

---

---

**Ventilateurs industriels — Méthode de  
mesure des vibrations des ventilateurs**

*Industrial fans — Method of measurement of fan vibration*

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

[ISO 14695:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507528c3ba86/iso-14695-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507528c3ba86/iso-14695-2003>



**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 14695:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507528c3ba86/iso-14695-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507528c3ba86/iso-14695-2003>

© 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
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Symboles et unités</b> .....	2
5 <b>Montage du banc d'essai</b> .....	5
5.1 <b>Généralités</b> .....	5
5.2 <b>Montage de ventilateur sur base élastique</b> .....	5
5.3 <b>Montage de ventilateur avec corde élastique</b> .....	7
5.4 <b>Montage rigide de ventilateur</b> .....	9
5.5 <b>Manchettes souples de raccordement</b> .....	9
6 <b>Équipement de mesurage</b> .....	9
6.1 <b>Généralités</b> .....	9
6.2 <b>Étalonnage</b> .....	9
6.3 <b>Instrumentation/appareillage</b> .....	10
6.4 <b>Transducteurs</b> .....	11
6.5 <b>Accéléromètres piézoélectriques</b> .....	11
6.6 <b>Préamplificateurs</b> .....	11
6.7 <b>Analyseurs</b> .....	11
6.8 <b>Indicateurs</b> .....	12
6.9 <b>Sorties</b> .....	12
7 <b>Fixation du transducteur</b> .....	12
7.1 <b>Généralités</b> .....	12
7.2 <b>Fixations</b> .....	13
8 <b>Choix de positions de mesurage</b> .....	15
8.1 <b>Généralités</b> .....	15
8.2 <b>Montage sur base combinée</b> .....	15
8.3 <b>Montage des transducteurs sur d'autres ventilateurs</b> .....	15
9 <b>Environnement d'essai et données de fonctionnement</b> .....	17
10 <b>Mode opératoire</b> .....	17
10.1 <b>Généralités</b> .....	17
10.2 <b>Paramètres de mesures</b> .....	18
10.3 <b>Analyse de fréquence</b> .....	18
11 <b>Présentation des résultats</b> .....	19
<b>Annexe A (informative) Lignes directrices pour le calcul des positions de montage élastique et des fréquences propres de corps rigides</b> .....	20
<b>Annexe B (informative) Méthodes de mesures supplémentaires pour essais in situ ou classement de qualité</b> .....	26
<b>Annexe C (informative) Positions de mesurage recommandées pour les diagnostics des machines</b> .....	28
<b>Annexe D (informative) Relations entre niveaux vibratoires absolus et niveaux exprimés en décibels des caractéristiques vibratoires</b> .....	30
<b>Annexe E (informative) Relations entre grandeurs de vibration d'un signal de fréquence unique</b> .....	32
<b>Bibliographie</b> .....	34

## 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 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.

L'ISO 14695 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 117, *Ventilateurs industriels*.

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

ISO 14695:2003  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507528c3ba86/iso-14695-2003>

## Introduction

L'ISO 14695 fait partie d'une série de normes couvrant des aspects importants de ventilateurs qui affectent leur conception, leur fabrication et leur utilisation. Cette série comprend l'ISO 5801, l'ISO 5802, l'ISO 12499, l'ISO 13347, l'ISO 13349, l'ISO 13350, l'ISO 13351 et l'ISO 14694.

La vibration est considérée comme un paramètre important dans la description des performances mécaniques des ventilateurs. Elle donne une indication de la bonne conception et bonne fabrication du ventilateur et elle peut avertir sur de possibles problèmes de fonctionnement. Ces problèmes peuvent être associés à une inadaptation des structures support et à une détérioration de machine, etc.

Des mesures de vibrations peuvent être nécessaires pour une variété de raisons dont les plus importantes sont les suivantes:

- a) évaluations de la conception/du développement;
- b) essais in situ;
- c) comme information pour une surveillance des conditions ou pour un programme d'entretien de la machine (l'ISO 14694 et l'Annexe C donnent les positions de mesurage recommandées pour mesurer l'état de la machine);
- d) informer le concepteur des structures supports, assises, gaines de ventilation, etc., des vibrations résiduelles qui peuvent être transmises au ventilateur au travers de sa structure;
- e) comme évaluation de la qualité lors de l'étape de contrôle final;
- f) être sûr de l'acceptabilité du chargement spécifique dynamique.

