



Rapport technique

ISO/TR 16219

Ventilateurs — Effet système et facteurs d'effet système

Fans — System effects and system effect factors

**Deuxième édition
2024-08**

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

[ISO/TR 16219:2024](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/5178892d-58a1-44b9-bf6c-c3790d6ba369/iso-tr-16219-2024)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/5178892d-58a1-44b9-bf6c-c3790d6ba369/iso-tr-16219-2024>

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

[ISO/TR 16219:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5178892d-58a1-44b9-bf6c-c3790d6ba369/iso-tr-16219-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5178892d-58a1-44b9-bf6c-c3790d6ba369/iso-tr-16219-2024>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2024

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

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

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et symboles	1
4 Origine des effets système des ventilateurs	2
5 Définitions du facteur d'effet système (SEF)	4
5.1 SEF à l'aspiration.....	4
5.2 Effet système au refoulement.....	6
6 Exemples de SEF à l'aspiration	9
6.1 Introduction.....	9
6.2 Ventilateurs axiaux.....	10
6.2.1 Installations expérimentales.....	10
6.2.2 Résultats.....	15
6.3 Ventilateurs centrifuges et hélico-centrifuges.....	17
6.3.1 Installations expérimentales.....	17
6.3.2 Résultats.....	24
7 Exemples de SEF au refoulement	29
7.1 Ventilateurs axiaux.....	29
7.1.1 Généralités.....	29
7.1.2 Installations expérimentales.....	29
7.1.3 Résultats.....	29
7.2 Ventilateurs centrifuges et hélico-centrifuges.....	31
7.2.1 Installations expérimentales.....	31
7.2.2 Résultats.....	32
8 Réduction des effets système	33
8.1 Généralités.....	33
8.2 Effets à l'aspiration.....	33
8.2.1 Généralités.....	33
8.2.2 Écoulement non uniforme.....	34
8.2.3 Giration ou tourbillon.....	35
8.2.4 Obstruction à l'aspiration.....	35
8.3 Effets au refoulement.....	38
8.3.1 Généralités.....	38
8.3.2 Longueur de conduit insuffisante.....	38
8.3.3 Obstacle au refoulement.....	39
8.3.4 Écoulement non uniforme.....	39
8.4 Exemples d'effets dus à de mauvais raccordements à l'aspiration et au refoulement.....	42
9 Conclusions	42
Annexe A (informative) Principes de base relatifs à la représentation de la performance des ventilateurs	44
Annexe B (informative) Calcul du système de ventilation	72
Annexe C (informative) Variations de la puissance absorbée par l'arbre du ventilateur en relation avec les effets système	82
Bibliographie	84

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

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

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 117, *Ventilateurs*.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition (ISO 16219:2020), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- L'[Annexe C](#) a été ajoutée.

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.

Introduction

L'ISO 5801 fournit des informations permettant de mesurer de manière fiable les performances des ventilateurs soumis à des essais dans des conditions de laboratoire normalisées. Le conduit, lorsqu'il est spécifié, garantit un profil de vitesses symétrique développé à l'aspiration du ventilateur. Il peut également y avoir une longueur droite de conduit suffisante au refoulement du ventilateur pour assurer une conversion efficace du profil de vitesses déformé au refoulement du ventilateur en un profil stable et homogène mesurable à la section de mesurage.

Le présent document montre comment les composants raccordés à l'aspiration et au refoulement ont un effet sur les performances du ventilateur. Les concepteurs du système doivent non seulement étudier la courbe idéale de performance et la perte de pression calculée du système, mais aussi prendre en compte les pertes aux points d'entrée et de sortie du ventilateur. Celles-ci sont décrites dans le document.

Le concept de facteur d'effet système (SEF) a été introduit dans l'industrie des ventilateurs par l'AMCA en 1973. Depuis sa création, il est devenu largement accepté dans le monde entier. Ces dernières années, on s'est rendu compte que le SEF dépend non seulement du type de ventilateur et de la géométrie de raccordement, mais aussi de la conception et de la fabrication du ventilateur. Certains ventilateurs moins efficaces peuvent parfois être moins sensibles à l'effet système induit par de mauvaises conditions d'écoulement à l'aspiration que d'autres ventilateurs plus efficaces de même type.

