :

$$TS = 10 \log \sigma / 4\pi = 10 \log \sigma_{bs}$$

- soit calculer la racine carrée de la différence des carrés des voltages "cage + poisson" et "cage seule" mesurés, puis de revenir à l'équation du sonar pour calculer la TS du poisson :

$$((\text{volt}(cage+poisson))^2 - (\text{volt}(cage))^2)^{1/2} = V(\text{poisson})$$

Dès que l'on a obtenu la TS d'un poisson, il est aisé, connaissant son poids, de calculer sa TS par kilogramme qui est la manière usuelle de l'exprimer ; c'est sous cette forme qu'elle entre comme paramètre en écho-intégration pour calculer les biomasses absolues à partir des biomasses relatives. On a en effet :

$$TS/kg = TS \text{ du poisson} - 10 \log (\text{poids en kg du poisson})$$

2 . R E S U L T A T S

Les principaux résultats obtenus sont montrés au tableau 1 et aux figures 5 à 16. La valeur moyenne des TS maximum toutes espèces confondues est de -33,64 dB:kg.

Les fluctuations des valeurs de pic et de maximum présentent généralement une importante variabilité qui peut exceptionnellement dépasser 20 dB (figure 14) mais qui se situe plus habituellement aux environs de 4 à 6 dB.

Il est important de remarquer que la stabilité des mesures augmente quand la densité de poissons mis dans la cage s'accroît, ce qui peut s'expliquer par un effet de "moyenne" du comportement individuel des poissons (figures 8 et 14).

Certaines valeurs dans les séries présentent des anomalies, par exemple la première valeur de la figure 7a ou la valeur très basse observée à la fin de la figure 14a.

Certaines séries laissent apparaître d'importantes fluctuations (figure 12) et bien que les valeurs moyennes de T.S. se situent dans une gamme de valeurs probables, il faut convenir que les résultats à cette série de mesures manquent de fiabilité.

La figure 10 concernant des mesures effectuées sur un *Diplodus sp.*, montre une décroissance régulière des valeurs de T.S. en fonction du temps, qui indiquerait que cet individu n'a probablement pas eu le temps de s'acclimater à son nouvel environnement avant le début des mesures.

Les autres séries de mesures ont conduit à des valeurs de T.S. plus stables ; c'est en particulier le cas des mesures effectuées sur du *Brachydeuterus auritus* (figure 7), sur du *Decapterus rhonchus* (figure 8), sur des *Sardinella maderensis* et *Sardinella spp.* (figures 13 et 14) ainsi que sur du *Trachurus trachurus* (figure 15), espèces qui constituent la part la plus importante des poissons pélagiques ou semi-pélagiques de la zone Sénégal.

L'ensemble des résultats obtenus est résumé au tableau 1. On y observe que les valeurs de pics varient dans une gamme de 10 dB alors que les valeurs des maxima s'échelonnent sur 7 dB.

La figure 16 ne montre pas, contrairement à la théorie, une relation décroissante continue entre la T.S. moyenne et le poids des poissons mais cette relation peut être voilée par des différences spécifiques des caractéristiques acoustiques.

Une différence très nette de l'index de réflexion acoustique peut cependant être notée entre les *Sardinella maderensis* de 77 grammes et le mélange de petites *Sardinella maderensis* et *Sardinella aurita* de 7 grammes, ces dernières, en accord avec la théorie, montrant une réponse acoustique plus importante.

Toutes les séries de mesures ne sont pas présentées dans ce rapport ; la plupart conduisaient à des résultats similaires à ceux mentionnés ci-dessus, mais aussi un grand nombre possédaient une énorme variabilité dont l'analyse et l'interprétation n'ont pas été possibles par l'emploi de notre seul équipement scientifique limité.

3 . D I S C U S S I O N

Les valeurs de pics montrent des variations plus importantes que les valeurs des maxima, ceci étant dû au fait qu'il suffit d'un seul écho plus important que les autres pour indiquer un pic dans notre protocole expérimental. Ces pics peuvent dans ces conditions de mesures être provoqués par des bruits parasites ou par des situations des mises en phase entre les échos des poissons et celui de la cage qui les contient. Ces valeurs de pics doivent donc être considérées avec beaucoup de prudence.

De nombreuses raisons explicatives des fluctuations observées ne sont pas toujours aisées à contourner, notamment celles liées au comportement du poisson. Parmi celles-ci, on peut noter que les poissons ne sont pas toujours centrés dans

l'axe acoustique du transducteur, ce qui dans les cas extrêmes où ils restent dans un coin de la cage peut provoquer une mesure biaisée de -1,5 dB simplement liée au diagramme de directivité du transducteur.

Parmi d'autres facteurs de biais dans les mesures, citons :

- le temps d'acclimatation au nouvel environnement que constitue la cage, acclimatation qui influe sur leur comportement et éventuellement sur la taille de leur vessie natatoire qui est responsable d'environ 80 % de l'énergie acoustique réfléchiée par un poisson qui en est doté.

- les poissons ne nagent pas toujours selon la même orientation verticale et horizontale.

- le mouvement ondulatoire de natation change la T.S. instantanée des poissons.

Ces deux dernières causes de biais existent également quand les poissons vivent dans leur milieu naturel et ne doivent donc pas contribuer de manière importante à une différence éventuelle dans les résultats de mesures en milieu confiné et in situ.

Pour éviter une mauvaise interprétation des résultats obtenus par la méthode de la cage, il est essentiel de contrôler en permanence le comportement du poisson au moyen d'une caméra vidéo sous-marine de manière à être en mesure de sélectionner les séquences les mieux adaptées à la réalisation de mesures correctes. Signalons qu'un "bon comportement" du poisson peut être favorisé par la création d'un léger courant d'eau aux environs de la cage qui force le poisson à nager lentement dans le centre de la cage (OLSEN, K. com. pers.).

Les résultats que nous avons obtenus représentent en fait des mesures de T.S. maximales de poissons insonifiés dorsalement, le terme maximal entendant que les poissons ont au cours des séries de mesures été insonifiés alors qu'ils nageaient en position horizontale au centre de la cage, donc dans l'axe acoustique du transducteur.

Or ce sont ces valeurs de T.S. qui sont utilisées au cours des campagnes de prospection pour convertir l'énergie acoustique intégrée en densités et biomasses "absolues". Mais rien n'indique, qu'au moment du passage du navire de recherches au dessus des poissons, que ces derniers nagent dans une position où leur T.S. est maximale... Il est donc raisonnable de penser que ces valeurs de T.S. maximales ne sont pas les valeurs idéales qu'il conviendrait d'utiliser dans les calculs. Elles mènent néanmoins à des estimations conservatrice des biomasses dans la mesure où ces valeurs conduisent à une sous-estimation de l'abondance des stocks de poissons pélagiques rencontrés au cours des campagnes de prospection. Une sous-estimation d'un facteur 2 n'est pas totalement improbable (NAKKEN O. com. pers.).