Toutes les informations obtenues des essais réalisés conformément à la présente Norme internationale (voir l'Article 10) ne sont ni nécessaires ni appropriées aux objectifs d'évaluation de la qualité. Dans ce cas, il convient de faire référence à l'ISO 14694. Il convient que les vibrations ayant pour origine un balourd soient mesurées sur les paliers du ventilateur et, à ce propos, il convient que les recommandations données dans l'ISO 1940-1 soient suivies.

Alors qu'un essai d'aspiration/de refoulements peut être utile comme lignes directrices pour la qualité, la présente Norme internationale admet que la vibration d'un ventilateur dépend du fonctionnement aérodynamique spécifié, qui détermine la vitesse de rotation et le point de fonctionnement du ventilateur.

Bien qu'il existe d'autres normes qui traitent de façon générale des vibrations des machines (par exemple l'ISO 10816), elles sont encore limitées par leur caractère général lorsqu'il s'agit de considérer une famille spécifique de machines telle que les ventilateurs.

La présente Norme internationale décrit les méthodes de mesurage qui donnent des résultats cohérents et qui peuvent être utilisées comme base de comparaison de produits. Les informations nécessaires et les unités préférentielles sont indiquées dans l'ISO 14964. Ces informations dépendent du but des essais réalisés, du type de ventilateur, de son application et de son mode de montage en service.

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

ISO 14695:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507528c3ba86/iso-14695-2003>

# Ventilateurs industriels — Méthode de mesure des vibrations des ventilateurs

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit une méthode de mesure des caractéristiques vibratoires de ventilateurs de tous types, à l'exception de ceux destinés uniquement à la circulation d'air, par exemple les ventilateurs de plafond et les ventilateurs sur table. Elle est limitée néanmoins à tous les types de ventilateurs installés avec une puissance inférieure à 300 kW. Pour les ventilateurs ayant une puissance supérieure, les méthodes décrites dans l'ISO 10816-1 et les limites applicables données dans l'ISO 10816-3 peuvent être utilisées. La présente Norme internationale donne uniquement une méthode générale et ne fournit pas de critères d'interprétation des données (voir l'ISO 14694).

La présente Norme internationale spécifie les mesures de vibration qui peuvent être enregistrées comme la vitesse (r.m.s.), l'accélération ou le déplacement, ou en termes de spectre de fréquence, dans la gamme de fréquences appropriée. Elle comprend des méthodes d'essai par suspension à des cordes élastiques ou en installation sur des supports élastiques.

Il est admis que les forces oscillatoires aux points de montage peuvent être une mesure utile pour analyser les effets sur les structures supports; cependant, ces mesurages ne font pas l'objet de la présente Norme internationale.

Des annexes sont données pour information. L'Annexe B donne des méthodes secondaires de mesure qui, bien que non recommandées pour des mesures précises, peuvent être employées pour évaluer la qualité d'équilibrage des ventilateurs produits en série ou pour des mesures in situ comparatives.

## 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 1940-1, *Vibrations mécaniques — Exigences en matière de qualité dans l'équilibrage des rotors rigides — Partie 1: Spécifications et vérification des tolérances d'équilibrage*

ISO 2041:1990, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*

ISO 2954, *Vibrations mécaniques des machines tournantes ou alternatives — Spécifications des appareils de mesurage de l'intensité vibratoire*

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

ISO 10816-3, *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes — Partie 3: Machines industrielles de puissance nominale supérieure à 15 kW et de vitesse nominale entre 120 r/min et 15 000 r/min, lorsqu'elles sont mesurées in situ*

ISO 14694:2003, *Ventilateurs industriels — Spécifications l'équilibrage et les niveaux de vibrations*

CEI 60034-14, *Machines électriques rotatives — Partie 14: Vibrations mécaniques de certaines machines avec une hauteur d'arbre de 56 mm et plus — Mesurage, évaluation et limites de l'intensité vibratoire*

CEI 60651, *Sonomètres*

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

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **vibration de fond**

toutes les sources de vibration indépendantes de la source

#### 3.2

##### **point de fonctionnement**

(fonctionnement aérodynamique) point situé sur la courbe de rendement du ventilateur et auquel le ventilateur fonctionne

