
**Acoustique — Lignes directrices pour la
réduction du bruit au moyen de silencieux**

Acoustics — Guidelines for noise control by silencers

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

ISO 14163:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d78e08e0-58c2-4734-ba27-a9d4dad4a61/iso-14163-1998>



Sommaire

	Page	
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Termes et définitions	2
4	Considérations relatives aux spécifications, à la sélection et à la conception	4
4.1	Prescriptions à définir	4
4.2	Sélection et configuration des silencieux	5
4.3	Conception des silencieux spéciaux	5
5	Types de silencieux, principes généraux et considérations sur le fonctionnement	5
5.1	Généralités	5
5.2	Performances acoustiques et aérodynamiques des silencieux	7
5.3	Trajectoires de propagation du son	8
5.4	Effet d'installation acoustique	9
5.5	Résistance à l'abrasion et protection des surfaces absorbantes	9
5.6	Risques d'incendie et protection contre les explosions	9
5.7	Ouverture et fermeture d'installations	10
5.8	Corrosion	10
5.9	Prescriptions d'hygiène et risque de contamination	10
5.10	Inspection et nettoyage, décontamination	11
6	Caractéristiques de fonctionnement des différents types de silencieux	11
6.1	Silencieux à dissipation	11
6.2	Silencieux réactifs	25
6.3	Silencieux à décharge	33
7	Technique de mesurage	33
7.1	Mesurages en laboratoire	33
7.2	Mesurages in situ	34
7.3	Mesurages sur les véhicules	35
8	Informations relatives aux silencieux	35
8.1	Informations à fournir par l'utilisateur	35
8.2	Informations à fournir par le fabricant	36
Annexe A (informative) Applications		37
Annexe B (informative) Effets de la distribution acoustique spectrale sur la déclaration d'atténuation en bande de tiers d'octave ou en bande d'octave		45
Annexe C (normative) Températures de fonctionnement des sources sonores et températures limites des matériaux d'absorption acoustique		47
Bibliographie		48

© ISO 1998

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

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 sont élaborés conformément aux dispositions des Directives ISO/CEI, Partie 3.

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 14163 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

Les annexes A à C de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

[ISO 14163:1998](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d78e08e0-58c2-4734-ba27-a9d4dad4a61/iso-14163-1998>

Introduction

Chaque fois qu'un bruit aérien ne peut faire l'objet d'un contrôle à la source, les silencieux constituent un moyen puissant de réduction du bruit dans la trajectoire de propagation. Les silencieux ont de nombreuses applications et conceptions différentes, qui reposent sur des combinaisons diverses d'absorption et de réflexion du son, et de réaction sur la source sonore. La présente Norme internationale donne une description systématique des principes, des données de performances et des applications des silencieux.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14163:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d78e08e0-58c2-4734-ba27-a9d4dad4a61/iso-14163-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d78e08e0-58c2-4734-ba27-a9d4dad4a61/iso-14163-1998>

Acoustique — Lignes directrices pour la réduction du bruit au moyen de silencieux

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite du choix pratiques de silencieux destinés au contrôle des émissions sonores dans les milieux gazeux. Elle définit les prescriptions acoustiques et fonctionnelles devant faire l'objet d'un accord entre le fournisseur, ou le fabricant, et l'utilisateur d'un silencieux. La présente Norme internationale décrit les principes de fonctionnement fondamentaux, mais ne constitue pas un guide pour la conception des silencieux.

Les silencieux décrits conviennent, entre autres,

- à l'atténuation des émissions sonores par les systèmes et à la prévention du couplage parasite produit par les équipements de chauffage, de ventilation et de climatisation;
- à la prévention ou à la réduction de la transmission du bruit par les ouvertures d'aération, en provenance de pièces présentant des niveaux acoustiques internes élevés;
- à l'atténuation du bruit de dépression généré par les canalisations à haute pression;
- à l'atténuation des bruits d'admission et d'échappement émis par les moteurs à combustion interne, et
- à l'atténuation des bruits d'admission et d'échappement émis par les compresseurs et turbines équipés de ventilateurs.