C O N C L U S I O N

Les résultats obtenus à partir des nombreuses séries de mesures effectuées à 120 kHz indiquent que la T.S. moyenne toutes espèces mesurées confondues est de -33,64 dB/kg, valeur en concordance avec les valeurs théoriques que l'on pourrait calculer à partir de résultats d'expériences déjà effectuées en milieu tempéré. Avant d'aboutir à des conclusions finales, il paraîtrait nécessaire d'analyser de manière plus fine les résultats acquis au cours de nos série de mesures, mais un réel progrès dans la connaissance de T.S. des poissons tropicaux, non pas exprimée en terme de mesure physique de T.S. maximale de poisson insonifié dorsalement mais en terme de paramètre adapté aux besoins d'évaluation de stock par campagne de prospection acoustique, ne pourra venir que de mesures effectuées in situ en condition de campagne au moyen de technique plus sophistiquées telles que les mesures par dual-beam ou split-beam.

-35,4 dB/kg, valeur standard de la T.S. moyenne toutes espèces confondues, utilisée jusqu'à présent lors de toutes les campagnes de prospections acoustiques menées par le CRODT au Sénégal, devrait, compte tenus des travaux qui viennent d'être présentés et de la discussion exposée ci-dessus, être conservée lors des prochaines évaluations acoustiques comme facteur de conversion des biomasses relatives en biomasses absolues jusqu'à ce que des mesures in-situ soient réalisées.

B I B L I O G R A P H I E

EHRENBERG (J.E.), 1979.- A comparative analysis of in situ methods for directly measuring the acoustic target strength of individual fish, IEEE Journal of Oceanic engineering, Vol. OE-4, NO. 4, pp 141 - 152 October 1979

NAKKEN (O.), OLSEN (K.), 1977.- Target strength measurements of fish. Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer n° 170 pp 52-69.

LEVENEZ (J.J.), LIOCHON (M.), 1985.- Programmes informatiques utilisés au CRODT pour l'acquisition et le traitement des données hydro-acoustiques. Archive CRODT n° 134, 59 p.

CAMERENA LUHRS (T.), 1986.- Les principales espèces de poissons pélagiques côtiers au Sénégal : Biologie et évaluation des ressources. Thèse 3^{ème} cycle Université de Bretagne Occidentale 188 p.

JOHANNESSON (K.A.), LOSSE (G.F.), 1977.- Methodology of acoustic estimations of fish abundance in some UNDP/FAO resource survey projects. Rapp. P.V. Const. Int. Explor. Mer, n° 170 pp. 296 - 318.

BURCZYNSKI (J.), 1979.- Introduction to the use of sonar systems for estimating fish biomass - FAO Fisheries Technical Paper n° 191 - FIRM/T191 (en) p. 56

Tableau 1.- Résultats généraux des mesures de T.S.

Espèces	Poids (g) moyen	Moyenne des valeurs pic	Moyenne des maximum
Balistes carolinensis	490	-30,62	-33,55
Boops boops	44	-27,66	-30,65
Brachydeuterus auritus	15	-31,65	-33,29
Decapterus rhonchus	34	-30,49	-32,13
Diagramma mediterraneum	155	-35,42	-38,66
Diplodus spp.	305	-32,45	-33,56
Pagellus bellottii	115	-37,57	-35,27
Pristipoma octolineatum	305	-33,12	-35,27
Sardinella maderensis	77	-33,64	-37,61
Sardinella spp.	7	-30,95	-33,04
Trachurus trachurus	60	-29,91	-31,51
Toutes espèces	146,1	-31,52	-33,64
Toutes mesures			

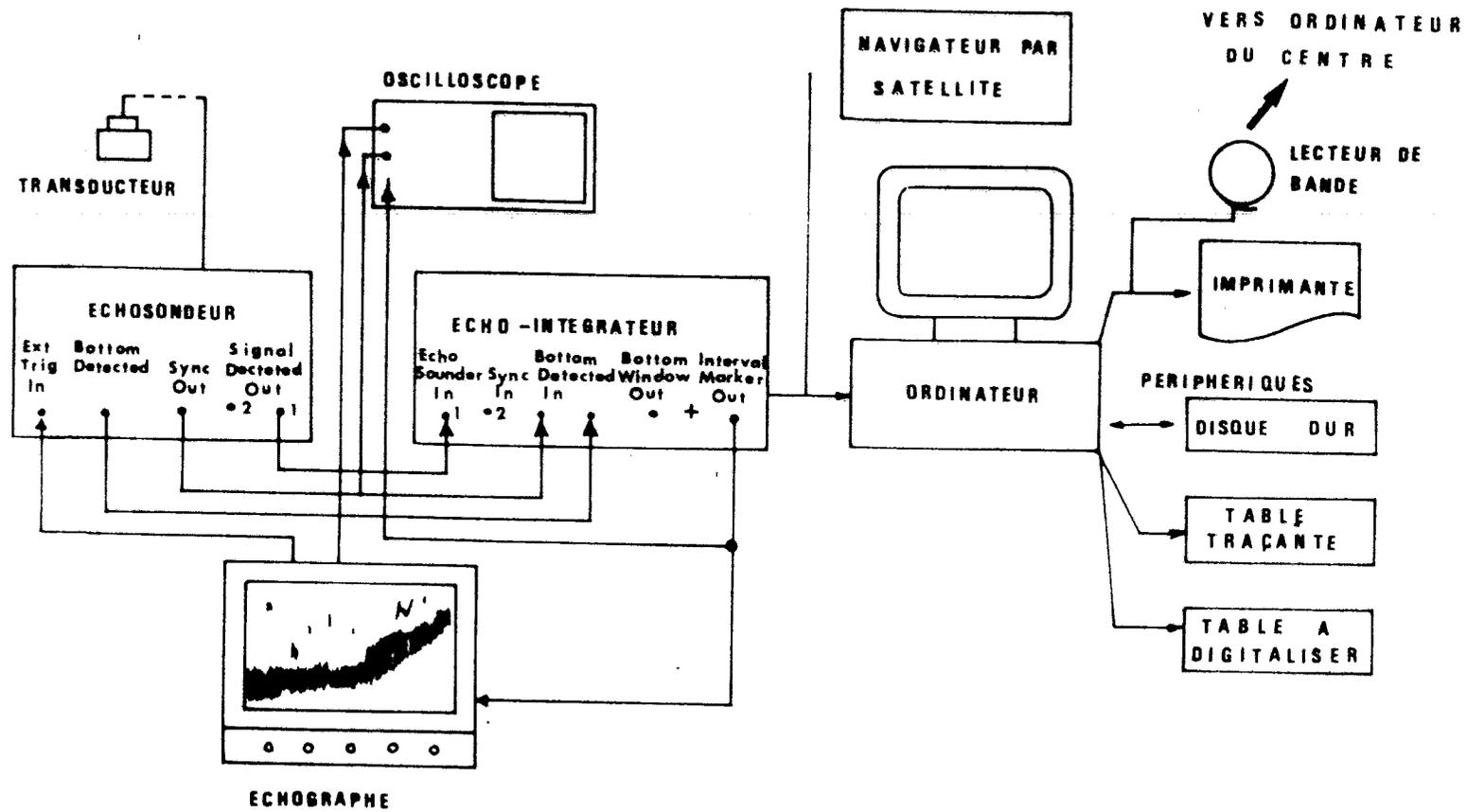


Figure 1 : Equipement scientifique embarqué sur les navires de recherches du C.R.O.D.T.
(CAMARENA 1986)

