

---

---

**Acoustique — Détermination du facteur  
d'absorption acoustique et de l'impédance  
des tubes d'impédance —**

**Partie 2:  
Méthode de la fonction de transfert**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

*Acoustics — Determination of sound absorption coefficient and impedance  
in impedance tubes*

*Part 2: Transfer-function method*

*ISO 10534-2:1998*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/161fd78b-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998>



<b>Sommaire</b>	<b>Page</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Définitions et symboles</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Principe</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b> <b>Équipement d'essai</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b> <b>Essais et mesures préliminaires</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b> <b>Montage de l'éprouvette</b> .....	<b>9</b>
<b>7</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>9</b>
<b>8</b> <b>Fidélité</b> .....	<b>14</b>
<b>9</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe A Mesures préliminaires</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe B Procédure de la technique à un microphone</b> .....	<b>21</b>
<b>Annexe C Terminaison par décompression de l'éprouvette</b> .....	<b>22</b>
<b>Annexe D Contexte théorique</b> .....	<b>23</b>
<b>Annexe E Sources d'erreurs</b> .....	<b>25</b>
<b>Annexe F Détermination du facteur d'absorption acoustique diffus <math>\alpha_{st}</math> des absorbants du type «à réaction locale» d'après les résultats de la présente partie de l'ISO 10534</b> .....	<b>27</b>
<b>Annexe G Bibliographie</b> .....	<b>28</b>

iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.itech.ai)

[ISO 10534-2:1998](https://standards.itech.ai/standards/sist/161fd782-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998)

<https://standards.itech.ai/standards/sist/161fd782-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998>

© ISO 1998

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

## 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.

*Acoustique,*

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

La Norme internationale ISO 10534-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, sous-comité SC 2, *Acoustique des bâtiments*.

L'ISO 10534-2:1998 comprend les parties suivantes sous le titre général *Acoustique — Détermination du facteur d'absorption acoustique et de l'impédance des tubes d'impédance*:

- *Partie 1: Méthode du taux d'ondes stationnaires*
- *Partie 2: Méthode de la fonction de transfert*

Les annexes A à C font partie de la présente partie de l'ISO 10534. Les annexes D à G sont données uniquement à titre d'information.

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

ISO 10534-2:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/161fd78b-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998>

# Acoustique — Détermination du facteur d'absorption acoustique et de l'impédance des tubes d'impédance —

## Partie 2:

## Méthode de la fonction de transfert

### 1 Domaine d'application

La présente méthode d'essai traite de l'utilisation du tube d'impédance, de deux emplacements de microphones et d'un système d'analyse de la fréquence numérique pour la détermination du facteur d'absorption acoustique des absorbants acoustiques sous incidence acoustique normale. Elle peut, de plus, être utilisée pour déterminer de l'impédance acoustique en surface ou l'admittance en surface des matériaux acoustiques absorbants. Dans la mesure où les rapports d'impédance d'un matériau acoustique absorbant sont liés à ses caractéristiques physiques, telles que la résistance à l'air, la porosité, l'élasticité et la densité, les mesurages décrits dans la présente méthode d'essai sont utiles pour la recherche fondamentale et le développement des produits.

La méthode d'essai est identique à la méthode d'essai ISO 10534-1 en ce sens qu'elle utilise un tube d'impédance avec une source sonore connectée à une extrémité et l'échantillon d'essai monté dans le tube au niveau de l'autre extrémité. Cependant, la technique de mesurage est différente. Dans cette méthode d'essai, les ondes planes sont générées dans un tube par une source de bruit, et la décomposition du champ d'interférence s'effectue par le mesurage des pressions acoustiques en deux emplacements fixes utilisant des microphones montés sur des parois ou un microphone transversal au tube, puis par le calcul de la fonction complexe de transfert acoustique, de l'absorption à incidence normale et des rapports d'impédance du matériau acoustique. La méthode d'essai est destinée à fournir une technique de mesurage alternative et plus rapide que celle décrite dans l'ISO 10534-1.

