

---

---

**Acoustique — Isolation acoustique des  
tuyaux, clapets et brides**

*Acoustics — Acoustic insulation for pipes, valves and flanges*

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

[ISO 15665:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2cea767-731f-4054-be3f-3aab2e8c5b63/iso-15665-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2cea767-731f-4054-be3f-3aab2e8c5b63/iso-15665-2003>



**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 15665:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2cea767-731f-4054-be3f-3aab2e8c5b63/iso-15665-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2cea767-731f-4054-be3f-3aab2e8c5b63/iso-15665-2003>

© 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
<b>1</b> <b>Domaine d'application .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Classe d'isolation acoustique.....</b>	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Guide pour la réduction du bruit émis par les tuyaux .....</b>	<b>6</b>
<b>5.1</b> <b>Perte par intersection requise: Phase de conception.....</b>	<b>6</b>
<b>5.2</b> <b>Perte par insertion requise: Usines en cours d'exploitation.....</b>	<b>8</b>
<b>5.3</b> <b>Longueur de l'isolation acoustique .....</b>	<b>8</b>
<b>5.4</b> <b>Incidences sur la conception de la tuyauterie .....</b>	<b>9</b>
<b>5.5</b> <b>Calcul de la réduction globale du bruit.....</b>	<b>10</b>
<b>5.6</b> <b>Valeurs types de réduction du bruit.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b> <b>Construction de systèmes d'isolation acoustique types.....</b>	<b>13</b>
<b>6.1</b> <b>Généralités.....</b>	<b>13</b>
<b>6.2</b> <b>Revêtement.....</b>	<b>13</b>
<b>6.3</b> <b>Couche poreuse.....</b>	<b>14</b>
<b>6.4</b> <b>Support du revêtement.....</b>	<b>15</b>
<b>7</b> <b>Installation .....</b>	<b>15</b>
<b>7.1</b> <b>Généralités.....</b>	<b>15</b>
<b>7.2</b> <b>Étendue d'isolation .....</b>	<b>16</b>
<b>7.3</b> <b>Bouchons de protection.....</b>	<b>16</b>
<b>7.4</b> <b>Enceintes acoustiques .....</b>	<b>16</b>
<b>7.5</b> <b>Protection contre les dommages mécaniques .....</b>	<b>16</b>
<b>8</b> <b>Isolation thermique et acoustique combinée.....</b>	<b>17</b>
<b>8.1</b> <b>Généralités.....</b>	<b>17</b>
<b>8.2</b> <b>Utilités avec fluides chauds.....</b>	<b>17</b>
<b>8.3</b> <b>Utilités avec fluides froids.....</b>	<b>17</b>
<b>9</b> <b>Constructions d'isolation acoustique satisfaisant aux exigences des classes d'isolation .....</b>	<b>17</b>
<b>9.1</b> <b>Généralités.....</b>	<b>17</b>
<b>9.2</b> <b>Matériaux.....</b>	<b>18</b>
<b>9.3</b> <b>Matériau d'isolation contre les vibrations au niveau des supports de tuyau.....</b>	<b>19</b>
<b>10</b> <b>Essais des systèmes d'isolation acoustiques .....</b>	<b>19</b>
<b>10.1</b> <b>Généralités.....</b>	<b>19</b>
<b>10.2</b> <b>Méthode de mesurage: Salle réverbérante.....</b>	<b>19</b>
<b>10.3</b> <b>Installation d'essai .....</b>	<b>20</b>
<b>10.4</b> <b>Éprouvette.....</b>	<b>22</b>
<b>10.5</b> <b>Mesurages.....</b>	<b>22</b>
<b>10.6</b> <b>Résultats .....</b>	<b>23</b>
<b>10.7</b> <b>Informations à consigner dans le rapport d'essai.....</b>	<b>23</b>
<b>Annexe A (informative) Équations pour le calcul de la perte par insertion minimale requise <math>D_{W,min}</math> des classes d'isolation .....</b>	<b>25</b>
<b>Annexe B (informative) Principe constructif d'une isolation acoustique .....</b>	<b>26</b>
<b>Annexe C (informative) Exemples de détails de construction types .....</b>	<b>27</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>37</b>

## Avant-propos

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

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

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments 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 15665 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

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

[ISO 15665:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2cea767-731f-4054-be3f-3aab2e8c5b63/iso-15665-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2cea767-731f-4054-be3f-3aab2e8c5b63/iso-15665-2003>

# Acoustique — Isolation acoustique des tuyaux, clapets et brides

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit les performances acoustiques de trois classes (classes A, B et C) d'isolation de tuyaux. Elle spécifie également trois types de construction qui satisfont à ces classes de performances acoustiques. En outre la présente Norme internationale définit une méthode d'essai normalisée pour mesurer les performances acoustiques de tout type de construction, permettant ainsi d'évaluer de nouvelles isolations et les isolations existantes par rapport aux trois classes.