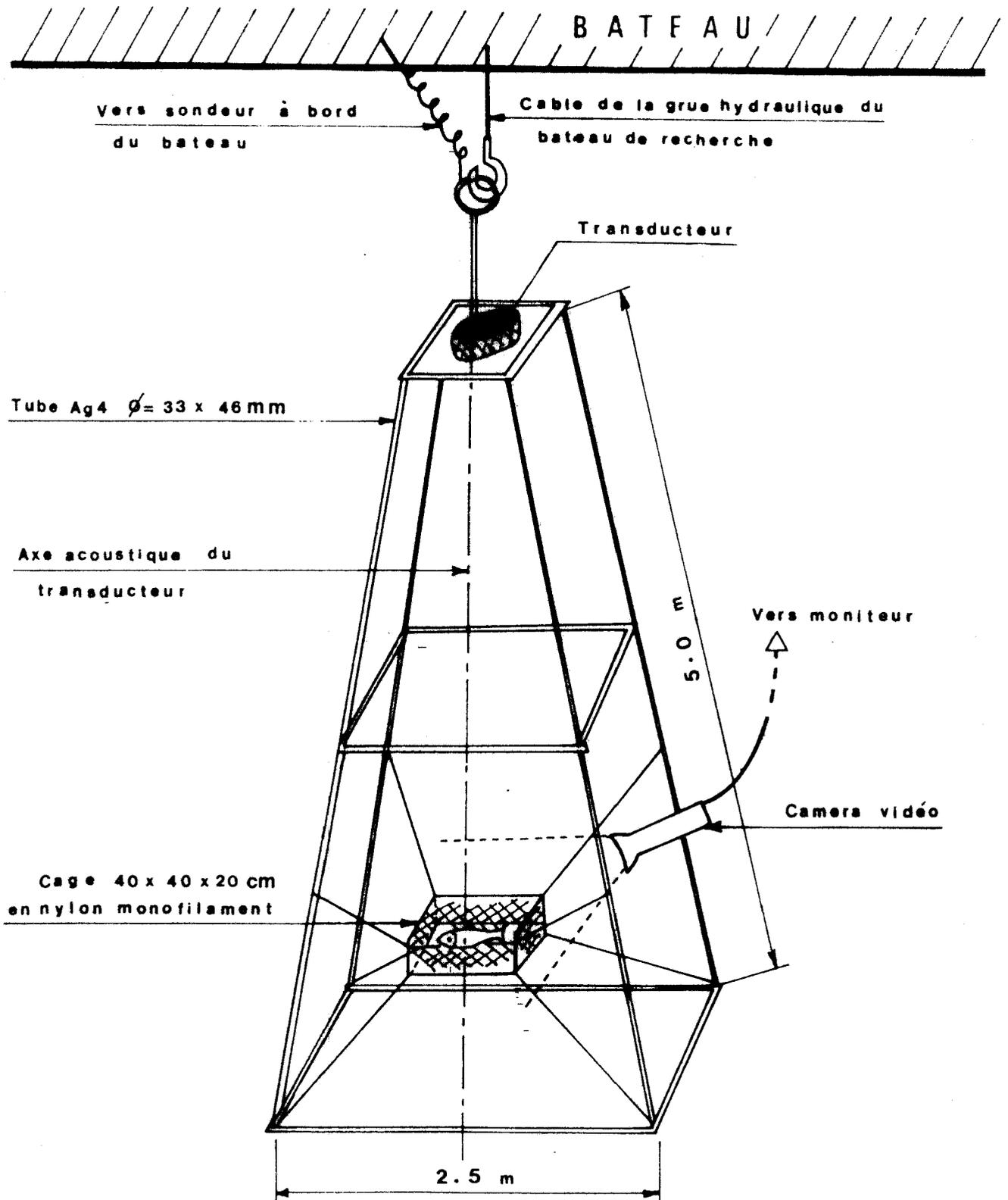


Figure 2 : Structure expérimentale utilisée pour effectuer les mesures de TS.

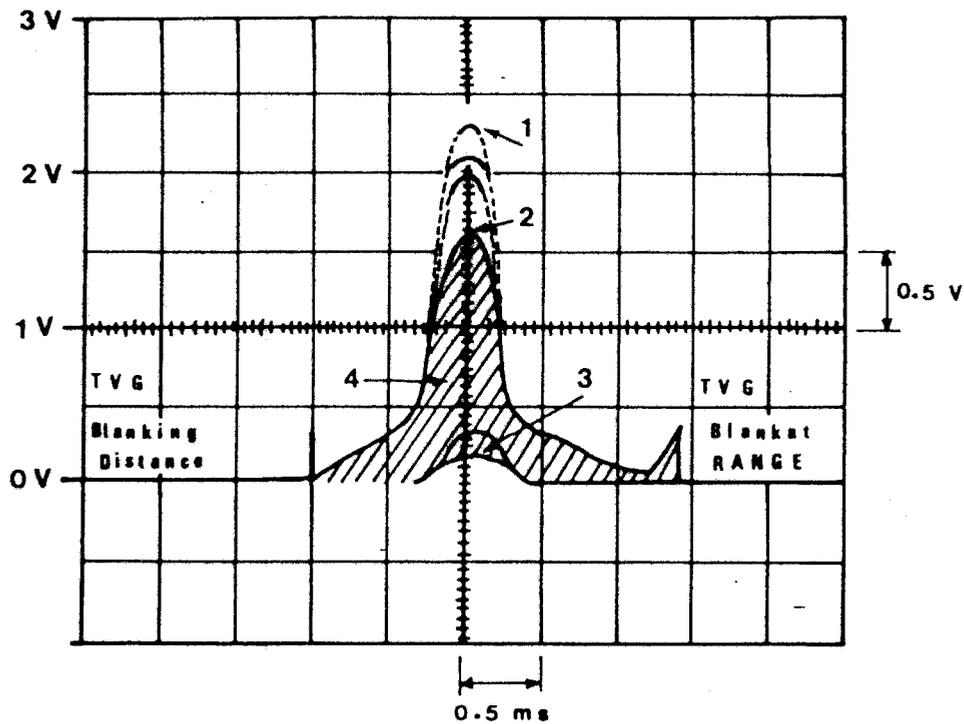


Figure 3 : Lecture typique d'une série de mesures à l'oscilloscope :

