
**Acoustique — Lignes directrices pour la
réduction du bruit au moyen
d'encoffrements et de cabines**

Acoustics — Guidelines for noise control by enclosures and cabins

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



Numéro de référence
ISO 15667:2000(F)

© ISO 2000

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.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

© ISO 2000

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 22 734 10 79
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Principes généraux et considérations relatives à l'emploi	4
4.1 Source sonore	4
4.2 Chemins de propagation du son	4
4.3 Réduction efficace du bruit	6
5 Types d'encoffrements et de cabines et exigences particulières	8
5.1 Encoffrements	8
5.2 Cabines	14
6 Exigences en matière d'acoustique; planification et vérification de la réduction du bruit	14
6.1 Données cibles	14
6.2 Planification	15
6.3 Mesurages	17
7 Informations sur les encoffrements	20
7.1 Informations à fournir par l'utilisateur	20
7.2 Informations à fournir par le constructeur	20
Annexe A (informative) Exemples de construction	22
Annexe B (informative) Études de cas	41
Bibliographie	52

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 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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.

La Norme internationale ISO 15667 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

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

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Introduction

Les encoffrements et cabines acoustiques permettent une réduction du bruit aérien sur le chemin de propagation allant de la machine (ou d'un ensemble de machines) aux postes de travail proches ou à l'environnement. La présente Norme internationale décrit les critères établissant les performances acoustiques des encoffrements et des cabines, en tenant compte des contraintes d'utilisation.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Acoustique — Lignes directrices pour la réduction du bruit au moyen d'encoffrements et de cabines

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite des performances des encoffrements et des cabines destinés à la réduction du bruit. Elle précise les exigences acoustiques et d'utilisation qui doivent être convenues entre le fournisseur ou le constructeur, et l'utilisateur de ces encoffrements et cabines. La présente Norme internationale s'applique à deux types d'encoffrements et de cabines acoustiques, comme suit.

- a) Les cabines pour la protection des opérateurs contre le bruit: les cabines autoporteuses et les cabines fixées à des machines (par exemple, véhicules, grues).
- b) Les encoffrements autoporteurs couvrant ou enveloppant des machines. Ces encoffrements dont une fraction inférieure à 10 % de leur surface totale est ouverte et non traitée du point de vue acoustique sont le principal objet de la présente Norme internationale.

Dans la présente Norme internationale, l'accent est mis sur les constructions légères. Toutefois, les structures épaisses, massives, par exemple des murs en briques, ne sont pas exclues.

Les encoffrements et cabines dont plus de 10 % de la surface est ouverte et non traitée appartiennent à la catégorie des encoffrements partiels. Ils ne font pas l'objet de la présente Norme internationale.

Un troisième type d'encoffrement, les encoffrements intégrés qui font partie de la machine et qui y sont solidement fixés, ne fait pas l'objet de 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 l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 140-3, *Acoustique — Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction — Partie 3: Mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction.*

ISO 717-1, *Acoustique — Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction — Partie 1: Isolement aux bruits aériens.*

ISO 3740-série, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit.*

ISO 9614 (toutes les parties), *Acoustique — Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit.*

ISO 11200-série, *Acoustique — Bruit émis par les machines et équipements.*

ISO 11546-1:1995, *Acoustique — Détermination de l'isolement acoustique des encoffrements — Partie 1: Mesurages dans des conditions de laboratoire (aux fins de déclaration).*

ISO 11546-2:1995, *Acoustique — Détermination de l'isolement acoustique des encoffrements — Partie 2: Mesurages sur site (aux fins d'acceptation et de vérification).*

ISO 11957:1996, *Acoustique — Détermination des performances d'isolation acoustique des cabines — Mesurages en laboratoire et in situ.*

ISO 14163:1999, *Acoustique — Lignes directrices pour la réduction du bruit au moyen de silencieux.*

3 Termes et définitions

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

3.1

encoffrement

structure couvrant ou enveloppant une source sonore (machine), conçue pour protéger l'environnement de cette source sonore (machine)

NOTE La forme peut être celle d'un parallélépipède, ou bien suivre le contour d'éléments composant la machine. Les encoffrements parallélépipédiques comportent des parois et un toit. L'encoffrement peut comporter des ouvertures pour les portes, les fenêtres, la ventilation, la sortie de matériaux, etc., voir Figure 4.

