
**Acoustique — Détermination du facteur
d'absorption acoustique et de l'impédance
acoustique à l'aide du tube d'impédance —**

iTeh STANDARD PREVIEW

Partie 1:

(Méthode du taux d'ondes stationnaires)

[ISO 10534-1:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a39acfc-55a5-40ff-ab63-2952e1e10606/iso-10534-1-1996)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a39acfc-55a5-40ff-ab63-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a39acfc-55a5-40ff-ab63-2952e1e10606/iso-10534-1-1996)

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

Part 1: Method using standing wave ratio



Sommaire

Page

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Domaine d'application | 1 |
| 2 | Références normatives | 1 |
| 3 | Définitions | 2 |
| 4 | Principe | 3 |
| 5 | Principes fondamentaux | 3 |
| 6 | Appareillage d'essai | 5 |
| 7 | Essais et mesures préliminaires | 9 |
| 8 | Montage de l'éprouvette | 9 |
| 9 | Méthodes d'essai | 11 |
| 10 | Transformée du facteur de réflexion et de l'impédance | 12 |
| 11 | Rapport d'essai | 12 |

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10534-1:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a39acfc-55a5-40ff-ab63-5561384b295c/iso-10534-1-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a39acfc-55a5-40ff-ab63-5561384b295c/iso-10534-1-1996>

Annexes

| | | |
|----------|---|-----------|
| A | Mesures préliminaires | 14 |
| B | Contrôle de l'appareillage d'essai | 17 |
| C | Terminaison par décompression de l'éprouvette | 20 |
| D | Détermination du facteur d'absorption acoustique diffus α_{st} des absorbants du type «à réaction locale» | 21 |

© ISO 1996

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

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.

La Norme internationale ISO 10534-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 2, *Acoustique des bâtiments*.

L'ISO 10534 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Acoustique — Détermination du facteur d'absorption acoustique et de l'impédance acoustique à l'aide du tube d'impédance*:

- *Partie 1: Méthode du taux d'ondes stationnaires*
- *Partie 2: Méthode utilisant deux microphones*

Les annexes A, B et C font partie intégrante de la présente partie de l'ISO 10534. L'annexe D est donnée uniquement à titre d'information.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10534-1:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a39acfc-55a5-40ff-ab63-5561384b295c/iso-10534-1-1996>

Acoustique — Détermination du facteur d'absorption acoustique et de l'impédance acoustique à l'aide du tube d'impédance —

Partie 1:

Méthode du taux d'ondes stationnaires

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 10534 prescrit une méthode de détermination du facteur d'absorption acoustique, du facteur de réflexion et de l'impédance en surface ou de l'admittance en surface des matériaux et des objets. Les valeurs sont déterminées sous incidence acoustique normale par l'évaluation du champ d'ondes stationnaires d'une onde plane dans un tube, produite par la superposition d'une onde plane sinusoïdale incidente et de l'onde plane réfléchie par l'objet en essai.

La présente méthode peut être utilisée pour la détermination du facteur d'absorption acoustique des absorbants acoustiques sous incidence acoustique normale. Elle peut, de plus, être utilisée pour déterminer l'impédance acoustique en surface ou l'admittance en surface des matériaux acoustiques absorbants. Elle convient parfaitement aux études des paramètres et à la conception des absorbants acoustiques puisqu'elle ne demande qu'une petite quantité d'échantillons de matériau absorbant.

1.2 Comparée à la méthode de mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante (voir ISO 354), la présente méthode montre quelques différences caractéristiques.

La méthode du tube d'impédance peut être utilisée pour la détermination du facteur de réflexion ainsi que de l'impédance ou de l'admittance. Le bruit incident est normal à la surface de l'objet. La méthode en salle réverbérante déterminera (dans des conditions idéales) le facteur d'absorption acoustique sous incidence aléatoire.

La méthode du tube d'impédance est fondée sur l'existence d'une onde acoustique incidente plane et donne des valeurs exactes dans ces conditions (les erreurs de mesure et de montage étant exclues).

L'évaluation du facteur d'absorption acoustique en salle réverbérante est basée sur un certain nombre de suppositions de simplification et d'approximation relatives au champ acoustique et à la taille de l'absorbant. Ainsi, on obtient parfois des facteurs d'absorption acoustique excédant la valeur 1.