Les silencieux sont classés en fonction de leur type, de leurs caractéristiques de fonctionnement et de leurs applications. Les systèmes actifs et passifs adaptables pour le contrôle des émissions sonores ne sont pas couverts en détail dans la présente Norme internationale.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3741, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources à large bande.*

ISO 3744, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant.*

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

ISO 11691, *Acoustique — Détermination de la perte d'insertion de silencieux en conduit sans écoulement — Méthode de mesure en laboratoire.*

ISO 11820, *Acoustique — Mesurages sur silencieux in situ.*

3 Termes et définitions

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

3.1

silencieux

dispositif réduisant la transmission acoustique dans un conduit, un tuyau ou une ouverture, sans empêcher le transport du fluide

3.2

silencieux à dissipation

silencieux absorbant

silencieux atténuant les sons à large bande avec relativement peu de perte de pression et convertissant partiellement l'énergie acoustique en chaleur par friction sur des tubulures à structure poreuse ou fibreuse

3.3

silencieux réactif

terme générique désignant les silencieux réfléchissants et résonants, pour lesquels la plus grande part de l'atténuation n'implique aucune dissipation d'énergie acoustique

3.4

silencieux réfléchissant

silencieux produisant des réflexions uniques ou multiples du son par des variations de la section du conduit, des tubulures munies de résonateurs ou des ramifications des sections de conduit de différentes longueurs

3.5

silencieux résonant

silencieux produisant une atténuation acoustique des résonances faiblement amorties des éléments

NOTE Les éléments peuvent ou non contenir des matériaux absorbants.

3.6

silencieux à décharge

silencieux utilisé dans les conduits à décharge et à dépression de vapeur, qui produit un étranglement de l'écoulement gazeux par une considérable chute de pression dans un matériau poreux et atténue le bruit en diminuant la vitesse d'écoulement en sortie et par réaction sur la source sonore (par exemple, une vanne)

3.7

silencieux actif

silencieux produisant une atténuation du bruit par des effets d'interférence, à l'aide d'un bruit émis par des sources sonores auxiliaires contrôlées

NOTE La réduction du bruit dans les conduits concerne principalement les modes d'ordre inférieur.

3.8

silencieux passif adaptable

silencieux équipé d'éléments d'atténuation passifs accordés de façon dynamique par rapport au champ acoustique

3.9 perte d'insertion

D_i
différence entre les niveaux de puissance acoustique transmis à travers un conduit ou une ouverture, avec et sans silencieux

NOTE 1 La perte d'insertion est exprimée en décibels (dB).

NOTE 2 Définition adaptée de l'ISO 7235.

3.10 différence de niveau de pression acoustique d'insertion

D_{ip}
différence entre les niveaux de pression acoustique produits en un point d'immission, en l'absence de niveau significatif de bruit parasite, avec et sans silencieux installé

NOTE 1 La différence de niveau de pression acoustique d'insertion est exprimée en décibels (dB).

NOTE 2 Définition adaptée de l'ISO 11820.

3.11 perte par transmission

D_t
différence entre les niveaux de pression acoustique reçus et transmis par le silencieux

NOTE 1 La perte par transmission est exprimée en décibels (dB).

NOTE 2 Pour les essais normalisés en laboratoire, D_t est égal à D_i , tandis que les résultats de D_t et D_i obtenus par mesurage in situ diffèrent parfois en raison des possibilités de mesurage limitées.

NOTE 3 Définition adaptée de l'ISO 11820.

3.12 atténuation par discontinuité

D_s
partie de la perte par insertion d'un silencieux ou d'une section de silencieux qui est provoquée par des discontinuités

NOTE L'atténuation par discontinuités s'exprime en décibels (dB).

3.13 perte par propagation

D_a
décroissance du niveau de pression acoustique par unité de longueur, se produisant à la section médiane d'un silencieux de section constante et de conception rectiligne et uniforme, et qui caractérise l'atténuation du mode fondamental dans l'axe longitudinal

NOTE La perte par propagation s'exprime en décibels par mètre (dB/m).

3.14 perte par réflexion en sortie

D_m
différence entre les niveaux de pression acoustique reçus et transmis depuis l'extrémité ouverte d'un conduit

NOTE La perte par réflexion en sortie s'exprime en décibels (dB).

3.15 modes

distributions spatiales (ou types d'ondes transversales continues) du champ acoustique dans un conduit, qui se produisent indépendamment les unes des autres et subissent une atténuation différente

NOTE Le mode fondamental subit la plus faible atténuation. Dans les conduits étroits et linéaires, les modes d'ordre supérieur subissent une atténuation considérablement plus élevée.

