

---

# Norme internationale



# 4366

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

## Mesure de la profondeur de l'eau – Sondeurs à écho

*Echo sounders for water depth measurements*

Première édition — 1979-10-15

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 4366:1979](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba6e9d42-251e-49e0-a04d-793cc719ad3b/iso-4366-1979)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba6e9d42-251e-49e0-a04d-793cc719ad3b/iso-4366-1979>

---

**CDU 531.719.35**

**Réf. n° : ISO 4366-1979 (F)**

**Descripteurs** : mesurage de débit, profondeur, instrument de mesurage, sonar, mesurage acoustique.

## 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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 4366 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 113, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts*, et a été soumise aux comités membres en janvier 1978.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : [ISO 4366:1979](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba6e9d42-251e-49e0-a04d-793cc719ad3b/iso-4366-1979)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba6e9d42-251e-49e0-a04d-793cc719ad3b/iso-4366-1979>

Allemagne, R. F.	Irlande	Suisse
Australie	Japon	Tchécoslovaquie
Canada	Mexique	Turquie
Égypte, Rép. arabe d'	Norvège	URSS
Espagne	Pays-Bas	USA
France	Roumanie	Yougoslavie
Inde	Royaume-Uni	

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

# Mesure de la profondeur de l'eau – Sondeurs à écho

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des renseignements sur le principe de fonctionnement, l'aptitude à l'emploi et les critères de choix des sondeurs à écho utilisés pour le mesurage de la profondeur dans le cas des mesures de débit dans les canaux découverts, ainsi que dans le cas des mesurages connexes. L'emploi d'une terminologie normalisée, est facilité. Les renseignements sur les caractéristiques du son dans l'eau sont donnés dans l'annexe.

## 2 Référence

ISO 772, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts – Vocabulaire et symboles.*

## 3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, outre les définitions données dans l'ISO 772, la définition suivante est applicable :

**fenêtre de dépistage** : Petite ouverture qui suit et qui s'ajuste automatiquement à la profondeur indiquée par l'écho qui a été reçu le dernier. Si l'écho suivant tombe à l'intérieur de la fenêtre, le signal est accepté; autrement, il est rejeté. Le but d'une fenêtre de dépistage est d'éliminer les fausses mesures dues aux corps réfléchissants dans l'eau (poisson, débris, etc.).

## 4 Unités de mesure

Les unités de mesure utilisées dans la présente Norme internationale sont les unités SI et les décibels.

## 5 Généralités

La technique des sondeurs à écho est bien avancée, et les sondeurs sont devenus d'emploi très répandu dans diverses branches d'application. Il a résulté de cette situation une prolifération de sondeurs spécialisés adaptés chacun aux exigences d'emploi particulières.

## 6 Principe

Le sondeur à écho est un appareil électro-acoustique qui indique la profondeur de l'eau (mesurant effectivement la distance entre la face du transducteur et le lit du cours d'eau) en mesurant l'intervalle de temps séparant la transmission d'une impulsion acoustique de la réception de l'écho par le lit du cours d'eau ou le fond. La profondeur est donnée par l'équation

$$d = \frac{t}{2}c$$

$d$  est la distance entre le transducteur et le lit;

$t$  est le temps de transmission de l'énergie acoustique;

$c$  est la vitesse du son dans l'eau.

### 6.1 Généralités

Un sondeur à écho se compose de deux éléments : l'élément électronique comprenant généralement le lecteur ou l'enregistreur et l'élément acoustique ou transducteur.

Le circuit électronique engendre une énergie électrique à haute fréquence et transmet des impulsions réglées de cette énergie au transducteur. On mesure le temps s'écoulant entre l'émission d'une impulsion et le retour du signal, ce qui permet de résoudre l'équation précédente. On affiche ou on enregistre alors la profondeur.

Le transducteur est un appareil électro-acoustique jouant le rôle de convertisseur d'énergie à deux voies. À la transmission, il convertit des impulsions d'énergie électrique en impulsions d'énergie acoustique qui se propagent jusqu'au fond à travers l'eau. À la réception, il reçoit les échos de l'énergie acoustique réfléchi par le lit et les convertit en énergie électrique actionnant les circuits électroniques.