Il existe certaines différences caractéristiques par comparaison au mesurage de l'absorption acoustique dans une salle réverbérante selon la méthode d'essai ISO 354. La méthode en salle réverbérante déterminera, dans des conditions idéales, le facteur d'absorption acoustique sous incidence diffuse, et la méthode peut être utilisée pour l'essai des matériaux dont les structures dans le sens latéral et normal sont bien définies. Cependant, la méthode dite de la salle réverbérante nécessite des éprouvettes relativement grandes; elle ne convient donc pas aux travaux de recherche et de développement, pour lesquels seule une petite quantité d'échantillons de l'absorbant sont disponibles. La méthode du tube d'impédance est limitée aux études paramétriques sous incidence normale mais nécessite des échantillons de l'objet en essai, d'une taille équivalente à la section droite du tube d'impédance. Pour les matériaux à réaction locale, les facteurs d'absorption acoustique sous incidence diffuse peuvent être évalués à partir des résultats de mesurage obtenus par la méthode du tube d'impédance. Voir l'annexe F pour la transformation des résultats d'essai à partir de la méthode du tube d'impédance (incidence normale) pour la diffusion de l'incidence acoustique.

### 2 Définitions et symboles

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10534, les définitions suivantes s'appliquent.

**2.1****facteur d'absorption acoustique sous incidence normale** $\alpha$ 

rapport de la puissance acoustique absorbée par la surface de l'objet en essai (sans retour) à la puissance acoustique incidente, pour une onde plane incidente normale

**2.2****facteur de réflexion de pression acoustique sous incidence normale** $r$ 

rapport complexe de l'amplitude de la pression acoustique de l'onde réfléchie à celle de l'onde incidente dans le plan de référence, pour une onde plane incidente normale

**2.3****plan de référence**

section droite du tube d'impédance pour laquelle le facteur de réflexion  $r$  ou l'impédance  $Z$  ou l'admittance  $G$  sont déterminés et qui est normalement la surface des objets plats en essai

NOTE Le plan de référence est supposé être à  $x = 0$ .

**2.4****impédance de surface normale** $Z$ 

rapport de la pression acoustique complexe  $p(0)$  à la composante normale de la vitesse complexe  $v(0)$  du son pour une fréquence particulière dans le plan de référence

ITIH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**2.5****admittance de surface normale**

ISO 10534-2:1998

 $G$ 

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/161fd78b-ceaf-4967-8ca1-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/161fd78b-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998)

inverse de l'impédance de surface normale [5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/161fd78b-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998)

**2.6****nombre d'ondes** $k_0$ 

défini par

$$k_0 = \omega/c_0 = 2\pi f/c_0$$

où

$\omega$  est la fréquence angulaire;

$f$  est la fréquence;

$c_0$  est la vitesse du son.

NOTE En général, le nombre d'ondes est complexe, donc

$$k_0 = k_0' - jk_0''$$

où

$k_0'$  est la composante réelle ( $k_0' = 2\pi/\lambda_0$ );

$\lambda_0$  est la longueur d'onde;

$k_0''$  est la composante imaginaire qui est la constante d'atténuation, en népers par mètre.

## 2.7 pression acoustique complexe

$p$   
transformée de Fourier de la pression acoustique temporelle

## 2.8 spectre transversal

$S_{12}$   
produit  $p_2 \cdot p_1^*$ , déterminé à partir des pressions acoustiques complexes  $p_1$  et  $p_2$  aux deux positions de microphone

NOTE \* signifie le conjugat complexe.

## 2.9 autospectre

$S_{11}$   
produit  $p_1 \cdot p_1$  déterminé à partir de la pression acoustique complexe  $p_1$  à la position de microphone un

NOTE \* signifie le conjugat complexe.

