

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**9875**

Première édition  
1991-05-01

---

---

**Construction navale — Appareils de sondage par  
écho**

*Shipbuilding — Marine echo-sounding equipment*



Numéro de référence  
ISO 9875 : 1991 (F)

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9875 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 8, *Construction navale et structures maritimes*, sous-comité SC 18, *Aides à la navigation*.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale.

# Construction navale — Appareils de sondage par écho

## Section 1 : Généralités

### 1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit les caractéristiques de fonctionnement et les conditions d'essai de type des appareils marins de sondage par écho dont l'usage est rendu obligatoire par la règle 12 du chapitre V de la *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS 1974), avec ses amendements.

Utilisée conjointement avec la CEI 945, elle établit les caractéristiques minimales de fonctionnement, les méthodes d'essai et les résultats exigibles des appareils marins de sondage par écho, qui mesurent la profondeur d'eau sous un navire par émission d'une impulsion d'énergie acoustique et chronométrage du retour de l'écho renvoyé par les fonds marins.

La section 2 comporte les spécifications des caractéristiques de fonctionnement et se fonde sur la résolution A.224(VII) de l'OMI.

La section 3 comporte les méthodes d'essai et les résultats exigibles.

### 1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

CEI 945 : 1988, *Appareils de navigation maritime — Spécifications générales — Méthodes d'essai et résultats exigibles*.

*Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer*, (SOLAS 1974), avec ses amendements, chapitre V, Règle 12 : Matériel de navigation de bord.

Résolution OMI A.224(VII), *Normes de fonctionnement des sondeurs à écho*.

Résolution OMI A.574(14), *Recommandation sur les exigences générales relatives aux aides de navigation électroniques*.

### 1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**1.3.1 niveau acoustique de la source,  $S$ :** Valeur efficace du niveau de pression acoustique maximale, exprimée en décibels rapportés à  $1 \mu\text{Pa}$ , en un point situé sur l'axe principal du capteur, mesurée dans le champ éloigné mais rapportée à une distance de 1 m.

**1.3.2 indice de directivité,  $D$ :** Rapport, exprimé en décibels, de la densité de puissance acoustique en un point éloigné sur l'axe principal du capteur, utilisé comme émetteur, à celle d'un capteur omnidirectionnel ayant la même puissance totale de rayonnement acoustique.

**1.3.3 largeur de bande à la réception,  $B$ :**  $10 \log_{10} (f_1 - f_2)$ , exprimé en décibels rapportés à 1 Hz, où  $f_1$  et  $f_2$  sont respectivement les fréquences supérieure et inférieure, en hertz, auxquelles la réponse de l'ensemble du système, mesurée à travers l'eau, est inférieure de 3 dB à la réponse maximale du système.

**1.3.4 rapport signal/bruit minimal détectable,  $E$ :** Rapport, exprimé en décibels, du niveau du signal au niveau du bruit de fond dans la largeur de bande du récepteur, nécessaire pour produire un signal minimal détectable sur le système de présentation.

## Section 2 : Spécifications

Toutes les prescriptions extraites des recommandations de la résolution OMI A.224(VII) sont imprimées en italique (sauf les valeurs numériques et leurs unités).

### 2.1 Exigences générales

**2.1.1** *Le matériel de sondage à écho doit donner des indications dignes de foi sur la profondeur de l'eau au-dessous du navire pour faciliter la navigation.*

**2.1.2** Toute facilité supplémentaire apportée par l'appareil en plus des exigences minimales de 2.1.1 doit être vérifiée de façon que sa mise en œuvre et, autant que faire se peut, son dysfonctionnement ne dégradent pas le bon fonctionnement de l'appareillage.

### 2.2 Gamme de profondeurs

*Dans les conditions normales de propagation, le matériel doit pouvoir mesurer l'espace libre situé sous le capteur entre 2 m et 400 m.*

### 2.3 Échelles de distance

**2.3.1** *L'appareil doit avoir au moins deux échelles de distance dont l'une, l'échelle des grands fonds, doit couvrir toute la gamme des profondeurs et l'autre, l'échelle des petits fonds, un dixième de cette gamme.*

**2.3.1.1** D'autres échelles de distance peuvent être prévues en plus des échelles prescrites en 2.3.1.

**2.3.1.2** Dans tous les cas, les indications de distance doivent être positives.

**2.3.1.3** Dans le cas d'échelles déphasées ne partant pas de zéro, une marque doit indiquer laquelle des échelles est utilisée.

