

# SEPTIEME COLLOQUE SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

NICE du 28 MAI au 2 JUIN 1979

---

MESURE DE LA REVERBERATION ACOUSTIQUE DES FONDS MARINS EN HAUTE FREQUENCE  
MEASUREMENT OF ACOUSTICAL BACK SCATTERING OF SEA-BEDS BY USE OF HIGH FREQUENCY

SALAUN André

G.E.S.M.A. - D.C.A.N. DE BREST

---

## RESUME

L'objet de l'article est la description d'un appareil de mesure des caractéristiques du fond de la mer vues d'un sonar à haute fréquence. C'est un ordinateur spécialisé destiné à mesurer et à traiter des signaux analogiques en provenance de voies sonar en vue de l'obtention :

- . de l'index de réverbération moyenné du fond  $T_p$ ,
- . du contraste d'un objet d'index et de dimensions donnés posé sur ce fond,
- . de l'écart type du signal réverbéré,
- . de l'encombrement des fonds défini par la densité de signaux réverbérés dépassant un seuil choisi.

L'appareil est couplé à un sonar expérimental utilisant une lentille acoustique.

## SUMMARY

The purpose of this paper is to describe a test meter which determines characteristic parameters of the sea-bed from the signal received by a high frequency sonar. Processing the analogical signal from the sonar beam, this specialized computer gives :

- . the sea-bed back-scattering coefficient,
- . the standard deviation of the back-scattering signal,
- . the contrast of an object having a given size and a given target strength,
- . the clutter density defined as the mean number per unit area of cells in which the received signals exceeds a given threshold.

The computer is coupled with an experimental sonar using an acoustic lens.



MESURE DE LA REVERBERATION ACOUSTIQUE DES FONDS MARINS EN HAUTE FREQUENCE  
MEASUREMENT OF ACOUSTICAL BACK SCATTERING OF SEA-BEDS BY USE OF HIGH FREQUENCY

A - Calcul de l'index de réverbération  $T_F$

L'index se définit à partir de l'équation donnant le niveau sonore réverbéré par le fond :

$$L_R = S - 2 H_{(r)} + T_F + 10 \log A \quad (1)$$

avec :

S : niveau sonore d'émission dans l'axe ramené à un mètre

$H_{(r)}$  : pertes géométriques et d'absorption

$$H_{(r)} = 20 \log r + a_o \cdot r$$

A : surface de la cellule d'analyse

Cette équation (1) est développée et par regroupement des termes composants, on apporte une simplification relative au mode de calcul utilisé. Ce calcul porte alors sur une équation de la forme :

$$T_F = 20 \log e - G + S(\alpha, h, r) + 10 \log \cos(\alpha + \theta_i) + 30 \log r + 2 a_o \cdot r + K \quad (2)$$

qui comporte la sommation de sept membres avec :

- . e : niveau reçu à la sortie des préamplificateurs de base
- . G : Gain de ces préamplis, déterminé par une tension de C.A.G.
- . S( $\alpha, h, r$ ) : Variation du niveau sonore d'émission en fonction de l'angle instantané d'incidence avec le fond.
- .  $10 \log \cos(\alpha + \theta_i)$  : Terme correctif provenant de la surface d'analyse A
- .  $30 \log r + 2 a_o r$  : Coefficients correctifs apportés à la fois par  $H_{(r)}$  et A
- . K : cte, dépendant du niveau sonore d'émission  $S_o$ , de la sensibilité hydrophonique  $S_h$ , de l'ouverture de la voie en gisement et de la durée d'émission.

La dynamique de chaque terme de la formule (2) est, en valeur absolue, comprise entre 0 et 90 dB pour une distance comprise entre 0 et 900 m. La dynamique du résultat a été considérée entre 0 et - 60 dB.

Dans un premier temps, le calcul de l'index de réverbération a été effectué sur une zone de profondeur de l'ordre de 50 mètres.

Ce calcul est réalisé sous forme numérique grâce à la sommation puis à la moyenne de 32 échantillons cadencés à 500 Hz.

L'opération nous donnant la moyenne de l'index comporte donc 224 sommations avec obtention du résultat par décalage de 5 bits.

En raison des composantes de la formule (2) qui sont positives ou négatives, le codage est réel pour les valeurs positives et en complément à 2 pour les valeurs négatives. Ce codage est un codage binaire ; la dynamique de 90 dB fait que

le fort poids de codage est plus de 64 dB ; l'erreur admissible sur le résultat amène à un faible poids de codage de 0,125 dB soit un codage en 10 bits pour 1 élément et donc, 15 bits pour 32 éléments. En raison du procédé de calcul, tous les membres de (2) ont été codés sur 15 bits + signe (0 si > 0 et 1 si < 0).