La présente Norme internationale est applicable à l'isolation acoustique de tuyaux cylindriques en acier et de leurs composants de tuyauterie. Elle est valable pour des tuyaux jusqu'à 1 m de diamètre et d'une épaisseur de paroi minimale de 4,2 mm, pour des diamètres inférieurs à 300 mm et de 6,3 mm, pour les diamètres supérieurs ou égaux à 300 mm. Elle n'est pas applicable à l'isolation acoustique de conduits rectangulaires, ni à celle de réservoirs ou de machines.

La présente Norme internationale traite de l'évaluation des performances d'isolation acoustique des tuyaux à la fois en phase de conception et sur des installations en exploitation. Elle fournit des lignes directrices aux ingénieurs acousticiens pour déterminer la classe requise et l'étendue d'isolation nécessaire pour une application donnée. Elle fournit des exemples types de méthodes de construction, ces exemples étant toutefois fournis à titre informatif uniquement et n'ont pas pour objet d'être normatifs.

La présente Norme internationale précise les aspects de l'isolation acoustique qui diffèrent de ceux de l'isolation thermique, et sert de guide tant aux installateurs qu'aux ingénieurs acousticiens. Les détails afférents à l'isolation thermique sont exclus du domaine d'application de la présente Norme internationale.

## 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 354, *Acoustique — Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante*

ISO 3741:1999, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes*

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*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### tuyauterie

tuyaux cylindriques et raccords tels que des clapets, des brides, des soufflets et des supports

#### 3.2

##### isolation acoustique

##### revêtement acoustique

revêtement extérieur installé dans le but de réduire le bruit rayonné par le tuyau

NOTE L'isolation acoustique est généralement constituée d'un matériau absorbant acoustique et/ou élastique (la «couche poreuse») sur la tuyauterie et d'un revêtement extérieur imperméable (le «revêtement extérieur»).

#### 3.3

##### résistivité au flux d'air

chute de pression par unité d'épaisseur de matériau poreux survenant lors du passage d'un flux d'air de vitesse constante à travers le matériau

NOTE 1 La résistivité au flux d'air est égale à la chute de pression divisée par le produit de la vitesse du flux d'air et de l'épaisseur de l'échantillon.

NOTE 2 L'unité de la résistivité au flux d'air est le  $N \cdot s/m^4 = Pa \cdot s/m^2$ .

NOTE 3 L'ISO 9053 décrit des procédures de détermination de la résistivité au flux d'air.

#### 3.4

##### perte par insertion

##### isolation de puissance acoustique

$D_W$   
pour une bande d'octave ou de tiers d'octave quelconque, différence, exprimée en décibels, de niveau de puissance acoustique rayonné par une source sonore avant et après l'application de l'isolation acoustique

NOTE Voir la Note en 3.5.

#### 3.5

##### isolation de pression acoustique

$D_p$   
pour une bande d'octave ou de tiers d'octave quelconque, différence, exprimée en décibels, de niveau de pression acoustique, à un endroit spécifié par rapport à la source sonore, avant et après l'application de l'isolation acoustique

NOTE Pour les sources de bruit intérieures, notamment pour ce qui concerne les mesurages en laboratoire, la détermination de l'isolation de puissance acoustique  $D_W$  est la plus appropriée.  $D_W$  peut être déterminée dans une salle réverbérante ou au moyen de mesurages d'intensité acoustique. Pour les tuyauteries extérieures, la détermination de l'isolation de pression acoustique  $D_p$  est une méthode moins précise mais plus pratique. Il convient de choisir les positions de mesurage de la pression acoustique par rapport aux objectifs de conception de l'isolation acoustique, ce qui signifie généralement une disposition en cercle autour de la tuyauterie. Il est préférable d'utiliser une distance de mesurage de 1 m par rapport à la surface du tuyau ou de 2,5 fois le diamètre du tuyau pour les tuyaux d'un diamètre inférieur à 0,33 m, afin de réduire au minimum les effets de mesurage en champ proche. Il convient que la position de mesurage soit identique pour les mesurages avec et sans l'isolation acoustique. Lorsque le diagramme de rayonnement de la tuyauterie non traitée et celui de la tuyauterie isolée acoustiquement sont l'un et l'autre «cylindriquement omnidirectionnels», les deux mesures ( $D_W$  et  $D_p$ ) produisent des résultats identiques.