3.16

fréquence de coupure

fréquence limite inférieure de propagation d'un mode supérieur à l'intérieur d'un conduit à paroi rigide

NOTE 1 La fréquence de coupure s'exprime en hertz (Hz).

NOTE 2 Lorsque le conduit est de section circulaire, la fréquence de coupure du premier mode supérieur est $f_{cC} = 0,57 c/C$, c étant la vitesse du son et C étant le diamètre du conduit. Dans le cas d'un conduit rectangulaire dont H est la plus grande longueur, $f_{cH} = 0,5 c/H$.

3.17

perte totale de pression

Δp_t

différence des pressions totales moyennes en amont et en aval du silencieux

NOTE 1 La perte de pression totale est exprimée en pascals (Pa).

NOTE 2 Définition adaptée de l'ISO 7235.

3.18

son régénéré,

bruit d'écoulement

bruit d'écoulement provoqué par l'état d'écoulement dans le silencieux

NOTE Les niveaux de puissance acoustique du son régénéré et des pertes de pression mesurés au cours d'essais en laboratoire sont liés à une distribution latérale uniforme de l'écoulement à l'entrée du silencieux. Lorsque cette distribution uniforme de l'écoulement ne peut être obtenue dans des conditions in situ, par exemple en raison de la conception du conduit en amont, les mesurages indiquent des valeurs plus élevées pour le niveau du son régénéré et les pertes totales de pressions.

ISO 14163:1998

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d78e08e0-58c2-4734-ba27-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d78e08e0-58c2-4734-ba27-628f4d4661/iso-14163-1998)

4 Considérations relatives aux spécifications, à la sélection et à la conception

4.1 Prescriptions à définir

4.1.1 En général, le niveau de pression acoustique (pondéré A, en bande de tiers d'octave ou en bande d'octave) ne doit pas dépasser une valeur prescrite pour un emplacement prescrit, par exemple un poste de travail, un environnement avoisinant ou une cour de récréation. L'influence admissible d'une source sonore peut donc être déterminée en exprimant le niveau de puissance acoustique et le coefficient de directivité de cette source, en appliquant les lois de propagation acoustique et les prescriptions concernant la répartition des contributions entre plusieurs sources sonores partielles. La valeur requise pour la perte d'insertion du silencieux s'obtient en calculant la différence des niveaux de puissance acoustique admissible et réel de la source.

Dans le simple cas d'une immission acoustique déterminée uniquement par la source sonore à atténuer, la différence requise pour le niveau de pression acoustique d'insertion du silencieux peut être calculée directement en soustrayant la valeur réelle à la valeur admissible du niveau de pression acoustique au point d'immission. Lorsque la différence entre les coefficients de directivité avec et sans silencieux est négligeable, la différence de niveau de pression acoustique d'insertion est égale à la perte d'insertion du silencieux.

4.1.2 La valeur admissible de perte d'insertion ne doit pas être dépassée.

NOTE Il convient de définir cette prescription aussi clairement que possible. Plutôt que d'utiliser la spécification imprécise «aussi faible que possible», une valeur limite sensible a été trouvée. Même lorsque la perte totale de pression est considérée comme «non critique», il convient de déterminer une valeur admissible en considérant la vitesse maximale admissible d'écoulement ne pouvant être dépassée pour des raisons de stabilité mécanique, ou le son régénéré, ou encore le coût de la consommation d'énergie.

4.1.3 Les dimensions admissibles du silencieux doivent être aussi réduites que possible (pour des raisons de coût et de poids).

NOTE Il existe des dimensions minimales qui, en l'état actuel de la technique, sont irréductibles. Ces dimensions dépendent de la réduction nécessaire du niveau de bruit, de la perte totale de pression admissible et d'autres restrictions quant aux matériaux à employer (ou à éviter), ou à la résistance aux différentes formes de contraintes, etc.

4.1.4 Des prescriptions complémentaires (relatives aux matériaux, à la durabilité, à l'étanchéité, etc.) résultent de l'emploi de silencieux en milieu chaud, poussiéreux, humide, en présence de gaz nocifs, dans des conduits sous pression ou de niveaux élevés de pression acoustique et de vibrations, ainsi que de l'association entre des silencieux et des dispositifs de contrôle des gaz d'échappement, étincelles et particules.

