

00000150

NOTICE PRATIQUE D'UTILISATION

DU MATERIEL D'ECHO - INTEGRATION (type **SIMRAD**)

LE PHILIPPE	Victor
GERLOTTO	François
MARCHAL	Emile
STEUERT	Bernard

Océanographes **O.R.S.T.O.M.**

AVERTISSEMENT

La présente note se veut essentiellement pratique, et a pour but d'aider **l'opérateur** dans les manipulations de base en écho-intégration.

Le **matériel** le plus couramment utilisé est formé **d'une chaîne d'équipements** mis au point ou préconisés par STMRAD.

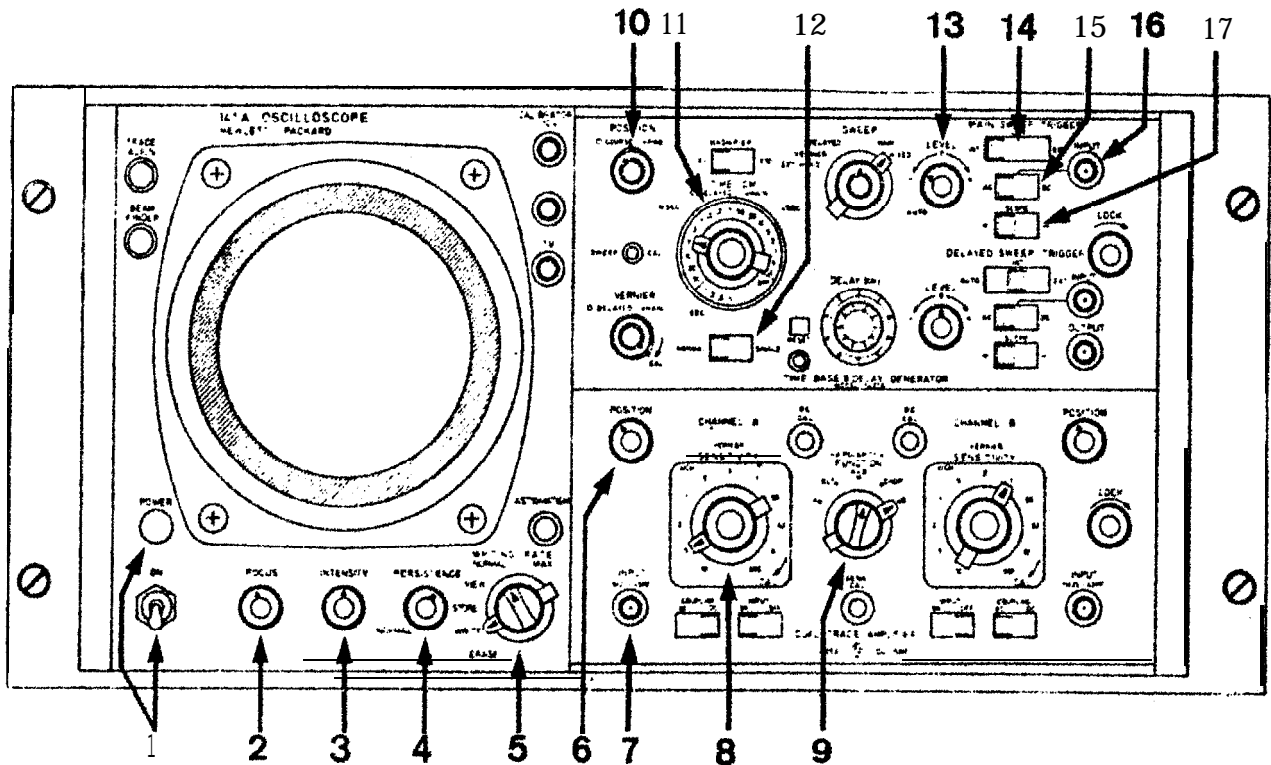
Il s'agit de :

- Echo-sondeur scientifique SIMRAD EK (**rack** ou cabinet),
- **Echo-intégrateur** SIMRAD QM, MK II,
- Oscilloscope HEWLETT-PACKARD 141 A,
- Générateur de signaux WAVETEK V C G Modèle 116,
- **Fréquencemètre** HEWLETT-PACKARD modèle 5221 B,
- **Atténuateur** HEWLETT-PACKARD modèle 350 D,
- Voltmètre électronique HEWLETT-PACKARD modèle 403 B,
- Hydrophone type LC 32.

C'est pour ce **système** que sont données les manipulations présentées dans cette note. Cependant leur principe s'applique à n'importe quel matériel, avec quelques variantes.

Pour l'essentiel, les manipulations que nous exposons ci-dessous sont extraites de quelques ouvrages qu'un opérateur en écho-intégration consultera avec profit. La liste de ces ouvrages est fournie en fin de note.

REGLAGES DE L'OSCILLOSCOPE



1 : interrupteur de mise sous tension et voyant

2 : concentration

3 : intensité lumineuse

4 : persistance de l'image

5 : conservation de l'image

- write : position de routine

- erase : effacement de l'image

- store : conservation d'une image

- view : représentation de cette image

} Réglages du cadran

6 : positionnement vertical du balayage

7 : entrée du signal

8 : échelles d'amplitude

9 : choix du canal visualisé. sur l'écran
(mode de balayage)

} Réglages identiques
pour chaque canal

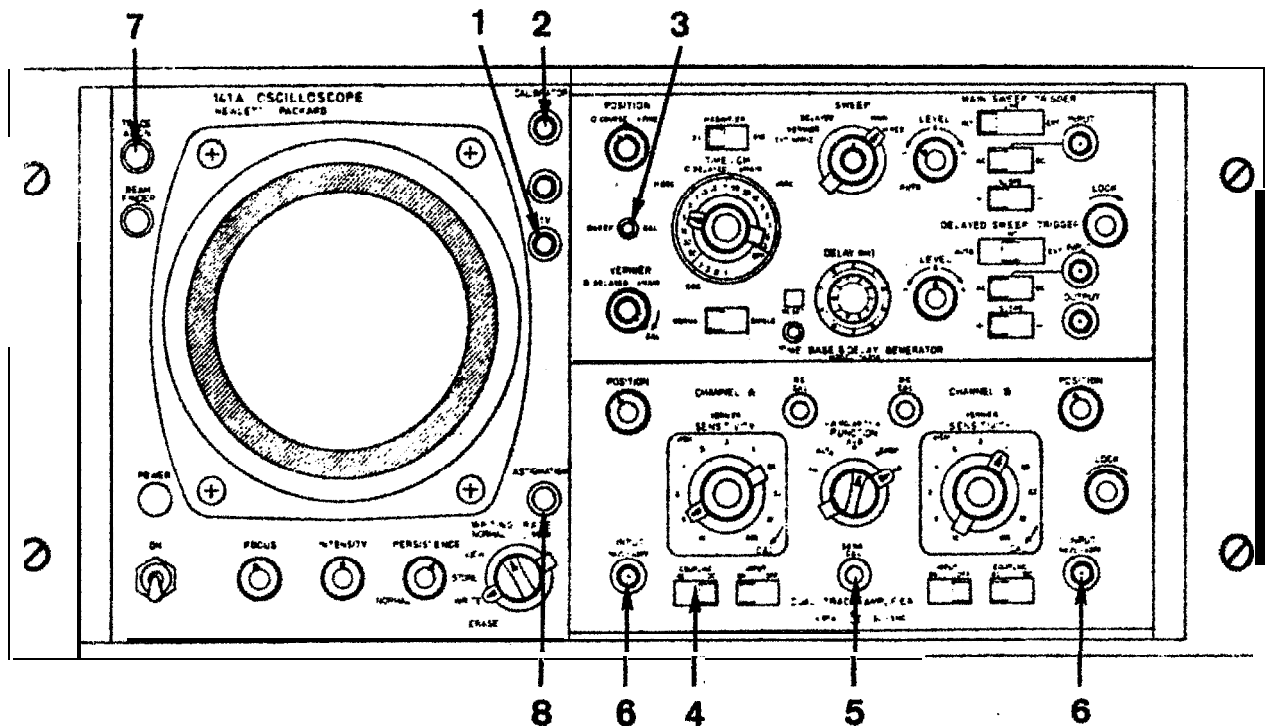
- 10 : positionnement de l'origine du balayage
11 : **choix des vitesses** de balayage
12 : mode de déclenchement du balayage
- } Réglage unique
pour les 2 canaux.
- 13 : réglage du seuil de déclenchement du balayage
14 : choix de l'origine du déclenchement du balayage (interne ou externe!
15 : positionnement en fonction du signal de déclenchement du balayage (alternatif: AC, continu : DC)
16 : entrée du top de commande du balayage
17 : choix du **critère** de déclenchement (front + ou - d'un créneau?.
- } Réglages d'entrées
du signal et du
trigger.
-

ETALONNAGE DE L'OSCILLOSCOPE

L'étalonnage consiste à vérifier l'amplitude et la vitesse de balayage.

Deux signaux internes à l'oscilloscope sont utilisés pour l'étalonnage.

Caractéristiques : 1er signal = 10 v et 10 ms
2e signal = 1 v et 10 ms) (Signaux carrés)



1). Mise en route du système .

- Prendre le signal choisi en 1 ou 2 et l'injecter en 6,
- mettre 4 sur DC (courant continu).

2). Etalonnage de l'amplitude .

- . Choisir une échelle convenable, et régler l'amplitude de telle façon que la déviation atteigne bien la valeur choisie (1 volt avec le signal 1 et 10 volts avec le signal 2).

• Pour cet étalonnage, vérifier que tous les boutons centraux rouges sont bien tournés à fond à droite - position normale **étalonnée**.

- Le réglage se fait en agissant sur le **potentiomètre 5**.

3). Etalonnage de la vitesse de balayage.

• Choisir une échelle convenable afin d'avoir la longueur totale du **créneau, soit** 10 millisecondes, au centre du cadran (en règle générale, toujours éviter de faire des lectures vers les extrémités du cadran).

- Le **réglage** se fait en agissant sur **le** potentiomètre 3.