#### 3.3

##### **courbe de rendement du ventilateur**

(caractéristique du ventilateur) graphe de la pression de refoulement du ventilateur en fonction du débit

#### 3.4

##### **rayon de giration**

mesure de la répartition de la masse par rapport à un axe choisi et exprimé comme la racine carrée du moment d'inertie par rapport à cet axe divisé par la masse

#### 3.5

##### **support élastique**

support ayant des caractéristiques élastiques et une déformation mesurable, mais ne présentant aucune déformation permanente significative dans des conditions normales de charge

### 4 Symboles et unités

Pour les besoins du présent document, les symboles et unités suivants s'appliquent.

Symbole	Terme	Unité
$a$	Accélération vibratoire instantanée	m/s <sup>2</sup>
$a_0$	Accélération vibratoire de référence	m/s <sup>2</sup>
$A$	Amplitude de l'accélération vibratoire de crête	m/s <sup>2</sup>



Symbole	Terme	Unité
$A_{dB}$	Niveau d'accélération vibratoire moyenne quadratique au-dessus d'une référence de $10^{-6}$ m/s <sup>2</sup> $A_{dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{A_{r.m.s.}}{10^{-6}} \right)$	dB
$A_{r.m.s.}$	Amplitude de l'accélération vibratoire moyenne quadratique	m/s <sup>2</sup>
$d$	Déplacement vibratoire instantané	µm, mm ou m
$D$	Amplitude du déplacement vibratoire de crête	µm, mm ou m
$f$	Fréquence = $\omega/2\pi$	Hz
$f_H$	Fréquence du mode d'oscillation de vibration	Hz
$f_R$	Fréquence du mode de rotation de vibration dans le plan $zx$	Hz
$f_T$	Fréquence du mode de torsion/lacet de vibration dans le plan $xy$	Hz
$f_V$	Fréquence du mode vertical de vibration	Hz
$f_1$	Fréquence du mode de balancement couplé lorsque le lacet est dominant	Hz
$f_2$	Fréquence du mode de torsion couplé lorsque la rotation est dominante	Hz
$I_R$	Moment d'inertie du système par rapport à l'axe $y$ au centre de gravité du système	kg·m <sup>2</sup>
$I_T$	Moment d'inertie du système par rapport à l'axe $z$ au centre de gravité du système situé à $X_G, Y_G, Z_G$	kg·m <sup>2</sup>
$I_{zz,1}$	Moment d'inertie du ventilateur par rapport à l'axe $z$ au centre de gravité du ventilateur situé à $x_1, y_1, z_1$	kg·m <sup>2</sup>
$I_{zz,2}$	Moment d'inertie du moteur par rapport à l'axe $z$ au centre de gravité du moteur situé à $x_2, y_2, z_2$	kg·m <sup>2</sup>
$I_{zz,3}$	Moment d'inertie de la base par rapport à l'axe $z$ au centre de gravité de la base situé à $x_3, y_3, z_3$	kg·m <sup>2</sup>
$I_{xx,1}$	Moment d'inertie du ventilateur par rapport à l'axe $x$ au centre de gravité du ventilateur situé à $x_1, y_1, z_1$	kg·m <sup>2</sup>
$I_{xx,2}$	Moment d'inertie du moteur par rapport à l'axe $x$ au centre de gravité du moteur situé à $x_2, y_2, z_2$	kg·m <sup>2</sup>
$I_{xx,3}$	Moment d'inertie de la base par rapport à l'axe $x$ au centre de gravité de la base situé à $x_3, y_3, z_3$	kg·m <sup>2</sup>
$I_{yy,1}$	Moment d'inertie du ventilateur par rapport à l'axe $y$ au centre de gravité du ventilateur situé à $x_1, y_1, z_1$	kg·m <sup>2</sup>
$I_{yy,2}$	Moment d'inertie du moteur par rapport à l'axe $y$ au centre de gravité du moteur situé à $x_2, y_2, z_2$	kg·m <sup>2</sup>

