
**Acoustique — Détermination de la
résistance à l'écoulement de l'air —**

**Partie 2:
Méthode avec écoulement d'air
alternatif**

iTeh STANDARD PREVIEW
Acoustics — Determination of airflow resistance —
Part 2: Alternating airflow method
(standards.iteh.ai)

ISO 9053-2:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7cdcb2b9-842c-472c-b547-8dd39154142b/iso-9053-2-2020>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 9053-2:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7cdcb2b9-842c-472c-b547-8dd39154142b/iso-9053-2-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles	3
5 Principe	4
6 Équipement	6
6.1 Généralités.....	6
6.2 Dispositif de production de l'écoulement d'air alternatif.....	6
6.3 Dispositif de mesure du son.....	7
6.4 Récipient et cellule de mesure.....	7
6.5 Dispositif de mesure de la pression statique.....	8
6.6 Dispositif de mesure de la fréquence du piston.....	8
7 Éprouvettes	8
7.1 Homogénéité de l'éprouvette.....	8
7.2 Forme.....	8
7.3 Dimensions.....	8
7.3.1 Dimensions latérales.....	8
7.3.2 Épaisseur.....	9
7.4 Nombre d'éprouvettes.....	9
8 Mode opératoire d'essai	9
9 Incertitude	10
10 Rapport d'essai	11
Annexe A (normative) Rapport effectif des chaleurs spécifiques pour l'air	12
Annexe B (informative) Modèle acoustique d'écoulement	15
Annexe C (informative) Calcul de l'incertitude	17
Annexe D (informative) Résistance à l'écoulement de l'air du support perforé	19
Bibliographie	20

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 2, *Acoustique des bâtiments*.

Cette première édition de l'ISO 9053-2, avec l'ISO 9053-1:2018, annulent et remplacent l'ISO 9053:1991, qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- l'ancienne méthode B de l'ISO 9053:1991 a été transférée dans le présent document;
- les exigences relatives aux dimensions de l'éprouvette ont été mises à jour;
- une correction a été ajoutée pour la conduction thermique.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 9053 est disponible sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Acoustique — Détermination de la résistance à l'écoulement de l'air —

Partie 2: Méthode avec écoulement d'air alternatif

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode avec écoulement d'air alternatif pour la détermination de la résistance à l'écoulement de l'air^{[5][6]} des matériaux poreux utilisés pour les applications acoustiques.

La détermination de la résistance à l'écoulement de l'air reposant sur un écoulement statique est décrite dans l'ISO 9053-1.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

Guide ISO/IEC 98-3, *Incertitude de mesure — Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

ISO 9053-2:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7cdcb2b9-842c-472c-b547-8dd39154142b/iso-9053-2-2020>

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>.

3.1

résistance à l'écoulement de l'air

R

grandeur définie par:

$$R = \frac{\Delta p}{q_v}$$

où

Δp est la différence des valeurs moyennes quadratiques de pression d'air de part et d'autre de l'éprouvette, due à l'écoulement d'air alternatif, en pascals;

q_v est la valeur moyenne quadratique du débit d'air volumique traversant l'éprouvette, en mètres cubes par seconde.

Note 1 à l'article: La résistance à l'écoulement de l'air s'exprime en pascals-secondes par mètre cube.

3.2
résistance spécifique à l'écoulement de l'air

R_s
grandeur définie par:

$$R_s = R \cdot A$$

où
 R est la résistance à l'écoulement de l'air de l'éprouvette, en pascals-secondes par mètre cube;
 A est la section de l'éprouvette perpendiculaire au sens de l'écoulement, en mètres carrés.

Note 1 à l'article: La résistance spécifique à l'écoulement de l'air s'exprime en pascals-secondes par mètre.

3.3
résistivité à l'écoulement de l'air

σ
si le matériau est jugé homogène, grandeur définie par la formule suivante:

$$\sigma = \frac{R_s}{d}$$

où
 R_s est la résistance spécifique à l'écoulement de l'air de l'éprouvette, en pascals-secondes par mètre;
 d est l'épaisseur de l'éprouvette dans le sens de l'écoulement, en mètres.