41. Autres corrections.

- 3 **règle** l'horizontalité du balayage,

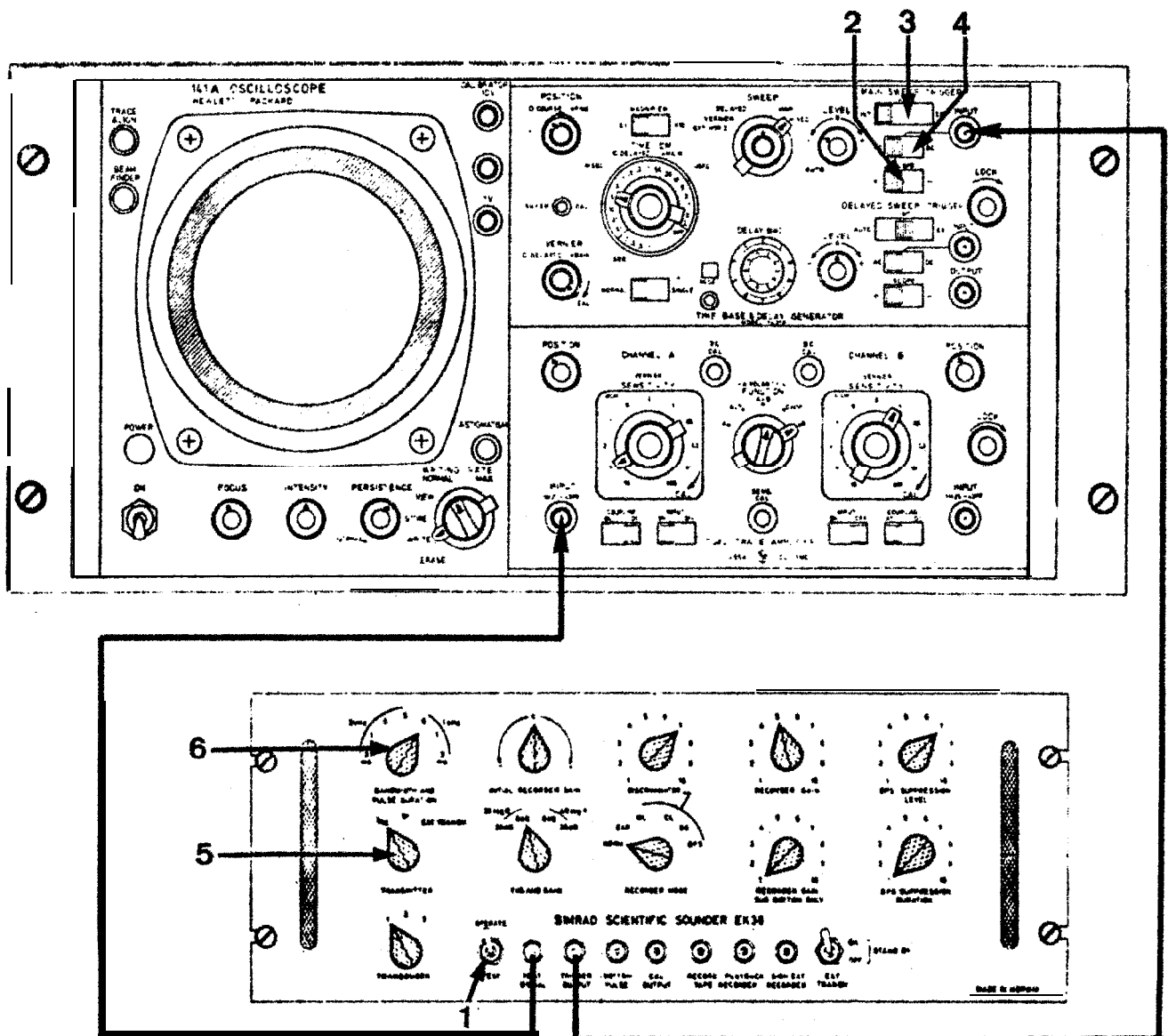
- 8 **règle** la **linéarité** du balayage (**astygmatisme**).

CONTROLE DES CARACTERISTIQUES ELECTRONIQUES DU SONDEUR

Les caractéristiques électroniques du sondeur à vérifier sont les suivantes : - niveau d'émission (durée et amplitude du signal),
- gain du préamplificateur,
- TVG.

Trois appareils sont indispensables : le sondeur, un oscilloscope et un générateur de fréquence; en outre sont nécessaires un voltmètre et un fréquencemètre.

A. ETALONNAGE DU NIVEAU D'EMISSION.



1) Mise en route du système.

- Mettre sous tension le sondeur et l'oscilloscope (laisser chauffer 10 minutes).
- Oscilloscope (l'étalonnage de **l'oscilloscope** a été effectué auparavant).
 - . Relier l'entrée de l'oscilloscope à la prise "test signal" du sondeur,
 - . relier la sortie "**trigger**" du sondeur à l'entrée "**trigger**" de **l'oscilloscope** (permet de synchroniser le balayage de l'oscilloscope avec le départ des émissions du sondeur),
 - . mettre 2 sur +, 3 sur ext , 4 sur DC,
 - . choisir les gammes de balayage **appropriées**.
- Sondeur .
 - . Positionner le sondeur sur test (1) (le transducteur **est** alors shunté par un atténuateur **résistif d'impédance** équivalente, afin d'éviter d'utiliser un signal d'amplitude trop grande),
 - . mettre en marche le sondeur **initialement** sous tension (stand by).

2). Contrôle de la durée d'émission et de l'amplitude.

- . Vérifier sur l'oscilloscope les amplitudes du signal (5 successivement en position 1/1 et 1/10),
- . **vérifier** sur **l'oscilloscope** les différentes durées d'émission (6 successivement sur chacune des positions).

3). Application.

Mesures effectuées en mai 1977 sur le sondeur EK 38 du N.O. CAPRICORNE.

. durée d'émission :

Valeur théorique		Valeur réelle	
3	ms	2,8	ms
1	ms	1	ms
0,6	ms	0,6	ms
0,3	ms	0,3	ms

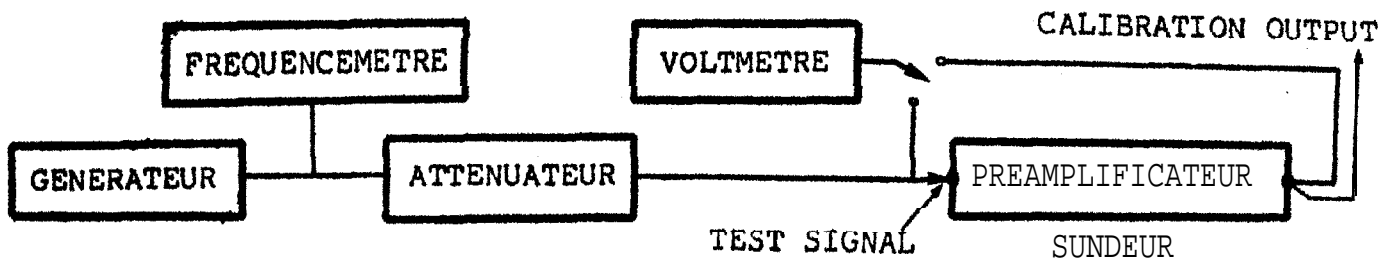
. amplitude : 1/10 = 10,4 volts crête à crête (c/c)
1/1 = 34 volts c/c

B. CONTROLE DU GAIN DU PREAMPLIFICATEUR.

1). Principe .

On injecte un signal de **même** fréquence que celle du sondeur et **d'amplitude connue à l'entrée** du préamplificateur, et on **mesure l'amplitude** du signal à la sortie du préamplificateur.

Schéma du principe



Le gain se calcule alors par la formule :

$$\text{gain (en tension)} = 20 \log \frac{U_2}{U_1} \text{ (en dB)}$$

où U_2 = amplitude tension de sortie
 U_1 = amplitude tension entrée

2). Elaboration du signal .

- Mise en route :

- . sondeur sous tension sans émission (stand by) ,
- . sondeur sur test (8) .

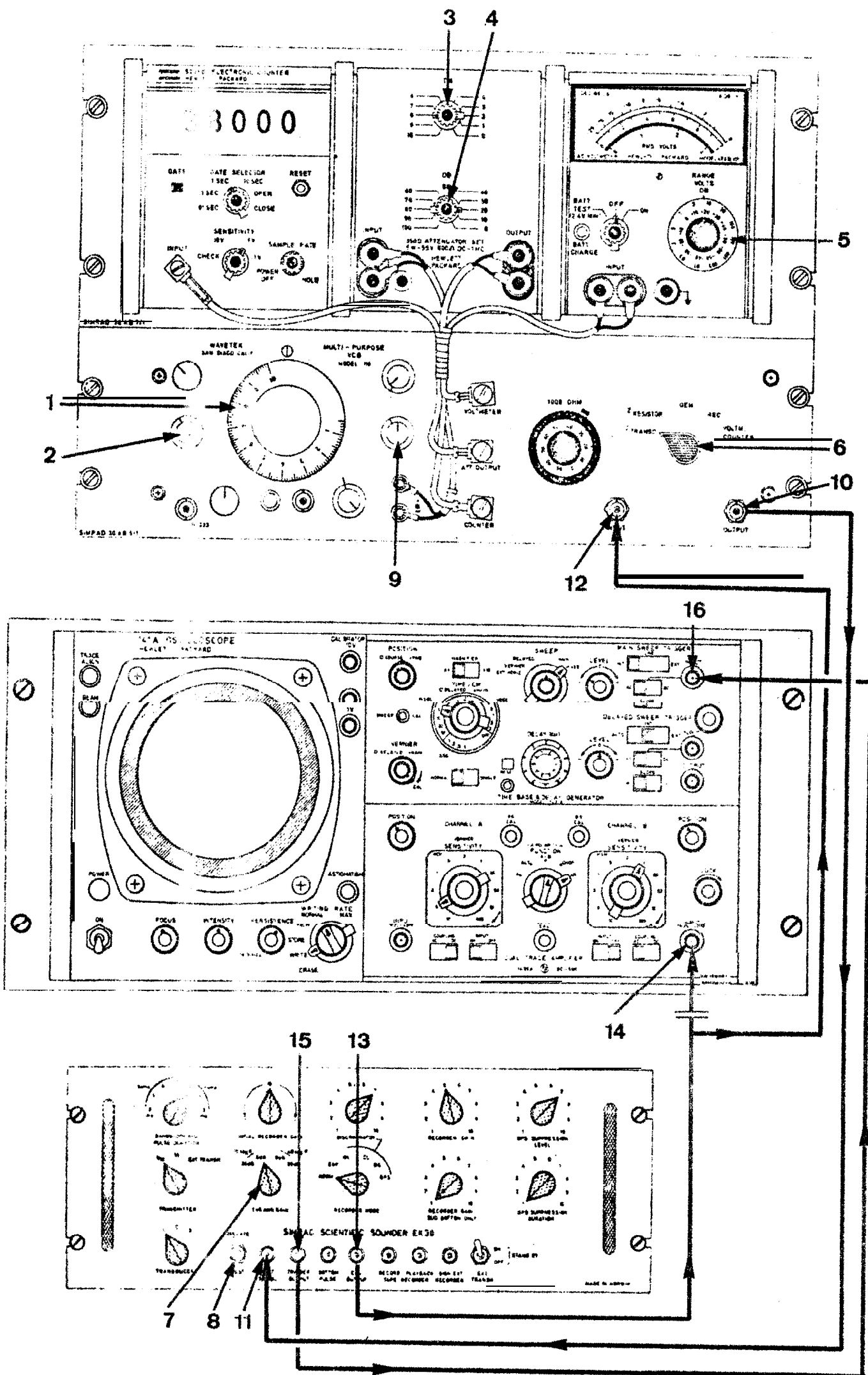
- Choix de la fréquence :