#### 4 Classe d'isolation acoustique

Le présent article définit trois classes d'isolation acoustique, appelées A, B et C, en termes d'exigences de perte par insertion minimale. La perte par insertion minimale est spécifiée dans le Tableau 1 et illustrée aux Figures 1 à 3. Des équations permettant de calculer une valeur approchée de la perte par insertion requise (dans une limite de 0,5 dB) sont présentées dans l'Annexe A.

La perte par insertion de l'isolation acoustique est liée au diamètre du tuyau auquel elle est appliquée. Les diamètres de tuyau sont répartis en trois groupes dimensionnels de tuyau et la classe d'isolation est constituée d'une combinaison lettre/chiffre indiquant le diamètre auquel l'isolation est appliquée.

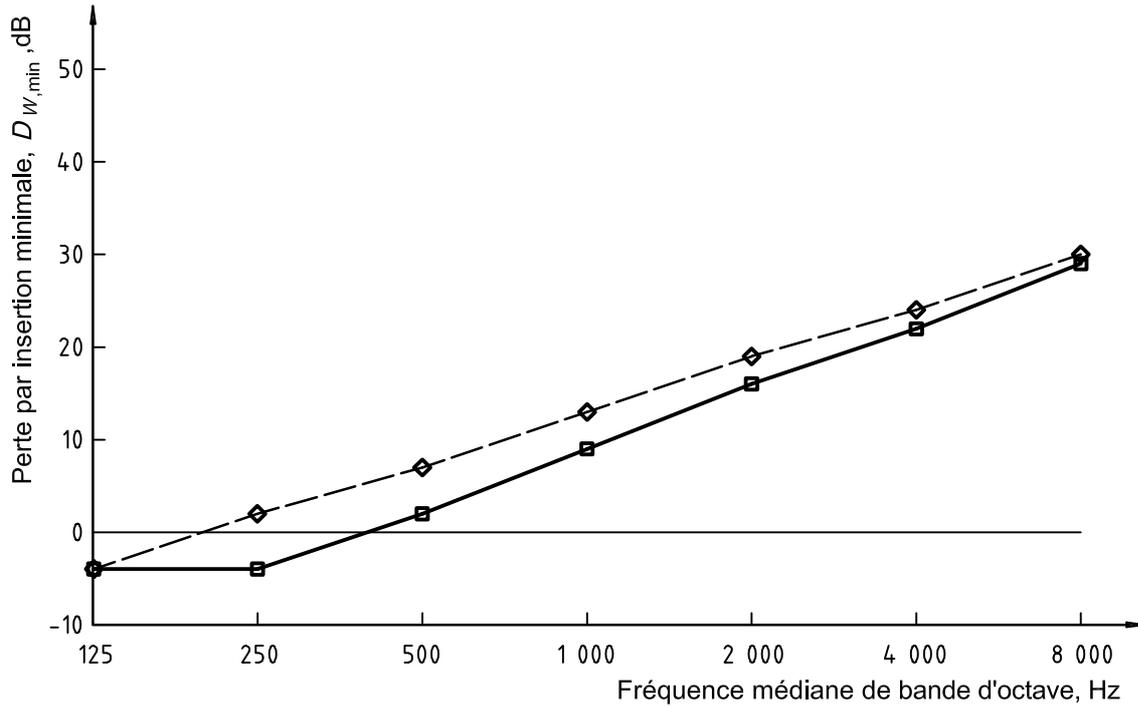
Les dimensions de tuyau utilisées sont:

- diamètre extérieur inférieur à 300 mm;
- diamètre supérieur ou égal à 300 mm, mais inférieur à 650 mm;
- diamètre supérieur ou égal à 650 mm, mais inférieur à 1 000 mm.