## 2.10 fonction de transfert

$H_{12}$   
fonction définie par le rapport complexe  $p_2/p_1 = S_{12}/S_{11}$  ou  $S_{22}/S_{21}$ , ou  $[(S_{12}/S_{11}) (S_{22}/S_{21})]^{1/2}$  à partir de la position de microphone un à deux

## 2.11 facteur d'étalonnage

$H_c$   
facteur utilisé pour corriger les désadaptations d'amplitude et de phase entre les microphones

NOTE Voir 7.5.2.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/161fd78b-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998>

## 3 Principe

L'échantillon d'essai est monté sur l'une des extrémités d'un tube d'impédance rectiligne, rigide, lisse et étanche à l'air. Les ondes planes sont générées dans le tube par une source sonore (excitation aléatoire, pseudo-aléatoire, séquentielle ou par modulation), et les pressions acoustiques sont mesurées en deux emplacements proches de l'échantillon. La fonction de transfert acoustique complexe des deux signaux microphoniques est déterminée et utilisée pour calculer le facteur de réflexion complexe sous incidence normale (voir annexe C), le facteur d'absorption sous incidence normale ainsi que le rapport d'impédance du matériau d'essai.

Les grandeurs sont déterminées en fonction de la fréquence avec une résolution de fréquence déterminée à partir de la fréquence d'échantillonnage et de la longueur enregistrée de la fréquence numérique du système d'analyse utilisée pour les mesurages. Le domaine en fréquence utilisable dépend de la largeur du tube et de l'espacement entre les positions du microphone. Un domaine en fréquence plus grand peut être obtenu à partir de la combinaison des mesurages avec différentes largeurs et différents espacements.

Les mesurages peuvent être effectués par l'une des deux techniques suivantes:

- 1: méthode à deux microphones (utilise deux microphones dans des emplacements fixes);
- 2: méthode à un microphone (utilise un microphone en deux emplacements successifs).

La technique 1 nécessite un mode opératoire de correction de préessai ou d'essai afin de réduire les caractéristiques de différence d'amplitude et de phase entre les microphones, cependant, elle combine rapidité, précision élevée et facilité de mise en application. La technique 1 est recommandée pour des essais généraux.

La technique 2 revêt des exigences particulières de génération et de traitement de signaux, et peut nécessiter plus de temps. Cependant, elle élimine les désadaptations de phase entre les microphones et permet de choisir les emplacements optimaux de microphones pour chaque fréquence. La technique 2 est recommandée pour l'évaluation des résonateurs accordés et/ou de la précision, et ses exigences sont décrites en détail à l'annexe B.

## 4 Équipement d'essai

### 4.1 Construction du tube d'impédance

L'appareil est essentiellement constitué d'un tube avec un porte-éprouvette à une extrémité et une source sonore à l'autre extrémité. Les ports de microphone sont habituellement situés en deux ou trois emplacements le long de la paroi du tube, mais les variations impliquant un microphone ou une sonde microphonique monté(e) au centre sont possibles.

Le tube d'impédance doit être rectiligne, de section droite uniforme (diamètre ou dimension droite à 0,2 % près) et avec des parois rigides, lisses et non poreuses, sans trous ni fissures (à l'exception des positions de microphone) dans la section d'essai. Les parois doivent être suffisamment lourdes et massives, pour ne pas être mises en vibration par les signaux acoustiques et ne pas présenter de résonances vibratoires dans le domaine utile en fréquence du tube. Dans le cas de parois métalliques, une épaisseur de diamètre d'environ 5 % est recommandée pour les tubes circulaires. Pour les tubes de section rectangulaire, les coins doivent être suffisamment rigides pour éviter la déformation des plaques de paroi latérales et il est recommandé que l'épaisseur de paroi latérale représente environ 10 % de la section des tubes. Les parois des tubes en béton doivent être obstruées au moyen d'une garniture de finition lisse et adhésive afin d'assurer l'étanchéité à l'air. Cette disposition est identique pour des parois de tube en bois. Il convient de renforcer ces parois et de les recouvrir d'un revêtement extérieur en feuilles d'acier ou de plomb.

La forme de la section droite du tube est en principe arbitraire. Les sections circulaires ou rectangulaires (et dans ce cas, carrées de préférence) sont recommandées.

Lorsque les tubes de section rectangulaire sont constitués de plaques, il faut veiller à ce que les angles ne présentent aucune fuite d'air, par exemple en les colmatant au moyen d'adhésifs ou de garniture de finition. Il convient que les tubes soient isolés contre le bruit ou les vibrations extérieures.

