
**Acoustique — Détermination de la puissance
acoustique rayonnée dans un conduit par des
ventilateurs — Méthode en conduit**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Acoustics — Determination of sound power radiated into a duct by fans — In-duct
method*
(standards.iteh.ai)

ISO 5136:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2a8969d6-e8a4-4729-bbf9-240572a1ed8c/iso-5136-1990>



Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Définitions et symboles	2
4 Dispositifs d'essai et instrumentation	3
5 Installation d'essai	8
6 Mode opératoire	9
7 Calculs	10
8 Informations à consigner	10
9 Rapport d'essai	10

Annexes

A Méthode de calcul du niveau de puissance acoustique pondéré A:1990 à partir des niveaux de puissance acoustique par bande de tiers d'octave	11
B Détermination du rapport signal (du ventilateur)-bruit de turbulence dans le conduit de mesurage	12
C Guides pour l'étude et la réalisation d'une terminaison anéchoïque	13
D Evaluation des caractéristiques des terminaisons anéchoïques	18
E Exemple de sonde microphonique	19
F Mesurage de l'élément de giration	21
G Bibliographie	22

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. 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 5136 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale. Les annexes C à G sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

La puissance acoustique rayonnée dans un conduit par un ventilateur 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 sensiblement anéchoïque. Des détails de terminaisons anéchoïques typiques sont donnés dans l'annexe C. 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 supplémentaires relatives aux impédances du ventilateur 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 antiturbulence («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 des ondes planes, même pour les fréquences où des ondes stationnaires radiales (modes transversaux) peuvent se produire.

L'exactitude du mesurage 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 seront prescrites dans une Norme internationale ultérieure.

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

Acoustique — Détermination de la puissance acoustique rayonnée dans un conduit par des ventilateurs — Méthode en conduit

1 Domaine d'application

1.1 Conditions de mesurage

La présente Norme internationale prescrit une méthode d'essais des ventilateurs en conduit, en vue de déterminer la puissance acoustique rayonnée dans un conduit ayant une terminaison anéchoïque à l'aspiration et/ou au refoulement. Elle 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 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Le diamètre du conduit de mesurage est compris entre 0,15 m et 2 m. La vitesse maximale d'écoulement est de 30 m/s et l'angle maximal de giration de 15° . Un exemple de détermination de l'angle de giration est donné dans l'annexe F.

Les fréquences médianes de bande de tiers d'octave sont comprises entre 50 Hz et 10 000 Hz.

NOTE — L'atténuation du bruit d'écoulement par la sonde microphonique (voir 6.2.1) peut être insuffisante pour de plus grandes vitesses et des angles supérieurs de giration.

1.2 Type de source

La source de bruit à laquelle s'applique la méthode est un ventilateur dont au moins une ouïe est habituellement raccordée à un conduit.

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

- ventilateurs centrifuges à enveloppe,
- ventilateurs hélicoïdes à enveloppe,
- ventilateurs mixtes à enveloppe.

La présente Norme internationale est également applicable à d'autres sources aérodynamiques telles que coffres, silencieux et dispositifs de réglage de débit.

Elle n'est pas applicable aux ventilateurs ou équipements de ventilateurs autres que ceux à enveloppe.

1.3 Exactitude de la méthode de mesurage

L'exactitude de la méthode de mesurage est donnée par l'écart-type du niveau de puissance acoustique. Il inclut les effets des réflexions terminales et des pièces de raccordement, les erreurs possibles dans le calcul de la puissance acoustique à partir des

mesures de pression, ainsi que les tolérances d'étalonnage de l'appareillage. Les écarts-types estimés sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1 — Exactitude de la méthode de mesurage

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

Les écarts-types donnés dans le tableau 1 reflètent les effets cumulatifs de toutes les causes d'incertitude de mesurage, à l'exception des variations de la puissance acoustique d'une machine à l'autre ou d'un essai à l'autre qui pourraient provenir, par exemple, de changements dans les conditions de montage et de fonctionnement de la source.