La méthode du tube d'impédance nécessite des échantillons de l'objet en essai d'une taille équivalente à l'aire de la section droite du tube d'impédance. La méthode du tube d'impédance requiert des objets en essai relativement importants. Elle peut également être appliquée à des objets dont les structures dans le sens latéral et/ou normal sont bien définies. La mesure de tels objets dans le tube d'impédance doit être interprétée avec précaution (voir 9.1).

Pour toute application des calculs des résultats d'essai obtenus par la méthode du tube d'impédance (sous incidence normale) au cas des incidences acoustiques en champ diffuses, se reporter à l'annexe D.

1.3 La présente partie de l'ISO 10534 donne la préférence aux méthodes numériques d'évaluation plutôt qu'aux méthodes graphiques, car on peut supposer que les ordinateurs pouvant effectuer ces calculs existent. Dans les formules, certaines grandeurs sont complexes. Les arguments des fonctions trigonométriques sont exprimés en radians.

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 partie de l'ISO 10534. 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 partie de l'ISO 10534 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.

ISO 266:—¹⁾, *Acoustique — Fréquences normales*.

ISO 354:1985, *Acoustique — Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante*.

3 Définitions

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

3.1 facteur d'absorption acoustique, α : 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.

3.2 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.

3.3 plan de référence: Section droite du tube d'impédance pour laquelle le facteur de réflexion r , l'impédance Z ou l'admittance G sont déterminés et qui est normalement la surface des objets plats en essai. Il est supposé être à $x = 0$.

3.4 impédance de champ, $Z(x)$: Rapport de la pression acoustique $p(x)$ à la vitesse des particules $v(x)$ (dirigée vers l'intérieur de l'objet en essai) en un point x du champ acoustique.

3.5 impédance dans le plan de référence, Z_r : Rapport de la pression acoustique p à la vitesse des particules acoustiques v dans le plan de référence:

$$Z_r = p/v$$

3.6 impédance de surface, Z : Rapport complexe de la pression acoustique $p(0)$ à la composante normale de la vitesse $v(0)$ du son dans le plan de référence.

3.7 admittance de surface, G : Rapport complexe de la composante normale de la vitesse $v(0)$ du son à la pression acoustique $p(0)$ dans le plan de référence.

3.8 admittance de surface, G_s : Composante de l'admittance normale à la surface de l'objet en essai.

3.9 impédance caractéristique, Z_0 : Impédance de champ (dans le sens de la propagation) d'une onde plane unique:

$$Z_0 = \rho_0 c_0$$

où

ρ_0 est la masse volumique du milieu (air);

c_0 est la vitesse du son dans ce milieu.

3.10 impédance normalisée, z : Rapport de l'impédance Z à l'impédance caractéristique Z_0 :

$$z = Z/Z_0$$

3.11 admittance normalisée, g : Produit de l'admittance G par l'impédance caractéristique Z_0 :

$$g = Z_0 G$$

3.12 taux d'ondes stationnaires, s : Rapport du niveau de pression acoustique à un maximum de pression, $|p_{\max}|$, à celui relevé au minimum de pression adjacent, $|p_{\min}|$ (si nécessaire, après correction, pour des valeurs variant aux minima en raison de l'atténuation acoustique dans le tube d'impédance):

$$s = |p_{\max}| / |p_{\min}|$$

3.13 taux d'ondes stationnaires avec atténuation, s_n : Rapport du taux d'ondes stationnaires du $n^{\text{ième}}$ maximum à celui du $n^{\text{ième}}$ minimum.

3.14 nombre d'onde de champ libre, k_0 :

Nombre défini par

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

où

ω est la pulsation;

f est la fréquence;

c_0 est la vitesse du son.

En général le nombre d'onde est complexe, aussi

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

où

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

k_0'' est la composante imaginaire, qui est la constante d'affaiblissement linéique, en népers par mètre.