4.2 Sélection et configuration des silencieux

Les informations spécifiques aux silencieux doivent être définies à partir

- de mesurages effectués en laboratoire conformément à l'ISO 7235;
- des résultats d'essai fournis par le fabricant;
- des modèles théoriques de calcul de la perte par propagation et de la perte d'insertion, dans le cas des silencieux de section circulaire ou rectangulaire;
- des méthodes de prédiction de la perte totale de pression et du son régénéré.

Le choix d'un silencieux à dissipation, réactif ou résonant, est dicté par son application, ou en fonction de l'expérience présentée dans la présente Norme internationale.

Les résultats obtenus à partir de programmes informatiques de calcul de la perte d'insertion des silencieux à dissipation dépendent de l'importance et de la distribution supposées de la résistance à l'air dans le silencieux, ainsi que de l'effet acoustique de l'enveloppe [18]. Certaines propriétés géométriques, comme le décalage des séparateurs ou la fragmentation des absorbeurs, rendent parfois difficiles certains calculs. La meilleure précision de calcul s'obtient pour les variations des paramètres de conception et des conditions de fonctionnement. La prise en compte des effets de l'écoulement sur le fonctionnement des silencieux réactifs s'effectue à l'aide de logiciels spéciaux hautement sophistiqués.

4.3 Conception des silencieux spéciaux

La conception d'un silencieux spécial est généralement un processus itératif comportant les étapes suivantes:

- a) spécification approximative des dimensions de conduits libres pour l'écoulement et d'espaces intermédiaires pour la répartition du bruit, par exemple sur la base de déclarations du fabricant concernant des silencieux similaires, et en prenant en compte les prescriptions et restrictions essentielles;
- b) construction d'un modèle destiné aux calculs ou mesurages par prédiction;
- c) utilisation du modèle et comparaison des résultats aux valeurs prescrites pour la réduction du niveau de bruit et la perte totale de pression;
- d) modification des dimensions et des matériaux d'absorption acoustique, afin de répondre aux prescriptions ou à optimiser la conception;
- e) prise en compte des prescriptions particulières pour la construction.

5 Types de silencieux, principes généraux et considérations sur le fonctionnement

5.1 Généralités

Les silencieux sont utilisés

- pour prévenir les impulsions et oscillations émises par le gaz à la source,

- pour réduire la conversion des impulsions et oscillations en énergie acoustique, et
- pour convertir l'énergie acoustique en chaleur.

Tableau 1 — Avantages et inconvénients caractéristiques des différents types de silencieux

Type de silencieux	Avantages	Restrictions
Silencieux à dissipation	Atténuation sur large bande, faible perte totale de pression	Sensibilité aux contaminations et aux destructions mécaniques
Silencieux réactifs		
Type résonant	Atténuation accordée, insensibilité aux contaminations	Atténuation sur bande étroite, sensibilité à l'écoulement
Type réfléchissant	Robustesse de l'élément, application pour les impulsions à pression élevée, niveaux acoustiques importants, écoulements contaminés, fortes vibrations mécaniques	Perte totale de pression plus importante, effet passe-bande (atténuation faible ou nulle dans certaines bandes de fréquences), sensibilité des performances acoustiques à l'écoulement

La perte d'insertion résultant du montage d'un silencieux sur un conduit dépend généralement de chacun de ces trois mécanismes. Suivant les mécanismes d'atténuation dominants qui sont utilisés, les silencieux peuvent être classés de la manière suivante (voir le tableau 1):

- silencieux à dissipation,
- silencieux réactifs, y compris les silencieux résonants et réfléchissants,
- silencieux à décharge, et
- silencieux actifs.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 14163:1998
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d78e08e0-58c2-4734-ba27-a9d4dad4a61/iso-14163-1998>

5.1.1 Silencieux à dissipation

Ces silencieux produisent une atténuation acoustique à large bande, en convertissant l'énergie acoustique en chaleur avec relativement peu de perte de pression. Des précautions doivent être prises afin d'éviter le recouvrement ou l'obstruction de la surface du matériau absorbant lorsque les silencieux sont utilisés sur des conduits transportant des gaz contaminés par de la poussière ou des substances pénétrantes. Les absorbeurs poreux élaborés à l'aide de matériaux à structure fibreuse fine ou à parois minces peuvent subir une destruction mécanique due à des pressions alternatives de haute amplitude.