### 6.2 Sondeurs à écho non enregistreurs

Le type le plus courant de sondeur à écho non enregistreur comporte un affichage dans lequel un moteur pour le mesurage du temps fait tourner une lampe derrière une échelle circulaire. Lorsque la lampe se trouve juste derrière le point correspondant à la profondeur zéro, elle s'allume pour un court instant et déclenche simultanément l'impulsion acoustique. À la réception de l'écho, la lampe se rallume et indique la profondeur.

### 6.3 Sondeurs à écho enregistreurs analogiques

Le type le plus courant de sondeur à écho enregistreur est très similaire, dans son principe, au sondeur non enregistreur. Un moteur pour le mesurage du temps entraîne un style se déplaçant à vitesse constante sur un papier graphique carbone. Au point correspondant à la profondeur zéro, un repère est tracé sur le papier carbone qui déclenche simultanément l'impulsion acoustique. Au retour de l'écho, le style trace un autre repère sur le papier. La distance parcourue par le style sur le papier graphique représente la profondeur de l'eau.

### 6.4 Sondeurs à écho numériques

Dans les sondeurs à écho numériques, les impulsions acoustiques sont déclenchées à intervalles prédéterminés. Le déclenchement d'une impulsion met en marche un compteur qui compte les signaux de sortie d'un oscillateur. La réception de l'écho stoppe le compteur. La fréquence de l'oscillateur est choisie de façon que l'affichage du compteur donne directement la profondeur de l'eau.

Tout corps, tel que poisson, débris ou bulles d'air, se trouvant entre le transducteur et le lit du cours d'eau peut introduire une erreur dans la mesure, puisque c'est le premier écho au-dessus d'un certain niveau de déclenchement qui arrête le compteur. Pour éviter ce genre d'erreur, on utilise généralement une fenêtre de dépistage qui rejette tous les signaux, sauf ceux qui se trouvent dans une fourchette de tolérance donnée par rapport à la profondeur mesurée précédemment. On ne se heurte pas à la même difficulté avec les sondeurs analogiques, sur le papier graphique desquels les faibles échos de ces corps ne tracent que de faibles marques, alors que l'écho de fond trace une marque visible.

## 7 Choix des instruments

### 7.1 Effets de la fréquence de fonctionnement

Les fréquences communément utilisées pour les sondeurs à écho se situent dans une gamme allant de 5 à plus de 200 kHz. Les pertes de transmission associées à la fréquence restreignent généralement la portée des sondeurs, aux fréquences les plus hautes, à 100 m ou moins. Les sondeurs utilisés dans les océans en eau profonde fonctionnent généralement à 20 kHz. Les profondeurs enregistrées dans les mesures de débit en chenaux sont presque toujours inférieures à 100 m. Les sondeurs à haute fréquence offrent deux avantages pour le travail en chenaux. En général, les transducteurs conçus pour les hautes fréquences ont un faisceau lumineux de moins grande largeur et permettent donc un meilleur repérage des modifications abruptes du lit du cours d'eau. Les sons à haute fréquence se réfléchissent sur les fonds non tassés au lieu d'y pénétrer et donnent, par suite, un tracé plus net et mieux défini. Pour le mesurage de débit, la valeur de profondeur désirée est, en fait, la profondeur du point le plus haut des matériaux non tassés.

### 7.2 Effet de la largeur du faisceau

La largeur du faisceau d'un transducteur se définit comme étant l'angle formé par les points à mi-puissance (voir la figure). Il est souhaitable d'avoir une largeur de faisceau étroite pour les

transducteurs de sondeurs à écho, et cela pour deux raisons :

- seul un faisceau étroit peut détecter les changements abrupts ou les pentes étagées du lit du cours d'eau; un faisceau large illumine une zone tellement large que les points bas du lit sont masqués par les signaux en retour des points hauts qui arrivent les premiers;
- les pertes par transmission étant très élevées, concentrer l'énergie dans un faisceau étroit permet d'opérer sur une gamme plus large sans utiliser des quantités excessives de puissance.