NOTES

- 1 Les écarts-types donnés dans le tableau 1 proviennent d'informations contenues dans [3], [5] et [19].
- 2 Les données d'exactitude augmenteront en présence d'écoulements rotationnels.
- 3 En présence d'éléments de fréquence discrets ou si le moyennage temporel des données acoustiques n'est pas effectué sur des intervalles de temps suffisamment longs, l'exactitude des mesurages sera inférieure à l'exactitude indiquée.
- 4 Aux hautes fréquences, en particulier au-dessus de 4 000 Hz environ, les données d'exactitude citées dans le tableau 1 peuvent augmenter lorsque le spectre du bruit mesuré diminue rapidement avec la fréquence. Dans ces conditions, les niveaux de pression acoustique à haute fréquence repérés par le microphone peuvent être d'une amplitude faible comparés à ceux aux fréquences inférieures, et le bruit électrique, en particulier 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, 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.

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 Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties pertinentes des accords fondés sur la présente Norme internationale 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 : 1975, *Acoustique — Fréquences normales pour les mesurages.*

ISO 5221 : 1984, *Distribution et diffusion d'air — Règles pour la technique de mesure du débit d'air dans un conduit aéraulique.*

ISO 7235 : —¹⁾, *Acoustique — Méthodes de mesure pour silencieux en conduit — Perte d'insertion, bruit d'écoulement et perte de pression totale.*

CEI 225 : 1966, *Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.*

CEI 651 : 1979, *Sonomètres.*

3 Définitions et symboles

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions et symboles suivants s'appliquent.

3.1 aire des ouïes d'aspiration ou de refoulement d'un ventilateur, S_f : Aire du dispositif de raccordement du ventilateur au conduit afférent.

3.2 conduit: Tout guide défini en 3.2.1, 3.2.2 et 3.2.3.

3.2.1 conduit de mesurage: Conduit dans lequel on effectue le mesurage de la puissance acoustique du ventilateur. Il possède une terminaison anéchoïque.

3.2.2 conduit d'extrémité: Conduit disposé à l'opposé du conduit de mesurage si les deux ouïes du ventilateur sont raccordées à des conduits. Il possède une terminaison anéchoïque.

3.2.3 conduit intermédiaire: Conduit utilisé du côté entrée d'air et du côté du refoulement du ventilateur afin d'assurer des conditions convenables d'écoulement. Il est raccordé au conduit de mesurage ou au conduit d'extrémité, si nécessaire, par une section de raccordement (voir figure 1).

3.3 plan de mesurage: Plan radial dans le conduit de mesurage où est située la membrane du microphone.

3.4 niveau de pression acoustique, $L_{p,r}$, en décibels: Dix fois le logarithme décimal du rapport de la pression acoustique quadratique moyenne d'un son au carré de la pression acoustique de référence. On doit indiquer la largeur de la bande de fréquences utilisée; par exemple: niveau de pression acoustique par bande de tiers d'octave, niveau de pression acoustique pondéré A, etc. La pression acoustique de référence est 20 μ Pa.

L_{p1} , L_{p2} , L_{p3} , sont les niveaux de pression acoustique en chacune des trois positions de mesurage dans le conduit de mesurage.

$\overline{L_{pm}}$ est le niveau de la pression acoustique spatiale moyenne obtenu par moyennage sur les positions de mesurage dans le conduit de mesurage. Il peut également être obtenu à partir d'une trajectoire circulaire continue (voir 6.2.4).

$\overline{L_p}$ est le niveau de la pression acoustique spatiale moyenne dans le plan de mesurage corrigé globalement pour la réponse en champ libre, correction C (voir 3.9 et 7.1).

3.5 niveau de puissance acoustique, L_w , en décibels: Dix fois le logarithme décimal du rapport d'une puissance acoustique donnée à la puissance acoustique de référence. On doit indiquer la largeur de la bande de fréquences utilisée, par exemple: niveau de puissance acoustique par bande de tiers d'octave, niveau de puissance acoustique pondéré A, etc. La puissance acoustique de référence est 1 pW.

