

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
5136

Deuxième édition  
2003-04-01

---

---

**Acoustique — Détermination de la  
puissance acoustique rayonnée dans un  
conduit par des ventilateurs et d'autres  
systèmes de ventilation — Méthode en  
conduit**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Acoustics — Determination of sound power radiated into a duct by fans  
and other air-moving devices — In-duct method*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc90104d-7d61-41f9-8768-496a69482f67/iso-5136-2003>



Numéro de référence  
ISO 5136:2003(F)

© ISO 2003

**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

[ISO 5136:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc90104d-7d61-41f9-8768-496a69482f67/iso-5136-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc90104d-7d61-41f9-8768-496a69482f67/iso-5136-2003>

© ISO 2003

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction .....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
1.1 <b>Généralités</b> .....	<b>1</b>
1.2 <b>Type de source de bruit</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b> <b>Termes, définitions et symboles</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b> <b>Exactitude de la méthode de mesurage</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b> <b>Dispositifs d'essai et instrumentation</b> .....	<b>9</b>
5.1 <b>Exigences générales</b> .....	<b>9</b>
5.2 <b>Spécifications relatives aux conduits</b> .....	<b>10</b>
5.3 <b>Instrumentation</b> .....	<b>16</b>
5.4 <b>Calibrage</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b> <b>Installation d'essai</b> .....	<b>21</b>
6.1 <b>Montage de la sonde microphonique</b> .....	<b>21</b>
6.2 <b>Position du microphone</b> .....	<b>21</b>
6.3 <b>Réglage du point de fonctionnement</b> .....	<b>22</b>
<b>7</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>23</b>
7.1 <b>Conditions de fonctionnement</b> .....	<b>23</b>
7.2 <b>Mesurage des niveaux de pression acoustique</b> .....	<b>23</b>
7.3 <b>Mesurages effectués avec et sans croisillon côté refoulement</b> .....	<b>24</b>
7.4 <b>Mesurages côté aspiration — Gros ventilateurs: installation de catégorie D (selon l'ISO 5801:1997)</b> .....	<b>24</b>
<b>8</b> <b>Calculs</b> .....	<b>24</b>
8.1 <b>Niveau de la pression acoustique moyenne</b> .....	<b>24</b>
8.2 <b>Niveau de puissance acoustique</b> .....	<b>25</b>
<b>9</b> <b>Informations à consigner</b> .....	<b>25</b>
<b>10</b> <b>Informations à rapporter</b> .....	<b>26</b>
<b>Annexe A (normative) Détermination de la correction combinée vitesse moyenne d'écoulement/correction modale <math>C_{3,4}</math></b> .....	<b>27</b>
<b>Annexe B (normative) Détermination du rapport signal-bruit des fluctuations de pression acoustique sur les fluctuations de pression turbulente dans le conduit de mesurage</b> .....	<b>33</b>
<b>Annexe C (normative) Méthodes de calcul du niveau de puissance acoustique pondéré A à partir des niveaux de puissance acoustique par bande de tiers d'octave</b> .....	<b>36</b>
<b>Annexe D (informative) Exemple de calcul de <math>C_{3,4}</math> pour un diamètre de conduit et une vitesse moyenne d'écoulement donnés</b> .....	<b>37</b>
<b>Annexe E (informative) Directives pour l'étude et la réalisation d'une terminaison anéchoïque</b> .....	<b>40</b>
<b>Annexe F (informative) Évaluation des caractéristiques des terminaisons anéchoïques</b> .....	<b>49</b>
<b>Annexe G (informative) Exemple de sonde microphonique</b> .....	<b>52</b>
<b>Annexe H (informative) Méthode d'essai pour les ventilateurs en conduit de taille réduite</b> .....	<b>56</b>
<b>Annexe I (informative) Méthode d'essai pour les ventilateurs en conduit de grande taille</b> .....	<b>60</b>
<b>Annexe J (informative) Mesurage de l'élément de giration</b> .....	<b>67</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>68</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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments 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.

L'ISO 5136 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 5136:1990), dont elle constitue une révision technique.