5.1.2 Silencieux résonants (réactifs)

Ces silencieux réduisent la conversion en énergie acoustique des impulsions et oscillations gazeuses, et absorbent le bruit. Les résonateurs simples sont adaptés sous forme de ramifications latérales, à l'intérieur des parois du conduit. Les groupes de résonateurs s'utilisent sous forme de revêtements de conduit ou d'éléments séparateurs internes, afin de limiter les pertes de pression. Les résonances sont principalement accordées sur les fréquences basses et moyennes où l'atténuation est nécessaire. Les performances se limitent à une bande de fréquences étroite, sont sensibles aux écoulements rasants et peuvent (sous certaines conditions défavorables) devenir négatives jusqu'à provoquer l'émission d'un son.

5.1.3 Silencieux réfléchissants (réactifs)

Ces silencieux réduisent la conversion en énergie acoustique des impulsions et oscillations gazeuses. On les choisit généralement pour leur robustesse dans le cadre d'applications où les silencieux à dissipation sont moins appropriés, et lorsque des pertes de pression plus importantes sont tolérées. C'est par exemple le cas pour les écoulements gazeux contenant des poussières ou présentant une vitesse d'écoulement et des impulsions de pression plus élevées, ainsi que pour les applications à fortes vibrations mécaniques. L'écoulement influe sur

l'atténuation maximale et sur la fréquence à laquelle celle-ci se produit. Il est possible, dans certaines bandes de fréquences, de rencontrer une atténuation faible, voire négative.

5.1.4 Silencieux à dépression

Ces silencieux sont montés sur les conduites à dégagement d'air sous pression ou de vapeur et fonctionnent en produisant une réaction sur une source de bruit telle qu'une vanne, en abaissant la vitesse d'écoulement en sortie à travers une surface expansée, tandis que la conversion du son en chaleur est généralement d'importance moindre. Les fortes pertes de pression nécessitent une bonne stabilité mécanique du silencieux, dont les performances peuvent subir l'influence des matériaux entraînés par le gaz. Ils peuvent également présenter un risque de givrage.

5.1.5 Silencieux actifs

Ces silencieux sont principalement constitués d'ensembles de haut-parleurs alimentés par des amplificateurs dont les entrées reçoivent des microphones appropriés. Le contrôle s'effectue à l'aide d'un ordinateur à hautes performances: le contrôleur. La présente Norme internationale ne traite pas de ces appareils réservés à des spécialistes. Les silencieux actifs ont une efficacité optimale dans les basses fréquences, où les silencieux passifs à dissipation n'offrent qu'une faible atténuation [32].

NOTE Les systèmes actifs sont actuellement proposés sous forme de solutions exclusivement individuelles, conçues pour répondre sur mesure à des applications particulières, et ne font donc pas l'objet de la présente Norme internationale.

5.2 Performances acoustiques et aérodynamiques des silencieux

L'atténuation requise pour un silencieux est décrite en termes de perte d'insertion, D_i , lorsque aucun point d'immission particulier n'est défini, ou en termes de différence de niveau de pression acoustique d'insertion, D_{ip} , mesurée en un point particulier. Elle est spécifiée en bandes de tiers d'octave ou en bandes d'octave. Conformément à l'ISO 7235, l'atténuation doit être mesurée en bandes de tiers d'octave. Les valeurs en bandes d'octave peuvent être calculées à l'aide de l'équation suivante:

$$D_{1/1} = -10 \lg \left(\frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 10^{\frac{D_{1/3,k}}{10}} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

où

$D_{1/3, 1}$ à $D_{1/3, 3}$ sont les valeurs d'atténuation dans les trois tiers d'octave d'une bande d'octave, en décibels,
 $D_{1/1}$ est la valeur résultante en bande d'octave.

La déclaration des valeurs d'atténuation en bande d'octave est suffisante dans le cas des bruits à large bande et pour les silencieux à effet de large bande. Dans le cas des bruits à composantes tonales et des silencieux à effet de bande étroite, indiquer les données d'atténuation en bandes d'octave.

NOTE 1 Les données d'atténuation peuvent dépendre dans une large mesure du spectre du bruit émis (voir annexe B).