**Tableau 1 — Perte par insertion minimale requise pour chaque classe**

Classe	Gamme de diamètres nominaux $D$ mm	Fréquence médiane des bandes d'octave, Hz						
		125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
		Perte par insertion minimale, dB						
<b>A1</b>	$D < 300$	-4	-4	2	9	16	22	29
<b>A2</b>	$300 \leq D < 650$	-4	-4	2	9	16	22	29
<b>A3</b>	$650 \leq D < 1\ 000$	-4	2	7	13	19	24	30
<b>B1</b>	$D < 300$	-9	-3	3	11	19	27	35
<b>B2</b>	$300 \leq D < 650$	-9	-3	6	15	24	33	42
<b>B3</b>	$650 \leq D < 1\ 000$	-7	2	11	20	29	36	42
<b>C1</b>	$D < 300$	-5	-1	11	23	34	38	42
<b>C2</b>	$300 \leq D < 650$	-7	4	14	24	34	38	42
<b>C3</b>	$650 \leq D < 1\ 000$	1	9	17	26	34	38	42

Pour être conforme à une classe donnée, la perte par insertion de chacune des sept bandes d'octave doit être supérieure ou égale aux niveaux spécifiés. Une isolation acoustique qui ne satisfait pas entièrement à l'exigence susmentionnée doit être désignée comme «non classée».