**2.3.2** *L'échelle de présentation ne doit pas être inférieure à 2,5 mm par mètre de profondeur pour l'échelle des petits fonds et à 0,25 mm par mètre de profondeur pour l'échelle des grands fonds.*

### 2.4 Méthode de présentation

**2.4.1** *La présentation principale doit comporter un graphique, qui indique la profondeur instantanée, et un enregistrement visible des sondages. D'autres formes de présentation peuvent être ajoutées à condition qu'elles ne gênent pas le fonctionnement normal du système principal de présentation.*

**2.4.2** *Sur l'échelle des grands fonds, l'enregistrement doit montrer la trace d'au moins 15 min de sondages.*

**2.4.3** En cas d'enregistrement sur papier des profondeurs indiquées sur l'écran graphique, *des repères sur le papier enregistreur, ou tout autre moyen, doivent indiquer d'une manière claire le moment où il ne reste plus qu'environ 10 % de la longueur du rouleau.*

### 2.5 Sécurité

Lorsque l'appareil utilisé comporte un système d'enregistrement électrosensible à haute tension ou un mécanisme d'écriture mobile ou les deux, laissant accès à l'enregistrement pendant le fonctionnement de l'appareil de sondage, une protection doit permettre d'assurer la sécurité de l'opérateur.

### 2.6 Cadence de répétition des impulsions

*La cadence de répétition des impulsions ne doit pas être inférieure à 12 impulsions par minute.*

### 2.7 Exactitude des mesurages

**2.7.1** *Sur la base d'une propagation du son dans l'eau de 1 500 m/s, l'erreur admissible par rapport à la profondeur indiquée doit être soit*

*± 1 m sur l'échelle des faibles profondeurs et*

*± 5 m sur l'échelle des grandes profondeurs,*

ou

*± 5 % de la profondeur indiquée,*

*selon la valeur la plus grande.*

NOTE — Ces tolérances ne tiennent pas compte du roulis ni du tangage du navire.

**2.7.2** La commande de réglage du zéro éventuellement fournie doit servir à l'étalonnage et à l'installation; elle ne doit pas servir de commande de fonctionnement.

**2.7.3** Si le mesurage de profondeur se fait par rapport à la surface de l'eau, en plus du mesurage de profondeur d'eau sous le navire, on doit prévoir une indication positive du mode de fonctionnement utilisé.

### 2.8 Roulis et tangage

*L'appareil doit fonctionner de façon à satisfaire aux prescriptions de la présente Norme internationale avec un angle de roulis de ± 10° et/ou un angle de tangage de ± 5° du navire.*

## Section 3 : Méthodes d'essai et résultats exigibles

### 3.1 Conditions générales d'essai sous l'eau

Le capteur de l'appareil, enfermé dans son boîtier et muni de sa fenêtre acoustique éventuelle, doit être fixé sous l'eau à un crampon gradué en degrés et étalonné. La graduation permet de faire tourner le capteur de l'angle désiré autour du grand axe de la face principale de son élément sensible (c'est-à-dire l'axe longitudinal, parallèle à l'axe longitudinal du navire) et autour du petit axe (axe transversal du navire) quand l'élément est rectangulaire ou elliptique, ou autour de n'importe quel axe lorsque l'élément est circulaire.

Un hydrophone étalonné, qui peut être remplacé par un projecteur étalonné (ou, éventuellement, par un seul instrument jouant l'un et l'autre rôle, selon le cas), doit également être monté sous l'eau à une distance convenable connue,  $d$ , du capteur et orienté dans sa direction. À l'origine, le capteur doit être orienté vers l'hydrophone étalonné.

NOTE — La CEI 500 : 1974, *Hydrophone étalon CEI*, la CEI 565 : 1977, *Étalonnage des hydrophones*, et la CEI 565 A : 1980, premier complément à la CEI 565 : 1977, donnent les détails relatifs à un tel appareil.