L'un des paramètres nécessaires pour sélectionner un silencieux est la perte de pression admissible dans l'écoulement. Celle-ci ne doit pas être supérieure à la perte totale de pression, Δp_t , qui dépend de la vitesse moyenne d'écoulement et de la masse volumique du gaz, ainsi que des conditions d'écoulement telles que décrites dans l'équation suivante:

$$\Delta p_t = (\zeta + \Delta\zeta) \frac{\rho}{2} v_1^2 \quad (2)$$

où

ζ est le coefficient de perte totale de pression tel que défini dans l'ISO 7235, pour des conditions d'écoulement uniformes aux deux extrémités du silencieux;

$\Delta\zeta$ est le coefficient de perte de pression complémentaire due aux conditions d'écoulement in situ déviant des conditions de laboratoire (les valeurs doivent être estimées empiriquement);

ρ est la masse volumique du gaz, en kilogrammes par mètre cube, kg/m³;

v_1 est la vitesse moyenne d'écoulement à la section d'entrée, en mètres par seconde, m/s.

NOTE 2 Il est courant que les définitions du coefficient de perte totale de pression diffèrent de celles de l'ISO 7235. Il est donc nécessaire de vérifier ces définitions avant d'utiliser la moindre valeur. Une définition est différente, par exemple, lorsqu'elle prend en compte la vitesse d'écoulement au niveau de la section la plus étroite du silencieux, au lieu de v_1 . Les résultats sont alors très inférieurs aux valeurs obtenues pour ζ .

Les autres paramètres à prendre en compte et qui affectent les performances acoustiques et aérodynamiques sont:

- le son régénéré,
- les dimensions maximales disponibles du silencieux, et
- la durabilité nécessaire du silencieux lorsqu'il est exposé au flux, aux impulsions de pression et aux vibrations mécaniques.

5.3 Trajectoires de propagation du son

La propagation du son entre une source et un point d'immission peut parfois suivre différentes trajectoires en plus de la trajectoire directe à travers le silencieux (Figure 1, trajectoire 1). Les trajectoires supplémentaires sont:

- a) le rayonnement par le boîtier de la source (trajectoire 2);
- b) le rayonnement par les parois du conduit en amont du silencieux (trajectoire 3);
- c) le rayonnement par l'enveloppe du silencieux (trajectoire 4); et
- d) la propagation du son transmis par la structure, le long et en aval du silencieux (trajectoire 5).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d78e08e0-58c2-4734-ba27->

La propagation du son le long de ces trajectoires de dérivation doit être évitée en assurant une isolation acoustique suffisante des parois des boîtiers et des conduits, et en intercalant des dispositifs d'isolation des vibrations destinés à interrompre les trajectoires de propagation du bruit transmis par la structure.

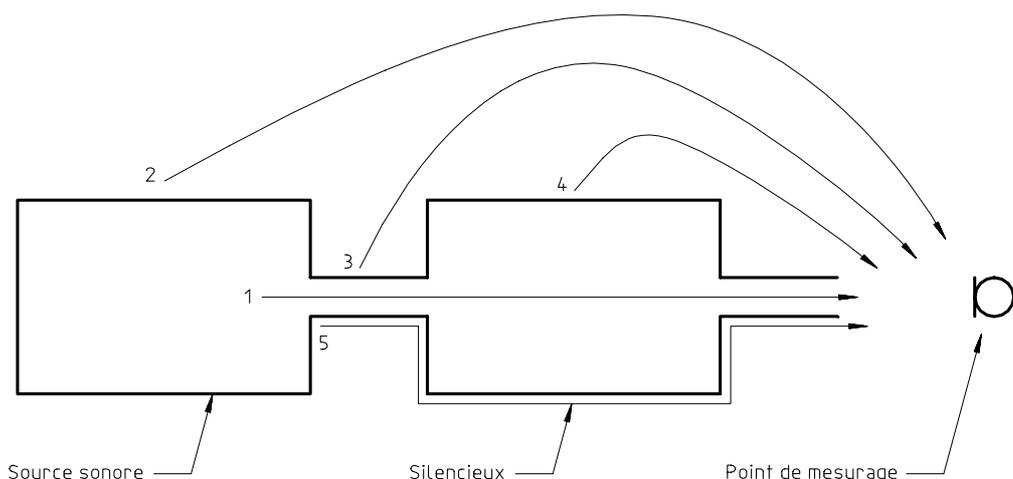


Figure 1 — Trajectoires de propagation du son (représentation schématique)

5.4 Effet d'installation acoustique

Dans le cas de certaines applications et de certains types de silencieux, l'atténuation acoustique produite par un silencieux dépend des caractéristiques de la source reliée à l'entrée et de celles de la terminaison reliée à la sortie. Ce type d'effet d'installation se produit notamment avec les silencieux réactifs ou sur tous les types de silencieux fonctionnant aux basses fréquences.