Note 1 à l'article: La résistivité à l'écoulement de l'air s'exprime en pascals-secondes par mètre carré.

3.4
vitesse d'écoulement de l'air

v
grandeur définie par:

$$v = \frac{q_v}{A}$$

où
 q_v est la valeur moyenne quadratique du débit d'air volumique traversant l'éprouvette, en mètres cubes par seconde;
 A est la section de l'éprouvette perpendiculaire au sens de l'écoulement, en mètres carrés.

Note 1 à l'article: La vitesse d'écoulement de l'air s'exprime en mètres par seconde.

3.5
niveau de pression acoustique

L_p

dix fois le logarithme décimal du rapport de la moyenne temporelle du carré de la pression acoustique, $p(t)$, au carré d'une valeur de référence, p_0 , pendant un intervalle de temps donné, T (qui commence à t_1 et se termine à t_2):

$$L_p = 10 \lg \left(\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right) \text{dB}$$

où la valeur de référence, p_0 , est égale à 20 μPa

Note 1 à l'article: Le niveau de pression acoustique s'exprime en décibels.

4 Symboles

A	section de l'éprouvette, en mètres carrés;
A_p	section du piston, en mètres carrés;
b	épaisseur de la couche limite thermique, en mètres;
C_p	chaleur massique à pression constante, en joules par kilogramme et par degré Kelvin;
c_0	vitesse du son, en mètres par seconde;
d	épaisseur de l'éprouvette dans le sens de l'écoulement, en mètres;
f	fréquence du mouvement du piston, en Hertz;
h	amplitude de la course du piston, en mètres;
h_s	amplitude de la course du piston lorsque la cellule de mesure avec l'éprouvette est montée, en mètres;
h_t	amplitude de la course du piston lorsque la cavité d'air est fermée par la terminaison étanche, en mètres;
j	$\sqrt{-1}$
k_a	conductivité thermique, en joules par mètre, par seconde et par degré Kelvin;
L_p	niveau de pression acoustique, en décibels;
$L_{p,b}$	niveau de pression acoustique de fond, en décibels;
$L_{p,s}$	niveau de pression acoustique dans la cavité d'air lorsque la cellule de mesure avec l'éprouvette est montée, en décibels;
$L_{p,t}$	niveau de pression acoustique dans la cavité d'air avec la terminaison étanche, en décibels;
l_h	longueur caractéristique de diffusion thermique, en mètres;
N	compliance acoustique, en mètres cubes par pascal;
P_s	pression statique, en pascals;
p	pression acoustique, en pascals;
p_s	pression acoustique lorsque la cellule d'essai avec l'éprouvette est montée, en pascals;

p_t	pression acoustique lorsque la cavité d'air est fermée par la terminaison étanche, en pascals;
p_0	valeur de référence de la pression acoustique, égale à 20 μ Pa;
q_s	valeur moyenne quadratique du débit volumique lorsque la cellule d'essai avec l'éprouvette est montée, en mètres cubes par seconde;
q_t	valeur moyenne quadratique du débit volumique lorsque la cavité d'air est fermée par la terminaison étanche, en mètres cubes par seconde;
q_v	valeur moyenne quadratique du débit d'air volumique traversant l'éprouvette, en mètres cubes par seconde;
R	résistance à l'écoulement de l'air de l'éprouvette, en pascals-secondes par mètre cube;
R_s	résistance spécifique à l'écoulement de l'air de l'éprouvette, en pascals-secondes par mètre;
r	rapport entre les amplitudes de course;
r_r	rayon des perforations dans le support d'éprouvette (Annexe D), en mètres;
S	aire totale, en mètres carrés;
U	incertitude élargie;
u	incertitude-type;
V	volume dans la cavité d'air avec la terminaison étanche, en mètres cubes;
v	vitesse d'écoulement de l'air, en mètres par seconde;
v_s	valeur moyenne quadratique de la vitesse d'écoulement de l'air traversant l'éprouvette, en mètres par seconde;
y	épaisseur du support, en mètres;
Z_a	impédance acoustique de la cavité, en pascals-secondes par mètre cube;
Δp	différence des valeurs moyennes quadratiques de pression d'air de part et d'autre de l'éprouvette, due à l'écoulement d'air alternatif, en pascals;
ϕ	taux de perforation;
η	viscosité dynamique de l'air, en pascals-secondes;
κ	rapport des chaleurs spécifiques pour l'air;
κ'	rapport effectif des chaleurs spécifiques pour l'air;
λ	longueur d'onde, en mètres;
ρ_0	masse volumique de l'air, en kilogrammes par mètre cube;
σ	résistivité à l'écoulement de l'air de l'éprouvette, en pascals-secondes par mètre carré;
ω	fréquence circulaire, $2 \cdot \pi \cdot f$, en radians par seconde.