Par ailleurs, l'origine de l'effet système induit par un composant raccordé à l'aspiration du ventilateur est différente de celle due au même composant raccordé au refoulement du ventilateur. C'est pourquoi deux définitions différentes du SEF sont proposées dans le présent document selon que l'accessoire est placé à l'aspiration ou au refoulement du ventilateur.

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

[ISO/TR 16219:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5178892d-58a1-44b9-bf6c-c3790d6ba369/iso-tr-16219-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5178892d-58a1-44b9-bf6c-c3790d6ba369/iso-tr-16219-2024>

Ventilateurs — Effet système et facteurs d'effet système

1 Domaine d'application

Le présent document traite de la dégradation probable de la performance aéroulque des ventilateurs soumis à essai sur circuits standards conformément à l'ISO 5801 par rapport aux performances de ventilateurs soumis à essai dans des conditions réelles sur site. Il traite des performances d'un certain nombre de ventilateurs et de composants génériques. Les résultats obtenus constituent des lignes directrices et ne fournissent que des tendances, car l'effet système dépend de la géométrie exacte du ventilateur et du composant perturbateur.

Les données présentées dans le présent document sont issues d'un vaste programme expérimental mené il y a 20 ans par le laboratoire national britannique pour l'ingénierie (NEL), principalement sur des ventilateurs axiaux et centrifuges. Les données sont aussi tirées de plusieurs projets de recherche financés par l'ASHRAE, dont certains sont menés dans le laboratoire de l'AMCA à Chicago, ainsi que de résultats publiés par des fabricants de ventilateurs individuels.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes, définitions et symboles

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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 <https://www.electropedia.org/>

Les symboles suivants sont utilisés:

Symbole	Description	Unités SI	Unités I-P
A_2	Section de sortie du ventilateur	m ²	ft ²
C	Coefficient d'effet système (SE) (voir 5.2)	Sans dimension	Sans dimension
p_C	Perte de pression conventionnelle (voir 5.2)	Pa	in. wg
p_f	Pression du ventilateur	Pa	in. wg
p_{fd}	Pression dynamique du ventilateur (voir Article 4)	Pa	in. wg
p_{fs}	Pression statique du ventilateur	Pa	in. wg
p_{SE}	Effet système (voir 5.2)	Pa	in. wg
p_{SEo}	Perte de pression supplémentaire due à un écoulement non uniforme (voir 5.2)	Pa	in. wg
q_{V1}	Débit-volume du ventilateur	m ³ /s	cfm
S_{EF}	Facteur d'effet système	Sans dimension	Sans dimension

NOTE Les expressions "pression dynamique du ventilateur" ou "pression dynamique" sont utilisés dans tout le présent document et sont équivalents à "pression de vitesse" utilisé dans certains pays.

Symbole	Description	Unités SI	Unités I-P
ξ	Coefficient de perte de pression (voir 5.1)	(m ³ /s)/(Pa ^{0,5})	
ρ	Masse volumique de l'air	kg/m ³	lbm/ft ²
ρ_{std}	Masse volumique de l'air normal	kg/m ³	lbm/ft ²
NOTE Les expressions "pression dynamique du ventilateur" ou "pression dynamique" sont utilisés dans tout le présent document et sont équivalents à "pression de vitesse" utilisé dans certains pays.			

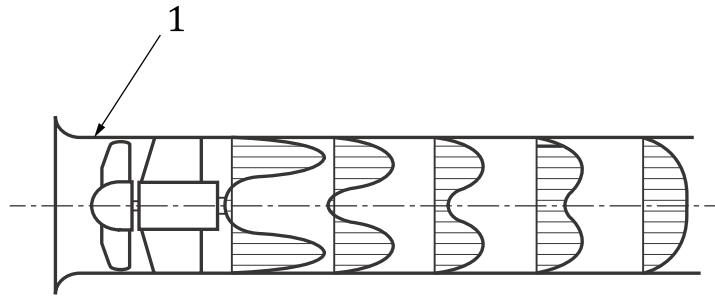
4 Origine des effets système des ventilateurs