[ISO 5136:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc90104d-7d61-41f9-8768-496a69482f67/iso-5136-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc90104d-7d61-41f9-8768-496a69482f67/iso-5136-2003>

## Introduction

La présente Norme internationale décrit une procédure de mesurage de la pression acoustique dans les conduits d'aspiration ou de refoulement d'un ventilateur et une méthode permettant d'utiliser ces niveaux de pression acoustique pour mesurer la puissance acoustique rayonnée par le ventilateur dans le circuit.

L'Annexe A donne une liste des valeurs des facteurs pour le détermination de la correction combinée vitesse d'écoulement/correction modale. L'Annexe B spécifie deux mode opératoires de détermination du rapport signal-bruit par rapport à la turbulence. L'Annexe C donne un exemple de calcul du niveau de puissance acoustique pondéré A à partir des niveaux de puissance acoustique par bande de tiers d'octave. L'Annexe D montre un exemple de calcul du coefficient de correction modale.

La puissance acoustique rayonnée dans un conduit par un ventilateur ou tout autre système de ventilation dépend, dans une certaine mesure, du type de conduit, caractérisé par son impédance acoustique. En conséquence, dans une méthode de mesurage, le conduit doit être correctement défini. Dans la présente Norme internationale, le conduit a une section circulaire et une terminaison anéchoïque. Des détails de terminaisons anéchoïques typiques sont donnés dans l'Annexe E. La puissance acoustique, obtenue dans ces conditions spéciales, est une valeur représentative pour les applications pratiques, étant donné que la terminaison anéchoïque donne une impédance sensiblement moyenne entre les plus hautes et les plus basses impédances trouvées dans la pratique. La puissance acoustique rayonnée dans les conditions réelles peut, en théorie, être estimée à partir d'informations relatives aux impédances du système de ventilation et du conduit. Comme ces informations sont actuellement insuffisantes, ces effets ne sont habituellement pas pris en compte dans les études acoustiques.

Afin de supprimer les fluctuations de pression de nature turbulente au niveau du microphone, il est prescrit d'utiliser un écran anti-turbulence («sonde microphonique»). Le microphone associé à la sonde est monté en une position radiale telle que la pression acoustique soit suffisamment bien corrélée à la puissance acoustique par la formule de propagation en onde plane, même pour les fréquences où des modes acoustiques d'ordre supérieur peuvent se produire.

L'exactitude du mesurage (voir Article 4) est donnée par l'écart-type que l'on pourrait attendre si les mesurages étaient répétés dans un grand nombre de laboratoires différents.

Les méthodes de mesurage des conditions de fonctionnement (mesurages des caractéristiques) ne sont pas prescrites en détail dans la présente Norme internationale. Ces conditions sont prescrites dans la Norme internationale ISO 5801.

La présente Norme internationale fait partie d'une série de normes décrivant diverses méthodes de détermination de la puissance acoustique des ventilateurs et autres systèmes de ventilation.

En général, les puissances acoustiques rayonnées à l'air libre et dans un conduit à l'aspiration ou au refoulement d'un ventilateur diffèrent en raison de la réflexion de l'énergie acoustique au niveau de l'ouïe d'aspiration ou de l'ouïe de refoulement du ventilateur lorsque aucun conduit n'est raccordé. La méthode en conduit décrite dans la présente Norme internationale permet de déterminer la puissance acoustique rayonnée dans un conduit à l'aspiration ou au refoulement d'un ventilateur. Il convient de déterminer la puissance acoustique rayonnée par une ouïe libre à l'aspiration ou au refoulement à l'aide de méthodes utilisant une chambre réverbérante (ISO 3741, ISO 3743), un champ libre (ISO 3744, ISO 3745, ISO 3746) ou l'intensimétrie acoustique (ISO 9614).

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

ISO 5136:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc90104d-7d61-41f9-8768-496a69482f67/iso-5136-2003>

# Acoustique — Détermination de la puissance acoustique rayonnée dans un conduit par des ventilateurs et d'autres systèmes de ventilation — Méthode en conduit

## 1 Domaine d'application

### 1.1 Généralités

La présente Norme internationale prescrit une méthode d'essais des ventilateurs et autres systèmes de ventilation en conduit, en vue de déterminer la puissance acoustique rayonnée dans un conduit ayant une terminaison anéchoïque à l'aspiration et/ou au refoulement.