Symbole	Terme	Unité
$I_{yy,3}$	Moment d'inertie de la base par rapport à l'axe $y$ au centre de gravité de la base situé à $x_3, y_3, z_3$	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$
$k_H$	Raideur horizontale d'un support élastique	N/m
$k_V$	Raideur verticale d'un support élastique	N/m
$L_a$	Niveau d'accélération vibratoire	dB
$L_v$	Niveau de vitesse vibratoire	dB
$m$	Masse totale de l'assemblage	kg
$m_1$	Masse du ventilateur	kg
$m_2$	Masse du moteur	kg
$m_3$	Masse du support	kg
$r$	Rayon de giration	m
$t$	Temps	s
$T$	Période de la vibration	s
$v$	Vitesse vibratoire instantanée	mm/s ou m/s
$v_o$	Vitesse vibratoire de référence <a href="https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-19e33c26/iso-14695-2003">ISO 14695:2003</a>	mm/s ou m/s
$V$	Amplitude de vitesse vibratoire de crête	mm/s ou m/s
$V_{dB}$	Vitesse moyenne quadratique de vibration supérieure à un niveau de référence de $10^{-9}$ m/s	dB
	$V_{dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{V_{r.m.s.}}{10^{-9}} \right)$	
$V_{r.m.s.}$	Vitesse efficace globale	mm/s ou m/s
$x, y, z$	Coordonnées cartésiennes	m
$\bar{z}$	Déport vertical effectif des supports élastiques	m
$X_G, Y_G, Z_G$	Positions du centre de gravité de l'assemblage de ventilateurs par rapport à une origine arbitraire	m
$\delta_{1,2,n}$	Flexions individuelles des supports élastiques	m
$\Sigma$	Somme	—
$\omega$	Fréquence angulaire = $2\pi f$	$\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$

## 5 Montage du banc d'essai

### 5.1 Généralités

Les ventilateurs doivent être montés suivant l'une des méthodes décrites en 5.2, 5.3 ou 5.4, selon le cas.

Les supports élastiques doivent être choisis de manière à assurer une déformation statique uniforme dans les limites  $\pm \frac{20}{35}$  % de leur déformation nominale. Les ventilateurs montés sur des supports élastiques dans des applications normales doivent être soumis à essai à l'aide des mêmes type et nombre de supports que ceux utilisés pour l'application considérée. Le type de supportage utilisé ou existant au moment de l'essai doit être décrit dans le rapport d'essai [voir Article 11 e)].

NOTE 1 La disposition du support de ventilateur peut affecter de façon significative les niveaux de vibration mesurés sur la structure du ventilateur. Les montages peuvent généralement être classés comme rigides ou élastiques. Afin de minimiser l'influence des conditions de supportage sur les niveaux de vibration mesurés et pouvoir comparer directement les résultats issus d'essais différents, la disposition en support élastique ou flexible est préférable. Il y a un risque élevé d'obtenir une vibration de grande amplitude de vibration si la rigidité du montage résulte de la fréquence naturelle (de résonance),  $f_n$ , proche de la fréquence équivalente à la vitesse de rotation (fréquence d'opération). Pour les besoins de la présente Norme internationale, le montage rigide a une fréquence naturelle (de résonance),  $f_n$ , supérieure à 1,5 fois la fréquence de rotation (fréquence d'opération). Un montage élastique a une fréquence naturelle (de résonance),  $f_n$ , inférieure à 0,25 fois la fréquence de rotation (fréquence d'opération).

NOTE 2 Les essais utilisant la méthode de suspension à une corde élastique sont recommandés pour l'évaluation de conception et de développement et/ou pour le classement.

La disposition du banc d'essai est généralement déterminée par la nature et l'emplacement de l'essai. Pour une évaluation de conception et de développement, des bancs sophistiqués conçus à cet effet sont généralement disponibles. Toutefois, toute disposition de banc d'essai qui ne permet pas de contrôler rapidement le fonctionnement aérodynamique du ventilateur, ou dans laquelle le point de fonctionnement n'est pas connu, peut ne pas convenir pour des essais conformes à la présente spécification lorsque la vibration produite par le ventilateur varie en fonction du point de fonctionnement. Il convient dans toute la mesure du possible d'utiliser un conduit d'air normalisé, comme défini dans l'ISO 5801.

NOTE 3 Les Figures 1 et 2 illustrent deux dispositions types de bancs d'essai de vibrations des ventilateurs.