5 Principe

Un débit volumique alternatif de basse fréquence f , par exemple de 2 Hz, est généré par un piston ou un dispositif similaire (voir la [Figure 1](#) et la [Figure 2](#)) qui se déplace de manière sinusoïdale. Ce débit

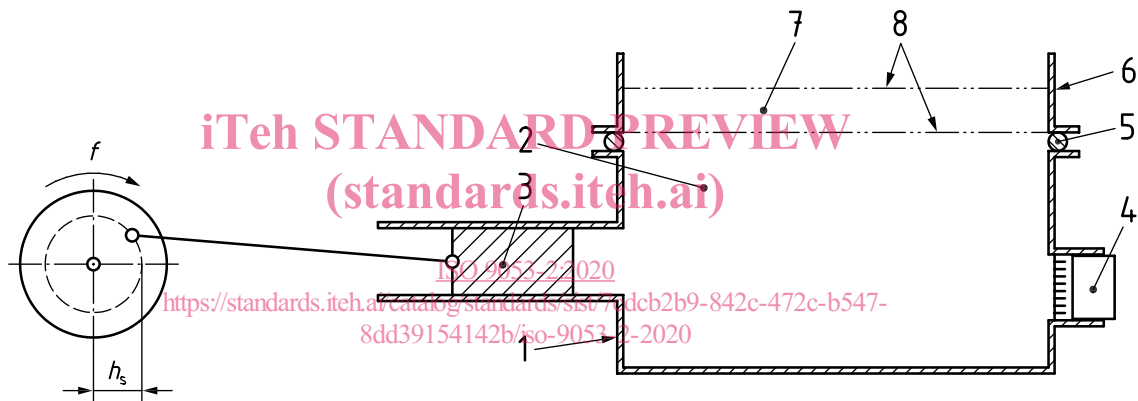
volumique agit sur une cavité d'air qui est soit fermée par une terminaison étanche, soit qui se termine par l'éprouvette montée dans une cellule de mesure. Le niveau de pression acoustique est mesuré dans la cavité d'air dans les deux cas.

La pression à l'intérieur de la cavité est la pression atmosphérique extérieure modulée par le débit alternatif généré par le piston. Le microphone monté à l'intérieur de la cavité mesure donc la différence de pression dans l'éprouvette lorsque la cellule d'essai avec l'éprouvette est montée.

Lorsque la cavité d'air est fermée, le débit volumique crée une pression acoustique dans la cavité d'air, qui peut être calculée à partir du mouvement du piston, des informations dimensionnelles de la cavité et de la pression de l'air atmosphérique.

Lorsque la cellule de mesure est montée, la majeure partie du débit volumique généré passe à travers l'éprouvette et une pression acoustique plus faible est observée dans la cavité d'air. La différence entre les niveaux de pression acoustique lorsque le récipient est fermé et lorsque la cellule d'essai est montée est directement fonction de la résistivité à l'écoulement de l'air de l'éprouvette. Le mesurage des différences de pression acoustique permet de calculer la résistance à l'écoulement de l'air de l'éprouvette.