NOTE 1 Pour des raisons pratiques, chaque occurrence de «ventilateur ou autre système de ventilation» dans le corps du document doit être désignée par le terme «ventilateur».

La méthode est applicable aux ventilateurs qui émettent des bruits stables à large bande, à bande étroite et à fréquence discrète. Elle s'applique pour des températures d'air comprises entre  $-50\text{ °C}$  et  $+70\text{ °C}$ . Le diamètre du conduit de mesurage est compris entre 0,15 m et 2 m. Les méthodes de mesurage qui s'appliquent aux conduits de mesurage de petite ( $d < 0,15\text{ m}$ ) et de grande ( $d > 2\text{ m}$ ) taille sont fournies respectivement dans les Annexes H et I.

ISO 5136:2003

La vitesse maximale de l'écoulement moyen au droit du microphone pour l'application de la méthode dépend du type de protection utilisé. Cette protection peut être l'un des trois dispositifs suivants:

- boule antivent 15 m/s;
- ogive antivent 20 m/s;
- sonde microphonique 40 m/s.

Au-delà de ces valeurs, l'atténuation des fluctuations de pression turbulente par la protection microphonique (voir 3.9) peut s'avérer insuffisante.

Il est prévu que les mesures de la puissance acoustique soient conduites simultanément avec les mesures de performance aéraulique, réalisées selon l'ISO 5801. En conséquence, le conduit intégrera normalement un croisillon «étoile» au niveau du refoulement, ce qui réduira au minimum la giration de l'écoulement (voir 7.3.) Lorsqu'il est admis de supprimer le croisillon comme dans le cas par exemple, de ventilateurs de grande taille pour une installation de catégorie C conformément à l'ISO 5801:1997, l'angle maximal de giration est limité à  $15^\circ$ . (Un exemple de détermination de l'angle de giration est donné dans l'Annexe J.)

NOTE 2 Les catégories d'installation définies dans l'ISO 5801 impliquent que le ventilateur est raccordé à un conduit à l'ouïe de refoulement (catégorie B), à l'ouïe d'aspiration (catégorie C) ou aux deux extrémités (catégorie D).

### 1.2 Type de source de bruit

La source de bruit à laquelle s'applique la méthode décrite dans la présente Norme internationale est un ventilateur dont au moins une ouïe est raccordée à un conduit. Elle peut également s'appliquer à d'autres dispositifs combinant un ventilateur et un atténuateur, ou à des équipements intégrant des ventilateurs pouvant être assimilés à des «boîtes noires».

Exemples de ventilateurs et d'équipements concernés par la présente Norme internationale:

- ventilateurs centrifuges à enveloppe,
- ventilateurs hélicoïdes à enveloppe,
- ventilateurs mixtes à enveloppe,
- centrales de traitement d'air raccordées,
- dépoussiéreurs raccordés,
- unités de conditionnement d'air raccordées, et
- fours raccordés.

La présente Norme internationale est également applicable à d'autres sources aérodynamiques telles que plénums, registres et dispositifs de réglage de débit, sous réserve que passe un courant d'air discret induit par un ventilateur auxiliaire, et à condition que le rapport signal/bruit des pressions acoustiques sur les fluctuations de pression turbulente dans le conduit de mesurage soit d'au moins 6 dB (voir 7.2.1).

Une méthode alternative pour déterminer la puissance acoustique du bruit induit par l'écoulement de ces sources aérodynamiques, qui ne nécessite pas le mesurage de la pression acoustique dans l'écoulement est décrite dans l'ISO 7235. Initialement, cette méthode a été conçue pour déterminer le bruit d'écoulement induit par les silencieux raccordés à des conduits. La puissance acoustique est déterminée dans une chambre réverbérante raccordée au conduit de mesurage par l'intermédiaire d'une pièce de raccordement.

Dans le cas de ventilateurs dotés de silencieux très proches, le rapport signal-bruit de la pression acoustique sur la pression turbulente peut être insuffisant lorsque la méthode en conduit est utilisée. C'est pourquoi, la méthode décrite dans l'ISO 7235 est recommandée pour de telles combinaisons ventilateurs-silencieux.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc90104d-7d61-41f9-8768-599999999999>

La présente Norme internationale ne s'applique pas aux ventilateurs ou équipements qui ne sont pas raccordés à un conduit.