Les évaluations de performances des ventilateurs des fabricants reposent principalement sur des essais menés en laboratoire dans des conditions idéales. Les conditions idéales font référence à des profils de vitesses d'air uniformes et sans giration à l'aspiration et au refoulement du ventilateur, comme ceux des bancs d'essai décrits dans l'ISO 5801 et l'AMCA 210. Dans les installations "réelles" de ventilateurs, il est possible que de telles conditions idéales ne soient pas présentes en raison d'un mauvais raccordement du ventilateur au système. Ces mauvais raccordements comprennent les obstacles à l'aspiration et au refoulement du ventilateur qui modifient les caractéristiques aérodynamiques du ventilateur et entraînent des baisses de performances par rapport aux valeurs nominales du catalogue, même lorsque les pertes de pression du système ont été estimées avec précision. Le terme "effet système" est une mesure de cette dégradation des performances du ventilateur.

L'origine de l'effet système est différente à l'aspiration du ventilateur et à son refoulement. Au refoulement du ventilateur, par exemple en cas de mauvais raccordement d'un composant au refoulement comme le raccordement d'un coude, d'un registre ou d'un conduit secondaire, l'effet système est lié à des profils d'écoulement non uniformes non optimaux induits par le ventilateur à l'entrée du composant (Figure 1). Cet écoulement dégradé crée une perte de pression dans le composant, supérieure à celle qui serait mesurée en supposant des profils d'écoulement homogènes et uniformes ou si cette perte de pression était estimée à partir de la littérature standard telle que l'ASHRAE Handbook of Fundamentals^[14].

Lorsque le composant est placé à l'aspiration du ventilateur, par exemple un coude ou un conduit/une boîte à l'aspiration (Figure 2), les profils de vitesses à l'entrée du composant peuvent être uniformes et la perte de pression de celui-ci mesurée ou estimée à partir de la littérature standard, peut être valable. Cependant, les écoulements à l'aspiration du ventilateur (ou au refoulement du composant) peuvent être perturbés par la présence d'un tourbillon, d'un tournoiement ou d'une région contractée. Cette condition d'écoulement non optimale à l'aspiration du ventilateur due au composant aboutit à une réorganisation de l'écoulement à l'intérieur de la roue et par conséquent à une détérioration des performances du ventilateur par rapport aux valeurs nominales du catalogue. La courbe du ventilateur peut être affectée par cet obstacle perturbateur tout comme ce peut être le cas aussi, parfois mais pas de manière systématique, pour sa courbe de puissance. Un document d'accompagnement sera rédigé ultérieurement pour montrer l'influence des obstacles à l'aspiration sur la courbe de puissance du ventilateur avec les mêmes configurations de ventilateurs et de composants que celles utilisées dans le présent document.

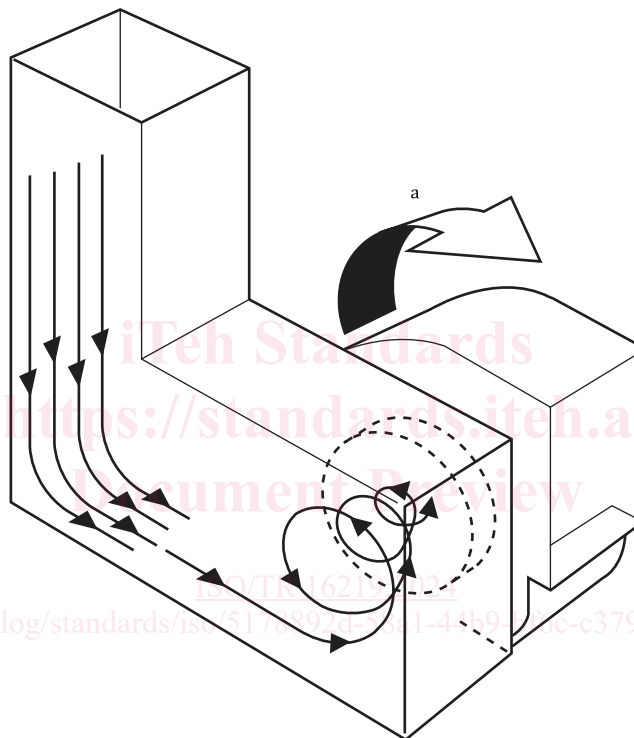
Dans les deux cas, le débit résultant de la combinaison ventilateur-système se détériore, mais pour des raisons physiques distinctes. Pour cette raison, deux définitions et un traitement différents de l'effet système d'un ventilateur sont ici fournis, selon la position du composant raccordé, à l'aspiration ou au refoulement du ventilateur. Il est également reconnu que dans certaines situations, des obstacles très proches du refoulement du ventilateur (par exemple, des parois latérales situées à proximité d'une roue de ventilateur centrifuge de plénum comme illustré à la Figure 20) peuvent également détériorer les performances du ventilateur comme le feraient des composants situés à l'aspiration du ventilateur.