3.6 puissance acoustique du ventilateur: Puissance acoustique rayonnée dans le conduit de mesurage par le ventilateur.

3.7 domaine de fréquences représentatif: Dans le cas général, le domaine de fréquences représentatif comprend les bandes de tiers d'octave dont les fréquences médianes sont comprises entre 100 Hz et 10 000 Hz. Dans des cas particuliers, le domaine de fréquences représentatif peut être étendu jusqu'à 50 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.

3.8 sonde microphonique: Écran antiturbulence tubulaire adapté à un microphone normalisé afin de minimiser sa sensibilité au bruit d'écoulement.

3.9 Autres 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 de réponse en fréquence de la sonde microphonique en incidence normale, exprimée en décibels, à ajouter à la réponse du microphone étalonné [voir 4.3.3 c)]

C_3 correction de vitesse d'écoulement de la réponse en fréquence de la sonde microphonique, exprimée en décibels (voir tableau 5)

C_4 correction modale de la réponse en fréquence due à l'utilisation de la sonde microphonique, exprimée en décibels (voir tableau 6)

$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$ correction globale de réponse en fréquence, exprimée en décibels

c célérité du son dans le conduit de mesurage

ρ masse volumique du fluide dans le conduit de mesurage

1) À publier.

- d* diamètre de l'ouïe d'aspiration du ventilateur, de l'ouïe de refoulement du ventilateur, du conduit de mesurage, des conduits intermédiaires, des conduits d'extrémité (voir figure 1)
- l* longueur des conduits et des pièces de raccordement
- r* distance radiale de l'axe du conduit de mesurage à l'axe de la sonde microphonique
- r_a* facteur de réflexion en pression défini comme le support de l'amplitude de la pression acoustique de l'onde sonore réfléchi de la terminaison anéchoïque à l'amplitude de pression acoustique de l'onde incidente
- b, h* sens travers de l'orifice d'entrée rectangulaire du ventilateur ou de l'orifice de sortie

4 Dispositifs d'essai et instrumentation

4.1 Prescriptions 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 figure 1). Si l'on doit essayer 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 fermement reliés 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 5.2.

On doit prendre des dispositions nécessaires pour contrôler l'état de fonctionnement désiré du ventilateur.

NOTES

- 1 L'annexe C présente des exemples de conception des terminaisons anéchoïques et des dispositifs de réglage du débit.
- 2 Le mesurage du flux massique est la méthode recommandée de contrôle du point de fonctionnement du ventilateur (voir ISO 5221); une autre méthode consiste à mesurer la pression du ventilateur.
- 3 Les caractéristiques aérodynamiques du ventilateur peuvent être mesurées sur une installation séparée.

4.2 Prescriptions relatives aux conduits

4.2.1 Fabrication des conduits et des pièces de raccordement

Les conduits doivent être rectilignes, coaxiaux avec l'ouïe d'aspiration ou l'ouïe de refoulement du ventilateur et de section circulaire uniforme. Les conduits et les pièces de raccordement doivent être en acier d'épaisseur minimale 1 mm ou en un matériau de rigidité et de masse surfacique équivalentes, qui assurent une surface intérieure acoustiquement dure et lisse.

De préférence, les conduits et les pièces de raccordement doivent être traités à l'extérieur avec un matériau amortissant les vibrations.

NOTE — La présente Norme internationale prescrit des conduits à section circulaire. Les Normes internationales ultérieures pourront inclure les conduits à section rectangulaire.

4.2.2 Longueur des conduits

Les longueurs des conduits doivent être conformes à la figure 1.

4.2.3 Aire de la section droite des conduits

Les aires de la section droite des conduits doivent être conformes aux valeurs du tableau 2 où S_f désigne l'aire de l'ouïe d'aspiration ou de refoulement à laquelle est raccordé le conduit considéré.