## **2 Références normatives**

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

ISO 266, *Acoustique — Fréquences normales*

ISO 5801:1997, *Ventilateurs industriels — Essais aérauliques sur circuits normalisés*

CEI 60651:2001, *Sonomètres*

CEI 60942:1997, *Électroacoustique — Calibreurs acoustiques*

CEI 61260, *Électroacoustique — Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*

### 3 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent. Les symboles sont donnés dans le Tableau 1.

#### 3.1

##### aire de l'ouïe d'aspiration d'un ventilateur

 $S_{f1}$ 

aire de la section la plus en amont du ventilateur

NOTE 1 L'aire de l'ouïe d'aspiration est, par convention, définie comme l'aire de la section d'entrée de l'enveloppe. Aucune déduction n'est calculée pour tenir compte de la présence de moteurs, d'éléments de carénages ou d'autres obstacles.

NOTE 2 Lorsque moteurs, éléments de carénage ou autres obstacles s'étendent au-delà d'une bride d'entrée ou de sortie au niveau de laquelle les performances acoustiques doivent être déterminées, il convient de prolonger l'enveloppe par un conduit de taille et de forme identiques à l'ouïe d'aspiration ou de refoulement et de longueur suffisante pour recouvrir l'obstacle. Il est recommandé de calculer les dimensions du conduit à partir du plan jusqu'au prolongement le plus extérieur de l'obstacle comme s'il s'agissait du plan de la bride d'entrée ou de la bride de sortie.

NOTE 3 L'aire de l'ouïe d'aspiration est exprimée en mètres carrés (m<sup>2</sup>).

NOTE 4 D'après l'ISO 5801:1997.

#### 3.2

##### aire de l'ouïe de refoulement d'un ventilateur

 $S_{f2}$ 

aire de la section la plus en aval du ventilateur

NOTE 1 L'aire de l'ouïe de refoulement est, par convention, définie comme l'aire de la section de sortie de l'enveloppe. Aucune déduction n'est calculée pour tenir compte de la présence de moteurs, éléments de carénages ou autres obstacles.

NOTE 2 Pour certains ventilateurs à ouïe libre au refoulement sans enveloppe, l'aire de refoulement n'est pas bien définie. Afin de déterminer la pression dynamique du ventilateur, une aire nominale peut alors être définie et présentée; par exemple, l'aire de la virole d'un ventilateur hélicoïde de paroi ou l'aire de la section débitante de sortie d'une roue centrifuge sans volute. La pression dynamique et la pression statique du ventilateur seront également nominales et il est recommandé de les décrire en conséquence.

NOTE 3 L'aire de l'ouïe de refoulement est exprimée en mètres carrés (m<sup>2</sup>).

NOTE 4 D'après l'ISO 5801:1997.

#### 3.3

##### conduit

tout guide d'air défini en 3.3.1, 3.3.2 et 3.3.3

##### 3.3.1

##### conduit de mesurage

conduit dans lequel on effectue le mesurage de la puissance acoustique du ventilateur

NOTE Le conduit de mesurage possède une terminaison anéchoïque.

##### 3.3.2

##### conduit d'extrémité

conduit disposé à l'opposé du conduit de mesurage si les deux ouïes du ventilateur sont raccordées à des conduits

NOTE Le conduit d'extrémité possède une terminaison anéchoïque.

### 3.3.3

#### conduit intermédiaire

conduit utilisé du côté de l'entrée d'air et du côté du refoulement du ventilateur afin d'assurer des conditions convenables d'écoulement

NOTE Le conduit intermédiaire est raccordé au conduit de mesure ou au conduit d'extrémité, si nécessaire, par une pièce de raccordement (voir Figure 7).

### 3.4

#### plan de mesure

section du conduit de mesure où est située la membrane du microphone

### 3.5

#### niveau de pression acoustique

$L_p$

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB} \quad (1)$$

où  $p$  est la valeur efficace de la pression acoustique et la pression acoustique de référence  $p_0$  est égale à 20  $\mu\text{Pa}$ .

NOTE 1 Il convient d'indiquer la largeur de bande de fréquences utilisée, par exemple: niveau de pression acoustique par bande d'octave, niveau de pression acoustique par bande de tiers d'octave, etc.