### 5.2 Montage de ventilateur sur base élastique

Les fréquences propres du ventilateur sur son support selon les six degrés de liberté possibles (voir Figure 3) ne doivent pas être supérieures à 0,25 fois la fréquence de rotation la plus basse du ventilateur soumis à l'essai.

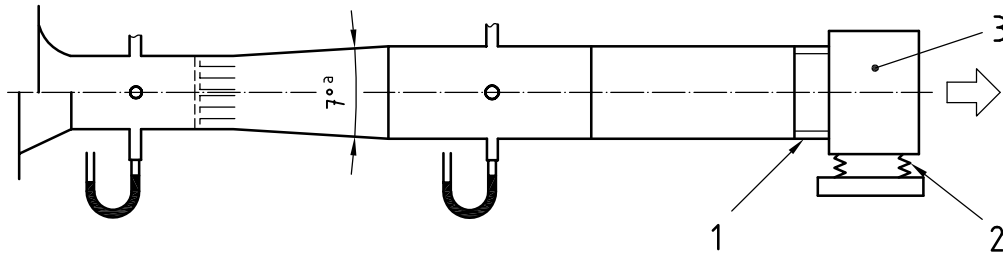
NOTE 1 L'Annexe A fournit les lignes directrices pour le calcul des fréquences propres.

La masse de toutes fixations supplémentaires ne doit pas dépasser un dixième de la masse normale de l'unité soumise à l'essai, afin de réduire l'influence de la masse et des moments d'inertie de ces pièces sur le niveau de vibration.

NOTE 2 Lorsque le ventilateur n'est pas normalement équipé de supports élastiques, il peut être nécessaire d'installer des supports de fixation ou des isolateurs spéciaux ou autres accessoires pour les remplacer.

Aucune résonance de flexion majeure de la structure support ne doit coïncider avec les fréquences de rotation du ventilateur soumis à l'essai ni avec les fréquences propres du corps rigide de la disposition du support, sauf lorsque le ventilateur et son support sont conjointement objets d'investigations.

NOTE 3 Lorsque le ventilateur est monté sur un support élastique, le couple de réaction peut être significatif (voir A.3.2, pour des conseils sur les bases d'inertie).



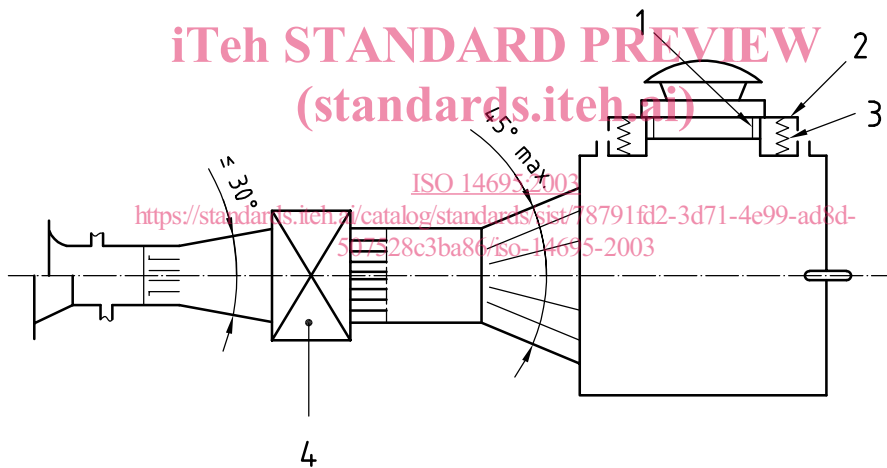
**Légende**

- 1 connexion flexible (schématique)
- 2 supports élastiques
- 3 ventilateur

NOTE Cette figure illustre une disposition appropriée à un ventilateur axial centrifuge ou un ventilateur en ligne chargé d'écrans de résistance du côté entrée. Dans certains cas, il peut être préférable d'utiliser un amortisseur du côté sortie d'air. Cette figure est généralement conforme à la Figure 74 a) de l'ISO 5801:1997 avec l'ajout d'une connexion souple et de supports élastiques entre le ventilateur et le conduit.

a Angle au sommet.