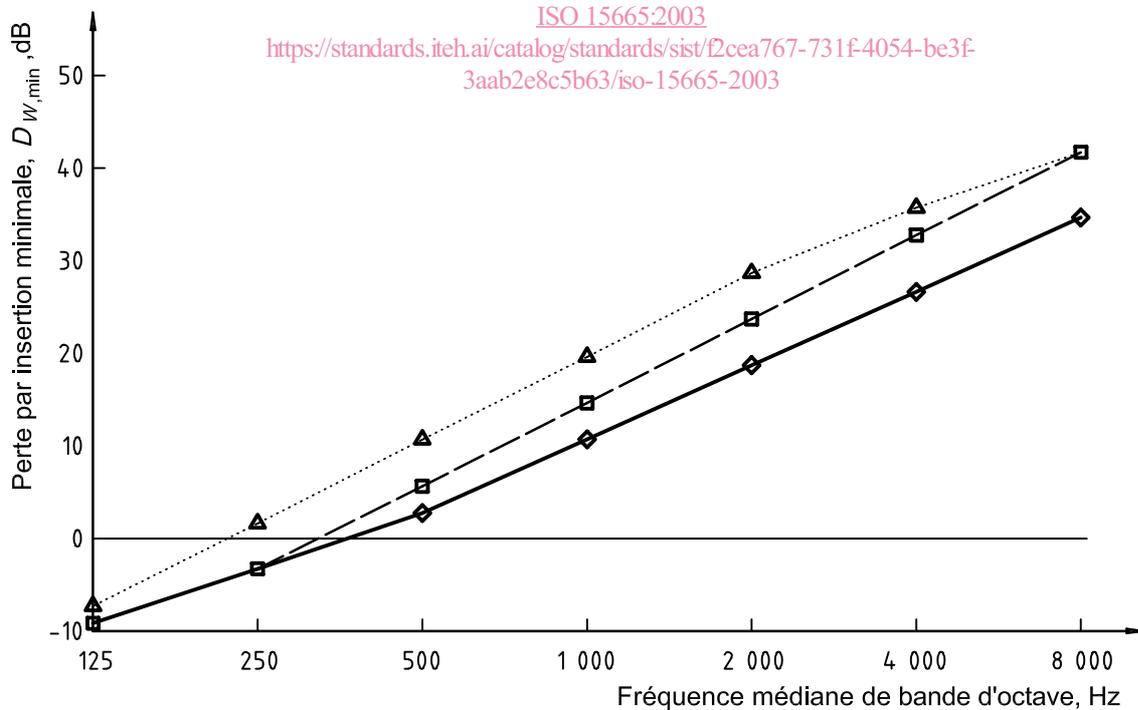


Légende

- Classes A1 et A2
- ◇— Classe A3

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

Figure 1 — Perte par insertion minimale requise pour la classe A

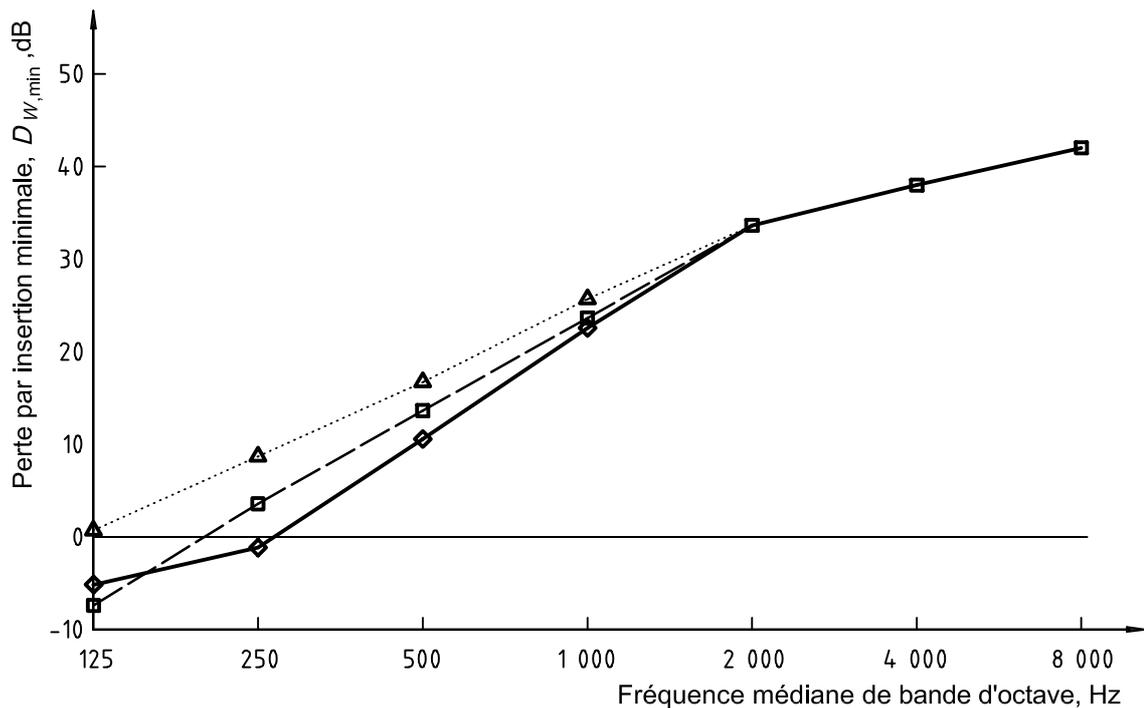


ISO 15665:2003  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2cea767-731f-4054-be3f-3aab2e8c5b63/iso-15665-2003>

Légende

- Classe B1
- ◇— Classe B2
- .....△..... Classe B3

Figure 2 — Perte par insertion minimale requise pour la classe B



## Légende

- Classe C1
- ◇- Classe C2
- .....△..... Classe C3

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 15665:2003  
Figure 3 — Perte par insertion minimale requise pour la classe C

NOTE 1 La réduction du niveau de pression acoustique global pondéré A dépend du spectre de fréquences de la source. Quelques exemples types sont fournis en 5.5 et 5.6.

NOTE 2 L'isolation acoustique réduit le bruit rayonné directement par le tuyau mais un effet de réaction est observé: pour le rayonnement de toute vibration résiduelle, le revêtement extérieur a une surface plus importante que la surface du tuyau nu. Le revêtement extérieur peut, en outre, avoir une efficacité de rayonnement plus élevée que celle du tuyau à des fréquences basses. Ces effets sont relativement plus importants sur des tuyaux de faible diamètre et imposent une limite à l'applicabilité des différentes classes d'isolation.

Un effet de résonance du dispositif d'isolation acoustique est également observé à des fréquences basses en raison de la masse du revêtement extérieur et de l'effet de ressort de l'air piégé dans la couche poreuse. Si le matériau poreux ne contribue que faiblement à la rigidité mécanique, la fréquence de résonance, en Hz, est donnée approximativement par la formule suivante:

$$f_0 = 60 / \sqrt{m''d}$$

où

$m''$  est la valeur numérique de la masse surfacique du revêtement extérieur, exprimée en kilogrammes par mètre carré;

$d$  est la valeur numérique de la distance entre la paroi du tube et le revêtement extérieur, exprimée en mètres.

La perte par insertion escomptée de l'isolation acoustique est négative pour les fréquences inférieures à  $1,4 f_0$ .

NOTE 3 Les valeurs de perte par insertion minimale fournies dans le Tableau 1 sont déduites à partir des résultats de mesurages réalisés en laboratoire avec environ 60 différents systèmes d'isolations (normalisées) acoustiques de tuyau et sont obtenues au moyen d'une évaluation statistique des données d'essai pour chaque classe d'isolation. Pour chaque

bande d'octave et pour chaque classe d'isolation, la perte par insertion minimale requise est calculée comme étant la valeur arithmétique moyenne des résultats d'essai respectifs moins leur écart type (les écarts types sont généralement de 3 dB dans les bandes d'octave de 125 Hz à 1 000 Hz et de 9 dB de 2 000 Hz à 8 000 Hz). De légères simplifications sont à l'origine des approximations de variation linéaire représentées aux Figures 1 à 3.