NOTE 2  $L_{p1}$ ,  $L_{p2}$  et  $L_{p3}$ , sont les niveaux de pression acoustique en chacune des trois positions de mesure dans le conduit de mesure.

$\overline{L_{pm}}$  est le niveau de la pression acoustique moyenné spatialement obtenu par moyennage sur les positions de mesure dans le conduit de mesure. Il peut également être obtenu à partir d'une trajectoire circulaire continue (voir 7.2.4).

$\overline{L_p}$  est le niveau de la pression acoustique moyenné spatialement dans le plan de mesure et corrigé par la correction  $C$  (voir Tableau 1 et 8.1).

NOTE 3 Le niveau de pression acoustique est exprimé en décibels (dB).

### 3.6

#### niveau de puissance acoustique

$L_W$

$$L_W = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ dB} \quad (2)$$

où  $P$  est la puissance acoustique et la puissance acoustique de référence  $P_0$  est égale à 1 pW

NOTE 1 Il convient d'indiquer la largeur de bande de fréquences utilisée, par exemple: niveau de puissance acoustique par bande d'octave, niveau de puissance acoustique par bande de tiers d'octave, etc.

NOTE 2 Le niveau de puissance acoustique est exprimé en décibels (dB).

### 3.7

#### puissance acoustique du ventilateur

puissance acoustique rayonnée dans le conduit de mesure par le ventilateur

### 3.8

#### domaine de fréquences représentatif

bandes de tiers d'octave dont les fréquences centrales sont comprises entre 50 Hz et 10 000 Hz

NOTE A titre d'information, le domaine de fréquences représentatif peut être étendu jusqu'à 20 000 Hz. Dans le cas des ventilateurs rayonnant principalement des hautes ou basses fréquences, le domaine de fréquences représentatif peut être restreint de façon à réduire les coûts de l'installation d'essai et des mesurages. Les limites du domaine de fréquences restreint doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

### 3.9

#### protection microphonique

dispositif conçu pour protéger un microphone disposé dans un flux d'air du bruit propre généré par l'écoulement et des fluctuations de pression turbulente

NOTE 1 Voir Article 4, Note 5.

NOTE 2 Les trois types de protection sont cités par ordre de préférence en 3.9.1, 3.9.2 et 3.9.3.

#### 3.9.1

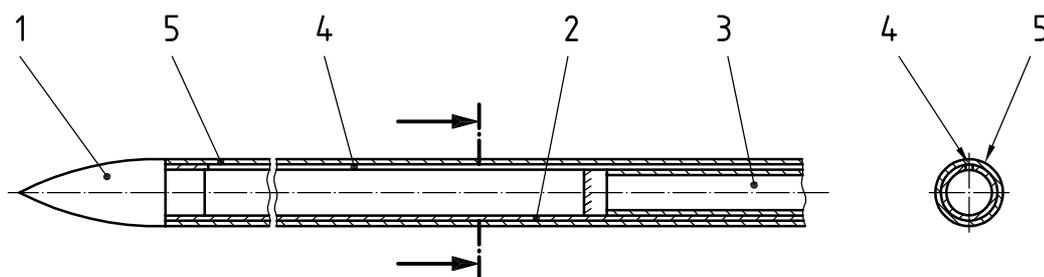
##### sonde microphonique écran anti-turbulence

tube en métal doté d'une fente longitudinale recouverte par un matériau poreux dans lequel est positionné le microphone conçu pour atténuer la réponse du microphone au bruit propre généré par l'écoulement et aux fluctuations de pression turbulente dans le conduit

Voir Figure 1.

NOTE 1 Pour les mesurages conformes à la présente Norme internationale, la sonde microphonique est la protection prescrite.

NOTE 2 Pour réduire au minimum le bruit propre généré par l'écoulement, il convient que la surface extérieure du tube soit lisse et continue (voir Figure 1). Il convient de concevoir la fente et le matériau poreux de façon à réduire la sensibilité du microphone aux fluctuations de pression turbulente de l'écoulement émanant du ventilateur qui fait l'objet de l'essai.