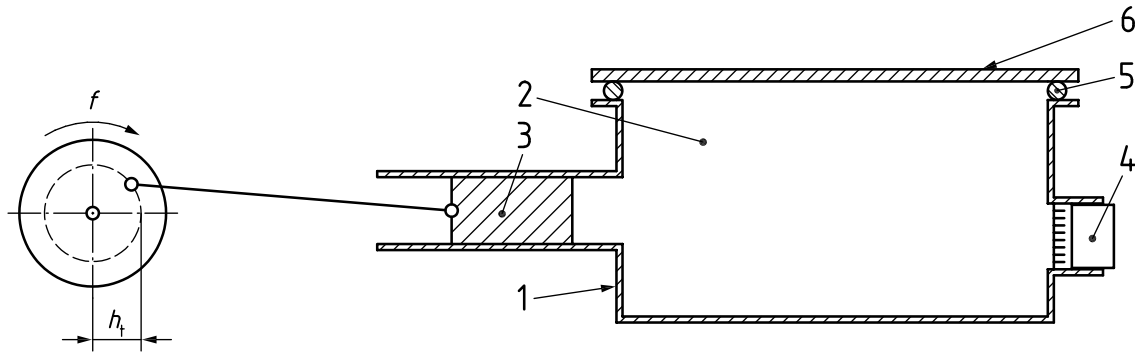
Il peut être pratique d'utiliser des longueurs de course de piston différentes dans le cas où le récipient fermé et lorsque la cellule de mesure est montée.



Légende

- | | |
|--------------|----------------------------------|
| 1 récipient | 2 cavité d'air |
| 3 piston | 4 microphone |
| 5 joint | 6 cellule de mesure |
| 7 éprouvette | 8 support d'éprouvette en option |

Figure 1 — Principe de base, terminaison par l'éprouvette



Légende

- | | | | |
|---|------------|---|---------------------|
| 1 | réceptacle | 2 | cavité d'air |
| 3 | piston | 4 | microphone |
| 5 | joint | 6 | terminaison étanche |

Figure 2 — Principe de base, terminaison étanche

NOTE Pour les matériaux présentant une fréquence de transition visco-inertielle inférieure à 100 Hz, la méthode décrite dans l'ISO 9053-1 au moyen d'un écoulement statique peut donner un résultat différent, notamment pour les matériaux des types suivants: a) matériaux fibreux constitués de grosses fibres comme certaines fibres métalliques ou végétales, b) mousses avec une faible porosité, mais de gros pores comme certaines mousses métalliques, c) matériaux granulaires avec de gros grains et une faible porosité comme les revêtements routiers.

(standards.iteh.ai)

6 Équipement

[ISO 9053-2:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7cdcb2b9-842c-472c-b547-8dd39154142b/iso-9053-2-2020)

6.1 Généralités

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7cdcb2b9-842c-472c-b547-8dd39154142b/iso-9053-2-2020>

L'appareillage doit comprendre les éléments suivants:

- a) un dispositif de production de l'écoulement d'air alternatif (voir 6.2);
- b) un sonomètre ou autre dispositif pour mesurer le niveau de pression acoustique dans une bande de fréquences étroite (par exemple une bande d'une fraction d'octave) autour de la fréquence du piston (voir 6.3);
- c) un réceptacle (voir 6.4):
 - contenant la cavité d'air;
 - permettant de raccorder le microphone et la source d'écoulement d'air alternatif; et
 - incluant une terminaison étanche et une cellule de mesure;
- d) un dispositif de mesure de la pression statique (voir 6.5);
- e) un dispositif de mesure de la fréquence du piston (voir 6.6);
- f) un dispositif de mesure de l'épaisseur de l'éprouvette une fois mise en place pour l'essai.