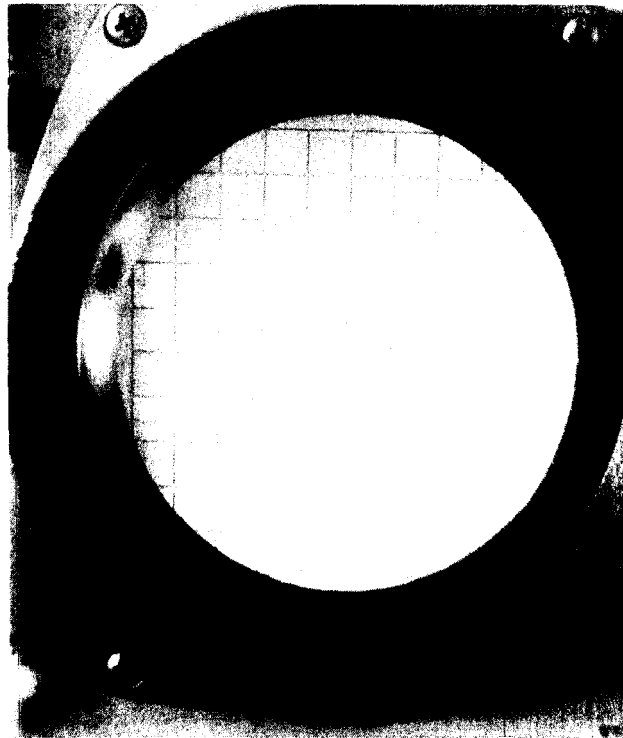
- . la fréquence **utilisée** doit **être** celle du sondeur (38 kHz pour 1'EK 38, 120 kHz pour 1'EK 120),
- . afficher au compteur la **fréquence** choisie à l'aide des boutons 1 et 2.

- Amplitude du signal :

celui-ci passe **par l'atténuateur** qui permet d'obtenir la valeur voulue.

- . Mettre 6 sur **GEN (générateur)** ,
- . lire la **tension** sur le **voltmètre** en choisissant une **échelle appropriée** par l'intermédiaire de 5.





CONTROLE DE L'AMPLITUDE ET DE LA DUREE DU SIGNAL.



a

b

CONTROLE DU GAIN DU PREAMPLIFICATEUR.

a : signal d'entrée

b : signal de sortie (calibration output).

Nota: les échelles d'amplification des canaux sont différentes.

. Si besoin est, réduire l'amplitude du signal au niveau de l'atténuateur (3 et 4), l'ajuster avec précision par l'intermédiaire du bouton 9*.

***Note pratique :** 1) utiliser un signal compris entre 20 et 100 mv (pour éviter les saturations) ,

2) effectuer le branchement entre 10 et 11 avant de lire la valeur de V_1 : l'injection dans le circuit amortit l'amplitude du signal.

3). Amplitude de la tension de sortie ,

Le signa.1 repris à la sortie du **préamplificateur**(calibration output n° 13) est mesuré par le voltmètre.

- . relier 13 et 12 ,
- . mettre 6 sur rec (réception),
- . effectuer la mesure*,

***Note pratique :** le signal reçu étant d'amplitude très supérieure au signal d'entrée, il faut avant de mesurer celle-ci mettre **le** permutateur de gammes n° 5 sur une échelle de lecture suffisamment grande. Ces mesures peuvent également **être** effectuées sur l'**oscilloscope**. Dans ce cas, il convient de relier 13 à 14 et 15 à 16.

4). Application ,

Mesures effectuées sur le sondeur EK 38 du N.O. CAPRICORNE en mai 1977.

- signal d'entrée choisi :

$$U_1 = 20 \text{ mv (lecture sur l'échelle 30 mv)}$$

- signal de sortie :

$$U_2 = 1380 \text{ mv (échelle : 3 volts)}$$

$$\text{gain} = 20 \log \frac{1380}{20}$$

$$G = 36,8 \text{ dB}$$

.../...

C. CONTROLE DE LA FONCTION T.V.G. (Time Varied Gain).

1). Principe.

La fonction **T.V.G. (Gain compensé** pour la distance) est un équipement du sondeur faisant varier automatiquement le gain en fonction de la distance, afin de compenser les pertes dues à la propagation du son.

L'atténuation est inversement proportionnelle à la profondeur, et nulle à la profondeur r_0 , limite **inférieure** d'action de la **TVG**.

Le **contrôle** s'effectue en mesurant pour différentes profondeurs **l'atténuation d'un** signal injecté dans le sondeur.

Ces **mesures** sont à effectuer pour les positions $20 \log R$ et $40 \log R$.

2). Méthode de mesure.

- Mise **en** route.

. Mise sous tension de **l'oscilloscope**, du générateur et du sondeur.

. Sondeur en position marche sur 125 m (**EK 120**) ou 500 m (**EK 38**).

.. Position $20 \log R$ OdB,

.. **relier** 7 à 8, 9 à 10, 11 à 12,

.. 4 sur ext **transm (émission coupée)**,

.. 5 sur test .

. **Générateur** de fréquence.

.. 3 sur GEN (**générateur**) ,

.. au **début** des mesures, 1 et 2 sur 0.

. Oscilloscope .

.. 6 sur AC (signal alternatif).