Tableau 2 — Aires de la section droite des conduits

Conduit		Aire de section	
		min.	max.
Côté ouïe d'aspiration	Intermédiaire	1 S_f	1 S_f
	De mesurage	1 S_f	2,1 S_f
	D'extrémité	1 S_f	2,1 S_f
Côté ouïe de refoulement	Intermédiaire	0,95 S_f	1,07 S_f
	De mesurage	0,7 S_f	2,1 S_f
	D'extrémité	0,7 S_f	2,1 S_f

4.2.4 Pièces de raccordement

Toutes les pièces de raccordement, y compris celles des ouïes d'aspiration ou de refoulement de section rectangulaire du ventilateur aux conduits circulaires, doivent être coaxiales et conformes aux prescriptions suivantes:

- a) l'angle inscrit des parois doit être de 15° au maximum;
- b) la longueur minimale, l_{\min} , doit être calculée à partir de

$$\frac{l_{\min}}{l_0} = \frac{\text{aire maximale}}{\text{aire minimale}} - 1$$

avec $l_0 = 1$ m

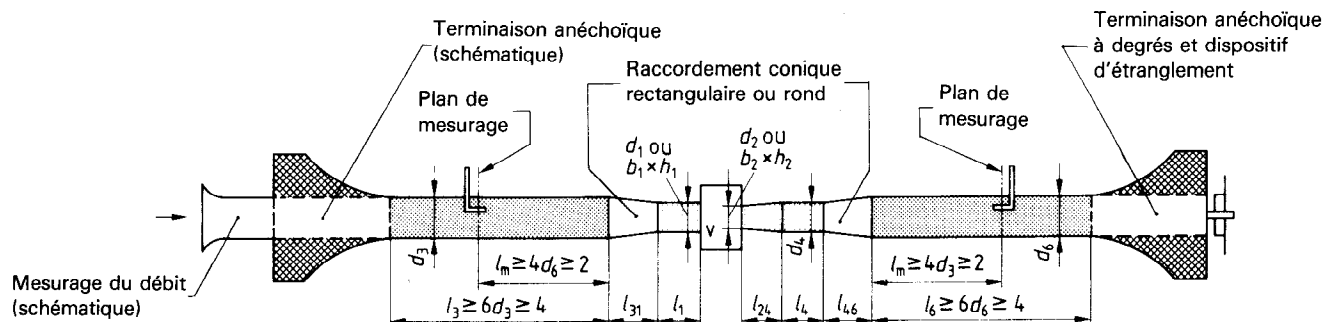
4.2.5 Terminaison anéchoïque

Le facteur de réflexion en pression, r_a , de la terminaison anéchoïque installée et en présence du dispositif de mesurage du débit, ne doit pas dépasser les valeurs du tableau 3.

Tableau 3 — Facteurs maximaux de réflexion en pression

Fréquence médiane de bande de tiers d'octave Hz	Facteur maximal de réflexion en pression
50	0,4
63	0,35
80	0,3
100	0,25
> 125	0,15

NOTE — Des suggestions pour la conception de la terminaison anéchoïque et une méthode de mesurage du facteur de réflexion en pression de la terminaison sont données dans les annexes C et D.



Pour l'ouïe d'aspiration circulaire du ventilateur, diamètre d_1

$$0,7 < (d_6/d_2)^2 < 2,1$$

$$1 < (d_3/d_1)^2 < 2,1$$

$$l_{24} \geq 3,8 (d_4 - d_2) \text{ et } \geq (d_4/d_2)^2 - 1 \text{ pour } d_4 > d_2$$

$$2d_1 < l_1 < 5d_1$$

$$l_{24} \geq 3,8 (d_2 - d_4) \text{ et } \geq (d_2/d_4)^2 - 1 \text{ pour } d_2 > d_4$$

$$l_{31} \geq 3,8 (d_3 - d_1) \text{ et } \geq (d_3/d_1)^2 - 1$$

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.itech.ai)