Pour réduire au maximum les effets de champ proche, la distance  $d$ , exprimée en mètres, ne doit pas être inférieure à

$$1,25 a^2 f/c$$

où

$a$  est la plus grande dimension active de l'élément sensible du capteur, en mètres, selon le mode d'utilisation, c'est-à-dire émission ou réception (c'est généralement la même valeur dans les deux cas);

$f$  est la plus haute fréquence de fonctionnement de l'appareil de sondage par écho, en hertz;

$c$  est la vitesse du son dans l'eau, égale à 1 500 m/s (voir 2.7.1).

Toutes les précautions doivent être prises pour diminuer les effets de la réverbération dans l'eau. Parmi ces précautions, on peut citer l'utilisation des techniques de mesure à impulsion sélectrice. Ces techniques sont essentielles pour certains récepteurs d'appareils de sondage par écho fonctionnant en mode non linéaire.

### 3.2 Gamme de profondeurs

#### 3.2.1 Indication minimale de profondeur

##### 3.2.1.1 Méthode d'essai

Le capteur, enfermé dans son boîtier et muni de sa fenêtre acoustique éventuelle, doit être raccordé normalement et plongé dans l'eau, axe de réponse maximale orienté perpendiculairement à la surface limite faisant écho, c'est-à-dire, le fond ou le côté du récipient rempli d'eau. Il doit être monté de telle manière qu'on puisse régler et mesurer la distance matérielle entre le capteur et la surface limite de zéro à au moins 2 m.

L'essai doit être réalisé de telle manière que nul autre objet ni discontinuité ne puisse affecter les résultats de manière significative.

Le matériel doit être réglé sur l'échelle des faibles profondeurs, avec la longueur maximale d'impulsion disponible sur cette échelle. La distance matérielle entre le capteur et la surface limite doit être réglée jusqu'à ce que l'écho de la surface apparaisse sur l'écran de façon distincte. Cette distance doit être mesurée et enregistrée comme étant l'indication de profondeur minimale.

#### 3.2.1.2 Résultat exigible

L'indication de profondeur minimale ne doit pas être supérieure à 2 m.

#### 3.2.2 Profondeur mesurable maximale requise

##### 3.2.2.1 Indice de performance

Le matériel doit être soumis, dans les conditions de laboratoire, à un essai d'évaluation de son indice de performance pour une profondeur d'eau de 400 m.

Cet indice,  $L'$ , exprimé en décibels, est défini par la formule

$$L' = S - 2r + D - B - E \quad \dots (1)$$

et doit être supérieur à  $L_0$  donné par l'équation suivante:

$$L_0 = L + 2\alpha R + K + N_s + x + y + z \quad \dots (2)$$

où

$S$  est le niveau acoustique de la source, en décibels rapportés à 1  $\mu$ Pa à 1 m;

$r$  est le chiffre de perte dans une direction, due au roulis et au tangage, en décibels;

$D$  est l'indice de directivité à la réception, en décibels;

$B$  est la largeur de bande à la réception, en décibels rapportés à 1 Hz;

$E$  est le rapport signal/bruit minimal détectable, en décibels;

$L$  est la perte par dispersion due à la divergence, égale à  $20 \log_{10} (2\ 000 R)$ ;

$R$  est la profondeur, en kilomètres;

$\alpha$  est le facteur d'absorption acoustique de l'eau de mer, en décibels par kilomètre (voir annexe A), qui, combiné avec  $R$ , donne

$2\alpha R$ , soit la perte totale par atténuation dans l'eau, en décibels;

$K$  est la perte par réflexion sur le fond sous incidence normale, par hypothèse égale à 25 dB;

$N_s$  est le niveau du bruit de fond, qui est égal à  $82,5 - (50/3) \log_{10} f$ , en décibels rapportés à 1  $\mu\text{Pa}$  sur une largeur de bande de 1 Hz;

$x$  est la perte par transmission dans le cas d'un capteur monté à l'intérieur de la coque, en décibels;

$y$  est l'accroissement de signal de 10 dB au-dessus du rapport signal/bruit minimum détectable, donnant un niveau de travail acceptable dans toutes les conditions;

$z$  est une tolérance de fabrication égale à 3 dB.