- 1 = valeur pic
- 2 = valeur maximum
- 3 = valeur minimum
- 4 = zone contenant l'ensemble des valeurs individuelles d'échos

mesures de T.S. de la cage vide

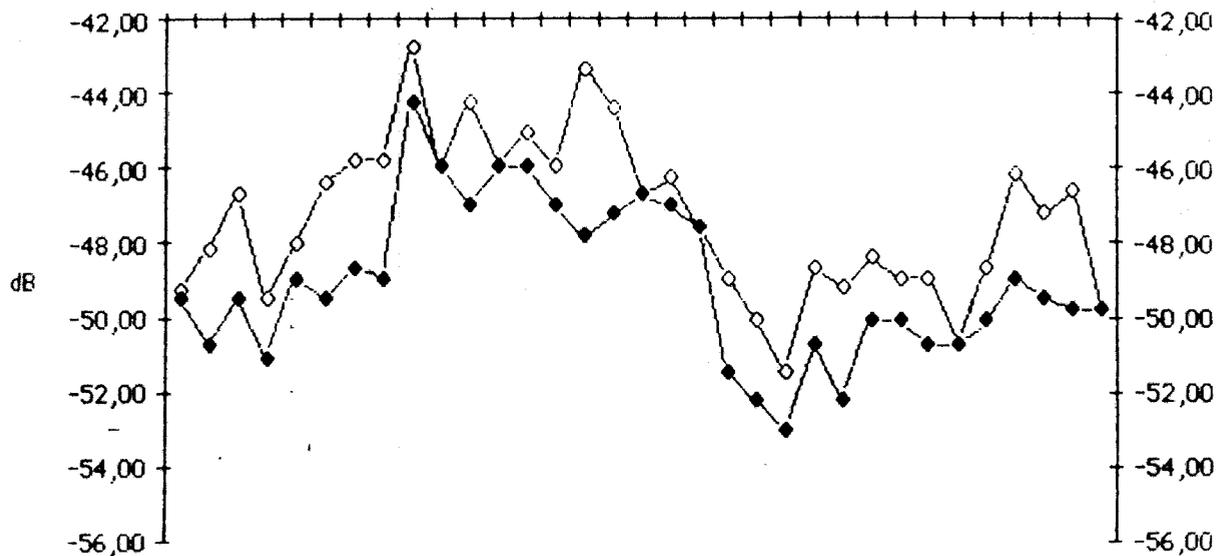


Figure 4 : Résultats de mesures sur la cage vide

Valeurs moyennes :

TS pic = -46,81 dB TS max = -48,55 dB

Balistes carolinensis : T.S. / Kg

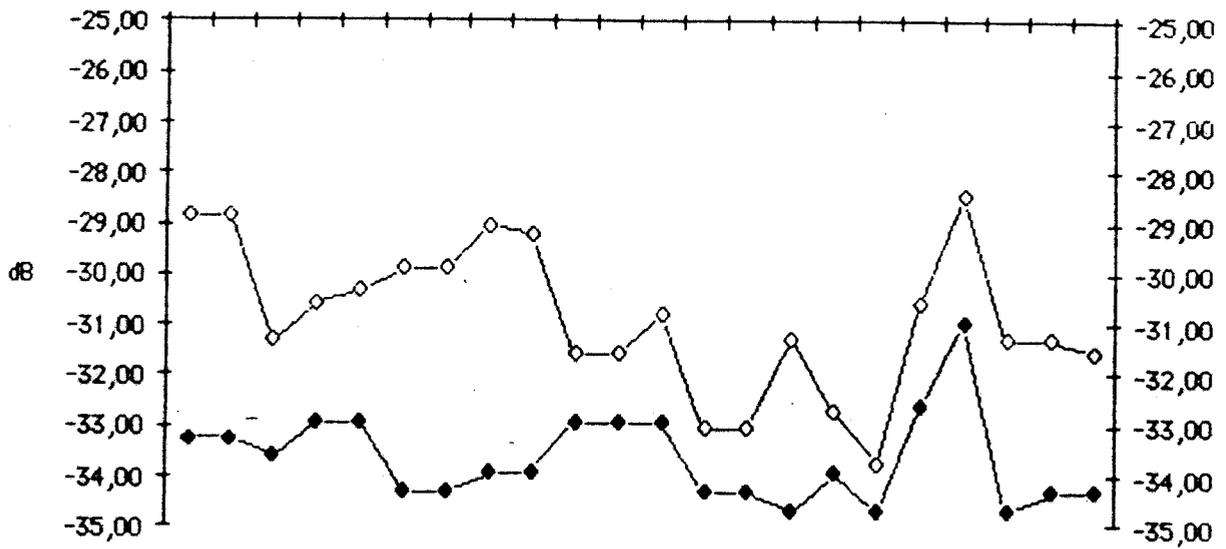


Figure 5 : Résultats de mesures sur Balistes capriscus :

Poids = 490 g

TS pic = -30,62 dB TS max = -33,55 dB

Longueur fourche = 29 cm

Boops boops : T.S. / Kg

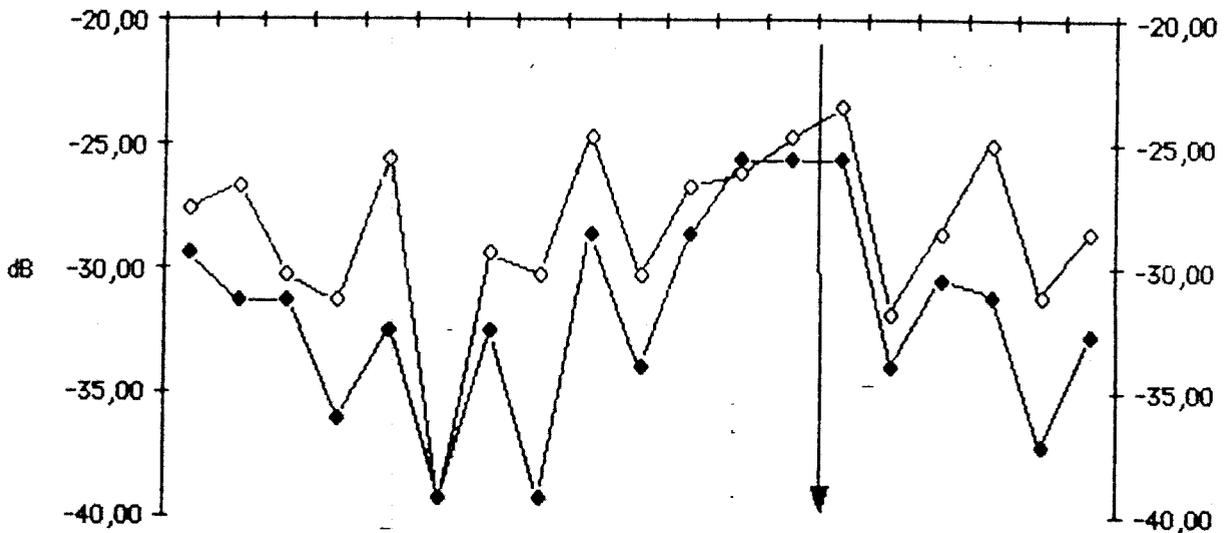


Figure 6 : Résultats de mesures sur Boops-boops :