1) À publier. (Révision de l'ISO 266:1975)

3.15 phase du facteur de réflexion, Φ : Résultat de la représentation du facteur de réflexion complexe par son module et son angle de déphasage:

$$r = r' + jr'' = |r| \cdot e^{j\Phi} = |r| (\cos \Phi + j \sin \Phi)$$

$$|r| = \sqrt{r'^2 + r''^2}$$

$$\Phi = \arctan \frac{r''}{r'}$$

$$r' = |r| \cos \Phi$$

$$r'' = |r| \sin \Phi$$

3.16 domaine utile en fréquence, f : Intervalle dans lequel les mesures peuvent être effectuées selon une impédance de tube donnée:

$$f_l < f < f_u$$

où f_l et f_u sont, respectivement, les fréquences limites inférieure et supérieure.

3.17 section d'essai: Section du tube d'impédance qui ne comporte pas de modes supérieurs et dans laquelle les ondes stationnaires peuvent être explorées.

3.18 section d'installation: Section du tube d'impédance dans laquelle l'objet en essai est installé.

4 Principe

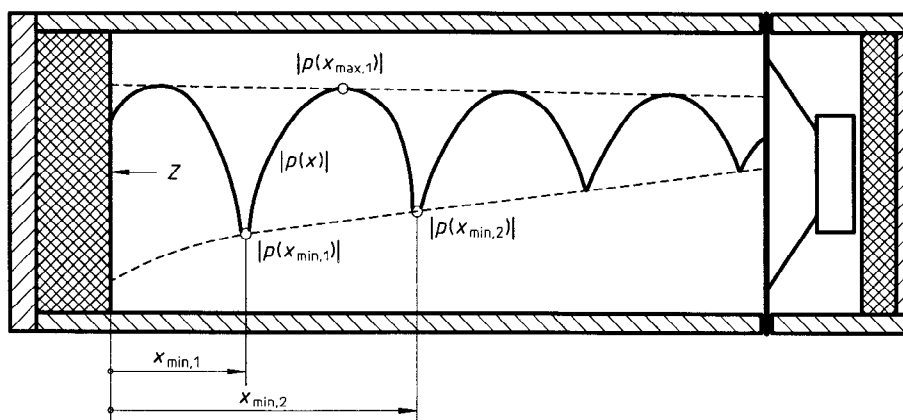
L'objet en essai est monté sur l'une des extrémités d'un tube d'impédance rectiligne, rigide, lisse et

étanche (voir figure 1). L'onde acoustique sinusoïdale incidente p_i est produite par un haut-parleur placé à l'autre extrémité du tube. La superposition $p = p_i + p_r$ de l'onde incidente p_i et de l'onde réfléchie par l'objet en essai, p_r , produit un système d'ondes stationnaires dans le tube. L'évaluation s'appuie sur les grandeurs mesurées (selon une échelle linéaire ou logarithmique) des niveaux de pression acoustique $|p(x_{\min})|$ à des minimums de pression (un ou plusieurs), et $|p(x_{\max})|$ à des maximums de pression. Ces données sont suffisantes pour déterminer le facteur d'absorption acoustique. En outre, la distance $x_{\min,1}$ du premier minimum de pression acoustique par rapport au plan de référence situé à $x = 0$ (qui est généralement le plan contenant la surface de l'objet en essai) et la longueur d'onde λ_0 doivent être déterminées pour le facteur de réflexion r et l'impédance Z ou l'admittance $G = 1/Z$.

5 Principes fondamentaux

5.1 Conditions générales

La méthode de la présente partie de l'ISO 10534 repose principalement sur le fait que seules existent les ondes incidentes et réfléchies planes se propageant parallèlement à l'axe du tube dans la section d'essai de celui-ci (c'est-à-dire la section dans laquelle le système d'ondes stationnaires est exploré). La production des autres formes d'ondes (modes supérieurs) doit être évitée (voir annexe B). Il est de plus supposé que les ondes acoustiques se propagent dans le tube sans atténuation. Des corrections peuvent être appliquées pour des atténuations résiduelles causées par le frottement et les pertes thermiques sur les parois du tube. Des méthodes permettant de déterminer ces corrections sont données en annexe A.



NOTE — Le premier maximum de pression à mesurer doit être choisi normalement entre les deux premiers minimums tels qu'indiqué.