Il est également primordial que chaque source ou terminaison soit réactive, c'est-à-dire non absorbante. Lorsque ces conditions sont remplies, il est prévisible que des effets de résonance nuisibles apparaissent dans le système, conduisant à un couplage important entre les différentes parties du système. Ce type d'effet peut être décrit de façon formelle à l'aide de l'équation suivante:

$$L_W(\text{rad}) = L_W(\text{source}) - D_t - D_m + E \quad (3)$$

où

$L_W(\text{rad})$ est le niveau de puissance acoustique rayonné à l'extrémité du conduit, en décibels (dB);

$L_W(\text{source})$ est le niveau de puissance acoustique rayonné par la source dans le conduit avec terminaison anéchoïque, en décibels (dB);

D_t est la perte par transmission (voir 3.11), en décibels (dB);

D_m est la perte par réflexion à la sortie du conduit (voir 3.14 et 6.2.2.2), en décibels (dB);

E est l'effet d'installation acoustique, en décibels (dB); dans les systèmes à dissipation, l'amplitude de E ne dépasse généralement pas 10 dB.

La réaction du son réfléchi sur la source (décrite par E peut se traduire par une augmentation ou une diminution de l'émission acoustique.

NOTE Dans le cas des systèmes fortement réactifs, E peut être de valeur positive élevée dans des bandes de fréquences étroites, ce qui implique qu'en réalité, le système de silencieux amplifie la puissance acoustique rayonnée par la source.

5.5 Résistance à l'abrasion et protection des surfaces absorbantes

L'abrasion des matériaux utilisés dans les silencieux à dissipation peut conduire à un entraînement de particules du matériau de garnissage dans le courant gazeux.

NOTE On connaît relativement mal la valeur de concentration des particules contenues dans le courant gazeux après une longue période de fonctionnement du silencieux.

Lorsque la surface des matériaux absorbants a subi des détériorations mécaniques, de faibles vitesses d'écoulement suffisent à entraîner de grandes quantités de particules par un effet d'érosion. Ce processus peut même provoquer la disparition d'un élément absorbant entier (un séparateur, par exemple).

Pour protéger le matériau de garnissage absorbant des silencieux contre l'humidité, l'eau ou les substances polluantes contenues dans le gaz (notamment en milieu hospitalier et dans les industries de traitement des aliments), on utilise des feuillets d'étanchéité à l'air. Ces feuillets provoquent non seulement une réduction des performances d'atténuation dans les hautes fréquences (généralement au-dessus de 1 kHz), mais peuvent également se rompre en cours de fonctionnement. Une différence entre les pressions totales (c'est-à-dire statique et dynamique) à l'intérieur et à l'extérieur de l'élément étanchéifié provoque des contraintes dans le feuillet. Les températures élevées et les chocs de particules abrasives (et chaudes) augmentent les risques de détérioration. La protection du matériau de garnissage absorbant à l'aide de feuillets nécessite donc une attention particulière en ce qui concerne l'épaisseur des feuillets, les températures, les vitesses d'écoulement et la contamination des gaz.

5.6 Risques d'incendie et protection contre les explosions

Un risque d'incendie particulier peut être provoqué ou transmis par les silencieux à ventilation des appareils techniques, lorsque des aérosols d'origine pétrolière sont transportés. Ce danger s'applique notamment aux

laboratoires chimiques, aux grandes cuisines et aux installations d'essai des moteurs. Les substances organiques telles que la farine ou la poudre de lait peuvent former avec l'air des mélanges explosifs qui doivent être pris en compte lors du transport de gaz à travers le silencieux.

Dans toutes ces applications, et conformément à de nombreux codes de construction, des matériaux «non inflammables» doivent être utilisés pour le silencieux. Les accumulations de graisses, d'essence ou de poussière dans le matériau absorbant doivent être évitées au moyen de formes et de configurations appropriées des silencieux.

Les silencieux absorbants dépourvus de matériaux absorbants et pour lesquels des précautions sont prises contre les dépôts de poussières permettent également de répondre aux prescriptions de protection contre les incendies et les explosions.

5.7 Ouverture et fermeture d'installations

Les silencieux utilisés dans les installations techniques peuvent engendrer des problèmes lors de leur ouverture ou de leur fermeture. L'espace doit être suffisant pour que l'expansion des composants du silencieux puisse subir de fortes variations de pression et/ou de température. C'est notamment le cas pour les variations de pression et les enveloppes des feuillets, où une dépression doit être possible dans le revêtement absorbant.