Poids moyen total = 44 g

TS pic = -27,66 dB TS max = -30,65 dB

A 1 poisson ; Poids = 43g

TS pic = -27,09 dB TS max = -29,36 dB

B 2 poissons ; Poids moyen = 45g

TS pic = -28,31 dB TS max = -32,51 dB

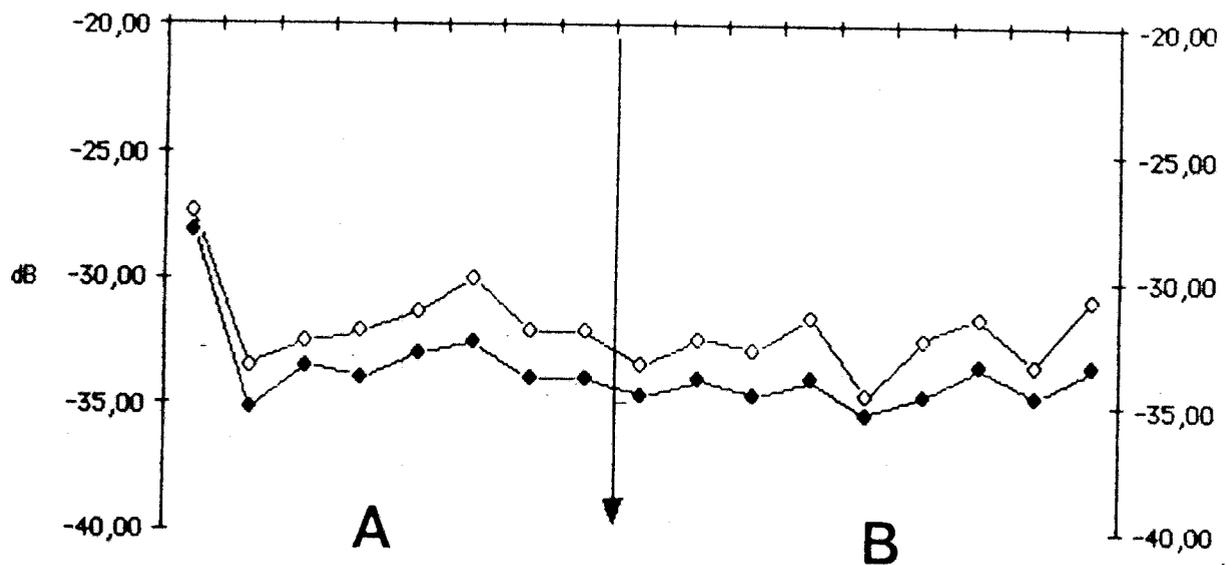


Figure 7 : Résultats de mesures sur Brachydeuterus auritus :

	Poids moyen total = 15 g	TS pic = -31,65 dB	TS max = -33,29 dB
A	5 poissons ; Poids moyen = 16g	TS pic = -30,94 dB	TS max = -32,42 dB
B	5 poissons ; Poids moyen = 14g	TS pic = -32,39 dB	TS max = -34,23 dB

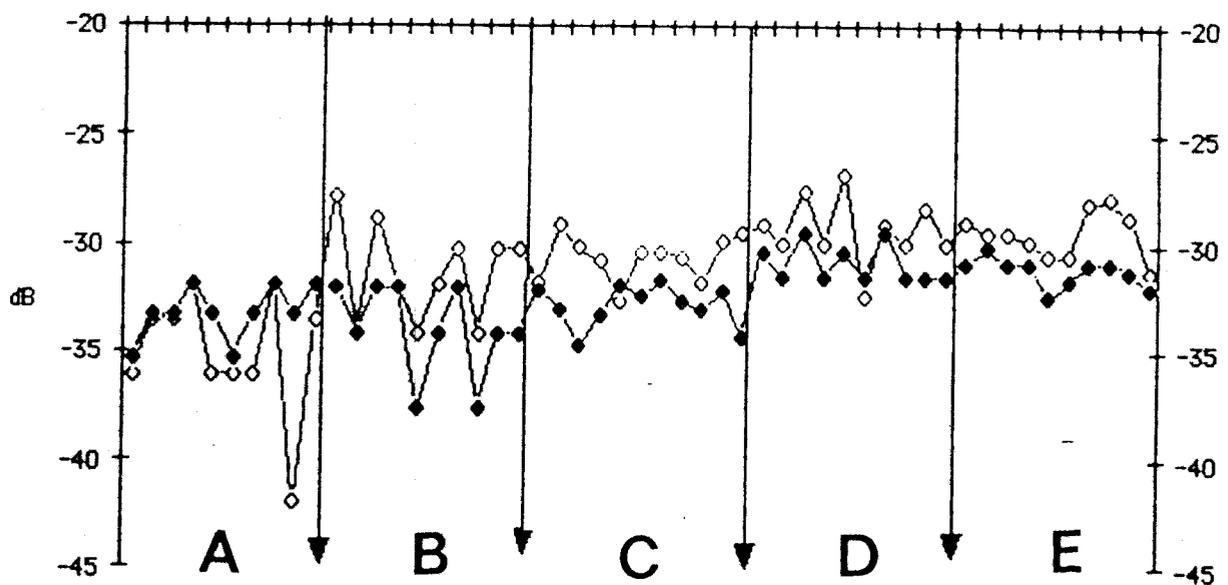


Figure 8 : Résultats de mesures sur Decapterus rhonchus :

	Poids moyen total = 34 g	TS pic = -30,49 dB	TS max = -32,13 dB
	Longueur moyenne = 13,5 cm		
A	1 poisson ; Poids = 53g	TS pic = -34,35 dB	TS max = -33,13 dB
B	2 poissons ; Poids moyen = 45g	TS pic = -30,83 dB	TS max = -33,61 dB
C	4 poissons ; Poids moyen = 50g	TS pic = -30,53 dB	TS max = -32,76 dB
D	5 poissons ; Poids moyen = 30g	TS pic = -29,10 dB	TS max = -30,77 dB
E	10 poissons ; Poids moyen = 29g	TS pic = -29,35 dB	TS max = -31,13 dB