## 5 Guide pour la réduction du bruit émis par les tuyaux

### 5.1 Perte par intersection requise: phase de conception

#### 5.1.1 Détermination des niveaux de pression acoustique

Déterminer le niveau de pression acoustique,  $L_p(1,r)$ , à une distance de 1 m de la paroi du tuyau nu. Lorsque cette valeur n'est pas connue, le fournisseur du matériel situé en amont ou les références citées dans la Bibliographie peuvent fournir des informations. Les tuyauteries en amont et en aval de la source doivent être considérées séparément. Il convient de déterminer tant les niveaux de pression acoustique par bande d'octave que le niveau global pondéré A. La méthode à appliquer dépend de la source sonore du tuyau en question.

NOTE 1 Le Tableau 2 présente des formes types de spectres de bandes d'octave pour les sources de bruit les plus courantes pour des tuyaux.

NOTE 2 Il est souvent difficile d'obtenir des données ou des méthodes relatives à la prévision du bruit de tuyauterie émis par des machines tournantes raccordées à la canalisation. Lorsqu'il est impossible d'obtenir des données fiables, il est recommandé de réaliser des mesurages sur des canalisations de dimension et d'épaisseur de parois semblables, raccordées à des machines similaires.

#### 5.1.2 Évaluation des niveaux de pression acoustique par rapport à des limites

Lorsque le tuyau est l'unique source sonore dans la zone et lorsqu'il rayonne dans des conditions de champ libre, le niveau de pression acoustique déterminé en un endroit donné peut être comparé directement à la limite d'émissions acoustiques sur la zone de travail. L'isolation de pression acoustique nécessaire est déterminée par soustraction.

En présence d'autres sources de bruit, il convient de déterminer le niveau de bruit total avant de le comparer à la limite d'émission acoustique sur la zone de travail. Voir également 5.1.4.

#### 5.1.3 Détermination des niveaux de puissance acoustique

Le niveau de puissance acoustique  $L_w$  rayonné par le tuyau tout entier est calculé sur la base des niveaux de pression acoustique mesurés en champ libre (voir l'ISO 3744):

$$L_w(s) = \bar{L}_p(x,r) + 10 \lg(2\pi r s / S_0) \text{ dB} \quad (1)$$

où

$s$  est la longueur du tuyau ( $s \gg r$ ), en mètres;

$S_0 = 1 \text{ m}^2$ ;

$D$  est le diamètre extérieur du tuyau, en mètres;

$r$  est la distance à partir de l'axe du tuyau, en mètres, [de préférence  $r = (1 + \frac{1}{2} D)$ , soit à 1 m de la paroi du tuyau];

$\bar{L}_p(x,r)$  est le niveau de pression acoustique surfacique, en décibels, obtenu par moyennage sur une surface de mesurage spécifiée à une distance  $r$  de l'axe du tuyau, à une distance  $x$  de la source sonore, mesuré le long du tuyau en condition de champ libre.

NOTE La valeur recommandée pour  $x$  est de 1 m; lorsque l'atténuation le long du tuyau est considérée négligeable, il est également possible d'utiliser des valeurs plus importantes pour  $x$ .

Si le tuyau est long et qu'il ne peut pas être mesuré sur toute sa longueur, il peut être préférable d'estimer le niveau de pression acoustique par mesurage au voisinage de la source et en tenant compte de l'atténuation du bruit sur toute la longueur du tuyau.

Cela est exprimé par la formule suivante (voir la référence [5]):

$$L_p(x, r) = L_p(1, r) - \beta x / D \text{ dB} \quad (2)$$

où

$L_p(1, r)$  est le niveau de pression acoustique à une distance de 1 m de la source sonore, à la même distance  $r$  de l'axe du tuyau que dans  $L_p(x, r)$ ;

$\beta$  est le coefficient d'atténuation, en décibels.

Il ressort de l'expérience pratique que la valeur de  $\beta$  peut être de 0,06 dB pour des tuyaux transportant des gaz ou des vapeurs (atténuation de 3 dB tous les 50 diamètres de tuyau) et de 0,017 pour les liquides (atténuation de 3 dB tous les 175 diamètres de tuyau). Si pour une application donnée, il existe des données fiables qui indiquent une autre valeur de  $\beta$ , cette autre valeur doit être utilisée. Il convient que la longueur du tuyau soit supérieure à  $(3D/\beta)$  avant que l'atténuation soit prise en compte.