### 4.2 Domaine utile en fréquence

Le domaine utile en fréquence est

$$f_l < f < f_u \quad (1)$$

où

$f_l$  est la fréquence utile inférieure du tube;

$f$  est la fréquence de fonctionnement;

$f_u$  est la fréquence utile supérieure du tube.

$f_l$  est limité par l'exactitude de l'appareillage d'analyse des signaux.

$f_u$  est choisie pour éviter l'existence d'un mode de propagation par onde non plane.

La condition pour  $f_u$  est:

$$d < 0,58 \lambda_u; \quad f_u \cdot d < 0,58 c_0 \quad (2)$$

pour des tubes de section circulaire de diamètre intérieur,  $d$ , exprimé en mètres et  $f_u$  exprimée en hertz.

$$d < 0,5 \lambda_u; \quad f_u \cdot d < 0,50 c_0 \quad (3)$$



pour des tubes de section rectangulaire et de longueur latérale maximale,  $d$ , en mètres;  $c_0$  est la vitesse du son, en mètres par seconde, donnée par l'équation (5).

L'espacement  $s$  en mètres entre les microphones doit être choisi de sorte que

$$f_u \cdot s < 0,45 c_0 \quad (4)$$

La limite de fréquence inférieure dépend de l'espacement entre les microphones et de l'exactitude du système d'analyse, mais en sa qualité de guide général, il convient que l'espacement de microphone dépasse 5 % de la longueur d'onde correspondant à la fréquence d'intérêt inférieure à condition que les exigences de l'équation (4) soient satisfaites. Un espacement plus important entre les microphones renforce l'exactitude des mesurages.

### 4.3 Longueur du tube d'impédance

Il est recommandé que le tube soit suffisamment long pour entraîner le développement d'ondes planes entre la source et l'échantillon. Les points de mesurage des microphones doivent être situés dans le champ d'onde plane.

Le haut-parleur produit généralement en plus d'ondes non planes des modes de l'onde plane. Celles-ci s'éliminent sur une distance correspondant à environ trois diamètres de tube ou trois fois la dimension latérale maximale des tubes de section rectangulaire au-dessous de la fréquence de coupure inférieure du premier mode supérieur. Il est donc recommandé que les microphones ne soient pas plus proches de la source que ne le suggère la situation ci-dessus, mais en aucun cas plus proches d'un diamètre ou d'une dimension latérale maximale, le cas échéant.

Les échantillons entraîneront également des déformations de proximité au champ acoustique et la recommandation suivante est donnée pour l'espace minimal entre le microphone et l'échantillon, en fonction du type d'échantillon:

non structuré:	1/2 diamètre ou 1/2 dimension latérale maximale
à semi-structure latérale:	1 diamètre ou 1 dimension latérale maximale
fortement asymétrique:	2 diamètres ou 2 fois la dimension latérale maximale

### 4.4 Microphones

Des microphones identiques au microphone type doivent être utilisés à chaque emplacement. Le diamètre du microphone doit être petit par comparaison à  $c_0/f_u$  lors de l'utilisation de microphones à montage de parois latéral. De plus, il est recommandé que les diamètres des microphones soient inférieurs de 20 % à la distance qui les sépare.

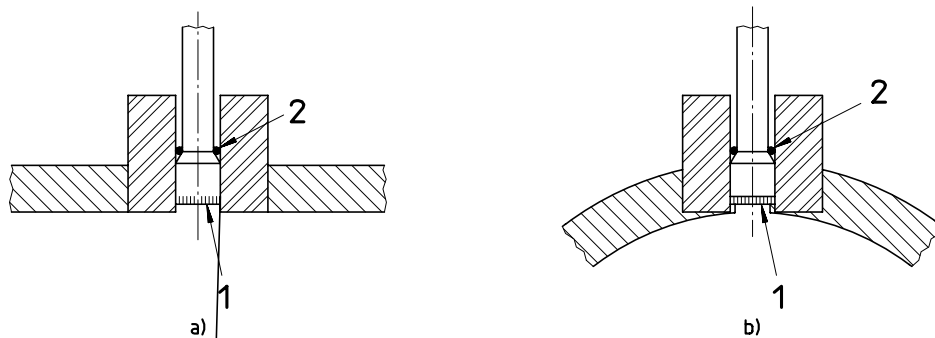
Pour le montage latéral de parois, il est recommandé d'utiliser les microphones du type à pression. Pour les microphones intégrés dans les tubes, il est recommandé d'utiliser des microphones du type champ libre.