Diagramma mediterraneum : T.S. / Kg

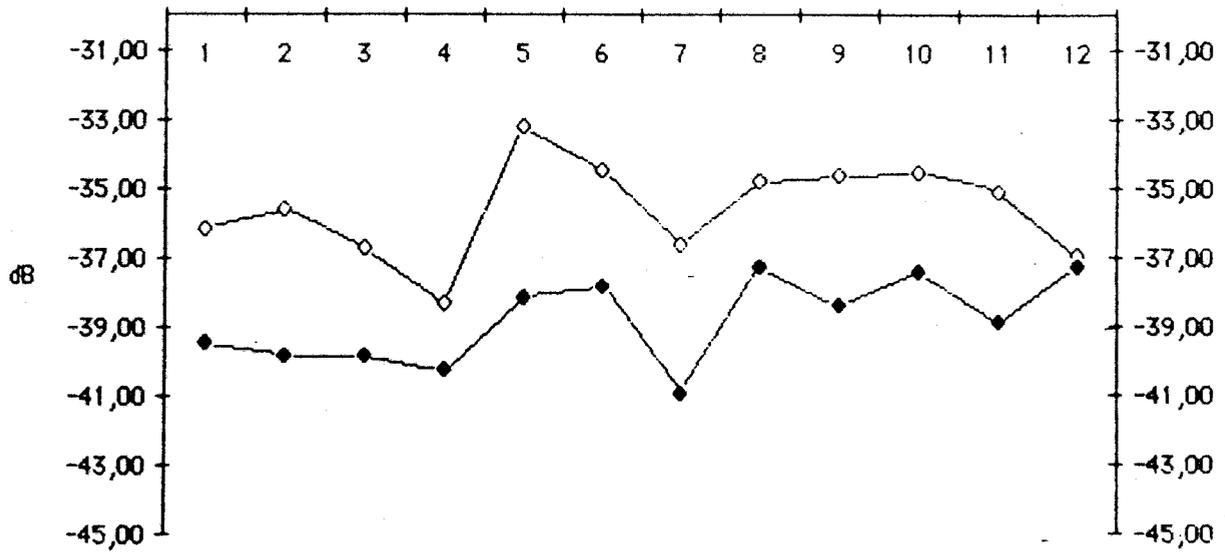


Figure 9 : Résultats de mesures sur Diagramma mediterraneum :

Poids = 155 g

TS pic = -35,42 dB TS max = -38,66 dB

Longeur fourche = 20 cm

Diplodus sp. : T.S. / Kg

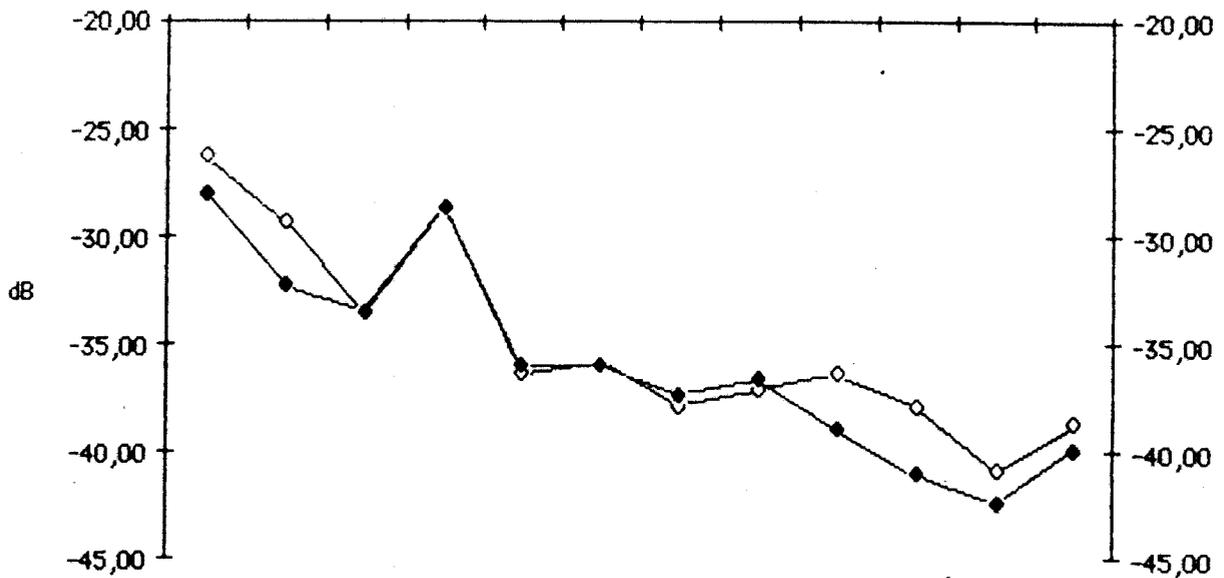


Figure 10 : Résultats de mesures sur Diplodus sp. :

Poids = 305 g

TS pic = -32,45 dB TS max = -33,56 dB

Pagellus bellottii : T.S. / Kg

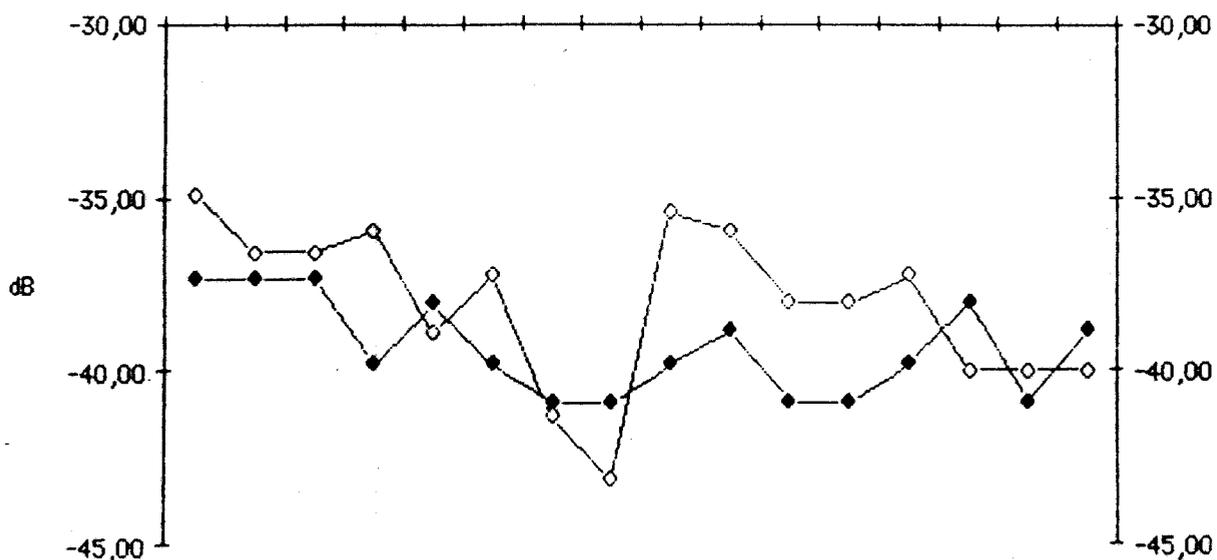


Figure 11 : Résultats de mesures sur *Pagellus bellottii* :