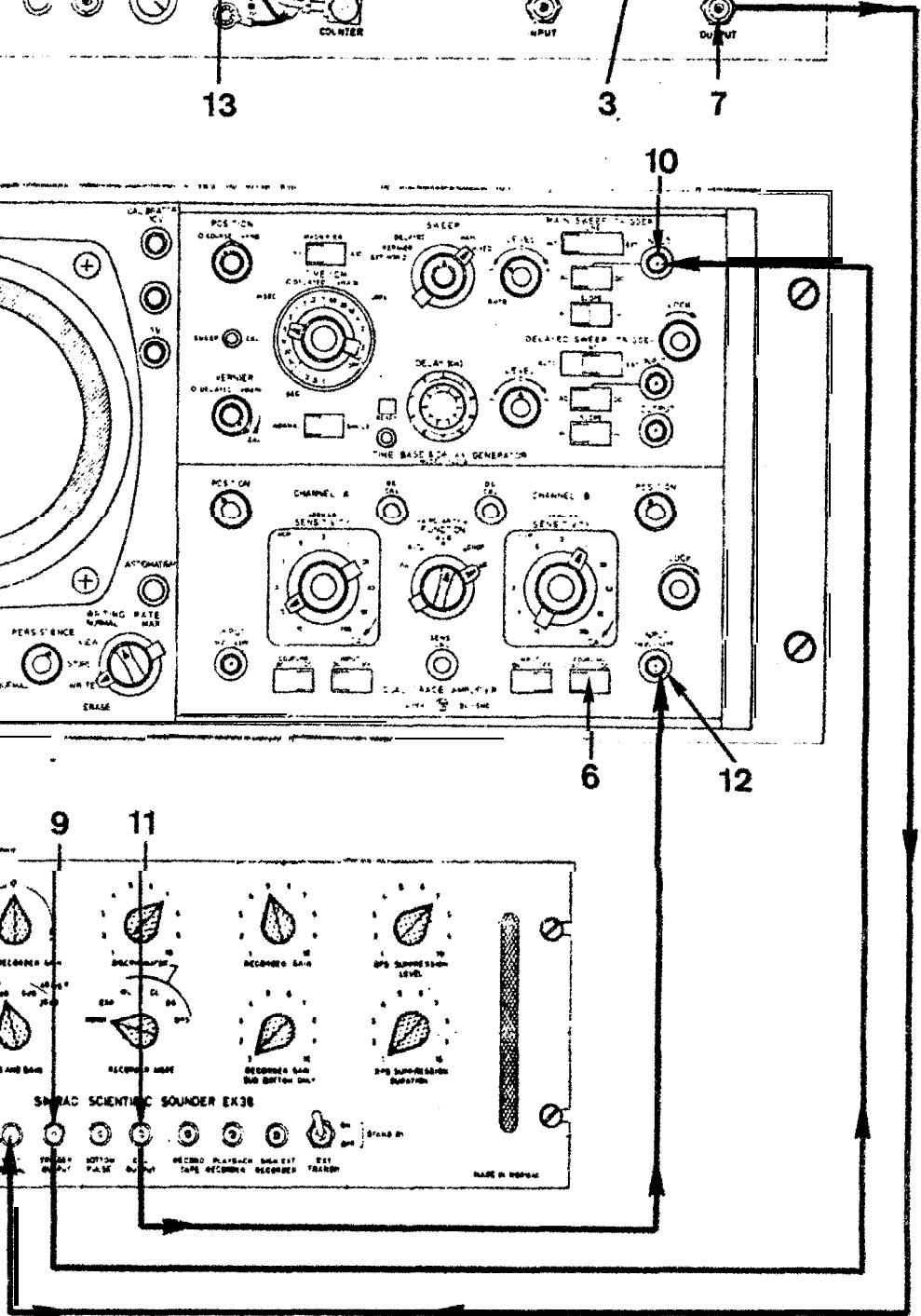
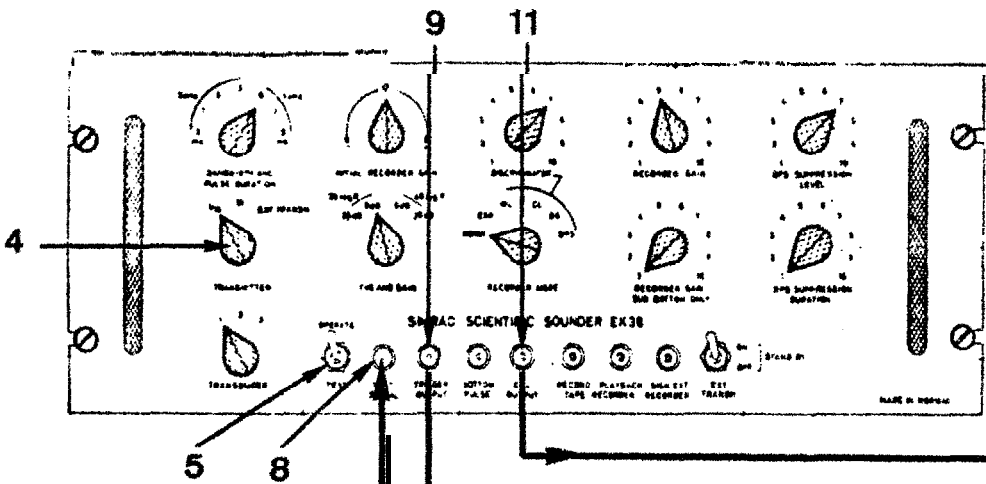
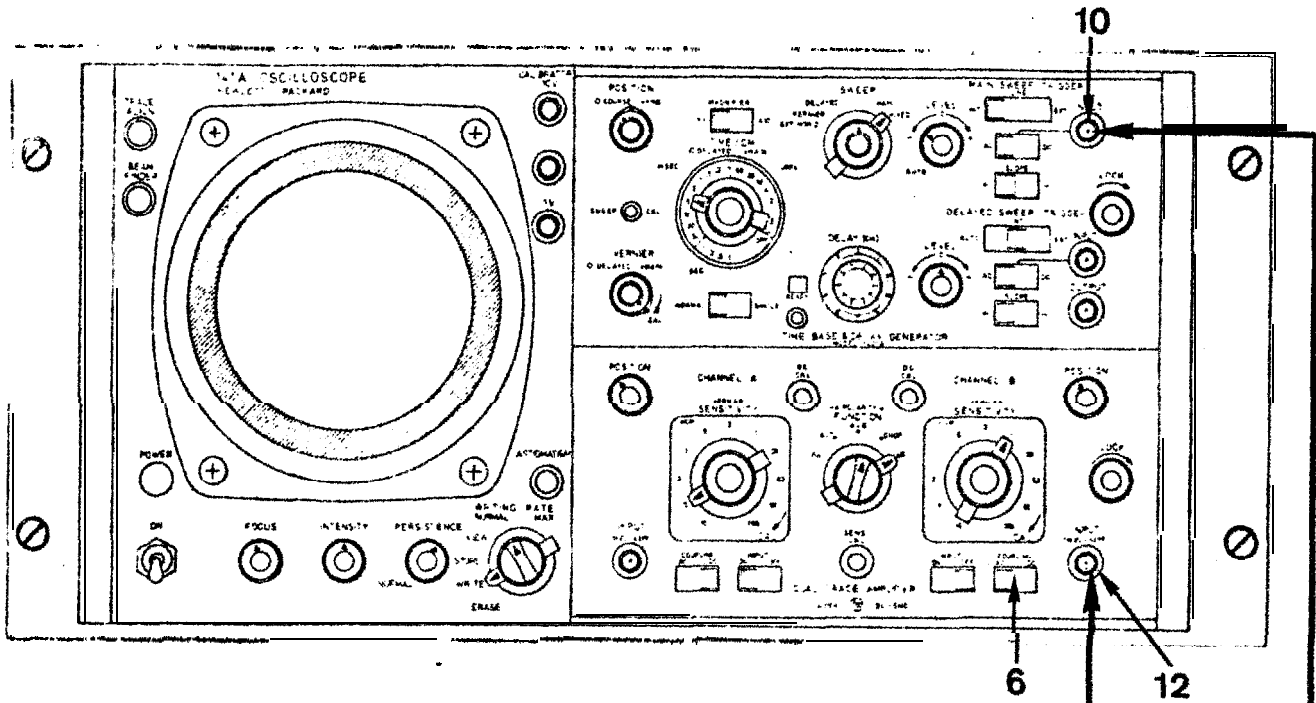
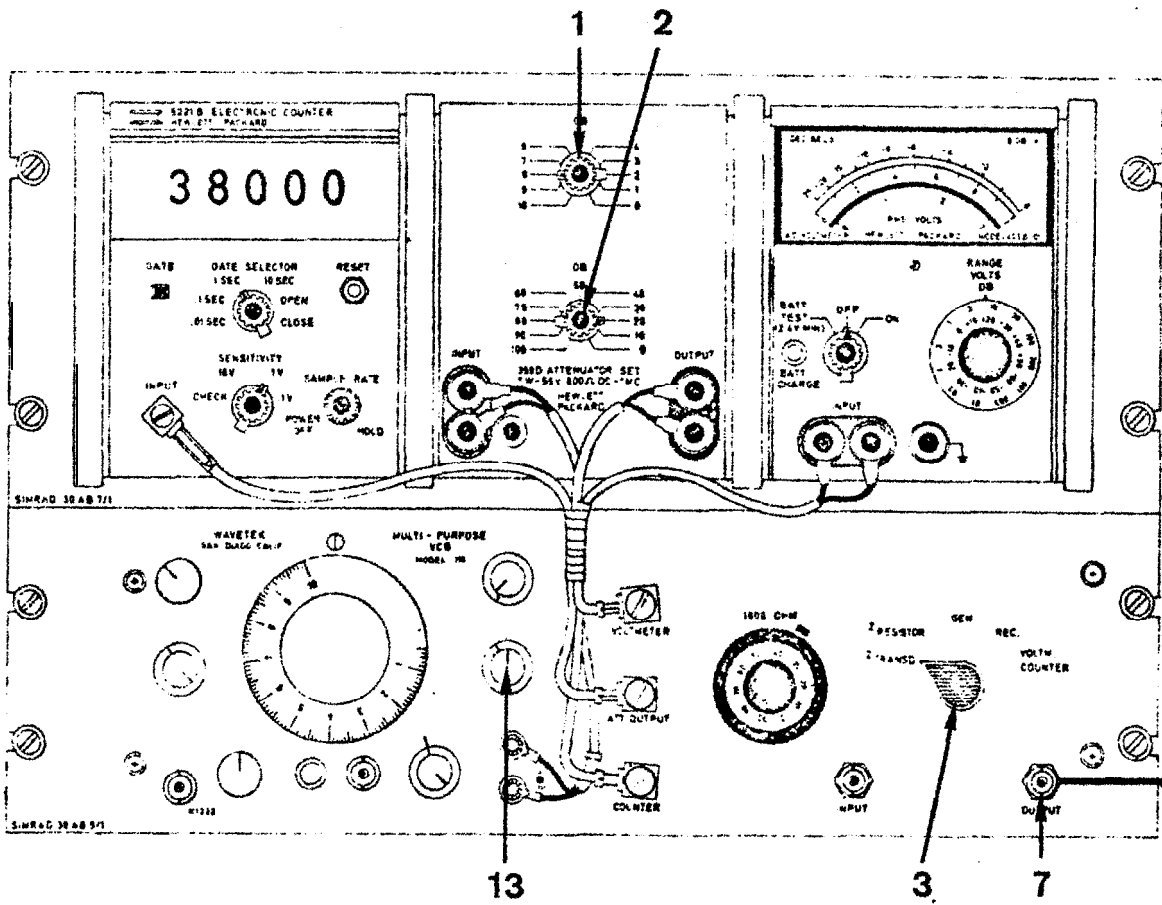
- Injection du signal.

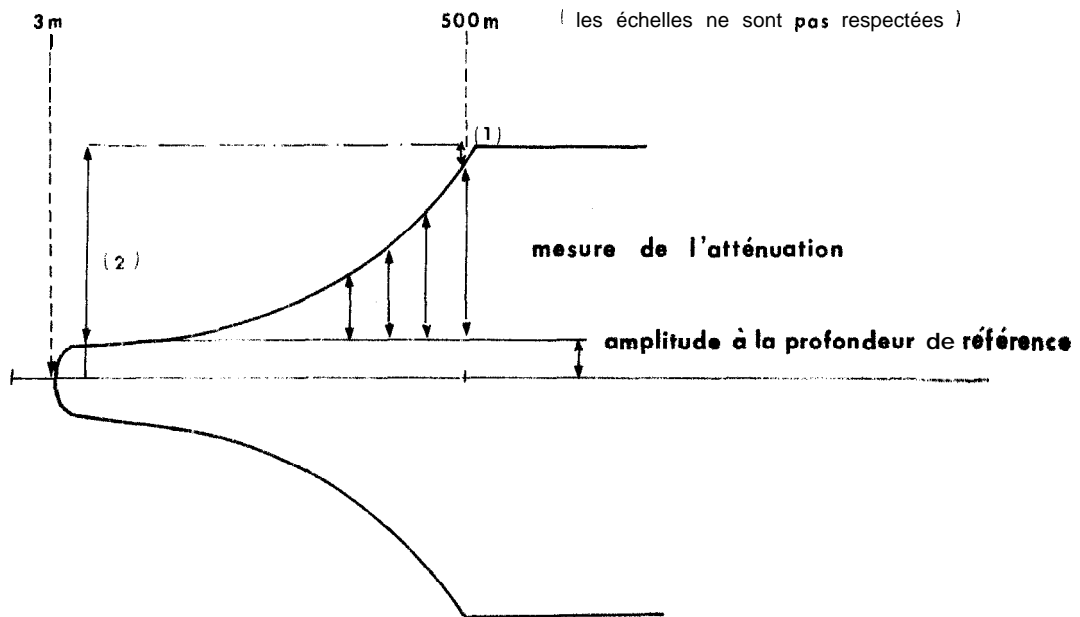
L'atténuation se mesure en calculant la différence **entre** l'amplitude du signal à la profondeur **considérée** et l'amplitude du signal à une profondeur de référence.

Pour des raisons d'ordre pratique on choisit comme profondeur de référence la profondeur de début **d'action** de la TVG (profondeur **d'atténuation** maximum), soit 3 à 5 m.