Figure 1 — Système d'ondes stationnaires dans le tube de mesure

5.2 Formules

NOTE 1 La constante de temps $e^{j\omega t}$ est omise dans les formules suivantes.

L'onde acoustique incidente p_i est supposée plane, harmonique de fréquence f et de pulsation $\omega = 2\pi f$, sans atténuation (pour la correction relative à l'atténuation, voir l'annexe A) et se propageant le long de l'axe du tube d'impédance (dans le sens des x négatifs):

$$p_i(x) = p_0 e^{jk_0 x} \quad \dots (1)$$

$$k_0 = \frac{\omega}{c_0} = \frac{2\pi f}{c_0} \quad \dots (2)$$

où l'amplitude p_0 est arbitraire.

L'onde réfléchie par l'objet en essai ayant un facteur de réflexion r s'écrit donc:

$$p_r(x) = r \cdot p_0 \cdot e^{-jk_0 x} \quad \dots (3)$$

Les vitesses des particules des ondes (mesurées positivement dans le sens des x négatifs, voir figure 1) sont respectivement égales à:

$$v_i = \frac{1}{Z_0} p_i(x) \quad \dots (4)$$

$$v_r(x) = -\frac{1}{Z_0} p_r(x) \quad \dots (5)$$

L'impédance du champ (dans le sens des x négatifs) de l'onde stationnaire est:

$$Z(x) = \frac{p_i(x) + p_r(x)}{v_i(x) + v_r(x)} = Z_0 \frac{p_i(x) + p_r(x)}{p_i(x) - p_r(x)} \quad \dots (6)$$

5.3 Corrélations

Dans le plan de référence $x = 0$, on a donc

$$Z = Z(0) = Z_0 \frac{1+r}{1-r} \quad \dots (7)$$

Il en résulte

$$r = \frac{(Z/Z_0) - 1}{(Z/Z_0) + 1} \quad \dots (8)$$

Le facteur d'absorption acoustique α des ondes planes est

$$\alpha = 1 - |r|^2 \quad \dots (9)$$

où $|\dots|$ indique le module d'une grandeur complexe.

Les équations (7) à (9) expriment les corrélations entre les grandeurs déterminées selon cette norme. Si le plan de référence coïncide avec la surface d'un objet en essai plat, ces grandeurs sont, respectivement, l'impédance en surface, le facteur de réflexion (sous incidence acoustique normale) et le facteur d'absorption (sous incidence acoustique normale) de l'objet en essai. Si le plan de référence est devant l'objet en essai ($x > 0$), le facteur d'absorption demeure inchangé. Le facteur de réflexion r et l'impédance Z deviennent des grandeurs portant la mention «transformées par une distance de...», c'est-à-dire la distance entre le plan de référence et la surface de l'objet. Ce concept est souvent utilisé pour des objets d'essai structurés (voir 9.1 et article 10).

5.4 Onde stationnaire

Un maximum de pression d'une onde stationnaire est situé en un point où p_i et p_r sont en phase, soit:

$$|p_{\max}| = |p_0| \cdot (1 + |r|) \quad \dots (10)$$

Un minimum de pression est situé en un point d'opposition de phase, soit:

$$|p_{\min}| = |p_0| \cdot (1 - |r|) \quad \dots (11)$$

En utilisant les taux d'ondes stationnaires

$$s = |p_{\max}| / |p_{\min}| \quad \dots (12)$$

on a

$$s = \frac{1 + |r|}{1 - |r|} \quad \dots (13)$$

$$|r| = \frac{s - 1}{s + 1} \quad \dots (14)$$

5.5 Facteur d'absorption acoustique

Le facteur d'absorption acoustique découle donc des équations (9), (12) et (14) où les amplitudes $|p_{\max}|$ et $|p_{\min}|$ sont mesurées à une fréquence donnée.