Poids = 115 g TS pic = -37,57 dB TS max = -39,13 dB
 Longueur fourche = 18 cm

Pristipoma octolineatum : T.S. / Kg

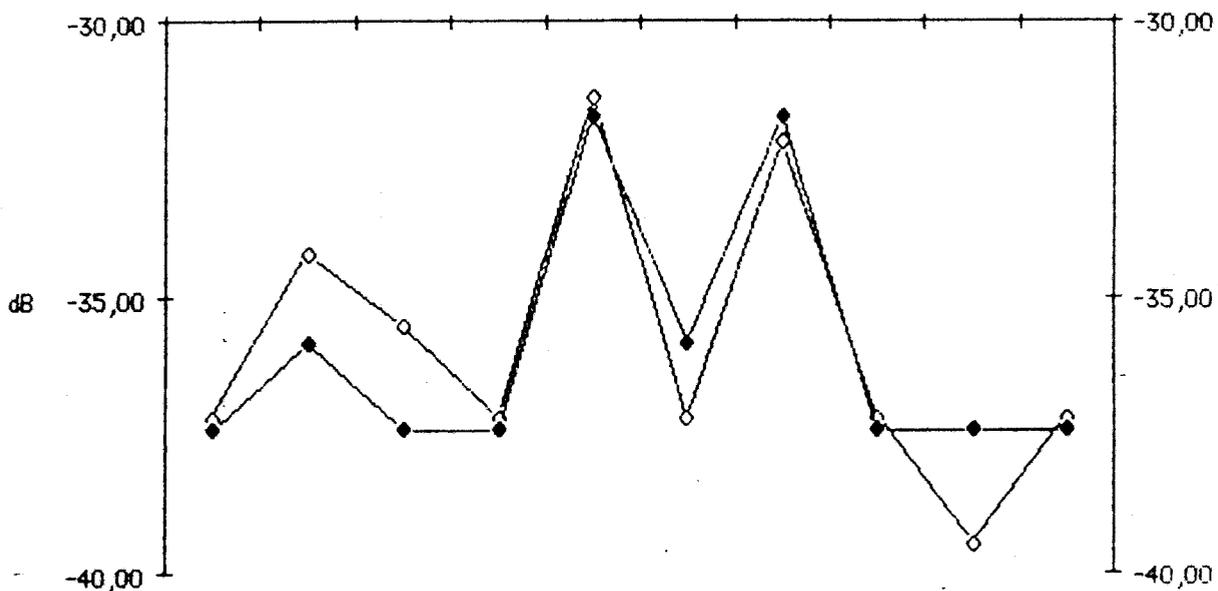
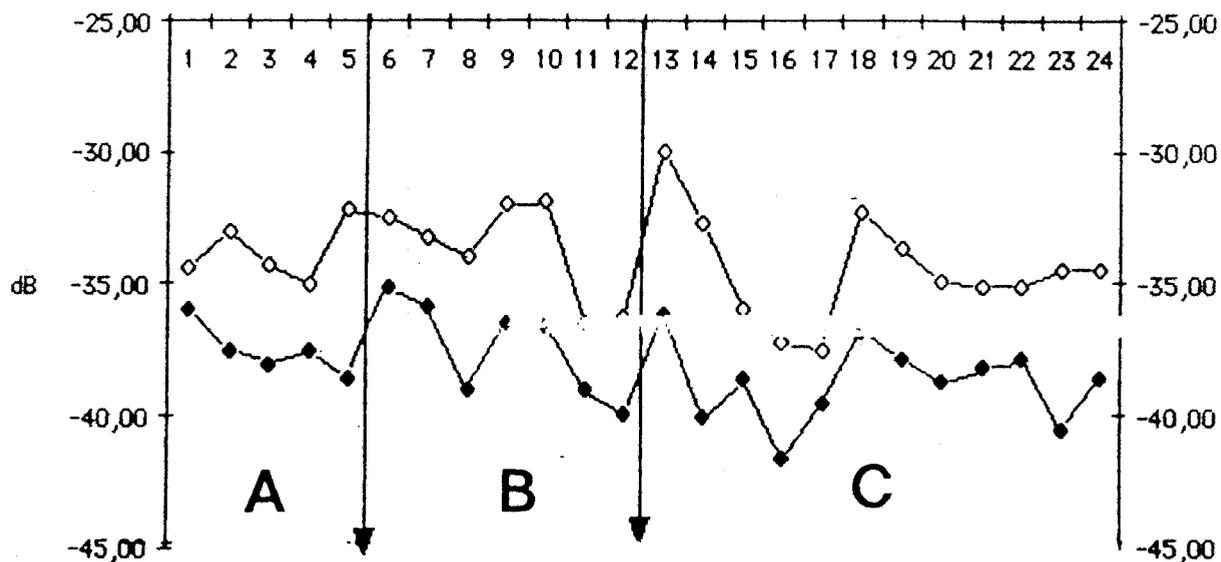


Figure 12 : Résultats de mesures sur *Pristipoma octolineatum* :

Poids = 305 g TS pic = -35,12 dB TS max = -35,27 dB
 Longueur fourche = 28 cm

Sardinella maderensis : T.S. / Kg

Figure 13 : Résultats de mesures sur *Sardinella maderensis* :

Poids moyen total = 77 g TS pic = -33,64 dB TS max = -37,61 dB
 Longueur moyenne = 17 cm

A	3 poissons ;	Poids moyen =	77g	TS pic =	-33,63 dB	TS max =	-37,39 dB
B	5 poissons ;	Poids moyen =	80g	TS pic =	-33,40 dB	TS max =	-37,10 dB
C	5 poissons ;	Poids moyen =	74g	TS pic =	-33,92 dB	TS max =	-38,45 dB