### 4.5 Positions des microphones

Lorsque l'on utilise des microphones à montage de parois latéral, chaque microphone doit être monté de sorte que le diaphragme s'aligne sur la surface intérieure du tube. Un léger décalage est souvent nécessaire comme l'indique la figure 1; il convient que ce dernier demeure léger et identique pour les deux montages de microphone. La grille du microphone doit être scellée à l'enceinte du microphone de même que le microphone doit l'être au trou de montage.

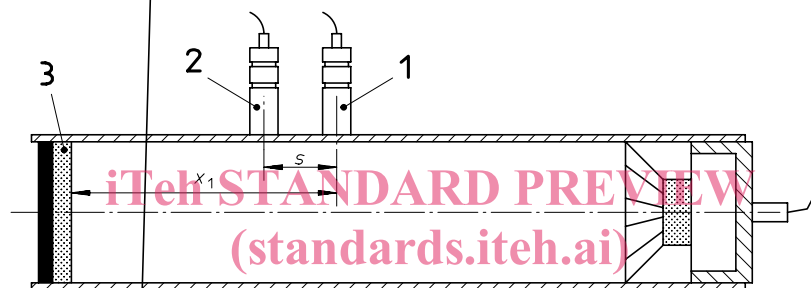
Lors de l'utilisation d'un seul microphone en deux positions de parois successives, la position du microphone non utilisée doit être bouchée afin d'éviter les fuites d'air et de maintenir une surface lisse à l'intérieur du tube.

Lors de l'utilisation de microphones à aération latérale, il est important que les événements d'égalisation de la pression ne soient pas bloqués par le montage des microphones. L'exactitude de tous les emplacements de microphones fixes doit être connue à  $\pm 0,2$  mm au minimum et leur espacement  $s$  (voir figure 2) doit être consigné. L'exactitude des positions de microphones transversaux doit être connue à  $\pm 0,5$  mm, au minimum.



**Légende**

- 1) Microphone
- 2) Scellement



**Légende**

- 1) Microphone A
- 2) Microphone B
- 3) Éprouvette

ISO 10534-2:1998  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/161fd78b-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998>

**Figure 2 — Positions et distances des microphones**

**4.6 Centre acoustique du microphone**

Voir A.2.3 pour la détermination du centre acoustique d'un microphone, ou pour réduire les erreurs associées à une différence entre les centres acoustiques et géométriques des microphones.

**4.7 Porte-éprouvette**

Le porte-éprouvette fait soit partie intégrante du tube d'impédance, soit lui est adjoint une unité séparée qui est étroitement fixée à une extrémité du tube pendant les mesurages. La longueur du porte-éprouvette doit être suffisamment grande pour installer des objets en essai tout en réservant derrière eux un volume d'air de la largeur prescrite.

Si le porte-éprouvette est de type séparé, ses dimensions intérieures doivent s'adapter à celles du tube d'impédance à  $\pm 0,2\%$  près. Le montage du tube doit être hermétique, sans insertion de joints élastiques (on conseille de la vaseline pour assurer l'étanchéité).

Pour les tubes de section rectangulaire, il est recommandé d'insérer le porte-éprouvette dans le tube d'impédance et de rendre la section d'utilisation du tube accessible au montage de l'échantillon d'essai au moyen d'un couvercle amovible. Les surfaces de contact de ce couvercle avec le tube doivent être soigneusement polies et l'utilisation d'un matériau d'étanchéité (vaseline) est recommandée pour éviter les petites fuites.

Pour les tubes de section circulaire, il est recommandé que l'objet en essai soit accessible à partir des extrémités frontale et arrière du porte-éprouvette. Il est alors possible de vérifier la position et la planéité de la surface frontale et de la position arrière.