#### Légende

- 1 ogive antivent
- 2 tube fendu
- 3 microphone
- 4 fente
- 5 matériaux poreux

Figure 1 — Schéma d'une sonde microphonique adaptée à un microphone de 13 mm (1/2 inch)

3.9.2

**ogive antivent**

écran conçu pour remplacer la grille de protection du microphone et utilisé dans des conditions d'écoulement importantes, avec un faible niveau de turbulences et un effet de giration réduit, de forme aérodynamique et offrant la moindre résistance possible à l'air. Elle dispose d'une fine armature métallique à sa périphérie, ce qui permet la transmission de la pression acoustique à la membrane du microphone alors qu'un cône tronqué sous l'armature réduit le volume d'air passant par la membrane

Voir Figure 2.

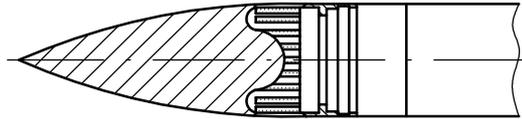


Figure 2 — Schéma d'une ogive antivent

3.9.3

**boule antivent**

boule de mousse à cellules ouvertes dotée d'une ouverture cylindrique de diamètre permettant d'adapter le microphone et le préamplificateur, conçue pour ne pas affecter la directivité du microphone

Voir Figure 3.



Figure 3 — Schéma d'une boule antivent

3.10

**domaine de fréquences de propagation acoustique des ondes planes dans un conduit à section circulaire**

fréquences, en hertz, sous la fréquence de coupure du premier mode croisé,  $f_{1,0}$ , tel que défini par

$$f_{1,0} = 0,586 \frac{c}{D} \sqrt{1 - \left(\frac{U}{c}\right)^2} \quad (3)$$

où

$c$  est la célérité du son, approximativement de 340 m/s;

$D$  est le diamètre du conduit, en mètres;

$U$  est la vitesse moyenne d'écoulement, en mètres par seconde.

Tableau 1 — Symboles

$C_1$	correction fournie par le fabricant, exprimée en décibels, à ajouter à la réponse du microphone étalonné, afin d'obtenir la réponse en champ libre.
$C_2$	correction combinée de réponse en fréquence de la sonde microphonique en incidence normale, exprimée en décibels, à ajouter à la réponse du microphone étalonné (voir 5.3.3 et 5.3.4).
$C_{3,4}$	correction combinée de réponse en fréquence liée à la vitesse d'écoulement et à la réponse modale de la sonde microphonique, exprimée en décibels. (Voir Tableaux des Annexes A, H et I.)
$C = C_1 + C_2 + C_{3,4}$	correction globale de réponse en fréquence, exprimée en décibels.
$c$	célérité du son dans le conduit de mesure, exprimée en mètres par seconde.
$U$	vitesse moyenne d'écoulement dans le conduit de mesure, exprimée en mètres par seconde.
$\rho$	masse volumique du fluide, en kilogrammes par mètre cube, dans le conduit.
$d$	diamètre, en mètres, de l'ouïe d'aspiration ( $d_1$ ), de l'ouïe de refoulement ( $d_2$ ), du conduit de mesure ( $d_3$ et $d_6$ dans la Figure 5), des conduits intermédiaires ( $d_4$ ), des conduits d'extrémité ( $d_6$ dans la Figure 6 et $d_3$ dans la Figure 7).
$l$	longueur des conduits et des pièces de raccordement (voir Figures 5 à 7).
$r$	distance radiale, exprimée en mètres, de l'axe du conduit de mesure à l'axe de la sonde microphonique.
$r_a$	coefficient de réflexion en pression sans dimension défini comme le rapport de l'amplitude de la pression acoustique de l'onde sonore réfléchi par la terminaison anéchoïque sur l'amplitude de la pression acoustique de l'onde incidente.
$b, h$	mesures transversales, en mètres, de l'ouïe d'aspiration ou de refoulement du ventilateur lorsque celle-ci est rectangulaire.
$S$	aire d'un conduit ou d'une section de conduit, exprimée en mètres carrés.
NOTE 1 Dans la première édition de l'ISO 5136 (1990), les deux valeurs de correction $C_3$ et $C_4$ étaient utilisées pour rendre compte des effets de l'écoulement et de la distribution modale du champ acoustique sur la réponse de la sonde microphonique. Dans la présente Norme internationale, ces deux effets sont intégrés dans la nouvelle valeur globale de correction $C_{3,4}$ .	
NOTE 2 $U < 0$ pour les mesurages côté aspiration et $U > 0$ pour les mesurages côté refoulement.	