Sardinella spp. : T.S / Kg

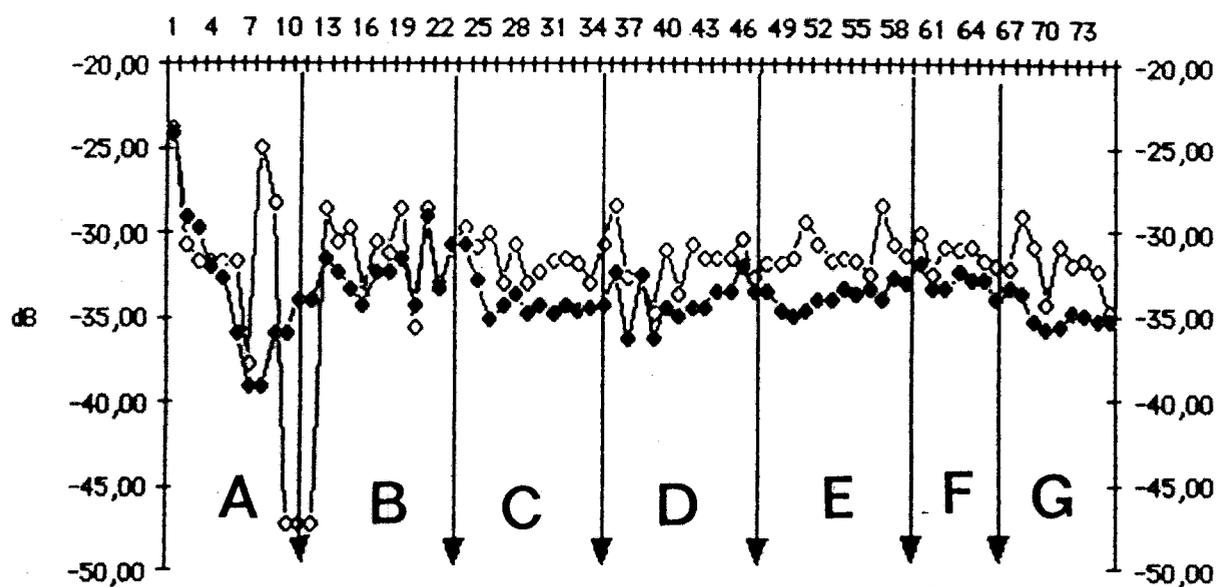


Figure 14 : Résultats de mesures sur Sardinella sp. :

		Poids moyen total = 7 g	TS pic = -30,95 dB	TS max = -33,04 dB
		Longueur moyenne = 7 cm		
A	1 poisson ; Poids =	17g	TS pic = -29,75 dB	TS max = -31,14 dB
B	10 poissons ; Poids moyen =	6,7g	TS pic = -30,41 dB	TS max = -31,86 dB
C	18 poissons ; Poids moyen =	7,2g	TS pic = -31,20 dB	TS max = -34,08 dB
D	39 poissons ; Poids moyen =	6,3g	TS pic = -31,92 dB	TS max = -33,93 dB
E	82 poissons ; Poids moyen =	6,5g	TS pic = -30,78 dB	TS max = -33,56 dB
F	115 poissons ; Poids moyen =	7,3g	TS pic = -31,41 dB	TS max = -33,11 dB
G	141 poissons ; Poids moyen =	6,5g	TS pic = -31,68 dB	TS max = -34,83 dB

Trachurus trachurus : T.S. /Kg

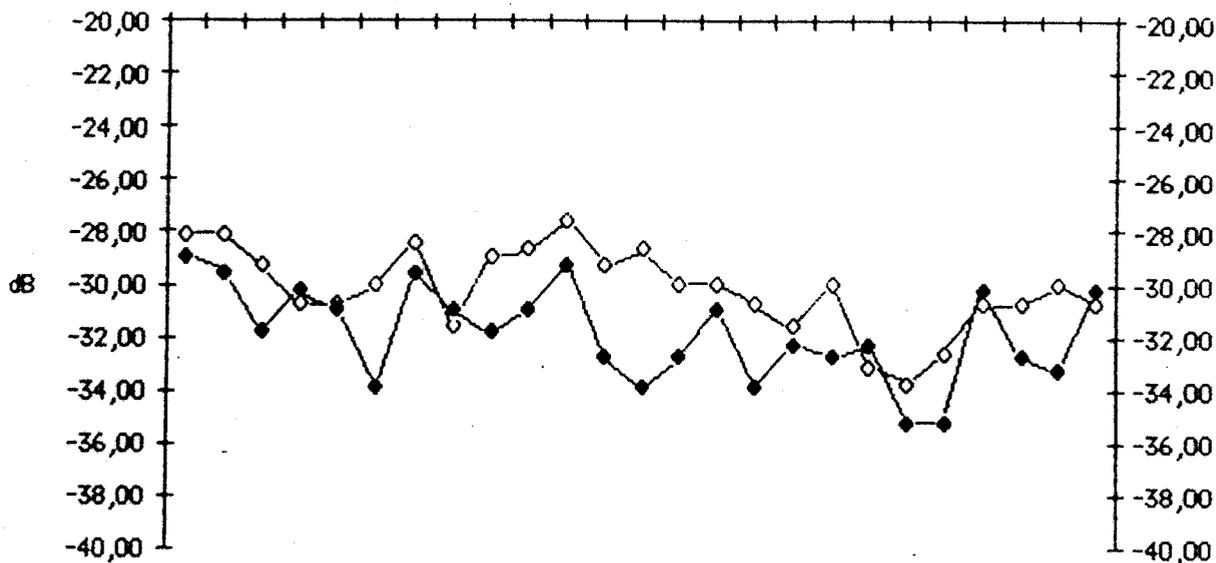


Figure 15 : Résultats de mesures sur Trachurus trachurus :

Poids = 60 g TS pic = -29,91 dB TS max = -31,51 dB
 Longueur fourche = 16 cm

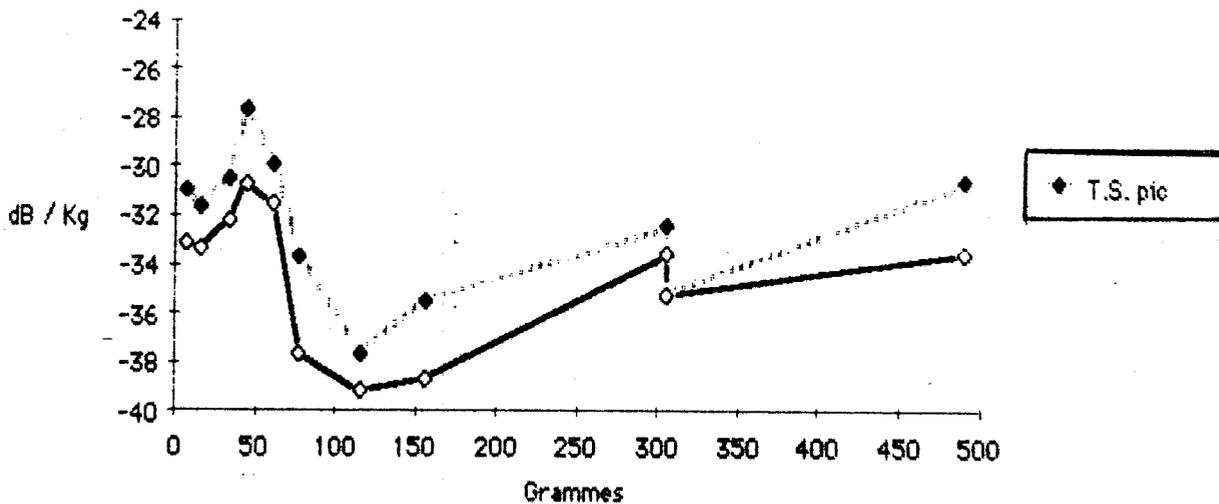


Figure 16 : Evolution des valeurs moyennes de T.S. pic et maximum en fonction du poids (cf. texte).