### 3.2.2.2 Méthodes d'essai

#### 3.2.2.2.1 Niveau acoustique de la source, $S$

Plonger le capteur dans l'eau, axe principal orienté vers un hydrophone étalonné et un plomb de sonde (également immergé dans l'eau) placés à une distance connue,  $d$ , en mètres, dans le champs acoustique éloigné du capteur. Mettre le matériel en marche.

Le niveau acoustique de la source,  $S$ , est donné par

$$S = (V + 120) - M + 20 \log_{10} d$$

où

$M$  est la réponse connue de l'hydrophone et du plomb de sonde, en décibels rapportés à 1  $\mu\text{V}/\mu\text{Pa}$ ;

$V$  est la valeur efficace de la tension de sortie de l'hydrophone et du plomb de sonde, en décibels rapportés à 1 V, mesurée durant une impulsion et dont il sera fait la moyenne sur toute la durée.

#### 3.2.2.2.2 Perte due au roulis et au tangage, $r$

Cet essai peut ne pas être réalisé s'il peut être démontré que la direction du faisceau peut être stabilisée convenablement. Sinon, la perte dans un seul sens décrite ci-dessous doit être déterminée pour tenir compte des critères de roulis et de tangage spécifiés en 2.8. La valeur,  $r$ , de la perte dans un seul sens doit correspondre au maximum de la diminution de réponse obtenue lorsqu'on répète le mesurage du niveau acoustique de la source obtenu en 3.2.2.2.1, en faisant tourner l'élément sensible du capteur de  $\pm 10^\circ$  max. autour de son axe de roulis et, simultanément, de  $\pm 5^\circ$  max. autour de son axe de tangage.

#### 3.2.2.2.3 Indice de directivité, $D$

Cet essai peut être réalisé, au gré de l'organisme procédant aux essais de type, sur le capteur travaillant en mode émission comme en 3.2.1 et 3.2.2.2.1, mais également, si cela est possible, en mode réception comme indiqué ci-dessous.

Mettre l'émetteur hors circuit, la commande demeurant néanmoins disponible pour usage externe. Orienter le capteur et un projecteur d'essai l'un vers l'autre et, après avoir branché le

projecteur sur une source de signal à impulsions convenable, surveiller la tension de sortie du récepteur de l'appareil de sondage par écho.

Déclencher l'impulsion de la source de signal à l'aide de l'appareil de sondage, avec un retard correspondant à une profondeur définie sur l'échelle. L'impulsion correspondante doit simuler l'impulsion normalement émise par l'appareil pour ce qui est de la durée. Régler la fréquence porteuse de manière à obtenir une réponse maximale au niveau de l'appareil de sondage.

En cherchant à maintenir constante la tension de sortie du récepteur par modulation appropriée de la tension de la source de signal, tracer la courbe de la réponse du capteur en fonction des angles de rotation positif et négatif du capteur autour de ses axes principaux, de manière à déterminer l'ouverture du faisceau,  $\theta$ , en degrés, entre les deux points donnant un niveau inférieur de 3 dB à la réponse maximale.

L'indice de directivité,  $D$ , doit être calculé à l'aide de l'une des équations suivantes :

a) pour les capteurs circulaires

$$D = 45,5 - 20 \log_{10} \theta$$

b) pour les capteurs rectangulaires ou elliptiques

$$D = 45,5 - 10 \log_{10} (\theta_1) - 10 \log_{10} (\theta_2)$$

où  $\theta_1$  et  $\theta_2$  sont les ouvertures de faisceaux à 3 dB par rapport aux grand et petit axes, mesurées comme indiqué ci-dessus.

L'organisme responsable des essais de type doit prendre bonne note des possibilités d'utilisation de cette méthode de calcul de  $D$  sur les types de faisceaux mesurés en fonction des résultats obtenus. À titre indicatif, la méthode de calcul ci-dessus est utilisable si aucun lobe latéral étroit ne donne une réponse inférieure de plus de 8 dB au maximum obtenu dans le lobe principal. Des lobes latéraux importants, même de niveau acoustique beaucoup plus faible, peuvent rendre cette méthode impropre à l'usage.