Généralement, lorsque l'on utilise des tubes de section rectangulaire, il est recommandé d'installer l'objet en essai à l'intérieur du tube par le côté (au lieu de l'insérer axialement à l'intérieur du tube). Il est alors possible de contrôler le montage et la position de l'objet en essai dans le tube, de vérifier la position et la planéité de la surface frontale, puis de repositionner le plan de référence avec précision par rapport à cette surface. Une introduction par le côté permet également d'éviter la compression des matériaux tendres.

La plaque arrière du porte-éprouvette doit être rigide et fixée de manière hermétique au tube car elle sert d'extrémité rigide pour de nombreuses mesures. Une plaque métallique d'épaisseur au moins égale à 20 mm est recommandée.

Pour certains essais, on réalise une extrémité par dépression de l'objet en essai en interposant un volume d'air entre la plaque arrière et cet objet. Voir description en annexe C.

#### 4.8 Appareillage d'analyse des signaux

Le système d'analyse des signaux est constitué d'un amplificateur et d'un système de mesure à deux canaux de la transformée rapide de Fourier (FFT). Le système est nécessaire pour mesurer la pression acoustique en deux emplacements de microphone et pour calculer la fonction de transfert  $H_{12}$  entre eux. Un générateur capable de produire le signal source requis (voir 4.10) compatible avec le système d'analyse est également nécessaire.

Il convient que le système d'analyse permette d'effectuer des mesures sur une dynamique supérieure à 65 dB. Les erreurs de la fonction de transfert  $H_{12}$  inhérentes à la non-linéarité, à la résolution, à l'instabilité et à la sensibilité du dispositif d'analyse des signaux à la température doivent être inférieures à 0,2 dB.

En utilisant la technique à un microphone, le système d'analyse doit pouvoir calculer la fonction de transfert  $H_{12}$  à partir du générateur de signaux et des deux signaux émis par le microphone mesurés de manière consécutive.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/161fd78b-ceaf-4967-8ca1-5a1db6ad53b9/iso-10534-2-1998>

#### 4.9 Haut-parleur

Il convient de placer un haut-parleur à membrane (ou un haut-parleur à chambre de pression pour les fréquences élevées, muni d'un pavillon comme élément de transmission vers le tube d'impédance) à l'extrémité du tube d'impédance, à l'opposé du porte-éprouvette. La surface de la membrane du haut-parleur doit couvrir au moins les 2/3 de l'aire de la section droite du tube d'impédance. Le haut-parleur peut être placé soit dans l'axe du tube, soit incliné, soit sur un prolongement coudé du tube.

Le haut-parleur doit être placé dans un boîtier isolé de manière à éviter toute transmission aérienne indirecte vers les microphones. Appliquer un matériau d'isolation acoustique élastique entre le tube d'impédance et le bâti haut-parleur ainsi que sur le boîtier du haut-parleur (de préférence aussi entre le tube d'impédance et l'élément de transmission) afin d'éviter toute transmission d'énergie acoustique par voie solidienne dans le tube d'impédance.

#### 4.10 Générateur de signaux

Le générateur de signaux doit permettre la production d'un signal stationnaire de densité spectrale plate dans l'intervalle de fréquence considéré. Il peut produire un ou plusieurs signaux tels que: excitation aléatoire, excitation pseudo-aléatoire, excitation pseudo-aléatoire périodique ou excitation par modulation, le cas échéant.

En cas d'utilisation de la technique à un microphone, un signal déterministe est recommandé et une phase pseudo-aléatoire périodique convient parfaitement à cette méthode bien qu'un appareillage spécial d'analyse des signaux soit nécessaire. L'analyse implique tout d'abord une corrélation de séquence  $m$  par l'intermédiaire de la Transformée rapide Hadamard afin de produire une réponse impulsionnelle. La réponse en fréquence est donc obtenue par la transformée de Fourier de la réponse impulsionnelle.

Une génération et un affichage discrets sont nécessaires pour étalonner le tube (voir annexe A) et leur incertitude doit être inférieure à  $\pm 2 \%$ .