**Figure 1 — Exemple de disposition de montage élastique d'un banc d'essai de vibration de ventilateur**

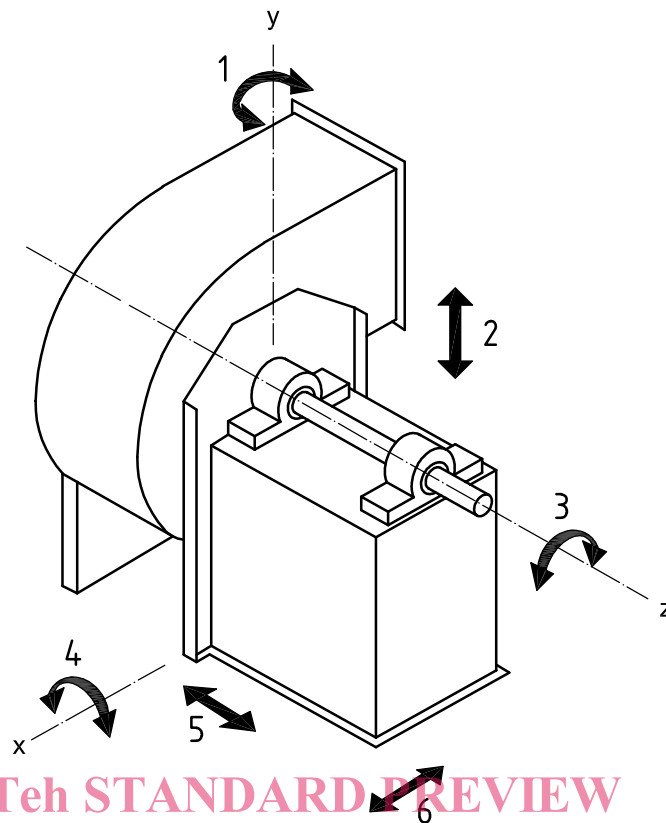


**Légende**

- 1 connexion flexible (schématique) pour essais
- 2 bordure sur support élastique
- 3 supports élastiques
- 4 ventilateur de surpression

NOTE Cette figure montre un ventilateur extracteur de toiture disposé pour des essais de vibration. Le ventilateur est monté sur un branchement à support élastique. Il est recommandé que la masse de la bordure et la fréquence propre du ventilateur d'essai équipé soient conformes à 5.2. Cette figure est généralement conforme à la Figure B.2 de l'ISO 5801:1997 mais avec l'ajout d'une connexion souple et des supports élastiques entre le ventilateur et le chapeau de sortie

**Figure 2 — Exemple de disposition pour essai de ventilateur extracteur de toiture**



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

#### Légende

- 1 couple de lacet (rotation autour de l'axe y) [ISO 14695:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507521e3ba86/iso-14695-2003)
- 2 force d'inertie verticale (axe y) [standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507521e3ba86/iso-14695-2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78791fd2-3d71-4e99-ad8d-507521e3ba86/iso-14695-2003)
- 3 couple de basculement (rotation autour de l'axe z)
- 4 couple de tangage (rotation autour de l'axe x)
- 5 force d'inertie longitudinale (axe z)
- 6 force d'inertie horizontale transverse (axe x)

**Figure 3 — Degrés de liberté**

### 5.3 Montage de ventilateur avec corde élastique

Lorsque les essais concernent des ventilateurs à moteur incorporé qui sont livrés en unités simples sans cadre de montage, ces ventilateurs doivent être montés sur un banc d'essai à corde élastique (la Figure 4 illustre des exemples).

NOTE 1 Un montage basse fréquence permet d'effectuer des relevés cohérents à des fins de comparaison uniquement à l'air libre.

Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser une manchette de raccordement pour obtenir les caractéristiques de vibration au point de fonctionnement, une connexion flexible appropriée doit être utilisée avec si nécessaire une fixation élastique horizontale.

Le ventilateur doit être soutenu par des élingues de nylon fixées à un assemblage de cordes de caoutchouc tressées en nombre et de longueur et diamètre appropriés, disposées symétriquement par rapport au centre de gravité, de façon à assurer une flèche globale comprise entre 200 mm et 400 mm sous la masse du ventilateur.

NOTE 2 Ce montage souple peut avantageusement être suspendu à un bâti en «A».