#### 3.2.2.2.4 Largeur de bande à la réception, $B$

Régler l'appareil sur l'échelle des grandes profondeurs (400 m), capteur plongé dans l'eau, axe principal orienté vers un projecteur étalonné alimenté par une source de signal en mode continu. Mettre l'émetteur de l'appareil hors circuit, mais pas l'impulsion de déclenchement d'émission si celle-ci est nécessaire pour faire démarrer l'affichage sur l'écran.

Faire varier la fréquence porteuse de la source de signal, régler le niveau de façon convenable et le noter en le pondérant par rapport à l'étalonnage en fréquence du projecteur, de manière à pouvoir tracer la courbe de la réponse en fréquence du système récepteur par la méthode du niveau constant à la sortie du récepteur. En fonction des résultats, déterminer les fréquences supérieure et inférieure, soit  $f_1$  et  $f_2$  respectivement, en hertz, correspondant à une réponse du récepteur inférieure de 3 dB à la réponse maximale. Soit

$$B = 10 \log_{10} (f_1 - f_2)$$

### 3.2.2.2.5 Rapport signal/bruit minimal détectable, $E$

Mettre l'émetteur hors circuit, la commande demeurant néanmoins disponible pour usage externe. Le projecteur d'essai n'est pas nécessaire et le capteur n'a pas besoin d'être plongé dans l'eau.

Ajouter, à une impulsion d'écho simulée d'amplitude variable provenant de l'appareil, une tension de bruit aléatoire continue de largeur de bande égale à la largeur de bande du système récepteur de l'appareil et de niveau très inférieur au niveau de saturation, en la retardant de façon à la faire correspondre à une profondeur définie sur l'échelle des faibles profondeurs. Transmettre un signal combiné provenant d'une source à faible impédance montée en série avec le capteur. Régler le niveau de l'écho de manière à avoir le signal minimal détectable sur l'écran de l'appareil.  $E$  est le rapport de la valeur efficace de la tension de l'impulsion d'écho à la valeur efficace de la tension du bruit.

### 3.2.2.3 Résultat exigible

La valeur calculée  $L' = S - 2r + D - B - E$  doit être supérieure à la valeur de  $L_0$  calculée pour la fréquence de fonctionnement appropriée, une profondeur  $R$  de 400 m et la valeur de  $x$  déclarée par le constructeur.

## 3.2.3 Sensibilité du récepteur

### 3.2.3.1 Méthode d'essai

L'appareil étant réglé uniquement en mode réception, envoyer dans l'eau, à la fréquence d'émission, une impulsion d'émission simulée donnant à la surface du capteur un niveau de pression inférieur de 10 dB à la valeur de  $(S - 2r - 2\alpha R - L - K - x)$ . Observer l'effet correspondant sur l'écran et mesurer l'amplitude de l'impulsion aux bornes d'entrée de l'appareil, puis enregistrer la valeur correspondante pour l'essai de 3.2.4.2.

### 3.2.3.2 Résultat exigible

Une indication doit apparaître sur l'écran à la profondeur appropriée.

## 3.2.4 Vérifications de fonctionnement

Les vérifications de fonctionnement qui suivent doivent être effectuées dans les conditions normales à température ambiante. Les résultats doivent être enregistrés et conservés aux fins de comparaison avec des résultats de vérifications similaires effectuées pendant que l'appareil est soumis aux essais requis par la CEI 945.

### 3.2.4.1 Émetteur

#### 3.2.4.1.1 Méthode d'essai

Mesurer la valeur de chacun des paramètres suivants pour l'échelle des grandes profondeurs :

- a) fréquence d'émission;
- b) valeur efficace de la tension d'émission pendant l'impulsion.

Le signal émis doit être transmis par le câble normal au capteur se trouvant soit dans l'air, soit plongé dans l'eau, au gré de l'organisme chargé des essais de type après consultation du constructeur.

### 3.2.4.1.2 Résultat exigible

La fréquence d'émission doit se situer suffisamment à l'intérieur de la bande passante de l'émetteur pour englober tout le spectre de l'impulsion défini par l'inverse de sa durée.