Si la pression acoustique dans le tube d'impédance est mesurée sur une échelle logarithmique (en décibels) et si ΔL est la différence, exprimée en décibels, entre les niveaux de pression acoustique maximal et minimal, on a:

$$s = 10^{\Delta L / 20} \quad \dots (15)$$

On en déduit ainsi le facteur d'absorption acoustique par la relation:

$$\alpha = \frac{4 \times 10^{\Delta L/20}}{(10^{\Delta L/20} + 1)^2} \quad \dots (16)$$

5.6 Facteur de réflexion

L'angle de déphasage Φ du facteur de réflexion complexe

$$r = |r| \cdot e^{j\Phi} \quad \dots (17)$$

découle de la condition de phase pour un minimum de pression dans l'onde stationnaire, soit:

$$\Phi + (2n - 1)\pi = 2k_0 x_{\min,n} \quad \dots (18)$$

pour le $n^{\text{ième}}$ minimum ($n = 1, 2, \dots$) devant le plan de référence (vers la source sonore).

D'où:

$$\Phi = \pi \left(\frac{4x_{\min,n}}{\lambda_0} - 2n + 1 \right) \quad \dots (19)$$

et pour le premier minimum ($n = 1$):

$$\Phi = \pi \left(\frac{4x_{\min,1}}{\lambda_0} - 1 \right) \quad \dots (20)$$

Le facteur de réflexion complexe s'écrit alors:

$$r = r' + jr'' \quad \dots (21)$$

$$r' = |r| \cdot \cos \Phi \quad \dots (22)$$

$$r'' = |r| \cdot \sin \Phi \quad \dots (23)$$

5.7 Impédance

On obtient d'après l'équation (5) l'impédance normalisée $z = Z/Z_0$:

$$z = z' + jz'' \quad \dots (24)$$

$$z' = \frac{1 - r'^2 - r''^2}{(1 - r')^2 + r''^2} \quad \dots (25)$$

$$z'' = \frac{2r''}{(1 - r')^2 + r''^2} \quad \dots (26)$$

5.8 Longueur d'onde

La longueur d'onde λ_0 à la fréquence f du signal acoustique est déterminée d'après l'équation:

$$\lambda_0 = c_0/f \quad \dots (27)$$

où c_0 est la vitesse du son (pour la détermination de c_0 voir l'annexe A). Cette longueur d'onde est également définie par la distance entre deux minimums de pression de l'onde stationnaire (avec une terminaison rigide du tube d'impédance) désignés respectivement par n et m , [voir équation (19)]:

$$\lambda_0 = \frac{2}{n - m} (x_{\min,n} - x_{\min,m}) \quad \dots (28)$$

6 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai est constitué d'un tube d'impédance, d'un porte-éprovette, d'une sonde microphonique, d'un dispositif permettant de la déplacer et de la positionner, d'une unité de traitement des signaux pour les signaux du microphone, d'un haut-parleur, d'un générateur de signaux sinusoïdaux, éventuellement d'une terminaison absorbante du tube d'impédance et d'un thermomètre.

L'appareillage d'essai doit être contrôlé avant d'être utilisé pour une série d'essais. Ceci permet d'éliminer des sources d'erreur et de satisfaire aux exigences minimales. Le mode opératoire de ces essais est donné en annexe B.

6.1 Tube d'impédance

6.1.1 Construction

Le tube d'impédance doit être rectiligne, de section droite constante (à 0,2 % près) et avec des parois rigides, lisses et non poreuses, sans trous ni fissures dans la section d'essai. Les parois doivent être suffisamment lourdes et massives (de préférence métalliques ou, pour les tubes à section plus élevée, en béton étanche et lisse), 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, on recommande une épaisseur d'environ 5 % ou 10 % de la dimension latérale pour des tubes respectivement de section circulaire et rectangulaire. Les parois des tubes en béton doivent être colmatées au moyen d'une garniture de finition lisse, étanche et parfaitement adhésive. Cette disposition est identique pour des parois de tube en bois. Il convient de renforcer ces parois et de les amortir au moyen d'un revêtement extérieur en feuilles d'acier ou de plomb.

La forme de la section droite du tube est en principe arbitraire. On recommande cependant des sections circulaires ou rectangulaires (et, dans ce cas, carrées de préférence).

Lorsque les tubes de section rectangulaire sont constitués de plaques, il faut veiller à ce que les angles ne présentent aucune faille, par exemple en les colmant au moyen d'adhésifs ou de garniture de finition.

