

---

---

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

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

*Acoustics — Determination of airflow resistance —*

*Part 2: Alternating airflow method*

*iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview*

ISO 9053-2:2020

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



**iTeh Standards**  
**(<https://standards.iteh.ai>)**  
**Document Preview**

ISO 9053-2:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/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](mailto:copyright@iso.org)

Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b>	<b>iv</b>
<b>1 Domaine d'application</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b>	<b>1</b>
<b>4 Symboles</b>	<b>3</b>
<b>5 Principe</b>	<b>4</b>
<b>6 Équipement</b>	<b>6</b>
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
<b>7 Éprouvettes</b>	<b>8</b>
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
<b>8 Mode opératoire d'essai</b>	<b>9</b>
<b>9 Incertitude</b>	<b>10</b>
<b>10 Rapport d'essai</b>	<b>11</b>
<b>Annexe A (normative) Rapport effectif des chaleurs spécifiques pour l'air</b>	<b>12</b>
<b>Annexe B (informative) Modèle acoustique d'écoulement</b>	<b>15</b>
<b>Annexe C (informative) Calcul de l'incertitude</b>	<b>17</b>
<b>Annexe D (informative) Résistance à l'écoulement de l'air du support perforé</b>	<b>19</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>20</b>

## 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](http://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](http://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](http://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](http://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<sup>[5][6]</sup> 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)*

### 3 Termes et définitions

ISO 9053-2:2020  
https://standards.iteh.ai/ISO-9053-2-2020  
Document Preview  
https://www.iso.org/obp/

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

$\Delta p$  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

$\sigma$   
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  $\mu\text{Pa}$

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 $\mu\text{Pa}$ ;
$q_s$	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 ( <a href="#">Annexe D</a> ), 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;
$\Delta p$	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;
$\phi$	taux de perforation;
$\eta$	viscosité dynamique de l'air, en pascals-secondes;
$\kappa$	rapport des chaleurs spécifiques pour l'air;
$\kappa'$	rapport effectif des chaleurs spécifiques pour l'air;
$\lambda$	longueur d'onde, en mètres;
$\rho_0$	masse volumique de l'air, en kilogrammes par mètre cube;
$\sigma$	résistivité à l'écoulement de l'air de l'éprouvette, en pascals-secondes par mètre carré;
$\omega$	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



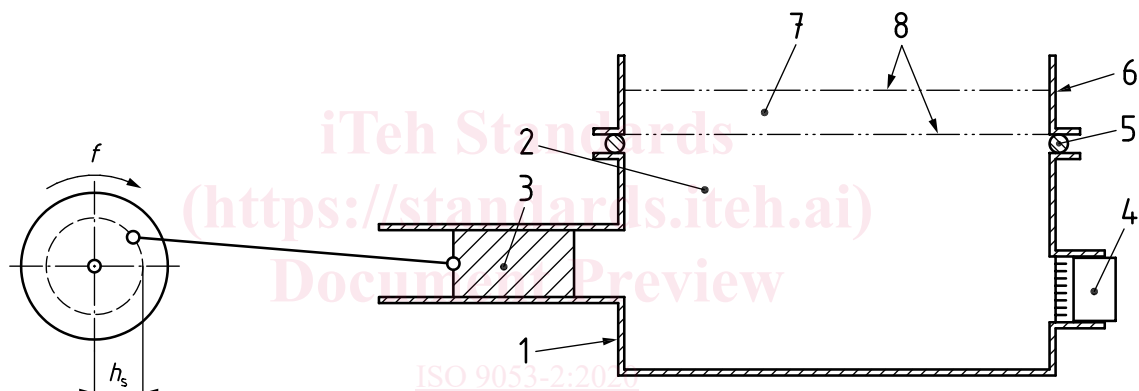
volumique agit sur une cavité d'air qui est soit fermée par une terminaison étanche, soit qui se termine par l'éprouvette montée dans une cellule de mesure. Le niveau de pression acoustique est mesuré dans la cavité d'air dans les deux cas.

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.

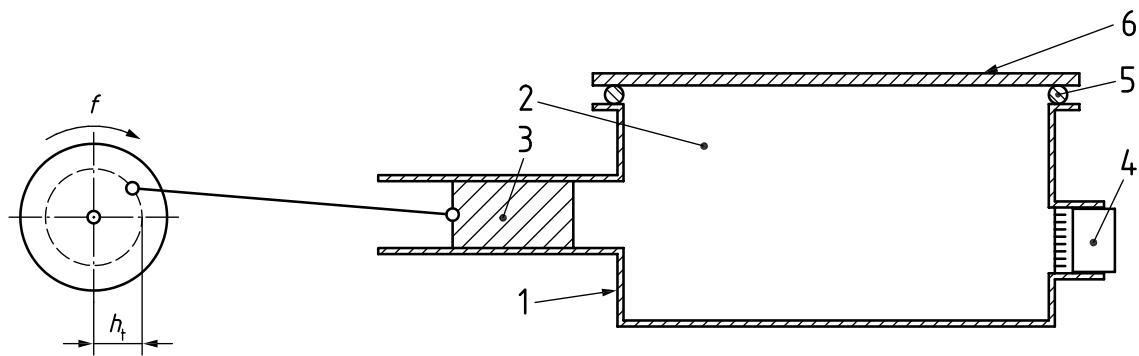
Il peut être pratique d'utiliser des longueurs de course de piston différentes dans le cas où le récipient fermé et lorsque la cellule de mesure est montée.



#### 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.

## 6 Équipement

### 6.1 Généralités

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