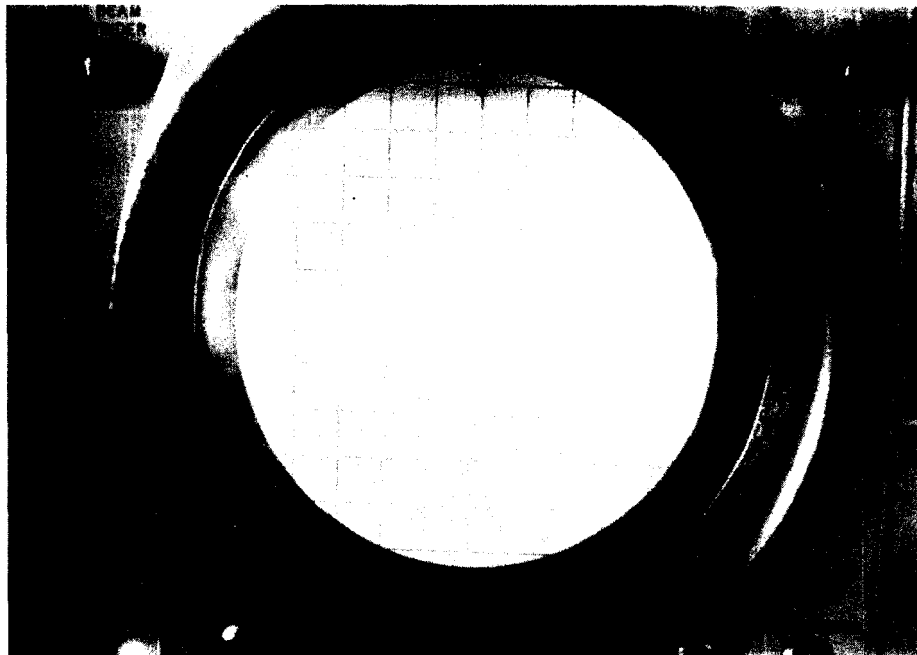
a) 1 et 2 étant en position 0, ajuster 13 pour obtenir sur **l'oscilloscope** un signal dont l'amplitude servira de **référence**.

.../...





- (1) Atténuation nulle
- (2) Atténuation maximum



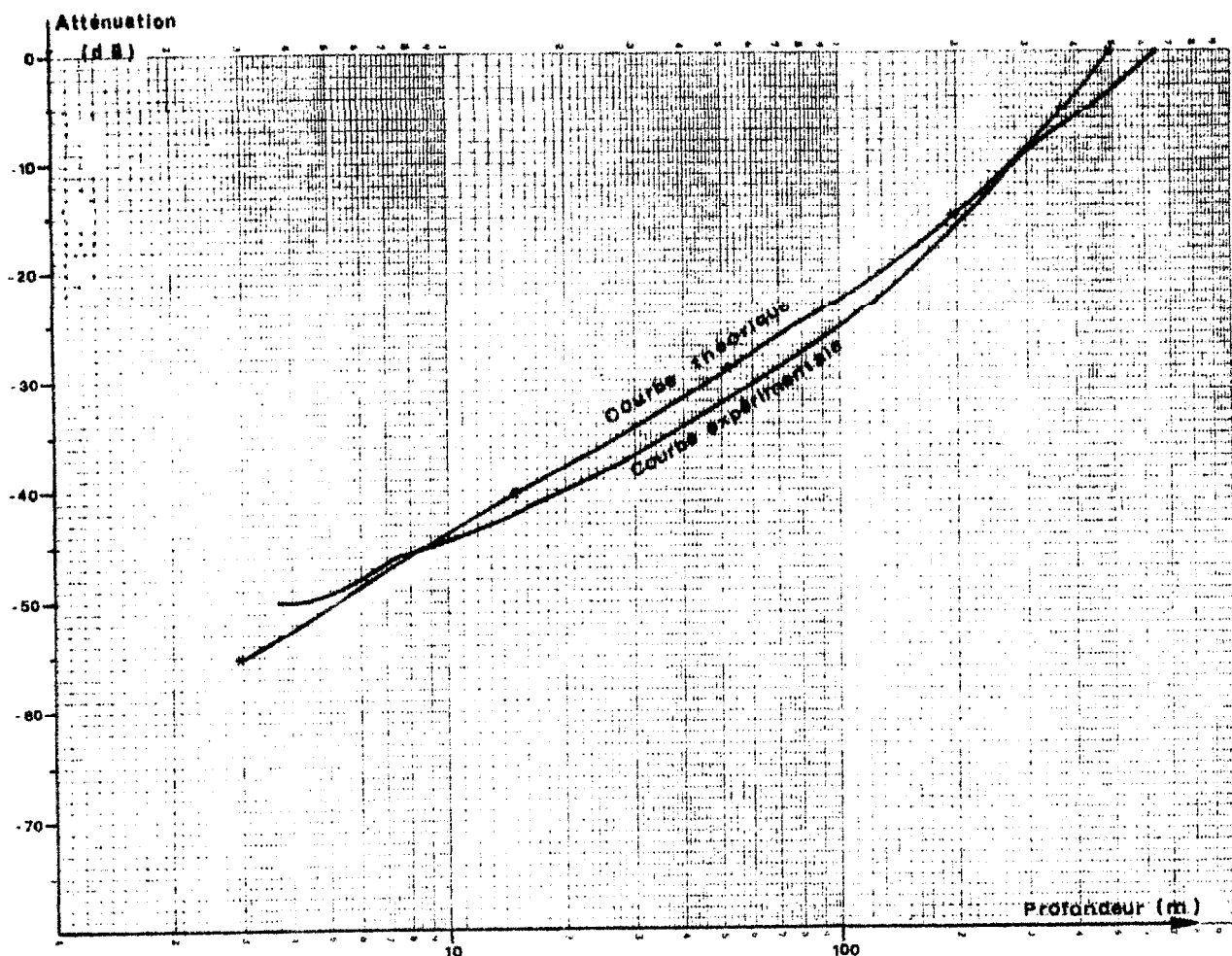
MESURE DE LA TVG : schéma et observation sur l'oscilloscope.

- b) Ceci étant fait, agir sur l'atténuation pour obtenir, à une nouvelle profondeur, la même amplitude du signal. Noter l'atténuation (boutons 1 et 2) à cette profondeur⁴
- c) Répéter cette opération pour différentes profondeurs, puis tracer la courbe de la T.V.G.
- d) Refaire les mesures en position $40 \log R$ OdB.

3). Application

Mesures effectuées sur Le sondeur EK 38 du N.O. CAPRICORNE en mai 1977.

Ces valeurs sont reportées sur papier semi-logarithmique et permettent, par comparaison avec la courbe théorique, d'apporter dans le calcul de la biomasse d'éventuelles corrections.

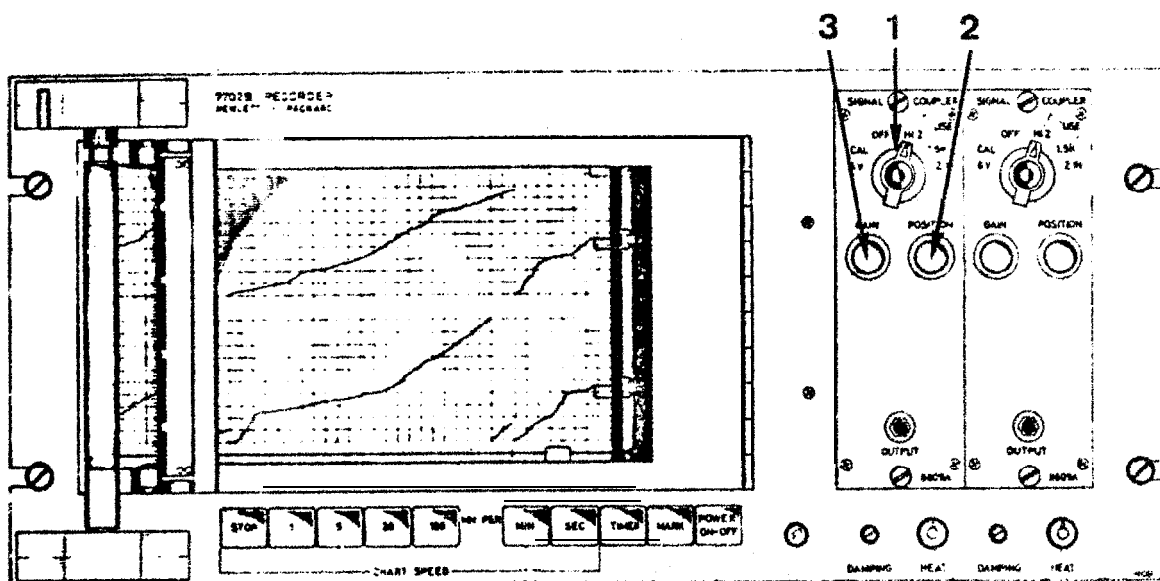


- EK 38 - Courbe d'atténuation de la T. V. G, $20 \log R$

CONTROLE ELECTRONIQUE DU FONCTIONNEMENT DE L'ECHO-INTEGRATEUR ET DE

SON ENREGISTREUR

A). CONTROLE DE L'ENREGISTREUR



1). Principe.

Contrôler et régler la sensibilité des deux canaux, afin qu'à une déviation de 50 mm corresponde une variation de tension de 10 volts.

Pour cela, s'assurer que :

- pour une entrée nulle le stylet est sur la position 0,
- pour une entrée de 10 v, il est sur la position 50 mm.

2). Mode opératoire.

. Mise sous tension de l'intégrateur, du sondeur et de l'enregistreur;

. sondeur et intégrateur sur TEST, sondeur en route (balayage).

- Calage du zéro .

.. Mettre 1 en position Off,

.. agir sur 2 de façon à ramener le stylet sur la ligne de base du papier.

.../...

- Contrôle du gain.

Cette opération est décrite en détail par SIMRAD (supplément notice P 574 E, 1972) dont nous donnons ci-dessous la traduction : "Un système de retour automatique au zéro existe pour une sortie de la fiche d'intégration par mille de 10V, c'est-à-dire quand les stylets arrivent exactement à la ligne supérieure de leur échelle respective.

Pour l'ajustage, procéder ainsi : quand le stylet approche de la ligne supérieure, réduire la vitesse ascensionnelle avec les boutons "SPEED" et '*GAIN" sur l'unité électronique de l'écho-intégrateur, et ensuite maintenir le stylet sur la ligne supérieure avec le bouton de gain du préamplificateur, jusqu'au retour au zéro. Répéter l'opération ".

B. CONTRÔLE DE L'ECHO-INTEGRATEUR

1). Principe. Injecter une tension connue dans l'intégrateur, et **vérifier** au niveau de l'enregistreur que la déviation obtenue correspond bien à l'intégration de cette tension (celle-ci est fournie par un dispositif interne de l'écho-intégrateur).

2). Mode opératoire.