Le principe de calcul de  $T_F$  répond au synoptique de la figure (1).

La synchronisation de cet ensemble est réalisée à partir d'une horloge à 12 KHz multiple synchrone du compteur distance à 500 Hz réalisant l'échantillonnage.

Cette horloge à 12 KHz est elle même verrouillée sur le pilote sonar à 2,666 MHz. Elle est remise à zéro par le cadencement émission. Les validations de prise en compte des différents éléments de (2) n'apparaissent que dans la zone de 50 m dont le départ est affiché par l'opérateur.

Le résultat est visualisé en 2 digits et signe (0 à - 63 dB).

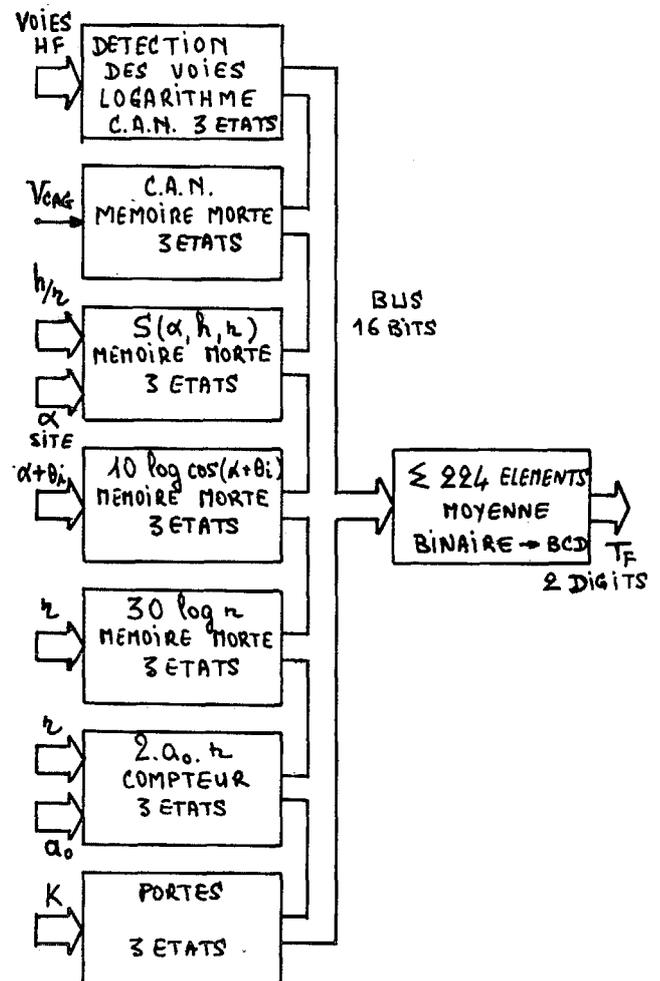


FIGURE 1 : Calcul de  $T_F$  - Obtention des composantes

MESURE DE LA REVERBERATION ACOUSTIQUE DES FONDS MARINS EN HAUTE FREQUENCE  
 MEASUREMENT OF ACOUSTICAL BACK SCATTERING OF SEA-BEDS BY USE OF HIGH FREQUENCY

B - Calcul du contraste objet-réverbération

Ce contraste est fonction :

- des caractéristiques du sonar : ouverture du lobe, puissance émise, durée d'impulsion
  - de la nature du fond
  - de la fenêtre : distance, hauteur d'eau, angle d'incidence
  - du type d'objet : constitution et dimensions
- Si on appelle

$K_M$  le coefficient de réflexion total de l'objet supposé entièrement insonifié avec  $T_M = 10 \log K_M$

$K_F$  le coefficient de réflexion du fond par unité de surface avec  $T_F = 10 \log K_F$

Le contraste est donné par la formule :

$$C = \frac{K_M + K_F \cdot S_2}{K_F (S_1 + S_2)} \quad (4)$$

avec :

- $K_M + K_F S_2$  : Signal reçu par une voie centrée sur la mine et signal parasite  $K_F S_2$
- $K_F (S_1 + S_2)$  : Signal reçu sur une voie décentrée