Pour l'ouïe d'aspiration rectangulaire du ventilateur, $b_1 \times h_1$

Pour l'ouïe de refoulement rectangulaire du ventilateur, $b_2 \times h_2$

$$1 < \frac{\pi d_3^2}{4b_1h_1} < 2,1$$

$$0,95 < \frac{\pi d_4^2}{4b_2h_2} < 1,07$$

ISO 5136:1990
<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/2a8969d6-e8a4-4729-bb9-240572a1ed8c/iso-5136-1990>

$$2 \sqrt{\frac{4b_1h_1}{\pi}} < l_1 < 5 \sqrt{\frac{4b_1h_1}{\pi}}$$

$$0,7 < \frac{\pi d_6^2}{4b_2h_2} < 2,1$$

$$l_{31} \geq 3,8 |\sqrt{b_1^2 + h_1^2} - d_3| \text{ et } \geq \frac{\pi d_3^2}{4b_1h_1} - 1$$

$$l_{24} \geq 3,8 |\sqrt{b_2^2 + h_2^2} - d_4| \text{ et } \geq \frac{\pi d_4^2}{4b_2h_2} - 1$$

$$2d_4 < l_4 < 5d_4$$

$$\text{pour } \frac{\pi}{4} d_4^2 > b_2h_2$$

$$l_{46} \geq 3,8 (d_6 - d_4) \text{ et } \geq (d_6/d_4)^2 - 1 \text{ pour } d_6 > d_4$$

$$l_{46} \geq 3,8 (d_4 - d_6) \text{ et } \geq (d_4/d_6)^2 - 1 \text{ pour } d_4 > d_6$$

$$l_{24} \geq 3,8 |\sqrt{b_2^2 + h_2^2} - d_4| \text{ et } \geq \frac{4b_2h_2}{\pi d_4^2} - 1$$

$$\text{pour } b_2h_2 > \frac{\pi}{4} d_4^2$$

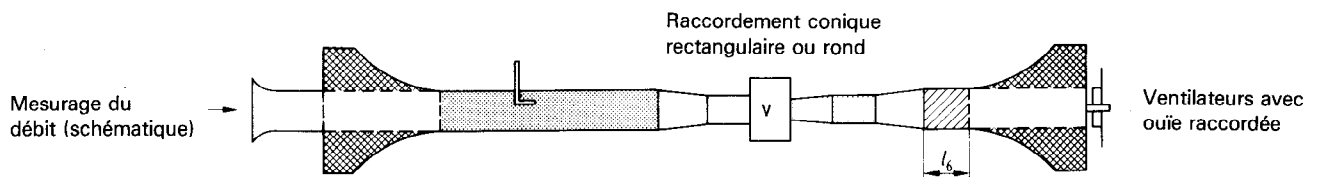
Pour l'ouïe de refoulement circulaire du ventilateur, diamètre d_2

$$0,95 < (d_4/d_2)^2 < 1,07$$

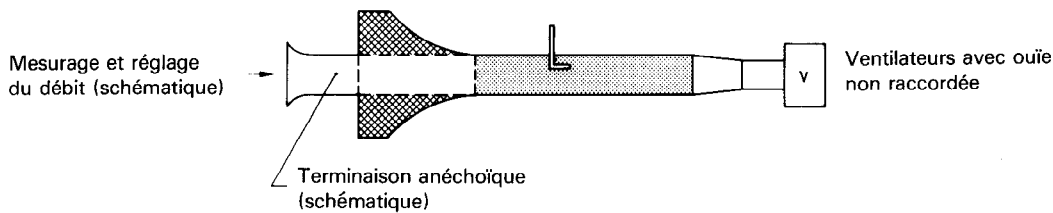
a) Mesurage simultané du bruit dans le conduit à l'aspiration et au refoulement

Figure 1 — Installation d'essai et dimensions limites des conduits de mesure, des conduits intermédiaires et des pièces de raccordement

Dimensions en mètres



Pour toutes les dimensions, se référer à la figure 1 a), sauf pour l_6
 $l_6 > d_6$ et > 1