6.1.2 Domaine utile en fréquence

Le domaine utile en fréquence ($f_l < f < f_u$) d'un tube d'impédance est déterminé par sa longueur et sa section droite. Afin de pouvoir explorer deux minimums de pression même pour des phases de réflexion défavorables, la longueur de la section d'essai du tube doit être $l \geq 3\lambda_0/4$ à la fréquence limite inférieure f_l .

Le haut-parleur produit généralement des ondes de mode supérieur à 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 en dessous de la fréquence de coupure inférieure du premier mode supérieur. Les objets en essai dont les qualités acoustiques varient latéralement (par exemple: Les résonateurs) produiront des apports de mode supérieur à l'onde réfléchie.

La section d'essai du tube d'impédance doit éviter les deux gammes de modes supérieurs éventuels. Ainsi la longueur du tube l entre la face avant de l'objet en essai et le haut-parleur est liée à la fréquence limite inférieure f_l du domaine utile en fréquence par la relation suivante:

$$l \geq 250/f + 3d \quad \dots (29)$$

où

- l est la longueur, en mètres;
- f est la fréquence, en hertz;
- d est le diamètre intérieur (ou la longueur latérale maximale), en mètres.

La fréquence limite supérieure d'utilisation du tube, f_u , est donnée par l'arrivée possible d'une propagation de modes supérieurs. La condition pour f_u est:

$$d \leq 0,5\lambda_0 \quad \dots (30)$$

$$f_u d \leq 170 \quad \dots (31)$$

pour des tubes de section rectangulaire où f_u est exprimé en hertz et la longueur latérale maximale, d en mètres; et

$$d \leq 0,58\lambda_0 \quad \dots (32)$$

$$f_u d \leq 200 \quad \dots (33)$$

pour des tubes de section circulaire de diamètre intérieur d , exprimé en mètres.

6.2 Porte-épreuve

Le porte-épreuve fait soit partie intégrante du tube, soit lui est adjoint une unité séparée et alors il doit assumer pendant les mesures une fermeture hermétique du tube. (La figure 2 représente deux dispositions possibles.)

La longueur du porte-épreuve doit être suffisamment grande pour installer des objets en essai tout en réservant derrière eux un volume d'air de la grandeur prescrite.

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

Il est recommandé d'insérer le porte-épreuve dans le tube d'impédance et de rendre la section d'utilisation du tube accessible au montage de l'objet en 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 conseillée pour éviter les petites fuites. Si l'on utilise un tube 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 ainsi 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-épreuve doit être rigide et fixée de manière hermétique au tube car elle sert d'extrémité rigide pour de nombreuses mesures. On conseille une plaque métallique d'épaisseur au moins égale à 2 cm.

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 de largeur égale à $\lambda_0/4$. Des bouchons mobiles dans le porte-épreuve servent quelquefois d'extrémité rigide, permettant ainsi une largeur variable du volume d'air. Il convient toutefois de les utiliser avec beaucoup de précaution, car des fuites aussi minimes soient-elles entre le bouchon et la paroi du porte-épreuve peuvent entraîner des résultats erronés (se reporter à l'annexe C pour les corrections à apporter aux largeurs autres que $\lambda_0/4$).