. Sondeur :

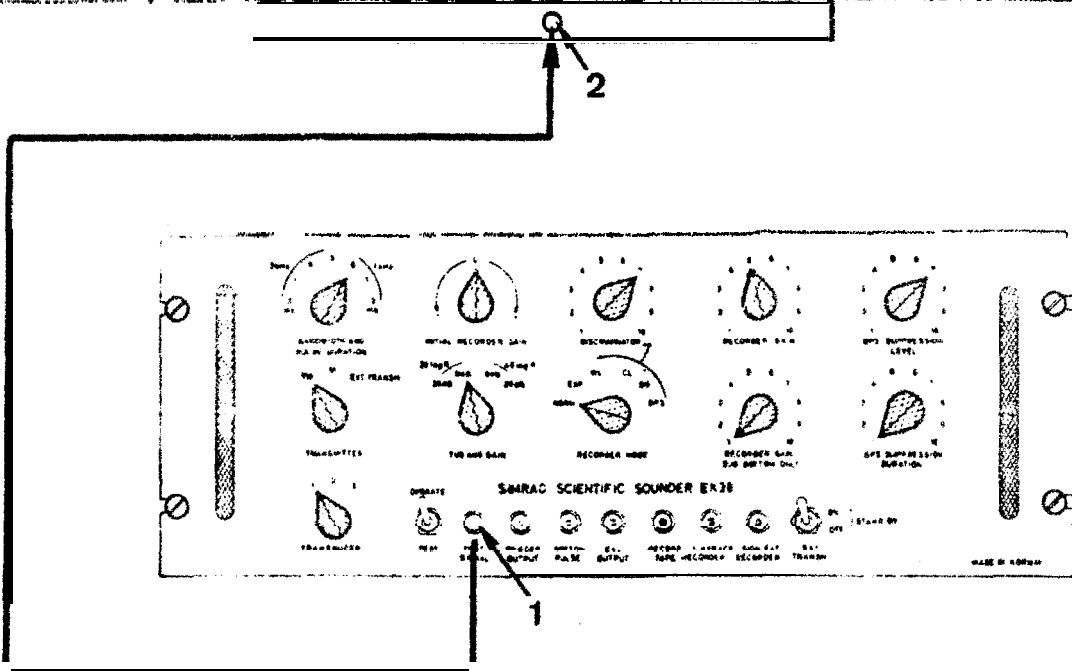
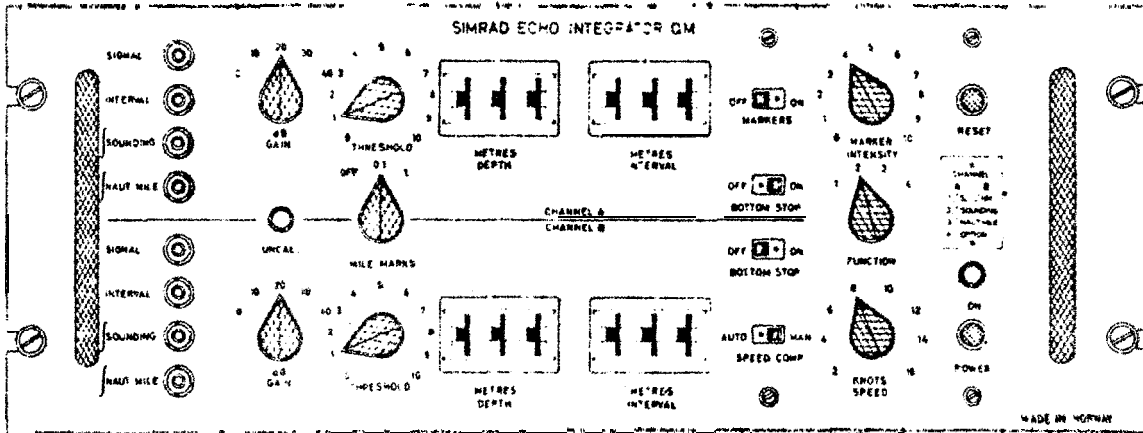
- sélecteur "operate-test" sur test ,
- sélecteur de **puissance** de sortie sur "Ext" (pas d'émission),
- sélecteur de gamme sur l'échelle 250 m ainsi que le bouton de compensation de l'écho-intégrateur,

. Intégrateur (pour les 2 canaux) :

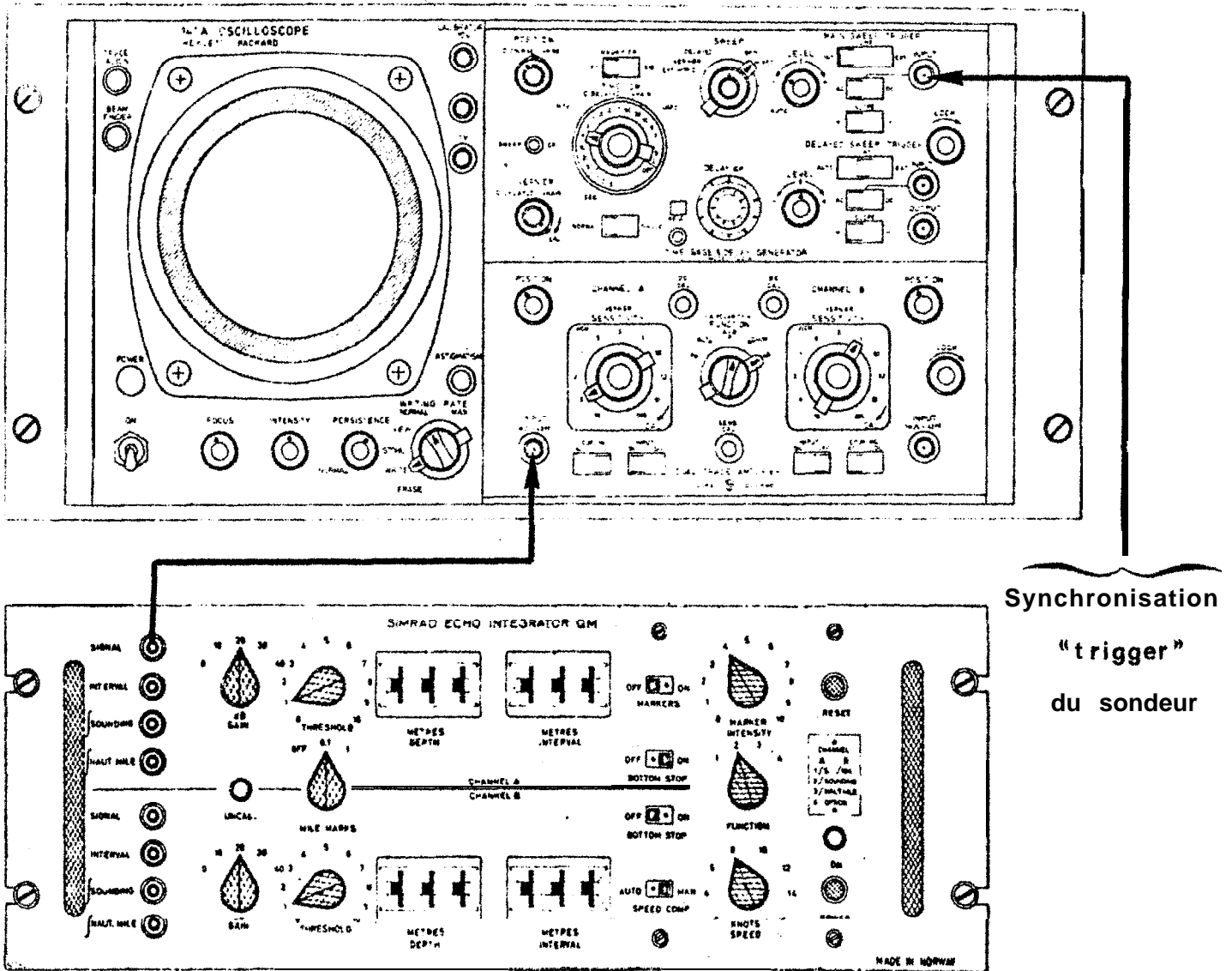
GAIN.....	0 dB
TRESHOLD	0
OPERATE - TEST	* * *
DEPTH	50 m
INTERVAL	30 m
NORMAL/x10.....	NORM
MODE	3
SPEED COMP	MAN
SPEED	10 KNOTS-(10 noeuds).

. Liaisons :

relier la sortie "trigger" (1) du sondeur à l'entrée "trigger" (2) de l'intégrateur ,



*Vote pratique : avant de contrôler le bon fonctionnement de l'écho-intégrateur, s'assurer que la tension de référence est exactement de 1 volt efficace. Cette vérification s'effectue à l'aide de l'oscilloscope (montage suivant).



3). Mesures.

- a) Amener les stylets de l'enregistreur à Zéro en pressant le bouton "RESET" et laisser l'équipement intégrer pendant exactement 6 minutes (correspondant à 1 mille nautique à 10 noeuds). Pendant cette période, l'enregistreur doit atteindre une déviation de 46 mm pour chaque canal. (à un signal d'entrée de 1 volt exactement correspond une déviation de ± 5 mm dans le déplacement de 46 mm avec une précision de $\pm 0,5$ dB!).
- b) Laisser les deux canaux intégrer presque jusqu'au maximum de l'échelle, puis couper la source du signal en plaçant le sélecteur "OPERATE - TEST" sur "OPERATE" - Après 6 minutes la variation par rapport à la déviation initiale devrait être inférieure à 0,5 mm (1%).

CONTROLE DE L'ENSEMBLE SONDEUR-TRANSDUCTEUR

A. PRINCIPE

Le transducteur fonctionne à la fois comme émetteur et comme récepteur. Il est nécessaire dans la suite des calculs de **connaître** avec précision la puissance d'émission (SL) et la **sensibilité** de réception (VR) de l'équipement. Pour cela on mesure les caractéristiques du matériel utilisé.