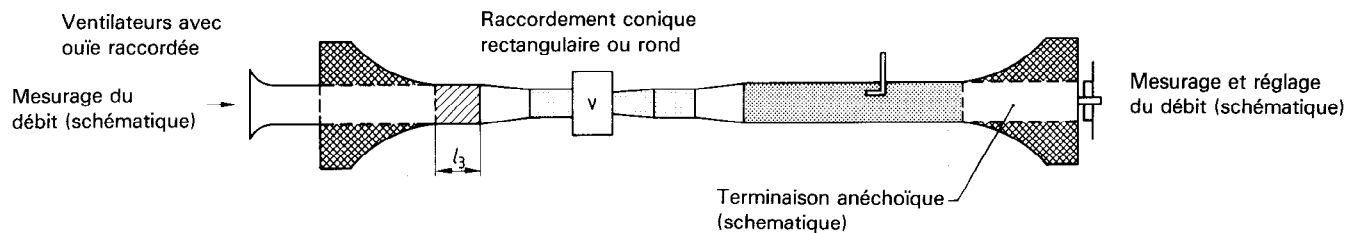
Pour toutes les dimensions, se référer à la figure 1 a)

STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)

b) Mesurage seulement du bruit dans le conduit à l'aspiration

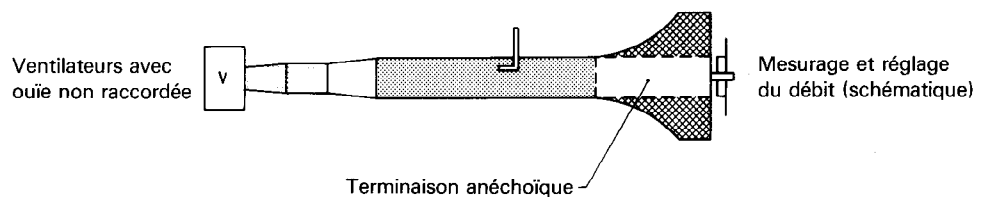
ISO 5136:1990
Figure 1 — (suite)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2a8969d6-e8a4-4729-bb9-240572a1ed8c/iso-5136-1990>

Dimensions en mètres



Pour toutes les dimensions, se référer à la figure 1 a) sauf pour l_3

$l_3 > 4d_3$ et > 1



Pour toutes les dimensions, se référer à la figure 1 a)

Légende



c) Mesurage seulement du bruit dans le conduit au refoulement

Figure 1 — (fin)

4.2.6 Dispositif de réglage du débit

Un dispositif ajustable de réglage du débit doit être monté, si nécessaire, à l'extrémité de la terminaison anéchoïque. Il ne doit pas y avoir de dispositif d'étranglement entre le ventilateur et la terminaison anéchoïque. Le dispositif de réglage du débit doit fournir le moyen d'obtenir les caractéristiques de fonctionnement pour lesquelles on veut déterminer le niveau de puissance acoustique du ventilateur.

Le dispositif de réglage du débit et la terminaison anéchoïque doivent être conçus de telle sorte que le niveau de pression acoustique induit dans le conduit de mesurage par le dispositif de réglage du débit soit d'au moins 10 dB inférieur au niveau de pression acoustique du ventilateur dans le conduit de mesurage.

Des dispositifs de réglage sont donnés, à titre d'exemple, à la figure C.5.

4.3 Instrumentation

4.3.1 Appareillage de mesurage

4.3.1.1 Microphone

On doit utiliser un microphone d'un sonomètre normalisé conforme aux prescriptions relatives à l'appareil de la classe 1 de la CEI 651. Ses dimensions doivent être compatibles avec celles de la sonde microphonique.

4.3.1.2 Câble du microphone

Le système câble/microphone doit être tel que la sensibilité du microphone ne change pas dans la gamme de températures rencontrée au cours de l'essai. Les flexions du câble dues, soit aux déplacements du microphone, soit à l'action du courant d'air, ne doivent pas provoquer un bruit pouvant affecter les mesures.