Légende

1 ventilateur axial

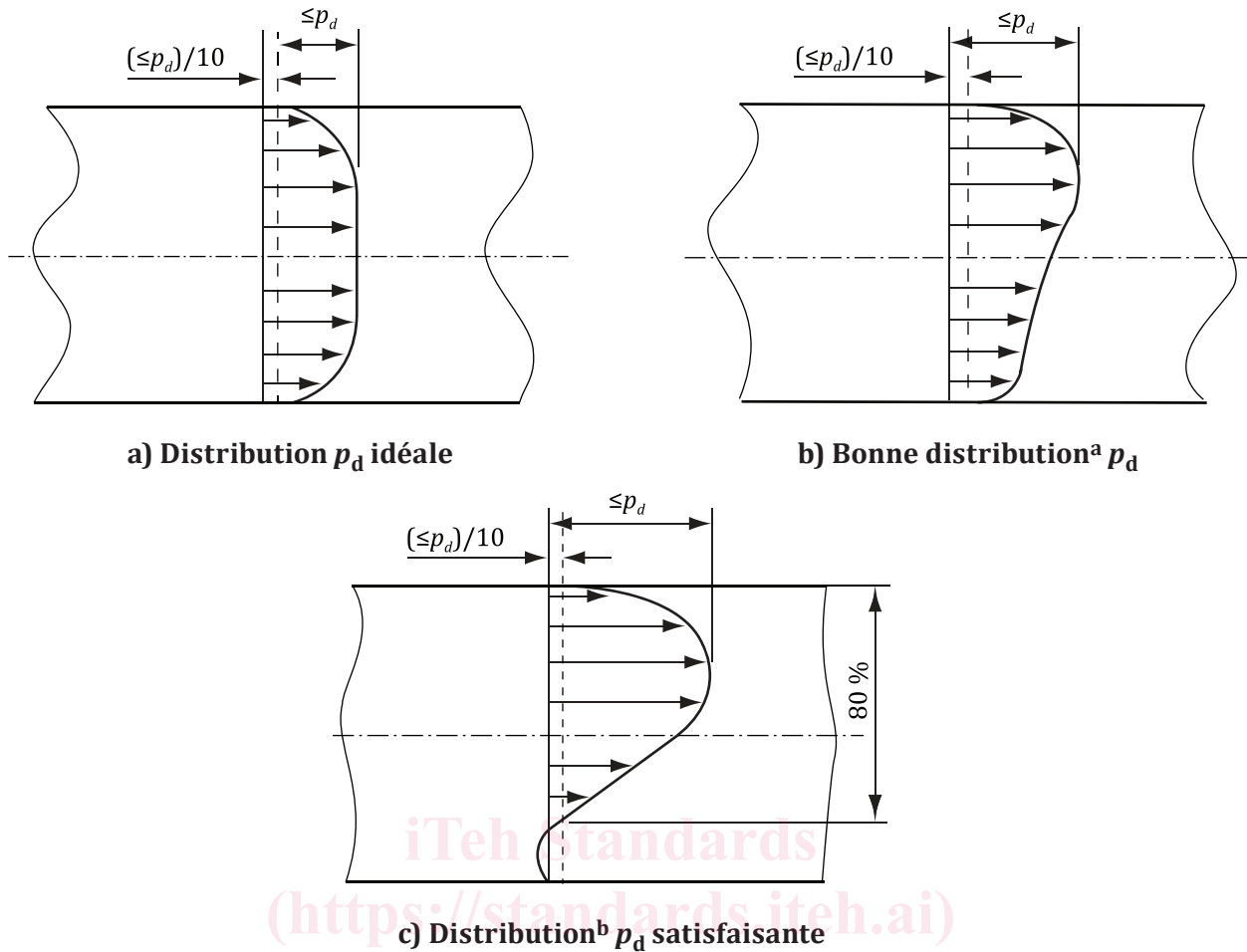
Figure 1 — Profils de vitesses non-uniformes au refoulement d'un ventilateur



a Rotation de la roue.