Durant les essais spécifiés dans la CEI 945, aucune diminution de la valeur efficace de la tension d'émission supérieure à la valeur mesurée en 3.2.4.1.1, dans les conditions normales, ne doit provoquer une diminution de l'indice de performance en deçà de sa valeur exigible.

## 3.2.4.2 Récepteur

### 3.2.4.2.1 Méthode d'essai

Mettre l'émetteur hors circuit (mais pas la commande interne). Injecter, en série avec le capteur, une impulsion de signal simulée d'amplitude égale à l'amplitude enregistrée en 3.2.3.1, en la retardant pour correspondre à une profondeur d'environ 400 m. Cet essai doit être répété après chaque essai correspondant de la CEI 945.

### 3.2.4.2.2 Résultat exigible

Une indication doit apparaître sur l'écran à la profondeur appropriée.

## 3.2.4.3 Capteur

### 3.2.4.3.1 Méthode d'essai

Transmettre le signal de l'émetteur par le câble normal jusqu'au capteur. Le capteur peut se trouver dans l'air ou immergé dans l'eau, suivant l'accord conclu entre l'autorité responsable des essais de type et le constructeur. Conserver les mêmes dispositions pour toutes les vérifications de fonctionnement du capteur. L'appareil étant en fonctionnement, orienter le capteur sur une cible convenable. Cet essai doit être répété après chaque essai correspondant de la CEI 945.

### 3.2.4.3.2 Résultat exigible

Une indication doit apparaître sur l'écran, correspondant à la distance entre le capteur et la cible.

## 3.3 Échelles de distance

Les prescriptions concernant les échelles de distance indiquées en 2.3 doivent être vérifiées par examen visuel et par mesurage.

## 3.4 Méthode de présentation

Les caractéristiques de l'affichage doivent être vérifiées par examen visuel pendant le fonctionnement de l'appareil.

### 3.5 Sécurité

Les règles de sécurité doivent être vérifiées pendant le fonctionnement de l'appareil.

### 3.6 Cadence de répétition des impulsions

#### 3.6.1 Méthode d'essai

Une moyenne de la cadence de répétition de l'émetteur doit être effectuée sur au moins 20 impulsions de l'échelle des grandes profondeurs et au moins 100 impulsions de l'échelle des faibles profondeurs.

#### 3.6.2 Résultat exigible

La cadence de répétition des impulsions ne doit pas être inférieure à 12 impulsions par minute.

### 3.7 Exactitude des mesurages

#### 3.7.1 Échelles de profondeurs

##### 3.7.1.1 Méthode d'essai

Régler l'appareil normalement et envoyer dans le récepteur une impulsion de signal dont le retard sur l'impulsion de la commande de l'appareil peut être réglé avec une exactitude égale ou supérieure à  $\pm 100 \mu\text{s}$ . Régler l'impulsion de manière à représenter des échos à intervalles de 1 m sur l'échelle des faibles

profondeurs et de 10 m sur l'échelle des grandes profondeurs, en augmentant progressivement par paliers de 4/3 ms et 40/3 ms, respectivement. Des intervalles appropriés d'au moins 1 m (4/3 ms) doivent être utilisés sur les autres échelles.

La profondeur apparente du bord d'attaque de chaque impulsion doit être lue sur l'échelle.

##### 3.7.1.2 Résultat requis

La différence entre la profondeur simulée entrée dans le récepteur et la valeur lue sur l'écran ne doit pas dépasser

$\pm 1$  m sur l'échelle des faibles profondeurs et

$\pm 5$  m sur l'échelle des grandes profondeurs,

ou

$\pm 5$  % de la profondeur indiquée,

selon la valeur la plus grande.

#### 3.7.2 Commande de mise à zero

La prescription de 2.7.2 doit être vérifiée par examen visuel.

#### 3.7.3 Mesurage de la profondeur par rapport à la surface de la mer

Les prescriptions de 2.7.3 doivent être vérifiées par examen visuel.