Sur la base de l'Équation (2), il peut être démontré que le niveau de puissance acoustique  $L_W$  d'une longueur importante de tuyau est égale à:

$$L_W(s \rightarrow \infty) = L_p(1, r) + 10 \lg \frac{rD}{S_0 \beta'} \text{ dB} + 14,4 \text{ dB} \quad (3)$$

où  $\beta'$  est la valeur numérique du facteur d'atténuation.

NOTE 1 L'équation complète de la relation entre  $L_w(s)$  et  $L_p(1, r)$  est:

$$L_w(s) = L_p(1, r) + 10 \lg \frac{2\pi r d}{0,1 S_0 \beta' \ln 10} \text{ dB} + 10 \lg \left( 1 - 10^{0,1 \beta' s / D} \right) \text{ dB} \quad (4)$$

Il peut être démontré que l'Équation (4) sera développée en Équation (1) pour les faibles valeurs de  $(\beta' s / D)$  et en Équation (3) pour les tuyaux de très grande longueur.

NOTE 2 Les erreurs introduites par l'application de l'Équation (1) à des tuyaux d'une longueur supérieure à  $(3D/\beta)$  et par l'application de l'Équation (3) à des tuyaux plus courts sont inférieures à 3 dB.

NOTE 3 Le bruit émis par les tuyauteries peut être transmis par le fluide ou par la paroi du tuyau ou par les deux à la fois. Les systèmes d'isolation acoustique sont efficaces dans les deux cas. Il est difficile de prévoir la propagation du bruit par la paroi du tuyau.

#### 5.1.4 Contribution au bruit dans des espaces réverbérants au bruit ambiant

Dans des espaces réverbérants, la contribution du tuyau au bruit est calculée sur la base de son niveau de puissance acoustique et il convient de l'ajouter aux contributions d'autres sources. Pour ce qui concerne le bruit ambiant, il convient de calculer la contribution du tuyau au niveau de puissance acoustique total de l'installation, ou au niveau de pression acoustique au point de voisinage.

## 5.2 Perte par insertion requise: usines en cours d'exploitation

Dans les usines en cours d'exploitation, l'évaluation du bruit produit par les tuyaux peut se faire à partir de mesurages. Lorsque le bruit produit par le tuyau est sensiblement plus élevé que le bruit de fond, il peut être mesuré directement en termes de niveaux de pression acoustique. Ici encore, il faut considérer séparément la tuyauterie en amont et la tuyauterie en aval de la source.

Lorsque le bruit de fond est important, le bruit produit par le tuyau peut fréquemment être déterminé au moyen de mesurages d'intensité acoustique. Cependant, les mesurages sur site de l'intensité acoustique du bruit des tuyauteries peuvent être difficiles à réaliser et nécessitent du matériel et un savoir-faire particuliers.

Une troisième possibilité consiste à évaluer le bruit produit par le tuyau en mesurant le niveau de vitesse vibratoire de la surface du tuyau et en utilisant le concept d'efficacité de rayonnement (voir référence [8]):

$$L_p(x,r) = L_v + 10 \lg \sigma \text{ dB} + 10 \lg(D/2r) \text{ dB} \quad (5)$$

où

$L_v$  est le niveau de vitesse vibratoire de la paroi du tuyau, en décibels [=  $10 \lg(v/v_0)$ ];

$v_0$  est égal à  $5 \times 10^{-8}$  m/s;

$10 \lg \sigma$  est l'efficacité de rayonnement ( $10 \lg \sigma$  est négatif, étant donné que  $0 < \sigma < 1$ ).

Pour des besoins pratiques, la valeur de  $\sigma$  peut être calculée sur la base de la référence [8]:

$$\sigma = \frac{1}{1 + \left(\frac{c}{4Df}\right)^3} \quad (6)$$

où

$c$  est la vitesse du son dans l'air, en mètres seconde;

$f$  est la fréquence médiane des bandes d'octave, en hertz.

NOTE Cette dernière méthode est moins recommandée puisque les estimations du rendement de rayonnement ne sont pas précises. Elle nécessite également du matériel et un savoir-faire particuliers. Toutefois, elle peut être la seule envisageable dans des situations où les niveaux de bruit de fond sont importants ou dans des espaces qui ne permettent pas d'effectuer des mesurages précis de l'intensité acoustique.