4.3.1.3 Sonomètre ou autre amplificateur de microphone

Le sonomètre ou tout autre amplificateur utilisé pour amplifier le signal microphonique doit être conforme aux prescriptions électriques relatives aux sonomètres de la classe 1 de la CEI 651. On doit utiliser la caractéristique de réponse en fréquence Lin.

4.3.2 Analyseur de fréquence

On doit utiliser un ensemble de filtres de bande de tiers d'octave conforme aux spécifications de la Publication CEI 225. Les fréquences médianes des filtres doivent être celles données dans l'ISO 266.

4.3.3 Sonde microphonique

La sonde microphonique réduit les fluctuations de pression de turbulence aux positions de mesurage afin d'obtenir un rapport signal-bruit suffisant (voir 6.2.1).

La sonde microphonique et son utilisation doivent être conformes aux exigences suivantes :

a) L'atténuation du bruit de turbulence doit être supérieur d'au moins 10 dB à celle d'un ogive antivent, dans le domaine de fréquences représentatif. Il faut connaître les valeurs effectives d'atténuation du bruit de turbulence en fonction de la fréquence et de la vitesse d'écoulement, de façon à déterminer le rapport signal-bruit conformément à 6.2.1 (voir aussi annexe B et tableau E.1).

b) Le diamètre de la sonde doit être d'au plus 22 mm.

c) La correction C_2 de réponse en fréquence de la sonde microphonique doit être déterminée pour chaque bande de tiers d'octave du domaine de fréquences représentatif à $\pm 0,5$ dB près dans un champ d'ondes planes incidentes frontales dans l'axe de la sonde. Si les essais sont conduits en champ libre, il faut respecter une distance minimale de 3 m entre les haut-parleurs et la sonde microphonique en essai, et le microphone de référence doit être placé à une position correspondant à la demi-longueur de la sonde. Il est essentiel que la correction de réponse en fréquence soit raisonnablement régulière. Sinon, utiliser la fiche d'étalonnage du fabricant établie en conformité avec ces prescriptions.

d) La directivité de la sonde microphonique mesurée en champ libre avec un bruit aléatoire de bande de tiers d'octave doit être dans les limites données à la figure 2.

NOTES

1 Les courbes de la figure 2 correspondent à la formule suivante :

$$\Delta L = 20 \lg \frac{1}{1 + f_0 \times K \times \theta^3} \text{ pour } 0 \leq \theta < 1,31 \text{ rad (75}^\circ\text{)}$$

ΔL est l'atténuation de la sensibilité, en décibels, pour l'angle d'incidence θ par rapport à l'incidence axiale frontale ($\theta = 0^\circ$);

K est la constante de directivité;

f_0 est la fréquence médiane de bande de tiers d'octave, en hertz;

θ est l'angle d'incidence, en radians.

Les valeurs limites de la constante de directivité K sont données au tableau 4.

Tableau 4 — Valeurs limites de la constante de directivité, K

Fréquence médiane de bande de tiers d'octave Hz	K_{\min}	K_{\max}
1 000	$0,35 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$
2 000	$0,35 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$
4 000	$0,35 \times 10^{-3}$	$2,2 \times 10^{-3}$
8 000	$0,35 \times 10^{-3}$	$2,2 \times 10^{-3}$

2 On peut se suffire de la déclaration du fabricant de la sonde selon laquelle sa directivité est à l'intérieur des limites de la figure 2.

e) Les valeurs de la correction de vitesse d'écoulement, C_3 , doivent être obtenues à partir du tableau 5.

NOTE — Les sondes microphoniques sont disponibles dans le commerce. Un exemple est donné à la figure E.1.

f) Les valeurs de la correction modale, C_4 , doivent être obtenues à partir du tableau 6.