**4.11 Terminaison du tube constituée d'un haut-parleur**

Des résonances de la colonne d'air dans le tube d'impédance se produiront toujours. Pour les supprimer, il convient de garnir l'intérieur du tube d'impédance dans la zone proche du haut-parleur avec un matériau absorbant acoustique sur une longueur d'au moins 200 mm.

**4.12 Thermomètre et baromètre**

La température à l'intérieur du tube d'impédance doit être mesurée et maintenue constante pendant la mesure à  $\pm 1 \text{ K}$  près. Le transducteur de température doit avoir une exactitude d'au moins  $\pm 0,5 \text{ K}$ .

La pression atmosphérique doit être mesurée avec une tolérance de  $\pm 0,5 \text{ kPa}$ .

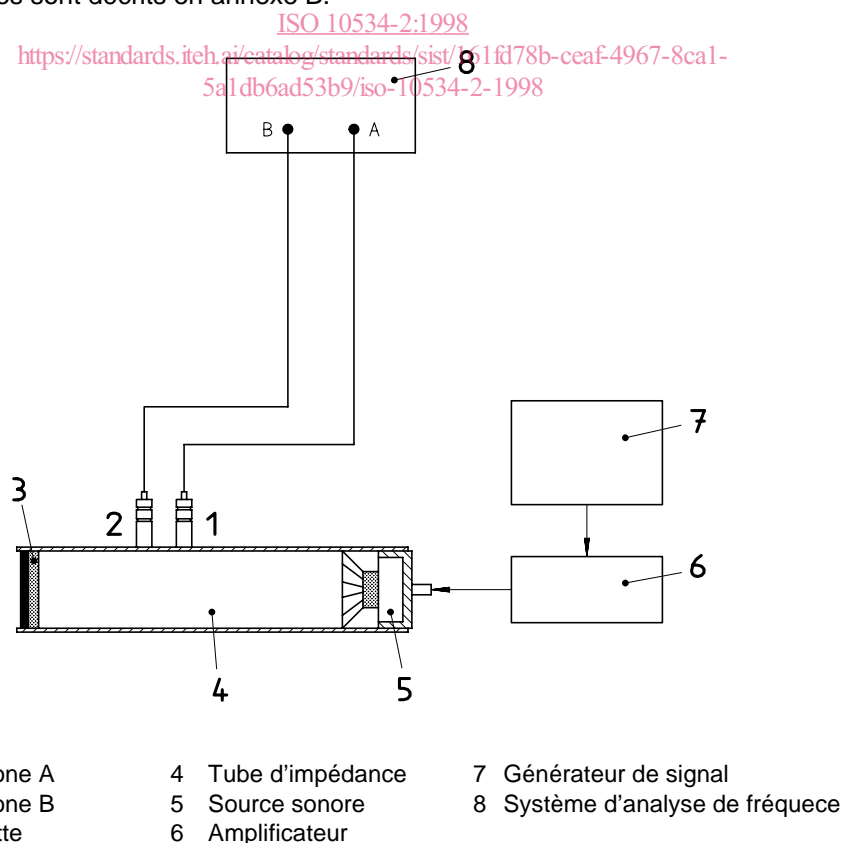
**5 Essais et mesures préliminaires**

L'appareillage d'essai doit être assemblé, tel que représenté à la figure 3 et vérifié avant son utilisation par une série d'essais. Ceci facilite l'élimination des sources d'erreurs et permet de satisfaire aux exigences minimales. Les contrôles peuvent être répartis en deux catégories: avant ou après chaque essai, et par des essais périodiques d'étalonnage. Chaque fois, il convient de mettre en marche le haut-parleur pendant au moins 10 min avant un mesurage afin de laisser la température se stabiliser.

Les contrôles avant et après chaque essai impliquent la constance de réponse des microphones, la mesure de la température et un essai du rapport signal/bruit.

Des étalonnages périodiques sont réalisés avec une extrémité rigide du tube d'impédance vide. Leur objectif est de déterminer le centre acoustique d'un microphone, et/ou les corrections d'atténuation dans le tube d'impédance.

Ces mesurages préliminaires sont décrits en annexe B.



**Figure 3 — Appareillage et instrumentation expérimentaux**