Deux méthodes peuvent **être employées** :

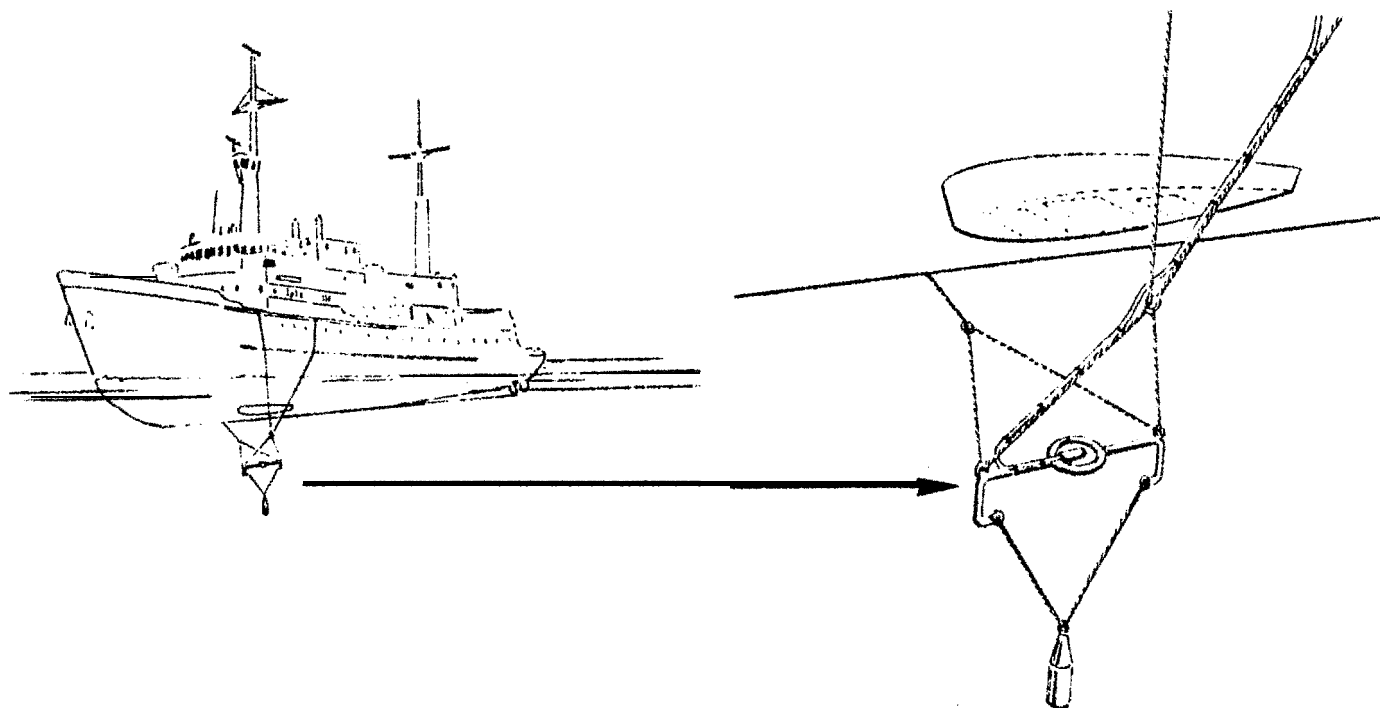
- **mesure séparée** de SL et VR (hydrophone),
- **mesure globale** de (SL + VR) (cible de référence).

Les deux valeurs ainsi obtenues, outre leur utilisation dans le calcul de l'**index** de réflexion TS (1), permettent de **contrôler** les performances du matériel.

$$(1) \text{ TS} = - (\text{SL} + \text{VR}) + u + 2 \alpha R + 40 \log R.$$

B. MESURES A L'AIDE DE L'HYDROPHONE. (voir FORBES-NAKKEN, 1972)

1). Mise **en** place et alignement de l'hydrophone ,



L'hydrophone doit être installé dans l'axe acoustique du transducteur (réponse maximum) à une distance supérieure à 1 m et en général inférieure à 5 m (environ 3 m).

La distance (R) entre le transducteur et l'hydrophone se mesure sur l'oscilloscope par la relation :

$$i? = c.t \quad c = \text{vitesse du son dans l'eau } (\approx 1500 \text{ m/s})$$

$$t = \text{temps mis par l'impulsion pour parcourir R.}$$

Dans le cas des mesures à l'hydrophone, $R = c.t.$

Dans le cas d'une cible (ex : sphère), $R = \frac{c.t}{2}$

Les **mesures** doivent être effectuées successivement avec **différentes** valeurs de Puissance; de durée d'émission et de bande **passante**.

2). Liaisons électriques (voir schéma suivant).

3). Mesure de SL (niveau d'émission).

Le son émis par le sondeur (par l'intermédiaire du transducteur) est reçu par un hydrophone, et mesuré sur l'oscilloscope.

On obtient V_{hyd} (pp) (pp = pic. ? pic ou crête à crête)

$$V_{\text{hyd}} \text{ (dB)} = 20 \log \frac{V_{\text{pp}}}{2 \sqrt{2}}$$

V_{hyd} donne alors la pression sonore au niveau de l'hydrophone

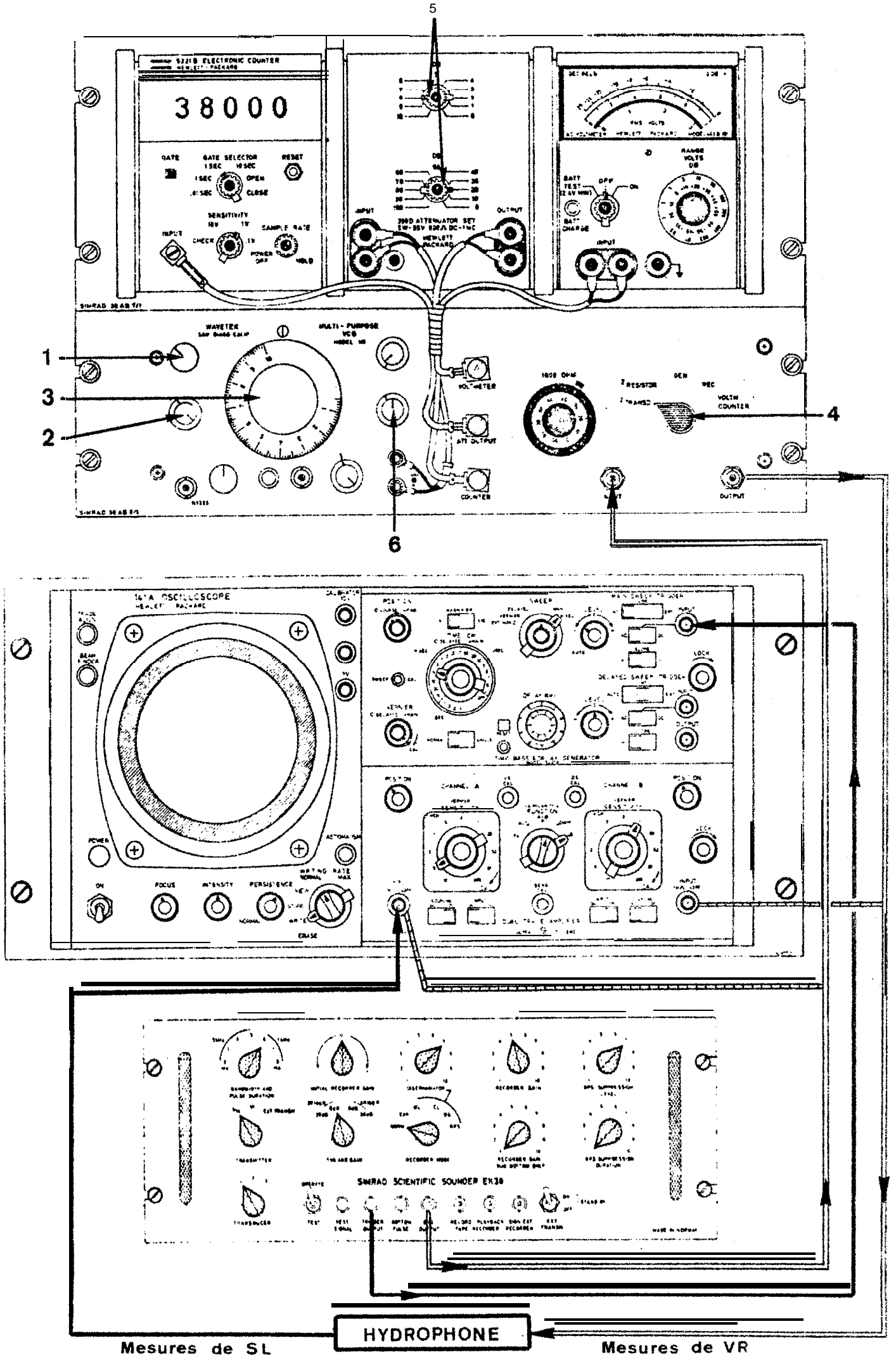
soit P_{hyd}

$$P_{\text{hyd}} = V_{\text{hyd}} - S_{\text{Rt}}$$

S_{Rt} est une valeur de correction caractéristique de l'hydrophone, fonction de R et de t (R = distance ; t = température) ,

P_{hyd} permet alors d'obtenir la pression sonore à 1 m du transducteur, soit SL.

$$SL = P_{\text{hyd}} + 20 \log R \quad (\text{SL en dB//1 } \mu\text{bar à 1 m}).$$



Application (exemple tiré de Forbes et Nakken, 1972)

$$V_{\text{hyd}} = 6 \text{ volts pp.} \quad (\text{tension de crête})$$

$$V_{\text{hyd}} = \frac{6}{\sqrt{2}} = 2,12 \text{ volts rms} \quad (\text{tension efficace})$$

$$V_{\text{hyd}} = 20 \log 2,12 = 6,5 \text{ dB.}$$

$$S_{\text{Rt}} \text{ (donné par le constructeur)} = -103,5 \text{ dB}$$

$$P_{\text{hyd}} = 6,5 - (-103,5) = 110 \text{ dB}$$

$$SL = 110 + 20 \log R$$

$$R = c \cdot t = \underbrace{1500}_{\text{m/s}} \times \underbrace{3 \cdot 10^{-3}}_{\text{sec.}} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{d'où } SL = 123 \text{ dB}$$

4). Mesure de V R (tension de réponse)

* Principe .

On envoie un signal à l'hydrophone afin d'obtenir 1 volt efficace à la sortie "calibration" du sondeur (V_r);

$$VR = V_r - G - (S_{\text{tt}} + V_{\text{hyd}} - 20 \log R).$$

où VR = tension de **réponse** ,

V_r = tension de sortie du récepteur ,

G = **contrôle** de gain étalonné (gain de l'amplificateur, soit 0 dB ou -20 dB),

S_{tt} = tension de réponse de l'hydrophone à l'émission (donnée par les courbes d'étalonnage de l'hydrophone),

V_{hyd} = tension aux bornes de l'hydrophone nécessaire à l'obtention de 1 volt à la sortie du récepteur,

R = distance de l'hydrophone au récepteur.

- Mode opératoire .

. Etablir la fréquence du signal injecté; elle doit **être** centrée sur la fréquence du **sondeur**.

Placer 1 sur X **1** (mise sous tension),

régler la fréquence avec 2 et 3 .

- Régler la tension afin d'obtenir 1 volt efficace à la réception.
4 sur réception,
régler au niveau des atténuateurs (5, puis 6 éventuellement).

. Autres réglages .

Gain du sondeur = $20 \log R$, 0 dB .

- Mesure de signal d'étalonnage .

Placer 4 sur Générateur,

lire la tension (V_{hyd}) sur le voltmètre.

Calculer VR par l'équation ci-dessus. On peut ensuite effectuer d'autres mesures en jouant sur Vr et G.

C). MESURES A L'AIDE D'UNE CIBLE DE REFERENCE.