Lors des phases d'ouverture et de fermeture des installations, les températures sont souvent inférieures au point de rosée, notamment dans les revêtements absorbants et à l'intérieur des boîtiers des silencieux. Il convient de prévenir les accumulations d'humidité (par exemple en effectuant un «séchage à sec» de l'installation); des problèmes de corrosion particuliers peuvent apparaître. Faire en sorte que les liquides condensés soient drainés.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.8 Corrosion

Les carcasses métalliques, les enveloppes et les séparations des silencieux doivent, de même que les brides de montage, être protégées des effets météorologiques, des acides contenus dans les gaz d'échappement et des différences de potentiel électrique entre les différents matériaux. La corrosion peut être prévenue en sélectionnant des matériaux spéciaux (par exemple l'aluminium) ou en appliquant des revêtements protecteurs (par exemple du caoutchouc).

5.9 Prescriptions d'hygiène et risque de contamination

Certaines prescriptions particulières doivent être satisfaites, par exemple:

- dans les chambres blanches,
- dans les usines de traitement des aliments,
- dans les hôpitaux,
- dans les centrales électriques.

Des problèmes d'hygiène peuvent survenir lorsque de la poussière se dépose sur les surfaces adhésives des revêtements d'absorption acoustique, notamment en combinaison avec de l'humidité. Les particules viables (bactéries) peuvent également poser un problème, notamment lorsque la température de l'air est élevée. La contamination nucléaire peut également se produire dans les centrales nucléaires.

Des surfaces lisses doivent être utilisées pour le revêtement des silencieux équipant ce type particulier d'installations. Les grandes cavités et les arêtes protubérantes doivent être évitées car elles contribuent à l'accumulation de poussières et augmentent les pertes de pression.

5.10 Inspection et nettoyage, décontamination

Il convient d'effectuer l'inspection, le nettoyage ou le remplacement des silencieux dès que nécessaire.

Les prescriptions particulières s'appliquant à la plupart des équipements de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air rendent le nettoyage ou la décontamination nécessaires périodiquement. Il est par conséquent indispensable de pouvoir démonter les éléments (séparateurs) pour le nettoyage (décontamination) ou le remplacement. Dans ce cas, le boîtier du silencieux doit également être nettoyé. Les séparateurs peuvent être nettoyés à l'air pressurisé, par jets de vapeur, à l'aide de brosses et de solvants ou liquides de décontamination, suivant la conception.

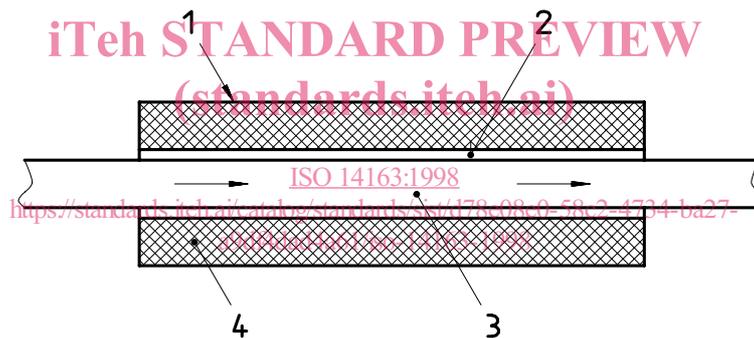
La formation d'un dépôt de poussière sur les séparateurs au bout d'un certain temps de fonctionnement dans un courant poussiéreux finit par provoquer une diminution considérable de la perte d'insertion. Là encore, il convient de prévoir un nettoyage périodique.

6 Caractéristiques de fonctionnement des différents types de silencieux

6.1 Silencieux à dissipation

6.1.1 Silencieux à dissipation simples

Un silencieux à dissipation simple est un conduit rectiligne muni d'un revêtement d'absorption acoustique, de section circulaire ou rectangulaire et dépourvu de raccords (voir Figure 2).



Légende

- 1 Carcasse
- 2 Revêtement perméable au son
- 3 Conduit
- 4 Matériau d'absorption acoustique

t_i (ou la perte d'insertion D_i , voir 3.11) du silencieux à dissipation simple peut se décrire d'après l'équation suivante:

$$D_t = D_s + D_a l \quad (4)$$