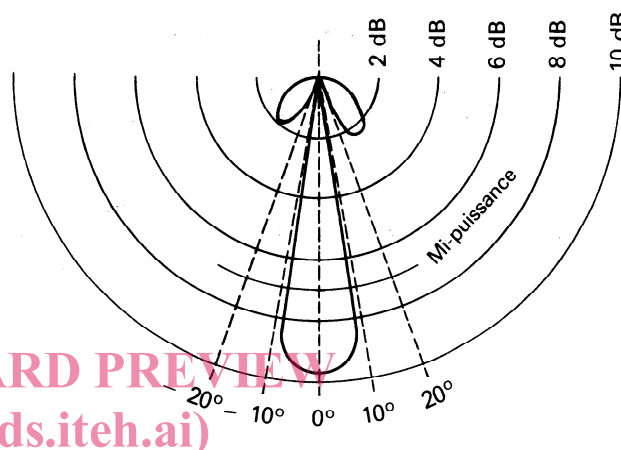


Figure — Diagramme de la largeur du faisceau

### 7.3 Type d'affichage de données

#### 7.3.1 Sondeurs à écho non enregistreurs

Le système à clignotant des sondeurs non enregistreurs ne donne pas un affichage net et distinct. La lisibilité de ces sondeurs est de l'ordre de  $\pm 0,35$  mm au mieux et peut être plus faible si la réverbération est grande. La lumière est également difficile à détecter par grand soleil.

Il n'est pas normalement prévu de faire des corrections de la vitesse du son, et l'erreur limite globale peut être assez élevée :  $\pm 8$  % plus la lisibilité.

À cause de cette assez mauvaise précision, ce type de sondeur ne convient pas pour la plupart des relevés de données. Ces sondeurs peuvent quelquefois être utilisés pour les relevés préliminaires.

#### 7.3.2 Sondeurs à écho enregistreurs analogiques

Les repères laissés par le style sur le papier graphique du sondeur enregistreur sont relativement nets, et, si l'échelle est appropriée, la lisibilité peut être bonne. Sur ce genre de sondeur et pour des profondeurs faibles, la lisibilité doit être de  $\pm 0,15$  m ou meilleure.

La correction des variations de vitesse du son est prévue sur les sondeurs enregistreurs de meilleure qualité, et la précision peut être assez élevée si un étalonnage approprié et fréquent est effectué.

### 7.3.3 Sondeurs à écho numériques

La lisibilité doit être de  $\pm 0,05$  m ou meilleure sur les sondeurs numériques, car le circuit électronique est capable de détecter la face frontale de l'impulsion acoustique.

Comme sur les sondeurs enregistreurs, une correction est prévue pour les variations de la vitesse du son, et, avec un étalonnage approprié et fréquent, la précision peut être très élevée.

La fenêtre de dépistage décrite en 6.4 est coûteuse mais nécessaire, les sondeurs numériques sans cet élément n'étant pas sûrs car ils enregistrent fréquemment de faux échos.

Les chiffres de la plupart des sondeurs sont très difficiles à lire par grand soleil, et un pare-soleil est nécessaire. On commence à trouver maintenant des affichages permettant une lecture par grand soleil.

### 7.4 Précision

La précision des mesures par sondeurs à écho dépend d'un certain nombre de facteurs. Parmi ces facteurs, on peut citer la lisibilité, les étalonnages pour corriger les variations de vitesse du son et la largeur du faisceau acoustique. Ce dernier facteur est très important avec les profils de lit à changements radicaux. La fréquence de fonctionnement peut aussi avoir un effet significatif si le lit est constitué de matériaux non tassés.

Pour les raisons précédentes, il est impossible de déterminer la précision des sondeurs à écho dans le cas général. Dans les cas idéaux, la précision peut atteindre les chiffres de lisibilité indiqués en 7.3. Étant donné que la précision exigée d'un sondeur à écho peut être supérieure à 1 % de la profondeur mesurée, l'utilisateur ne doit pas perdre de vue les facteurs décrits dans l'annexe et dans le chapitre 8.

## 8 Critères de fonctionnement de l'appareil

Il est évident, d'après les chapitres précédents, qu'un seul type de sondeur à écho ne peut pas répondre aux besoins opérationnels universels. Par conséquent, on ne peut pas avoir une seule spécification pour un tel instrument. Toutefois, ce que l'on peut spécifier ce sont les renseignements qu'un utilisateur éventuel doit fournir au constructeur et, en retour, les renseignements que le constructeur doit fournir à l'utilisateur, pour permettre aux instruments de répondre d'une manière aussi satisfaisante que possible aux besoins des utilisateurs.

### 8.1 Informations à fournir par l'utilisateur

- La gamme des profondeurs à mesurer.
- La nature du lit du cours d'eau que l'on prévoit.
- Chaque fois que cela est possible, la nature et la quantité de matière en suspension que l'on prévoit.
- Autre matière affectant la vitesse du son dans l'eau, telle que la pollution que l'on prévoit, la salinité, etc.
- La précision que l'on souhaite dans la détermination de la profondeur.