Figure 2 — Tourbillon à l'aspiration du ventilateur

Le raccordement idéal d'un ventilateur serait celui qui permettrait une distribution relativement uniforme des vitesses dans tout le plan du composant raccordé à l'aspiration du ventilateur, sans composante giratoire perceptible comme indiqué à la [Figure 3](#).



Légende

p_d pression dynamique moyenne de l'écoulement du conduit

^a Distribution satisfaisante aussi pour l'écoulement aux aspirations des ventilateurs, mais insuffisante pour l'écoulement dans les boîtes à l'aspiration, peut entraîner des tourbillons dans les boîtes.

^b Plus de 75 % des relevés de p_d supérieures à $p_{dmax}/10$ (non satisfaisant pour l'écoulement à l'aspiration des boîtes à l'aspiration).

Figure 3 — Raccordements idéaux d'un ventilateur

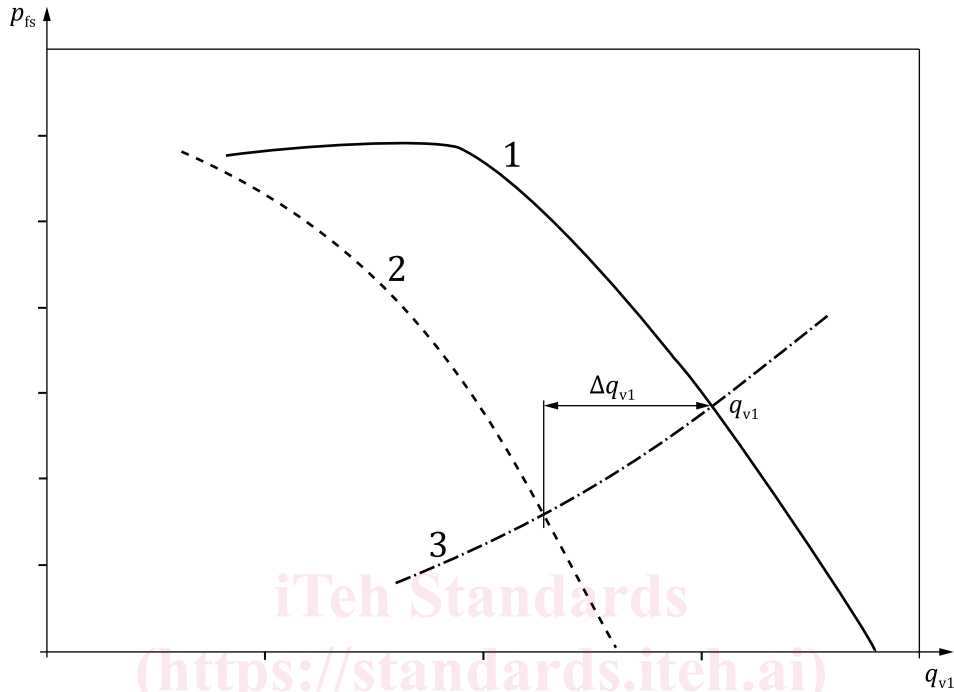
5 Définitions du facteur d'effet système (SEF)

5.1 SEF à l'aspiration

Avec un composant raccordé à l'aspiration, le SEF est défini comme la chute relative du débit $\Delta q_{V1}/q_{V1}$ le long d'une courbe du système donné comme illustré à la [Figure 4](#). Dans cette figure, la courbe pleine et la courbe en pointillés représentent respectivement les courbes de pression statique sans et avec effet système. La courbe avec effet système est obtenue en ajoutant la perte de pression du composant pour chaque accroissement du débit, lorsqu'il peut être mesuré ou estimé à partir de la littérature (par exemple, IDEL'CIK), à la pression statique de la combinaison ventilateur + composant raccordé à l'aspiration. Cette procédure permet d'évaluer l'effet de l'installation lié à la dégradation de la courbe du ventilateur elle-même sans tenir compte de la perte de pression du composant.