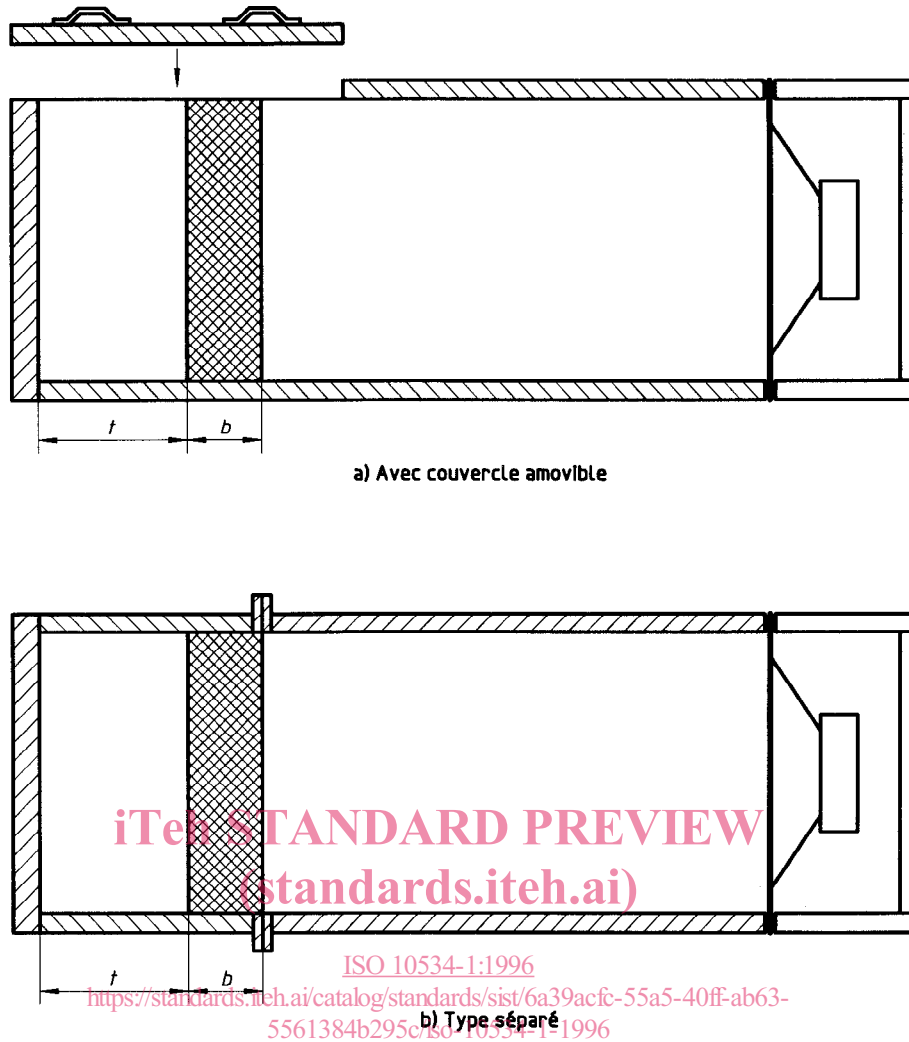


Figure 2 — Porte-épreuve

6.3 Microphone

Un microphone mobile enregistre le système d'ondes stationnaires dans le tube d'impédance pour la localisation des minimums de pression et pour la détermination des amplitudes (ou niveaux) de pression acoustique dans les minimums et les maximums des ondes stationnaires.

Le microphone peut être déplacé soit de l'extérieur du tube d'impédance — il est monté dans ce cas sur une sonde introduite par une ouverture pratiquée dans le tube d'impédance — soit placé directement dans le tube d'impédance (et mobile). L'obstruction de la section droite du tube d'impédance par le microphone et/ou la sonde et/ou d'autres dispositifs ne doit pas représenter plus de 5 % de l'aire de la section droite en tout point de la section d'essai.

6.3.1 Sonde microphonique

La sonde microphonique doit être en métal d'une épaisseur de paroi suffisante pour empêcher le phé-

nomène de diaphonie du champ acoustique dans la sonde à travers les parois. Le diamètre d'alésage de la sonde devrait être en rapport avec sa longueur: une sonde de faible diamètre peut avoir une atténuation interne trop élevée (pour son contrôle, se reporter en annexe B). Dans un tube d'impédance horizontal, une sonde montée au centre doit être maintenue pour éviter sa flexion, ce qui risquerait de créer des modes acoustiques supérieurs. Les supports doivent être suffisamment éloignés de l'ouverture de la prise de son.

Dans un tube d'impédance vertical dont la section d'utilisation est située à l'extrémité inférieure, le microphone ou la sonde microphonique peut être suspendu librement dans le tube d'impédance.

Pour les tubes d'impédance de section rectangulaire, on peut faire pivoter le tube sur son axe d'environ 45° (voir figure 3) et on peut placer la sonde dans l'angle inférieur: on évite ainsi tout support. L'autre avantage de cet agencement est que les vibrations solidiennes du tube d'impédance sont les plus faibles à cet endroit (voir annexe B pour le contrôle de la diaphonie solidienne). En principe, l'ouverture de prise de son