- Les conditions de l'environnement.
- L'alimentation en énergie disponible.
- La distance entre le transducteur et l'enregistreur.

### 8.2 Informations à fournir par le constructeur

- La fréquence ou les fréquences auxquelles fonctionne l'instrument.
- La largeur du faisceau du transducteur, laquelle, dans la mesure du possible, ne doit pas être supérieure à  $10^\circ$ .
- Le plus petit intervalle capable d'être lu ou enregistré.
- La profondeur minimale à laquelle le sondeur à écho fonctionnera.
- La précision que l'on prévoit dans la détermination de la profondeur, compte tenu
  - de l'installation de l'instrument, avec toutes les instructions suffisamment illustrées;
  - du mode opératoire;
  - de l'entretien de routine;
  - des conditions spéciales pour le contrôle de l'environnement de l'équipement.

### 8.3 Logement

L'électronique et le lecteur ou l'enregistreur doivent être enfermés dans des boîtiers étanches, à l'abri des projections d'eau et des intempéries. Le ou les transducteur(s) doit(doivent) être enfermé(s) dans un(des) carter(s) aérodynamique(s), de manière à réduire au maximum l'entraînement d'air.

### 8.4 Caractéristiques supplémentaires

#### 8.4.1 Appareils non enregistreurs

Il faut prévoir un contrôle de la sensibilité pour procéder aux réglages, afin d'obtenir la meilleure indication de la profondeur lorsque les conditions varient.

#### 8.4.2 Appareils enregistreurs

##### 8.4.2.1 Lisibilité du papier graphique

L'enregistreur doit comporter un papier graphique assez large pour donner la lisibilité désirée. Le style doit avoir un tracé bien lisible. Les vitesses de déroulement du papier doivent au moins être au nombre de deux, de manière à faire l'enregistrement à la vitesse la plus adaptée à l'utilisation considérée. Il est souhaitable que l'enregistreur indique le zéro ou le point initial de transmission du signal.

#### 8.4.2.2 Fenêtre de visée

L'appareil doit comporter une fenêtre de visée, de manière à permettre la surveillance du graphique avec le boîtier fermé.

#### 8.4.2.3 Sélecteur de profondeur

Il est fréquemment souhaitable de couvrir la totalité de la gamme des profondeurs du sondeur en deux ou plusieurs paliers, afin d'obtenir une meilleure lisibilité du graphique.

#### 8.4.2.4 Marqueur-repère

Un marqueur doit être incorporé à l'appareil, de manière à permettre à l'opérateur de porter, le cas échéant, un repère de référence sur l'enregistrement.

#### 8.4.2.5 Commande de sensibilité

Une commande de sensibilité doit être prévue pour faire varier, le cas échéant, la sensibilité, afin d'obtenir le tracé le plus lisible possible, compte tenu des variations de conditions de l'eau ou de la profondeur.

#### 8.4.2.6 Correcteur de marée ou de débit

Le sondeur doit être muni d'un correcteur de marée ou de débit permettant de tenir compte des variations possibles lorsque le sondeur est employé dans des eaux à marée. Il doit également être muni d'un correcteur de la profondeur à laquelle est placé le transducteur au-dessous de la surface de l'eau.

#### 8.4.2.7 Correcteur de vitesse du son

L'appareil doit être muni d'une commande permettant de corriger les variations de la vitesse du son dans l'eau.

### 8.4.3 Appareils numériques

#### 8.4.3.1 Affichage numérique

L'affichage numérique doit être clair et distinct. Un pare-soleil doit être prévu, de manière à permettre la lecture des chiffres même par grand soleil.

#### 8.4.3.2 Commande de sensibilité

Une commande de sensibilité doit être prévue pour régler, éventuellement, le signal en fonction des variations des conditions de l'eau et de la profondeur.

#### 8.4.3.3 Correcteur de vitesse du son

L'appareil doit être muni d'une commande permettant de corriger les variations de la vitesse du son dans l'eau.

#### 8.4.3.4 Fenêtre de dépistage

Cette fenêtre sert à rejeter tous les signaux qui ne se trouvent pas dans une fourchette de tolérance donnée par rapport au précédent relevé de profondeur.