La figure 2 montre les composantes des surfaces  $S_1$  et  $S_2$

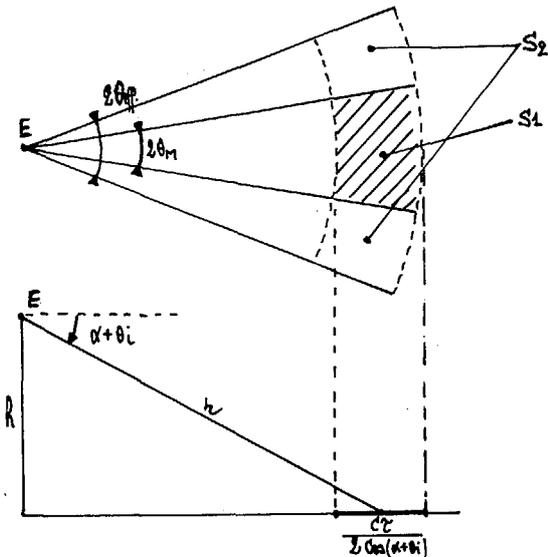


FIGURE 2 : . Cellule en gisement  
 . Cellule en profondeur, insonifiée pendant une impulsion

En posant :

$$A = 2\theta_{eff} \cdot r \cdot \frac{C \tau}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha + \theta_i)}$$

nous obtenons :

$$C = 1 + \frac{K_M}{K_{FA}} - \frac{2\theta_M}{2\theta_{eff}} \quad (5)$$

La dynamique, jugée intéressante, pour C a été retenue telle que :

$$- 10 \quad 10 \log C \quad + 30 \text{ dB}$$

La forme retenue pour le calcul est celle correspondant à la formule (5). Le contraste est calculé à la distance moyenne de calcul (distance préaffichée + 24 m). Le calcul est réalisé en analogique après conversion des données numériques disponibles après le calcul de  $T_F$ .

$$1) \cdot \frac{K_M}{K_{FA}} = \text{antilog} \left( \log \frac{K_M}{K_{FA}} \right)$$

$$\text{et } 10 \log \frac{K_M}{K_{FA}} = T_M - T_F - 10 \log r + 10 \log \cos(\alpha + \theta_i) - 10 \log 2\theta_{eff} \frac{C\tau}{2} \quad (6)$$

$T_M$  est affiché par l'opérateur de - 30 à + 3 dB par pas de 3 dB

$T_F$  : résultat précédent moyenné sur la zone .

10 log r obtenu à partir de la mémoire 30 log r par CNA et mise à l'échelle

10 log cos ( $\alpha + \theta_i$ ) obtenu à partir de la mémoire

10 log cos ( $\alpha + \theta_i$ ) par C.N.A. et mise à l'échelle

10 log  $2\theta_{eff} \frac{C\tau}{2} = \text{cte}$  pour  $\tau = \text{cte}$

Les composantes 10 log r et 10 log cos ( $\alpha + \theta_i$ ) sont validées à la distance moyenne de calcul.

On somme ces cinq composantes et on revient en nombre naturel au moyen d'un module antilogarithmique obtenant ainsi  $\frac{K_M}{K_{FA}}$

$$2) \frac{2\theta_M}{2\theta_{eff}} = \frac{d}{r} \cdot \frac{1}{2\theta_{eff}} = K \frac{d}{r}$$

d : diamètre de la mine d = 0,5, 1, 2 m

r : distance moyenne de calcul

$\frac{2\theta_M}{2\theta_{eff}}$  est obtenu par un CNA de 10 bits (représentant  $2\theta_{eff} r$ ) à référence variable (d), monté en diviseur. Le C.N.A. dont l'entrée numérique est mémorisable reçoit en permanence la distance sous forme de 10 bits parallèles ; cette entrée numérique n'est prise en compte qu'à la distance moyenne de calcul .

3) On réalise ensuite la sommation des trois membres de l'équation (5). Ce résultat est ensuite adapté en vue de l'affichage du contraste sous forme de 10 log C visualisé en deux digits et signe (- 10 à + 30 dB)



MESURE DE LA REVERBERATION ACOUSTIQUE DES FONDS MARINS EN HAUTE FREQUENCE  
 MEASUREMENT OF ACOUSTICAL BACK SCATTERING OF SEA-BEDS BY USE OF HIGH FREQUENCY

C - Calcul de l'écart type sur les voies détectées  
 (Variance de la réverbération)

Le calcul de l'écart type est réalisé sur la moyenne des sept voies détectées et sur la zone de profondeur choisie pour le calcul (48 m)