Pour quantifier l'effet système sur l'ensemble de la courbe du ventilateur, la valeur $\Delta q_{V1}/q_{V1}$ est reportée en fonction du coefficient de résistance du système $\xi = q_{V1} / \sqrt{p_{fs}}$ (p_{fs} étant la pression statique du ventilateur à q_{V1})¹⁾ à la Figure 5.

Le SEF pour une configuration donnée ventilateur + composant raccordé à l'aspiration est la moyenne de $\Delta q_{V1}/q_{V1}$ sur l'étendue ξ , présentée en pourcentage dans les résultats. $\Delta q_{V1}/q_{V1}$ est positive lorsque le débit avec le composant raccordé à l'aspiration est inférieur à celui de la configuration à aspiration libre.

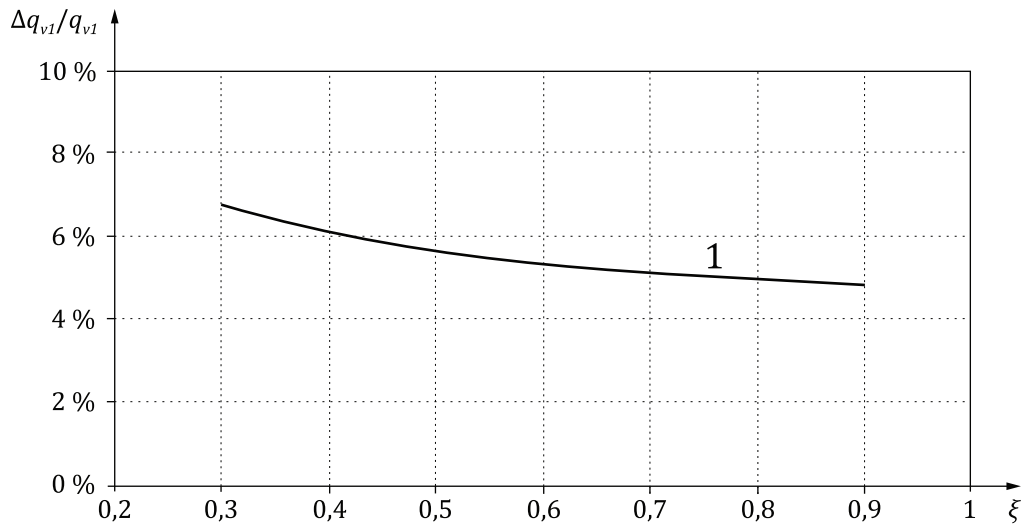


Légende

- q_{V1} débit-volume du ventilateur
- p_{fs} pression statique du ventilateur
- 1 courbe du ventilateur sans effet système [ISO/TR 16219:2024](https://standards.iteh.ai/ISO/TR_16219:2024)
- 2 courbe du ventilateur avec effet système [https://standards.iteh.ai/ISO/TR 16219:2024](https://standards.iteh.ai/ISO/TR_16219:2024)
- 3 tracé du système

Figure 4 — Définition de q_{V1} et de Δq_{V1} sur une courbe du système donnée

1) q_{V1} est soit en cfm ou en m^3/s tandis que p_{fs} est soit en in. wg ou en Pa.



Légende

- $\Delta q_{v1}/q_{v1}$ chute relative de l'écoulement du débit-volume dans le ventilateur
 ξ coefficient de résistance du système
 1 courbe d'effet système

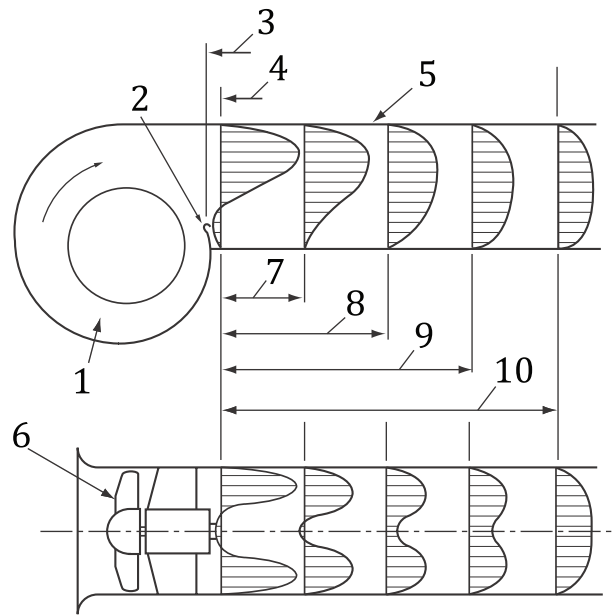
Figure 5 — Exemple de chute relative de l'écoulement $\Delta q_{v1}/q_{v1}$ en fonction du coefficient de résistance du système ξ

[L'Article 6](#) décrit différentes situations menant à des effets système à l'aspiration.