La méthode consiste à placer sous le transducteur une cible de surface réfléchissante σ connue, donc de TS connue :

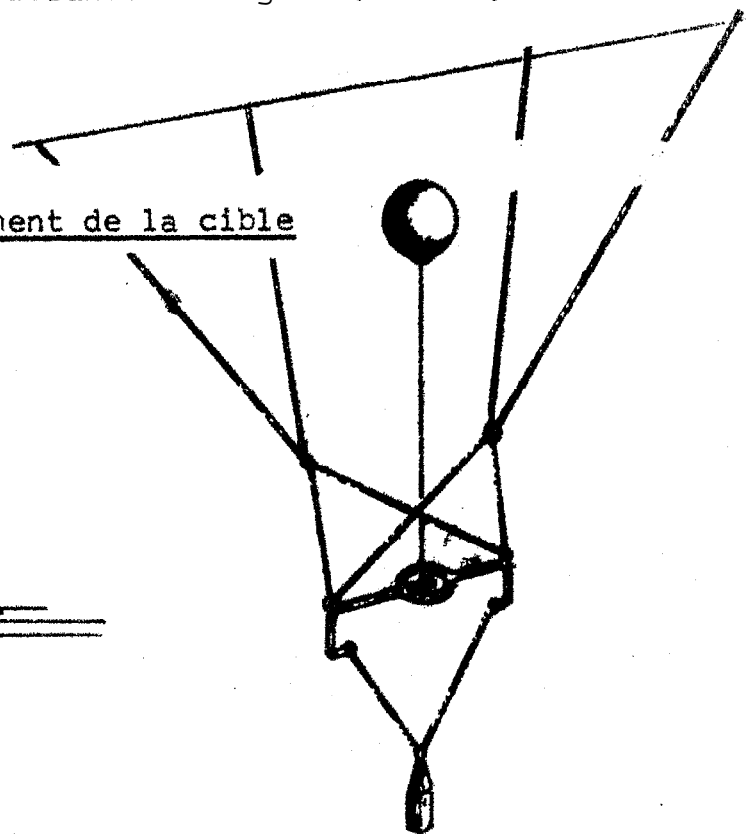
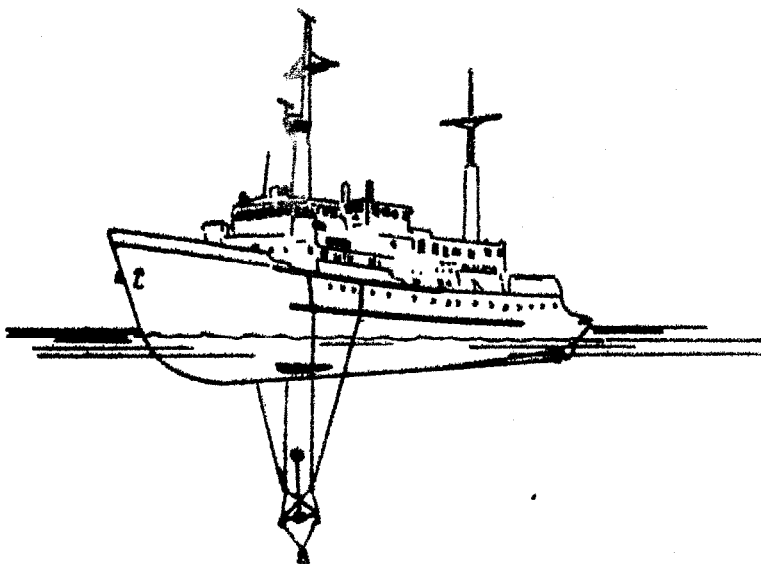
$$TS = 10 \log \frac{\sigma}{4\pi}$$

Connaissant TS, et obtenant U expérimentalement, on peut tirer (SL + VR) de l'équation (1) .

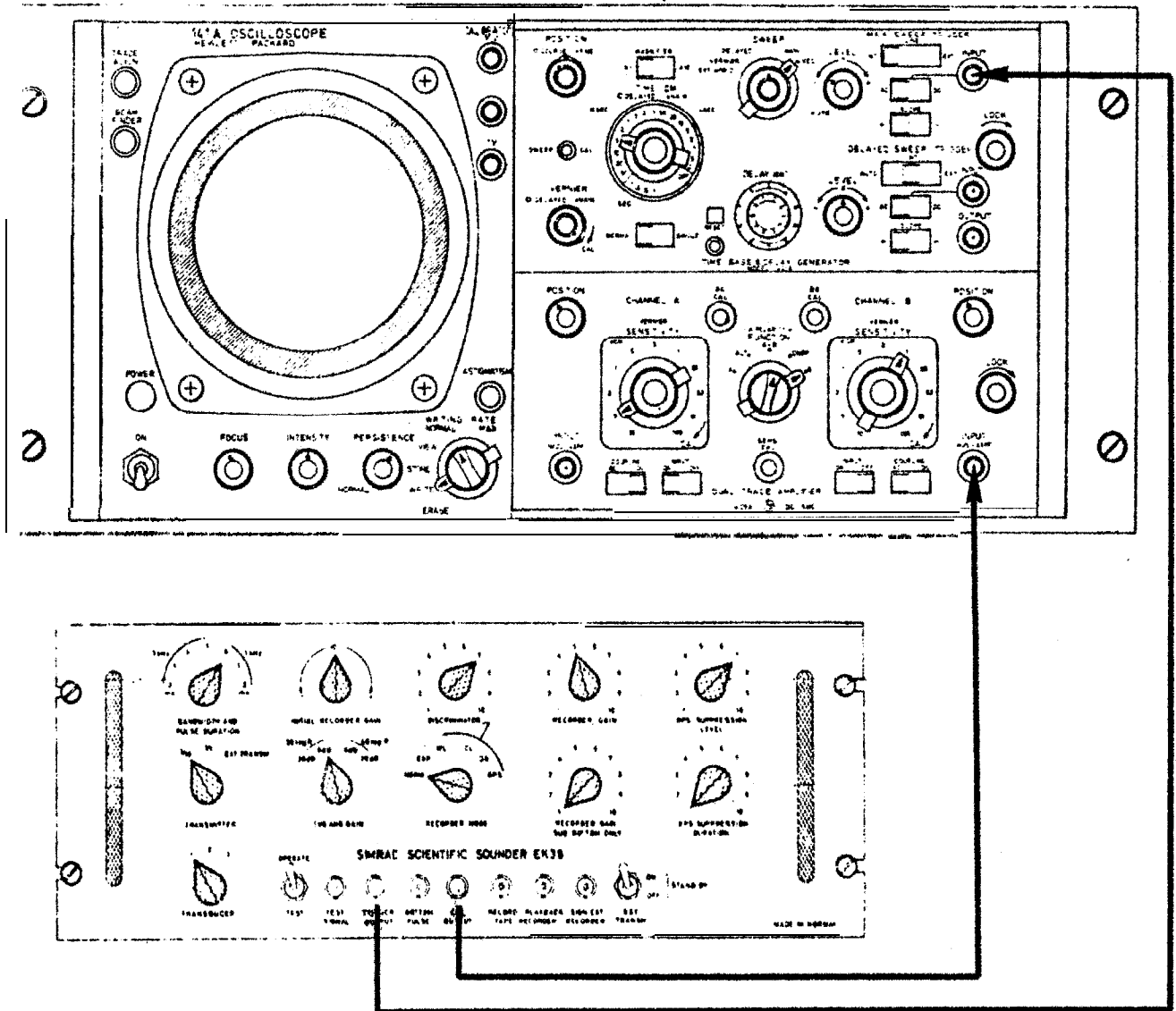
La cible la plus pratique à utiliser est une sphère, pour laquelle la section diffusante est égale à πR^2 .

$$TS = 10 \log \frac{R^2}{4}$$

1). Mise en place et alignement de la cible



2). Liaisons électriques



3). Réglages.

- Sondeur sous tension, mode "operate".
- "Recorder mode" sur une fonction T V G, WL par exemple : dans ce cas vérifier que le blocage WL ne se produit pas sur la boule.

Les mesures s'effectuent avec différents réglages : fonction T V G égale à $40 \log R$ (0dB et 20 dB) puis $20 \log R$ (0dB et 20 dB) et avec des valeurs différentes de puissance, de durée d'émission et de bande passante.

4). Mesure de U ,

La valeur de U est lue sur l'oscilloscope en tension crête à crête; elle doit être transformée en tension efficace par la formule :

$$U_e = \frac{U}{2\sqrt{2}}$$

puis en décibels avec $U_{dB} = 20 \log U_e$, U_e étant exprimée en volts.

Application .

Mesures effectuées à bord du N.O. CAPRICORNE avec le sondeur EK 38 en mai 1977 sur un flotteur sphérique en plastique (boule de chalut).

Diamètre de la boule = 0,129 m

$$\sigma = \pi R^2 = 0,013$$

$$TS = 10 \log \frac{\sigma}{4\pi} = -29,8 \text{ dB}$$

$$TS = -(SL + VR) + U + 2 \alpha R_0 + 40 \log R_0$$

dans le cas du réglage TVG = $40 \log R_0$, odB :

R_0 = profondeur maximum d'action TVG = 230 m (EK 38)

α = 10,8 dB/km (coefficient d'absorption du son dans l'eau pour une fréquence de 38 kHz.

$$2 \alpha R_0 = 4,97 \text{ dB} \approx 5,0 \text{ dB}$$

$$40 \log R_0 = 94,47 \text{ dB} \approx 94,5 \text{ dB}$$

$$(SL + VR) = 29,8 + 5,0 + 94,5 + U$$

$$(SL + VR) = u + 129,3$$

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CRAIG (R.E.), 1973.- The quantitative use of echo sounders. Introductory notes.
F.A.O. Fisheries Circular n° 319, October 1973 : 15 pages.
- FORBES (S.T.), NAKKEN (O.), 1973. Manuel des méthodes de prospection et d'évaluation des ressources halieutiques. Deuxième partie. Emploi d'instruments acoustiques pour détecter le poisson et en estimer l'abondance.
Manuels F.A.O. de science halieutique, n°5 : 147 pages.
- JOHANNESSON (K.A.), LOSSE (G.F.), 1973.- Some results of observed abundance estimations obtained in several PNUD/FAO Resources Survey Projects.
Projects Symposium on Acoustic Methods in Fisheries Research, n°3, FAO WS/D 9 160 : 77 pages.
- SIMRAD, 1972.- Echo-integrator' QM. Operation and Maintenance.
Publication SIMRAD n°P574E, March 1972 : 41 pages.
- SIMRAD, 1974.- SIMRAD EK-R Scientific sounder. Operation and Maintenance
Publication SIMRAD, n°P645E 2nd edition, January 1974 :
34 pages.