6.2 Dispositif de production de l'écoulement d'air alternatif

L'écoulement d'air alternatif doit être produit par un piston à déplacement sinusoïdal. La fréquence du mouvement du piston f doit être située dans la plage de 1 Hz à 4 Hz et être connue avec une précision suffisante (voir l'Annexe C). L'amplitude de la course du piston h (voir la Figure 1 et la Figure 2) doit

être déterminée, normalement par des mesurages dimensionnels. La valeur moyenne quadratique du débit volumique q_v produit par le piston en mouvement est:

$$q_v = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot f \cdot h \cdot A_p$$

Des longueurs de course différentes peuvent être appliquées pour le mesurage avec la terminaison étanche et avec la cellule de mesure avec l'éprouvette. Les deux longueurs doivent être sélectionnées de manière à obtenir des niveaux de pression acoustique adaptés dans les deux situations et pour générer la vitesse d'écoulement de l'air requise à travers l'éprouvette. L'utilisation de fréquences de piston et longueurs de course différentes peut servir à démontrer que la résistance à l'écoulement de l'air obtenue est indépendante de la vitesse d'écoulement de l'air.

La valeur moyenne quadratique de la vitesse d'écoulement de l'air à travers l'éprouvette, en mètres par seconde, est calculée à l'aide de la [Formule \(1\)](#):

$$v_s = \frac{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot f \cdot h_s \cdot A_p}{A} \quad (1)$$

Il est recommandé d'utiliser des valeurs moyennes quadratiques de la vitesse d'écoulement de l'air comprises entre $5 \cdot 10^{-4} \text{ m s}^{-1}$ et $4 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$.

NOTE 1 Un piston de 10 mm de diamètre et avec des longueurs de course de 1,4 mm (terminaison étanche) et 14 mm (cellule de mesure avec éprouvette) s'est révélé approprié pour mesurer un diamètre de cellule de 100 mm et une cavité d'air ayant un volume d'environ 10^{-3} m^3 .

NOTE 2 L'analyse de l'incertitude montre que le rapport entre les différentes longueurs de course appliquées est important. Le rapport peut être vérifié au moyen d'un système de mesure du niveau sonore qui couvre les pressions générées par toutes les longueurs de course appliquées.

6.3 Dispositif de mesure du son

ISO 9053-2:2020

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7cdcb2b9-842c-472c-b547-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7cdcb2b9-842c-472c-b547-8dd39154142b/iso-9053-2-2020)

[8dd39154142b/iso-9053-2-2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7cdcb2b9-842c-472c-b547-8dd39154142b/iso-9053-2-2020)

Le dispositif de mesure du son doit pouvoir mesurer les pressions acoustiques avec la fréquence du piston. La pression acoustique appliquée doit être comprise dans la plage de mesure linéaire du dispositif.

Le dispositif de mesure du son doit avoir une petite largeur de bande autour de la fréquence du piston pour réduire le bruit de fond et les distorsions harmoniques.

Pour toutes les mesures associées à une fréquence de piston particulière, y compris pour le mesurage du bruit de fond, la largeur de bande du dispositif de mesure du son ne doit pas être modifiée.

Le dispositif de mesure du son peut être un sonomètre comprenant des microphones et des câbles conformes aux exigences de la classe 1 ou de la classe 2 selon l'IEC 61672-1 et avec des filtres de bande d'une fraction d'octave conformes aux exigences de la classe 1 ou de la classe 2 selon l'IEC 61260-1.

Il est important que le dispositif de mesure du son mesure uniquement le son à des fréquences proches de la fréquence du piston afin de réduire l'effet des distorsions harmoniques et du bruit de fond. La fonction de limitation de bande peut être obtenue au moyen d'un filtre de bande d'une fraction d'octave ou d'un analyseur/d'une technique FFT.

NOTE Le dispositif de mesure du son est principalement utilisé pour déterminer la différence entre les niveaux de pression acoustique pour un son à une fréquence constante. La performance de linéarité du niveau à cette fréquence est donc la propriété la plus importante.

6.4 Récipient et cellule de mesure

Le récipient et la cellule de mesure doivent avoir la forme d'un cylindre circulaire ou d'un parallélépipède rectangle (de préférence de section carrée, dans ce dernier cas). Le récipient doit inclure des joints appropriés pour permettre un montage sans fuite de la terminaison étanche et de la cellule de mesure. Le