## 9 Emploi des sondeurs à écho

### 9.1 Étalonnage

Puisque la vitesse du son varie avec la masse volumique et l'élasticité de l'eau, que ces derniers facteurs varient avec la température, la pression, les solides en suspension, les solides dissous, etc., et enfin que la profondeur indiquée est directement proportionnelle à la vitesse du son, il convient d'étalonner le sondeur à écho *in situ*, de manière à effectuer des mesurages précis.

La méthode normale d'étalonnage consiste à régler le sondeur correctement sur une profondeur connue. Il ne s'agit évidemment pas d'un mesurage direct de la vitesse du son, mais cette opération atteint le but recherché qui est d'étalonner correctement le sondeur. À cet effet, on suspend une plaque métallique par des chaînes ou un câble à une distance connue en dessous du transducteur. La face plane de la plaque doit être parallèle à la face du transducteur.

Pour effectuer des sondages précis, le sondeur doit être étalonné au moins une fois par jour, et plus fréquemment si l'on soupçonne des variations de la masse volumique ou de l'élasticité de l'eau.

### 9.2 Interprétation des données

Seul le sondeur enregistreur analogique présente toutes les données sous une forme permettant une analyse réelle.

La lecture de la profondeur sur le graphique est généralement l'objectif principal. La durée de l'impulsion d'énergie sonore étant de nature finie, le style trace une marque large au point zéro ou au point de déclenchement initial. Le signal de retour a une durée encore plus longue puisque, outre la durée initiale, il revient de tous les points de la zone illuminée du lit. La lecture de la profondeur se fait donc entre la face frontale du repère «zéro» et la face frontale du repère de l'écho.

Outre l'information concernant la profondeur, la largeur et l'intensité de la marque correspondant à l'écho donnent également quelques indications concernant le type de matériaux du lit. Une trace large est le signe d'un matériau non tassé, tandis qu'une trace étroite et intense indique un lit dur.

Les graphiques établis par des sondeurs fonctionnant à basses fréquences peuvent, dans certaines conditions de site, indiquer des pénétrations d'une manière assez précise pour définir tant la profondeur que la nature de la roche sous-jacente.

### 9.3 Précautions

Les sondeurs à écho ne sont à utiliser avec précaution que lorsque la concentration en sédiments suspendus est si élevée que l'on ne peut pas être sûr que le signal de retour qu'ils reçoivent provienne du lit. Même chose si la quantité d'air entraîné est élevée, comme c'est le cas immédiatement en aval des canaux à forte pente et des évacuateurs ou des centrales hydroélectriques. Aucun chiffre précis ne peut être donné, puisque le fonctionnement satisfaisant de l'appareil dépend de la fréquence de la constitution des matériaux étrangers et d'autres facteurs.

## 10 Notice de fonctionnement

Une notice de fonctionnement complète, donnant toutes les instructions nécessaires et, le cas échéant, des illustrations,

doit être fournie avec chaque sondeur. La notice doit contenir toutes les informations jugées nécessaires concernant l'entretien et les réparations. Une liste des pièces de rechange recommandées doit également être fournie.

## Annexe

### Caractéristiques du son dans l'eau

Les ondes sonores, que ce soit dans l'air ou dans l'eau, ont un avantage particulier du fait qu'elles représentent une forme d'énergie ayant des caractéristiques bien définies. Cette énergie peut être réglée avec une grande précision et transmise d'un lieu à un autre. Ces deux propriétés en font un véhicule pratique pour le transport de l'information.

Les ondes sonores se classent généralement en trois régions : subsoniques dans la gamme des fréquences inférieures à 50 Hz, soniques dans la gamme des fréquences audibles de 50 à 15 000 Hz, et ultrasoniques dans la gamme des fréquences supérieures à 15 000 Hz.

#### A.1 Vitesse du son dans l'eau

L'une des caractéristiques les plus importantes du son lorsqu'il s'agit des sondeurs à écho est sa vitesse de propagation dans l'eau. La vitesse du son dépend de la masse volumique et de l'élasticité du milieu; elle est indépendante de la fréquence. La masse volumique se définit simplement comme étant la masse par unité de volume. Elle s'écrit

$$\rho = \frac{m}{V}$$

où

$\rho$  est la masse volumique;

$m$  est la masse d'un volume donné;

$V$  est le volume donné.