#### 4 Exactitude de la méthode de mesure

La détermination de la puissance acoustique conformément à la présente Norme induit des incertitudes, données par l'écart-type du niveau de puissance acoustique. Les écarts-types donnés dans le Tableau 1 reflètent les effets cumulatifs de toutes les causes d'incertitude de mesure telles que l'emplacement de la source, les réflexions terminales dans le conduit, les pièces de raccordement, l'étalonnage de l'appareillage, les erreurs possibles dans le calcul de la puissance acoustique à partir des mesures de pression, ainsi que les erreurs d'échantillonnage. Ces valeurs sont celles qui seraient normalement obtenues si les mesurages relatifs à un même ventilateur étaient effectués dans un grand nombre de laboratoires différents. Les écarts-types n'incluent pas les variations de la puissance acoustique rayonnée par le ventilateur qui pourraient provenir, par exemple, de changements dans les conditions de montage. Il convient de veiller à utiliser une moyenne de temps définie conformément aux exigences énoncées en 7.2.2.

Tableau 2 — Valeurs de l'écart-type de reproductibilité pour la sonde microphonique

Fréquence médiane de bande de tiers d'octave	Écart-type de reproductibilité, $\sigma_R$
Hz	dB
50	3,5
63	3
80 à 100	2,5
125 à 4 000	2
5 000	2,5
6 300	3
8 000	3,5
10 000	4

NOTE Les écarts-types donnés dans le Tableau 2 proviennent d'informations contenues dans les références [3], [5] et [19].

Les procédures décrites dans la présente Norme internationale et les écarts-types donnés dans le Tableau 2 sont applicables aux mesurages d'un composant spécifique de l'équipement. La caractérisation des niveaux de puissance acoustique de lots d'équipements appartenant à la même famille ou au même type implique l'utilisation de techniques d'échantillonnage aléatoires, dans lesquelles des intervalles de confiance sont définis. Les résultats sont exprimés en termes de limites statistiques supérieures. Dans l'application de ces techniques, l'écart-type total doit être connu ou estimé, en tenant compte de l'écart-type de la production tel que défini dans l'ISO 7574-1, comme une mesure de la variation de la puissance acoustique entre les différents composants d'un équipement faisant partie du lot. Les méthodes statistiques pour la caractérisation des lots d'équipements sont décrites dans l'ISO 7574-3 et l'ISO 7574-4.

L'incertitude de mesurage peut être réduite grâce à une réalisation soignée du circuit d'essai, l'élimination des pièces de raccordement et l'utilisation de terminaisons plus absorbantes.

Pour une famille spécifique de sources acoustiques de taille et de spectre identiques, l'écart-type peut s'avérer inférieur aux valeurs données dans le Tableau 2. Ainsi, à condition de pouvoir vérifier les résultats obtenus dans les différents laboratoires concernés, l'utilisation d'un code de mesurage pour un type particulier d'équipement peut révéler des écarts-types inférieurs à ceux répertoriés dans le Tableau 2.

Aux hautes fréquences, en particulier au-dessus de 4 000 Hz, les valeurs d'incertitudes données dans le Tableau 2 peuvent ne pas correspondre aux écarts-types réels lorsque le spectre du bruit mesuré diminue rapidement avec la fréquence. Dans ces conditions, les niveaux de pression acoustique à haute fréquence enregistrés par le microphone peuvent être d'une amplitude faible comparés à ceux des fréquences inférieures, et le bruit de fond électrique, en particulier celui de l'analyseur de fréquences, peut interférer avec le signal acoustique à ces hautes fréquences. Afin de parvenir à une détermination exacte de la puissance acoustique (avec les écarts-types donnés dans le Tableau 2), il peut s'avérer nécessaire de répéter le mesurage acoustique haute fréquence en faisant passer le signal du microphone à travers un filtre passe-haut avant qu'il ne soit analysé par l'analyseur de fréquences.