5.2 Effet système au refoulement

L'effet système au refoulement est une mesure des pertes de pression des accessoires situés au refoulement du ventilateur tels qu'un conduit de refoulement, un coude, un registre de réglage du débit, un conduit secondaire ou un plénum, en raison d'un écoulement au refoulement non uniforme induit par le ventilateur et des raccords inappropriés au refoulement.

La plupart des ventilateurs, pour les applications nécessitant des systèmes raccordés à leur sortie, sont soumis à essai et évalués pour leur performance avec un conduit de refoulement d'une longueur égale à 2 à 3 fois celle du "diamètre de conduit équivalent". Le conduit de refoulement permet de contrôler la diffusion de l'écoulement au refoulement et d'établir un profil de vitesses uniforme ([Figure 6](#)). La plupart du temps, il n'est pas pratique pour le fabricant de ventilateur de fournir ce type de conduit avec le ventilateur, toutefois, la performance nominale ne sera pas atteinte à moins qu'un conduit comparable ne soit inclus dans la conception du système.



Légende

- 1 ventilateur centrifuge
- 2 arrêt
- 3 section de passage d'air
- 4 section de sortie
- 5 conduit de refoulement
- 6 ventilateur axial
- 7 25 % de la longueur effective du conduit
- 8 50 % de la longueur effective du conduit
- 9 75 % de la longueur effective du conduit
- 10 100 % de la longueur effective du conduit

Figure 6 — Profils de vitesses au refoulement d'un ventilateur

Les techniques documentées visant à estimer les pertes de pression d'un composant tel qu'un coude ou les performances de perte de pression données par le fabricant d'un composant, pour un registre par exemple, sont basées sur des profils de vitesses d'amont uniformes. La perte de pression ainsi estimée est appelée la "perte de pression conventionnelle" dans le raccord. À moins que le profil de vitesses d'amont uniformes ne soit garanti, ces composants subissent des pertes de pression additionnelles. L'effet système au refoulement est utilisé pour estimer la perte réelle de pression du composant pour une installation donnée.

L'Article 7 décrit différentes situations menant à des effets système au refoulement. L'effet système total au refoulement, p_{SE} (Pa), pour une situation donnée (composant) est défini de la manière suivante:

$$p_{SE} = p_c + p_{SE0}$$

où

p_c est la perte de pression conventionnelle (Pa);

p_{SE0} est la perte de pression additionnelle due à un écoulement non uniforme (Pa).

p_{SE0} peut être exprimée en fonction de l'écoulement par la formule suivante:

$$p_{SE0} = C \times p_{fd2}$$

où

p_{fd2} est la pression dynamique au refoulement du ventilateur $0,5 \cdot \rho \cdot (q_{V1}/A_2)^2$;

q_{V1} est le débit du ventilateur, m^3/s ;

A_2 A est la section de sortie du ventilateur, en m^2 ;

C est le coefficient d'effet système;

ρ est la masse volumique de l'air en kg/m^3 .

L'effet système au refoulement p_{SE} à chaque débit q_{V1} doit être ajouté à la courbe du système de conception pour obtenir la courbe réelle du système ([Figure 7](#)).

Le coefficient d'effet système C est moyenné tout au long de la courbe du ventilateur pour obtenir ce que l'on a appelé à [l'Article 7](#) le SEF au refoulement.

$P_B - P_A$ = perte de pression conventionnelle du composant au débit de conception

$P_C - P_B$ = effet système au refoulement, p_{SE0} , au débit de conception de conception

$P_E - P_D$ = perte de pression conventionnelle du composant au débit réel

$P_F - P_E$ = effet système au refoulement, p_{SE0} , au débit réel

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

[ISO/TR 16219:2024](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5178892d-58a1-44b9-bf6c-c3790d6ba369/iso-tr-16219-2024>