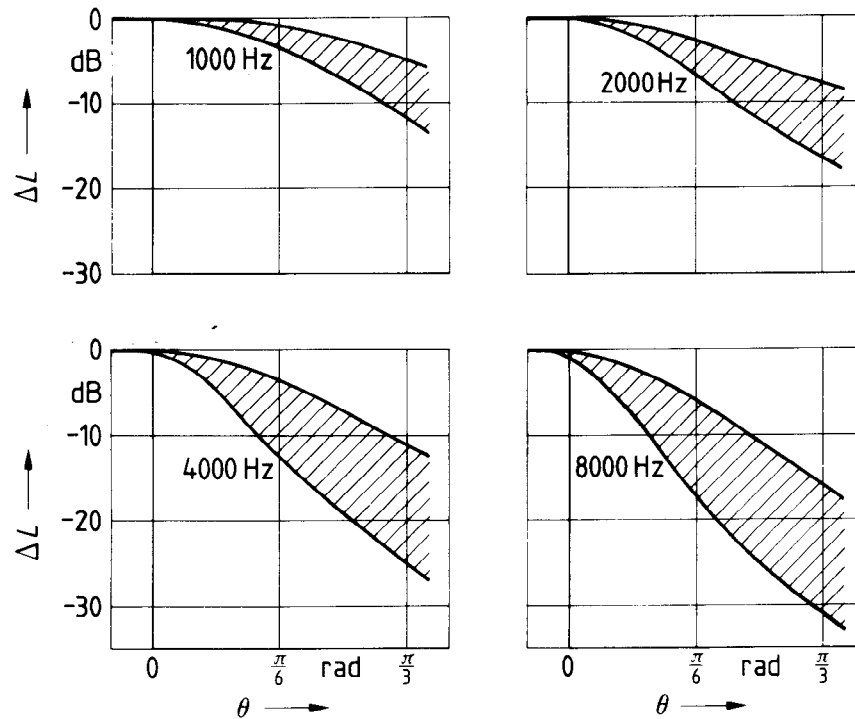


Figure 2 — Courbes limites de directivité de la sonde microphonique (bruit aléatoire de largeur de bande de tiers d'octave)

Tableau 5 — Corrections de vitesse d'écoulement, C_3 , en décibels, de la réponse en fréquence de la sonde microphonique

Fréquence médiane de bande de tiers d'octave Hz	Nombre de Mach de l'écoulement (vitesse d'écoulement/célérité du son)												
	0,011 7 à < 0,017 5	0,017 5 à < 0,023 3	0,023 3 à < 0,029 2	0,029 2 à < 0,035 0	0,035 0 à < 0,040 8	0,040 8 à < 0,046 6	0,046 6 à < 0,052 5	0,052 5 à < 0,058 3	0,058 3 à < 0,064 1	0,064 1 à < 0,070 0	0,070 0 à < 0,075 8	0,075 8 à < 0,081 6	0,081 6 à < 0,087 5
	Vitesse d'écoulement, en mètres par seconde, pour mesurages dans l'air à 20 °C (célérité du son $c = 343$ m/s)												
	4 à < 6	6 à < 8	8 à < 10	10 à < 12	12 à < 14	14 à < 16	16 à < 18	18 à < 20	20 à < 22	22 à < 24	24 à < 26	26 à < 28	28 à < 30
1 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	0,2
1 250	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
1 600	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
2 000	—	—	—	—	—	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
2 500	—	—	—	—	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
3 150	—	—	—	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2
4 000	—	—	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1	1,2	1,4	1,6	1,9
5 000	—	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9
6 300	0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,3	1,7	2,1	2,5	3	3,5	4,1	4,6
8 000	0,3	0,5	0,8	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,1	4,9	5,7	6,6	7,5
10 000	0,4	0,8	1,2	1,8	2,5	3,3	4,3	5,3	6,4	7,7	8,9	10,1	11,1
	0,4	0,8	1,3	2	2,9	3,9	5,2	6,6	8,2	9,9	11,4	12,4	12,6

NOTE — Pour chaque fréquence, les valeurs supérieures correspondent au mesurage au refoulement (air et bruit de même direction) et les valeurs inférieures correspondent au mesurage à l'aspiration (air et bruit de directions opposées).