3.2

cabine

construction spécialement conçue pour protéger des personnes (par exemple, des opérateurs de machines) du bruit ambiant, consistant en une structure entièrement enveloppante

NOTE 1 Adapté de l'ISO 11957:1996.

NOTE 2 Un plancher n'est pas toujours un élément de la cabine.

3.3

isolement en puissance acoustique de l'encoffrement

perte d'insertion de l'encoffrement

D_W

différence entre les niveaux des puissances acoustiques émis par la source sonore (machine) avec et sans l'encoffrement, par bandes d'un tiers d'octave ou d'octave, mesurée conformément à l'ISO 11546-1 ou l'ISO 11546-2

NOTE 1 L'isolement en puissance acoustique (ou perte d'insertion) s'exprime en décibels, dB.

NOTE 2 Ce spectre de valeurs est utile pour la planification générale de la réduction du bruit ambiant dans des zones se trouvant à une certaine distance de la source, par exemple dans le champ réverbéré d'un hall industriel ou au voisinage d'une usine.

3.4

isolement en puissance acoustique pondéré de l'encoffrement

$D_{W,w}$

indice unique déterminé conformément à la méthode indiquée dans l'ISO 717-1, l'indice de réduction acoustique (ou perte de transmission) étant remplacé par la perte d'insertion, D_W

NOTE 1 L'isolement en puissance acoustique pondéré s'exprime en décibels, dB.

NOTE 2 L'indice unique est utile pour une comparaison grossière de différents encoffrements et pour la planification acoustique générale à l'intérieur de bâtiments, sans connaissance détaillée du spectre de la source.

NOTE 3 Adapté de l'ISO 11546-2:1995.

3.5

perte de transmission des panneaux

R

indice de réduction sonore (ou perte de transmission) des panneaux individuels qui composent l'encoffrement, conformément à l'ISO 140-3

NOTE 1 La perte de transmission des panneaux s'exprime en décibels, dB.

NOTE 2 Dans une gamme limitée de fréquences moyennes (généralement 250 Hz à 1 000 Hz), la perte d'insertion, D_W , d'un encoffrement entièrement étanche est liée de façon approximative à la perte de transmission des panneaux, R , par

$$D_W \approx R + 10\lg(\alpha) \text{ dB} \quad (1)$$

où α est le coefficient moyen d'absorption du côté intérieur des panneaux. Les informations spectrales sur R et α sont souvent fournies, mais la relation (1) donne principalement une limite supérieure et ne constitue pas une base fiable pour prévoir la perte réelle d'insertion, D_W . Des fuites, des ouvertures insuffisamment traitées du point de vue acoustique ou une transmission latérale du bruit solide entraînent des valeurs inférieures de la perte réelle d'insertion, D_W .

NOTE 3 L'isolement au bruit aérien de petits éléments de bâtiments avec des ouvertures peut être mesuré conformément à l'ISO 140-10 [11].

3.6 Isolement en pression acoustique, D_p

3.6.1

isolement en pression acoustique pour les encoffrements

D_p

différence entre les niveaux des pressions acoustiques à un emplacement spécifié avec et sans encoffrement, par bandes d'un tiers d'octave ou d'octave

NOTE 1 L'isolement en pression acoustique s'exprime en décibels, dB.

NOTE 2 Ce spectre de valeurs est utile pour l'analyse détaillée des performances acoustiques d'un encoffrement dans différentes directions.

NOTE 3 L'isolement en pression acoustique d'un encoffrement se mesure conformément à l'ISO 11546-1 et l'ISO 11546-2..

3.6.2

isolement en pression acoustique pour les cabines

D_p

différence entre les niveaux des pressions acoustiques dans un champ sonore diffus externe et dans une cabine située dans ce champ, en bandes d'un tiers d'octave ou d'octave

NOTE 1 L'isolement en pression acoustique s'exprime en décibels, dB.

NOTE 2 L'isolement en pression acoustique d'une cabine se mesure conformément à l'ISO 11957.

NOTE 3 Adapté de l'ISO 11957:1996.

3.7

isolement apparent en pression acoustique d'une cabine

D'_p

différence entre les niveaux des pressions acoustiques dans une salle avec une répartition arbitraire du champ sonore et dans une cabine située dans cette salle, en bandes d'un tiers d'octave ou d'octave

NOTE 1 L'isolement apparent en pression acoustique d'une cabine s'exprime en décibels, dB.