## Annexe A (normative)

### Facteur d'absorption acoustique

**A.1** La valeur du facteur d'absorption acoustique,  $\alpha$ , en décibels par kilomètre, de l'eau de mer est donnée par l'équation

$$\alpha = \frac{A_1 \times P_1 \times f_1 \times f^2}{f^2 + f_1^2} + \frac{A_2 \times P_2 \times f_2 \times f^2}{f^2 + f_2^2} + A_3 \times P_3 \times f^2$$

où la fréquence  $f$  est exprimée en kilohertz et où les coefficients  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $f_1$  et  $f_2$  sont chacun fonction d'un sous-ensemble des paramètres température de l'eau, salinité, valeur de pH et profondeur. Les trois membres de l'équation donnent les parts respectives de l'acide borique, du sulfate de magnésium et de l'eau pure. Il est communément admis que ce sont les trois seuls apports utiles à étudier pour définir l'absorption, le seul autre apport déterminé par les chercheurs étant insignifiant par comparaison.

**A.2** Deux articles intitulés «Sound absorption based on ocean measurements», publiés au *Journal of the Acoustical Society of America* [72(3), septembre 1982, et 72(6), décembre 1982] représentent les travaux les plus récents (novembre 1985) sur la détermination des expressions des coefficients  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $f_1$  et  $f_2$ . Ils sont repris ci-dessous et utilisés pour calculer les valeurs de  $\alpha$  données dans les tableaux A.2 et A.3:

$$A_1 = \frac{8,86}{c} \times 10^{(0,78 \text{ pH} - 5)} \quad (\text{dB} \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{kHz}^{-1})$$

$$A_2 = 21,44 \times \frac{s}{c} \times (1 + 0,025 T) \quad (\text{dB} \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{kHz}^{-1})$$

Pour  $T < 20$  °C:

$$A_3 = 4,937 \times 10^{-4} - 2,59 \times 10^{-5} T + 9,11 \times 10^{-7} T^2 - 1,5 \times 10^{-8} T^3 \quad (\text{dB} \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{kHz}^{-2})$$

Pour  $T > 20$  °C:

$$A_3 = 3,964 \times 10^{-4} - 1,146 \times 10^{-5} T + 1,45 \times 10^{-7} T^2 - 6,5 \times 10^{-10} T^3 \quad (\text{dB} \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{kHz}^{-2})$$

$$P_1 = 1$$

$$P_2 = 1 - 1,37 \times 10^{-4} D + 6,2 \times 10^{-9} D^2$$

$$P_3 = 1 - 3,83 \times 10^{-5} D + 4,9 \times 10^{-10} D^2$$

$$f_1 = 2,8 \times \left(\frac{s}{35}\right)^{0,5} \times 10^{(4 - 1,245/\theta)} \quad (\text{kHz})$$

$$f_2 = \frac{8,17 \times 10^{(8 - 1,990/\theta)}}{1 + 0,0018 \times (s - 35)} \quad (\text{kHz})$$

où

$c = 1\,412 + 3,21 T + 1,19 s + 0,016 T D$ , qui est la vitesse du son dans l'eau, en mètres par seconde;

$T$  est la température, en degrés Celsius;

$\theta = 273 + T$ , en kelvins;

$s$  est la salinité, en ‰ (pour mille);

$D$  est la profondeur, en mètres.

**A.3** Il a été jugé nécessaire d'avoir des appareils de sondage par écho conformes aux spécifications de l'OMI, qui fonctionnent convenablement dans le monde entier. Pour cela, on a calculé pour chaque fréquence des valeurs de  $\alpha$  pour différentes zones maritimes parcourues par un nombre significatif de navires marchands et dont la profondeur de fond peut atteindre au moins 400 m. Ces zones ont été délimitées comme suit:

- océan Pacifique au voisinage du Japon (sud de Tokyo);
- océan Pacifique au voisinage de la côte nord-ouest des États-Unis;
- océan Atlantique au voisinage de la côte est des États-Unis;
- océan Atlantique au sud de Terre-Neuve;
- océan Indien au sud de l'Inde;
- approches occidentales de la Manche;
- golfe du Mexique;
- mer Rouge.

**A.4** Les données relatives aux divers paramètres (température de l'eau, salinité et valeur de pH) proviennent de la bibliothèque du Marine Information and Advisory Service (MIAS) de l'Institut britannique des sciences océanographiques. Le MIAS est le Centre britannique des données océanographiques membre de la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO et recueille les données envoyées par les nations participant aux programmes de mesurage des paramètres.