Si l'on appelle :

•  $V_i(t)$  : moyenne instantanée du signal reçu par les 7 voies  $V_i(t) = \frac{1}{7} \sum_{j=1}^7 V_j(t)$

avec i : numéro d'image

j : numéro de voies

•  $M_i(t)$  : moyenne de  $V_i(t)$  sur la zone de calcul

Le calcul effectué est :

$$\sigma_i(t) = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [V_i(t) - M_{i-1}(t)]^2 \cdot dt}$$

sur la zone de calcul

Le schéma théorique est donné par la figure (3)

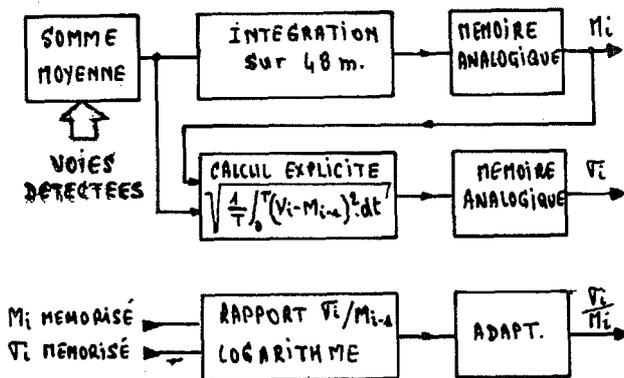


FIGURE 3 - Calcul de l'écart type

D - Calcul de l'encombrement

L'encombrement se définit comme le pourcentage de cellules observées de l'image i (zone de calcul dépassant un seuil

$$M_i + K\sigma_i$$

avec K : coefficient de seuil  $K = 2$  à 12 dB par pas de 2 dB

La cellule correspond à  $\tau = 120$  ou  $500 \mu s$

si l'on considère une zone de 50 m (exploration en 66,66 ms) le nombre de cellules dans cet intervalle de temps pour une voie est :

si  $\tau = 120 \mu s$       $\frac{66,66}{0,12} \neq 555$  cellules

$\tau = 500 \mu s$       $\frac{66,66}{0,5} \neq 153$  cellules

soit pour 7 voies :

$\tau = 120 \mu s$      3888 cellules

$\tau = 500 \mu s$      932 cellules

Pour faciliter les calculs en 0/00 on comptabilise respectivement sur 4000 ou 1000 cellules soit pendant 68,57 ms ou 71,43 ms.

Le principe de calcul se déduit de ces considérations. Le signal détecté de chaque voie est appliqué à un comparateur analogique suivi d'une mémoire digitale.

Les 7 mémoires des voies sont lues séquentiellement à la fin de chaque cellule à concurrence de 1000 ou 4000 cellules suivant  $\tau$  ; ce cycle de 1000 ou 4000 cellules détermine la zone de comptabilisation. Pour un cycle de 1000 cellules, la comptabilisation est immédiate ; pour un cycle de 4000, la comptabilisation en 0/00 est obtenue par division par 4. Le nombre représentant ces dépassements est dirigé vers le bloc d'affichage sous forme d'horloge.

La figure 4 montre le synoptique de ce calcul

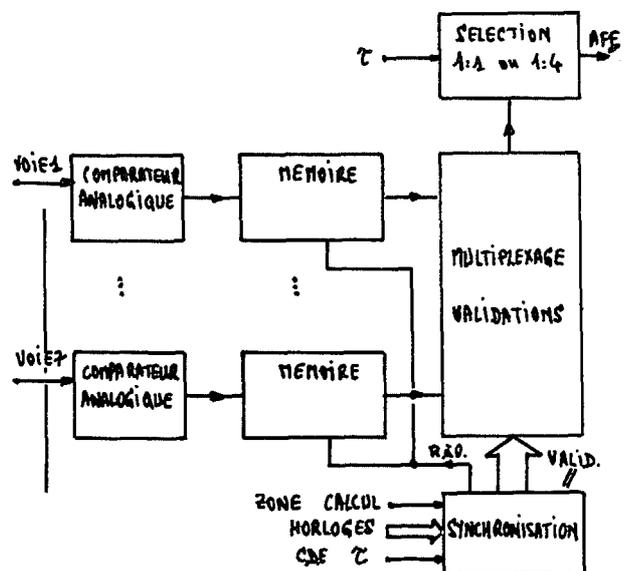


FIGURE 4 : Calcul de l'encombrement