NOTE 1 Si l'on calcule des niveaux de puissance acoustique par bande d'octave, l'incertitude dans chaque bande d'octave ne sera pas plus grande que l'incertitude la plus grande relevée dans les trois bandes de tiers d'octave correspondantes.

NOTE 2 Pour une distribution normale, 68 % des données sont comprises dans un intervalle de  $\pm \sigma_R$ , et 95 % des données dans un intervalle de  $\pm 2\sigma_R$ .

NOTE 3 Les incertitudes augmenteront en présence d'écoulements comportant des girations.

NOTE 4 En présence de composantes de fréquences discrètes ou si le moyennage temporel des données acoustiques n'est pas effectué sur un intervalle de temps suffisamment long (voir 6.2.2), l'incertitude des mesurages sera supérieure à l'incertitude indiquée.

NOTE 5 Un microphone exposé à une vitesse de l'air élevée donnera des résultats erronés. L'installation d'une protection telle qu'une sonde microphonique, une ogive antivent ou une boule antivent permet de corriger ces erreurs. Ces dispositifs sont limités dans leur utilisation (voir 1.1) en fonction de la vitesse moyenne de l'écoulement. Alors que la boule antivent est omnidirectionnelle et atténue le bruit induit par l'écoulement dans toutes les directions, l'ogive antivent doit être placée dans le sens de l'écoulement pour atténuer le bruit généré par l'écoulement. Toutefois, seule la sonde microphonique réduit le bruit parasite généré par les fluctuations de pression turbulente à un degré suffisant. Il s'agit par conséquent de la solution privilégiée dans tous les cas. Les incertitudes données dans le Tableau 2 se rapportent à la sonde microphonique et sont en principe supérieures pour d'autres types de protections.

NOTE 6 Les écarts-types indiqués dans le Tableau 2 sont associés aux conditions et procédures de mesurage définies dans la présente Norme internationale et non à la source de bruit proprement dite. Ils reflètent en partie les variations dans la configuration des installations utilisées par les différents laboratoires d'essais, les bruits de fond, les fluctuations de pression turbulente, ainsi que le type et l'étalonnage de l'appareillage. Ils peuvent également être issus de variations dans les techniques de mesurage, notamment le moyennage spatial et les durées d'intégration.

NOTE 7 Si un certain nombre de laboratoires utilisent le même type d'installation et d'appareillage, les résultats de la détermination de la puissance acoustique d'une source donnée mesurée dans ces laboratoires peuvent être plus concordants que ce que reflètent les valeurs des écarts types présentées dans le Tableau 2.

Les mesurages au-dessus de 10 000 Hz peuvent être reportés mais ils ne sont pas considérés comme faisant partie de la présente Norme internationale. Les valeurs extrapolées de l'écart-type données au Tableau 3 sont des valeurs recommandées.

**Tableau 3 — Valeurs extrapolées**

Fréquence médiane de bande de tiers d'octave Hz	Écart-type de reproductibilité, $\sigma_R$ dB
12 500	4,5
16 000	5
20 000	5,5

## 5 Dispositifs d'essai et instrumentation

### 5.1 Exigences générales

L'installation d'essai doit comporter le ventilateur en essai, un conduit intermédiaire, un conduit de mesurage avec terminaison anéchoïque, et l'instrumentation (voir Figures 5 à 7). Si l'on doit soumettre à essai un ventilateur normalement raccordé des deux côtés à un circuit, un conduit d'extrémité muni d'une terminaison anéchoïque et un conduit intermédiaire doivent être raccordés au côté opposé de celui où est déterminée la puissance acoustique.

Les conduits doivent être reliés rigidement aux ouïes du ventilateur sauf si un couplage antivibratile est intégré au ventilateur. Le conduit de mesurage doit comporter des dispositifs pour la fixation du microphone et de la sonde microphonique aux emplacements prescrits en 6.2.

Des dispositions nécessaires doivent être prises pour contrôler le point de fonctionnement désiré du ventilateur.

La présente Norme internationale spécifie que les mesurages des performances aéraulique et acoustique du ventilateur doivent être effectués simultanément, et il convient que les installations d'essai citées dans la présente Norme internationale et dans l'ISO 5801 soient conformes. À ce titre, le tronçon commun tel que défini dans l'ISO 5801 doit être introduit à l'aspiration et/ou au refoulement du ventilateur.