**A.5** Dans les zones où les valeurs de l'un quelconque des paramètres varient de manière significative tout au long de l'année (cela concerne particulièrement la température de l'eau), plusieurs calculs de la valeur de  $\alpha$  ont été effectués pour tenir compte de ces variations saisonnières. Les premières recherches ont montré que la variation de la valeur de pH n'a pas d'effet significatif sur la valeur de  $\alpha$ . On a donc considéré cette valeur comme étant constante et égale à 8.

**A.6** Les études de la salinité de l'eau de mer dans le monde ont montré que la zone h) à l'article A.3 était un cas isolé. Dans cette zone, la salinité tend à dépasser 40 ‰ alors que, dans les zones côtières du reste du monde, elle est généralement comprise entre 30 ‰ et 36,5 ‰. Il a été jugé que ce facteur, lié à la température élevée de l'eau dans la zone h), impliquait des exigences plus strictes que la normale nécessaire pour les appareils de sondage par écho fonctionnant à des fréquences supérieures à 100 kHz. Les valeurs de  $\alpha$  calculées pour la zone h) ont donc été exclues de la suite des études.

**A.7** Dans les sept autres zones énumérées à l'article A.3, un total de 22 calculs a été effectué à chacune des 24 fréquences (de 10 kHz à 240 kHz par paliers de 10 kHz). Ces calculs ont tenu compte de la variation de la température de l'eau et de la salinité avec la profondeur.

**A.8** Dans la mesure où les sept zones considérées peuvent très bien ne pas donner la valeur maximale de  $\alpha$  qu'aurait pu donner une étude plus complète à l'échelle mondiale, on a utilisé pour le calcul de l'indice de performance correspondant la valeur maximale de  $\alpha$  calculée pour chaque fréquence de fonctionnement.

**A.9** Le tableau A.1 donne sept ensembles de données sur les valeurs de température et de salinité en fonction de la profondeur, qui ont servi à calculer les valeurs de  $\alpha$  indiquées dans le tableau A.2. La valeur maximale ainsi calculée (pour chaque fréquence de fonctionnement) est soulignée dans le tableau A.2. Ces valeurs sont reprises dans le tableau A.3. Les 15 autres ensembles de données utilisés dans les calculs ont donné, pour toutes les fréquences de fonctionnement, des valeurs de  $\alpha$  inférieures aux valeurs indiquées dans le tableau A.3.

Tableau A.1

Pro- fondeur m	Colonne 1		Colonne 2		Colonne 3		Colonne 4		Colonne 5		Colonne 6		Colonne 7	
	Tempé- rature °C	Salinité ‰												
0	- 1,4	32,86	5,7	35,5	14,2	35,9	20,1	35,9	25,64	36,4	29,9	36,35	30,57	36,74
10	- 1,37	32,87	5,95		13,8		19,4		25,62	36,41	29,67	36,32	30,27	36,68
15			6			35,75		35,75						
20	- 1,36	32,9							25,53	36,41	29,67	36,31	30,3	36,58
30	- 1,37	32,9	6			35,7		35,7	25,55	36,42	29,31	36,33	29,47	36,36
50	- 1,35	32,95	6,8		11,4	35,95		35,95	25,31	36,46	28,69	36,36	28,42	36,33
70							15,4							
75	- 1,47	33,09							25,03	36,51	27,94	36,46	27,28	36,44
80					10,6	36		36						
100	- 1,54	33,52	6,8		10,2	36		36	24,85	36,6	26,82	36,62	26,5	36,52
125	- 1,27	33,67							24,27	36,69	25,51	36,79	25,74	36,6
150	- 1,26	34,28	7,8						23,68	36,77	23,99	36,86	25,17	36,76
180						35,9		35,9						
200	1,38	34,63							21,91	36,81	21,21	36,78	22,56	36,8
250	3,5	34,56							20,08	36,7	19,62	36,69	20,47	36,63
300	3,69	34,43			9,9	35,9		35,9	18,45	36,53	18,74	36,57	17,99	36,46
320							12,5							
325			7,8											
400	3,69	34,43	8,6		9,4	35,7	11,9	35,7	16,58	36,26	16,58	36,26	15,27	36,01
600				35,45										