## 5.3 Longueur de l'isolation acoustique

Le bruit rayonné par la paroi d'un tuyau est généralement généré par du matériel, tel que des compresseurs, des pompes, des clapets ou des éjecteurs, raccordé au tuyau. Ces sources de bruit peuvent être à l'origine d'un rayonnement de bruit sur des sections longues de tuyau car l'atténuation du bruit acheminé par le tuyau est faible.

Lorsque l'évaluation des différents aspects du contrôle du bruit indique que l'isolation acoustique d'un tuyau est nécessaire, il convient de présenter la réduction nécessaire du bruit produit par le tuyau sous forme de tableau par bandes d'octave. Une référence à l'Article 4 indique alors la classe d'isolation requise.

Il est généralement nécessaire d'isoler les tuyaux de la source de bruit jusqu'au (et parfois y compris) prochain silencieux, réservoir, échangeur de chaleur, filtre, etc. sauf lorsqu'il est possible de démontrer que l'atténuation le long du tuyau réduit suffisamment le bruit en un point en aval et en amont de la source pour rendre toute autre isolation inutile. Ce point peut se situer au niveau où la contribution du tuyau au niveau de bruit est inférieure à une valeur prévue conformément à l'Équation (2).

Si le niveau de puissance acoustique d'un tuyau doit être réduit, la longueur du tuyau,  $l$ , en mètres, qui doit être isolé peut être calculée de la manière suivante:

$$l = \frac{10D}{\beta_0} \times \lg\left(\frac{1-a}{R-a}\right) \quad (7)$$

où

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

$R = 10^{(\Delta L_W)/10}$ ;

$\Delta L_W = L_{W,avec} - L_{W,sans}$  (la réduction du niveau de puissance acoustique souhaité), en décibels;

$a = 10^{(-D_W)/10}$ ;

$D_W$  est la perte par insertion de l'isolation (voir Article 4), en décibels.

La relation entre les variables de l'Équation (7) est illustrée à la Figure 4, avec un coefficient d'atténuation  $\beta$  de 0,06. Le graphique indique que les réductions de la puissance acoustique sont limitées par la performance (perte par insertion) de l'isolation acoustique.  $R$  doit en d'autres termes être supérieur à  $a$ . Il indique également qu'il peut être plus avantageux, pour ce qui concerne la puissance acoustique rayonnée, de choisir une classe d'isolation avec une perte par insertion plus importante, car la longueur nécessaire est plus petite.

NOTE Il est possible d'utiliser l'Equation (7) ainsi que la Figure 4 pour les valeurs par bandes d'octave ou pour les valeurs de puissance acoustique globale.

#### 5.4 Incidences sur la conception de la tuyauterie

ISO 15665:2003

Il est important de s'assurer dès le début de la conception que la disposition de la tuyauterie réserve un espace suffisant au volume et à la masse de l'isolation acoustique. Le manque d'espace entre les tuyaux adjacents et une hauteur de tuyau incorrecte ne permettant pas d'utiliser les supports de tuyauterie et une isolation antivibratoire appropriés rendent généralement difficile l'installation d'une isolation acoustique en tant que mesure corrective.

Il convient par conséquent que l'ingénieur acousticien évalue les niveaux de bruit des tuyauteries principales dès le début de la conception, en se fondant initialement et le cas échéant sur des estimations de données de bruit, et qu'il note sur les schémas des tuyauteries et des appareils, sur les schémas des flux de procédés de fabrication ou sur les autres documents appropriés, les sections de tuyau qu'il est nécessaire d'isoler acoustiquement. Il y a lieu qu'il étudie en même temps si la substitution de sources à faible bruit ou l'utilisation de silencieux peut être une meilleure solution.

Les supports et les attaches de tuyau doivent être conçus pour réserver un espace suffisant pour permettre l'installation d'une isolation acoustique.

Lorsque la tuyauterie est soutenue par ou fixée à une structure en acier, il convient d'utiliser des supports ou des attaches élastiques. Les éléments élastiques doivent comporter une butée mécanique afin de limiter le mouvement du tuyau en cas de rupture de l'élément élastique. La méthode de support de la tuyauterie doit faire l'objet d'un accord entre les parties chargées de la conception mécanique et acoustique.

NOTE Des attaches à ressorts telles que celles utilisées pour des tuyauteries suspendues soumises à une dilatation thermique ne présentent pas nécessairement des performances acoustiques satisfaisantes.