L'élasticité de l'eau, étant donné qu'elle affecte la propagation des ondes acoustiques, se définit comme étant le rapport d'une variation de pression donnée à la variation fractionnaire de volume qui l'accompagne. Ainsi définie, elle est connue spécifiquement sous l'appellation d'«élasticité volumique» ou de «module de masse». Elle s'écrit

$$E = \frac{P_w - P_{w0}}{(V_0 - V)/V_0}$$

où

$E$  est le module d'élasticité;

$P_{w0}$  est la valeur initiale de la pression hydrostatique totale de l'eau;

$P_w - P_{w0}$  est la variation de la pression hydrostatique totale;

$V_0$  est le volume initial;

$V_0 - V$  est la variation du volume.

La vitesse de propagation,  $c$ , est donnée par l'équation

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

La vitesse du son étant fonction de la masse volumique et de l'élasticité du milieu, il peut être intéressant de considérer certains des facteurs qui influent sur l'une ou l'autre de celles-ci. La masse volumique de l'eau augmente avec l'accroissement des solides qui y sont dissous, avec la pression et avec la profondeur; elle augmente avec la température et atteint son maximum à environ 4 °C. L'élasticité est encore bien plus affectée par ces trois facteurs que ne l'est la masse volumique. Lorsque ces deux paramètres varient pour une cause commune, la vitesse du son augmente ou diminue donc avec l'élasticité.

La vitesse du son en eau douce varie d'environ 1 400 m/s à un peu plus de 1 500 m/s (approximativement une variation de 8 %) dans la gamme des températures ambiantes de l'eau (- 4 °C à + 35 °C).

#### A.2 Transmission du son dans l'eau

Seule une partie de l'énergie acoustique transmise atteint son but. Le reste se perd dans diverses directions. Cette diminution de l'intensité du signal, due à la transmission de l'énergie acoustique dans l'eau, s'appelle «perte par propagation». Cette perte se compose d'une perte par dispersion et d'une perte par affaiblissement.

##### A.2.1 Perte par dispersion

La perte par dispersion est la diminution de l'intensité acoustique, due à l'élargissement de la zone sur laquelle se propage une énergie acoustique donnée.

Dans les cas idéaux, la dispersion observe la loi commune de l'inverse des carrés, applicable en général à toutes les formes d'énergie radiante. La perte par dispersion est indépendante de la fréquence.

### A.2.2 Perte par affaiblissement

La perte par affaiblissement est la diminution de l'intensité acoustique, due à la résistance du milieu à la transmission de l'énergie acoustique. Cette perte est analogue à la perte d'énergie électrique le long d'une ligne télégraphique où il n'existe pas de dispersion. La perte par affaiblissement est due aux effets combinés de la diffusion et de l'absorption. Elle varie en fonction directe du carré de la fréquence.

#### A.2.2.1 Diffusion

La diffusion est la modification de la direction de propagation de l'énergie acoustique, provoquée par les réflexions des innombrables corps étrangers présents dans l'eau. Ces corps, qui vont des bulles d'air microscopiques et des particules en suspension aux bulles visibles et aux matières en suspension, provoquent des variations soudaines de l'impédance acoustique spécifique, réfléchissant et diffusant le signal.

#### A.2.2.2 Absorption

L'absorption est le processus selon lequel l'énergie acoustique est transformée en chaleur par le frottement des molécules

d'eau, du fait qu'une onde sonore dans l'eau est entretenue par les compressions et dilatations répétées du milieu.

### A.3 Réverbération

La réverbération est l'énergie réfléchiée par des réflecteurs autres que ceux que l'on veut observer. La réverbération du son dans l'eau est analogue à l'effet d'optique familier qui fausse l'éclairage des phares d'automobile la nuit dans le brouillard. La relation entre l'écho et la réverbération est en quelque sorte similaire au rapport signal/bruit et représente souvent le facteur restreignant l'utilisation des sondeurs à écho. Du fait de la grande quantité de réverbération associée à la concentration élevée en sédiments en suspension dans les cours d'eau limoneux, ou de la concentration élevée en bulles d'air entraînées que l'on rencontre fréquemment en aval des centrales hydroélectriques, le signal de l'écho peut être masqué par le signal de réverbération. Dans ce cas, l'utilisation des sondeurs à écho ne peut pas donner des résultats valables.

### A.4 Coefficient de réflexion du lit

Le coefficient de réflexion, qui se définit comme étant le rapport de l'énergie acoustique réfléchiée à l'énergie acoustique incidente, dépend du matériau du lit et de la fréquence du son.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standardsite.com)  
ISO 4366:1979  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ba6e9d42-251e-49e0-a04d-793cc719ad3b/iso-4366-1979>