NOTE 2 Il n'est pas nécessaire que le champ sonore dans la salle soit diffus.

NOTE 3 L'isolement apparent en pression acoustique d'un encoffrement se mesure conformément à l'ISO 11957.

NOTE 4 Adapté de l'ISO 11957:1996.

3.8
isolement en pression acoustique pondéré A

D_{pA}
indice unique déterminé pour le spectre réel de la source sonore, décrivant la réduction du niveau de pression acoustique pondéré A, à un emplacement spécifié, due à l'encoffrement ou intervenant à l'intérieur d'une cabine située dans un champ sonore diffus

NOTE 1 L'isolement en pression acoustique pondéré A s'exprime en décibels, dB.

NOTE 2 Cet indice unique est plus pertinent pour décrire les performances acoustiques réelles d'un encoffrement pour une machine particulière, par exemple à une distance de 1 m de l'encoffrement d'une machine ou à un emplacement quelconque à l'intérieur d'une cabine.

3.9
isolement acoustique estimé en raison de l'encoffrement

$D_{pA,e}$
indice unique déterminé pour un spectre de source sonore spécifique, décrivant la réduction du niveau de pression acoustique pondéré A due à l'encoffrement, à un emplacement spécifié

NOTE 1 L'isolement acoustique estimé dû à l'encoffrement s'exprime en décibels, dB.

NOTE 2 Cet indice unique est plus pertinent pour estimer les performances acoustiques d'un encoffrement sans connaissance détaillée du spectre de la source.

3.10
coefficient de fuite

θ
rapport entre l'aire de toutes les ouvertures de l'encoffrement, non traitées du point de vue acoustique, et l'aire de la surface intérieure totale de l'encoffrement (y compris les ouvertures)

NOTE Adapté de l'ISO 11546-1:1995 et l'ISO 11546-2:1995.

4 Principes généraux et considérations relatives à l'emploi

4.1 Source sonore

La source sonore (ou les sources) à traiter du point de vue acoustique par un encoffrement doit (doivent) être clairement identifiée(s). Le bruit aérien rayonné doit être mesuré conformément aux Normes internationales applicables de la série ISO 3740, de la série ISO 9614 ou de la série ISO 11200.

La mise en place d'un encoffrement entraîne une accumulation de chaleur interne. Des dispositifs aérauliques et des équipements auxiliaires fournis avec l'encoffrement pour éliminer la chaleur et pour la climatisation doivent être considérés comme des sources sonores supplémentaires.

4.2 Chemins de propagation du son

Les divers chemins de propagation du son depuis une source sonore placée dans un encoffrement vers l'environnement peuvent être regroupés en quatre catégories, comme le montre le schéma de la Figure 1.

- c) Le **chemin 3** comporte le rayonnement d'ondes libres de flexion par les parois de l'encoffrement. Dans la mesure où des panneaux minces sont principalement utilisés pour l'encoffrement, l'efficacité de rayonnement σ_{ow} de panneaux souples est faible et principalement déterminée par leurs bords emboîtés ou leurs points de fixation. Les ondes libres de flexion proviennent surtout de la transmission latérale du bruit solidien et du bruit aérien. L'amortissement des panneaux entraîne la dissipation de ces ondes. Aux fréquences supérieures à 1 kHz, il peut s'avérer nécessaire de considérer les ondes libres de flexion de la structure.
- d) Le **chemin 4** concerne le rayonnement avec une efficacité σ_{of} du bruit solidien et du bruit aérien provenant des éléments latéraux, qui n'est pas affecté par l'encoffrement. Le sol, les parties non encoffrées de la machine, les matériaux fournis à la machine, et les tuyauteries reliées à la machine sont des exemples d'éléments latéraux. La contribution provenant de ce chemin limite les performances acoustiques d'un encoffrement bien conçu par ailleurs.

Dans des cas critiques, la transmission du son par l'ensemble des différents chemins doit être prise en compte. Les contributions individuelles peuvent être déterminées par des mesurages ou des calculs appropriés. La distinction entre la contribution du chemin 2 et celle du chemin 3 est la plus difficile. Si possible en outre, il convient de déterminer le niveau de pression acoustique du bruit de fond L_{pb} lorsque la source sonore à encoffrer est arrêtée.

4.3 Réduction efficace du bruit

NOTE Pour les préoccupations relatives à la réduction efficace du bruit au moyen d'encoffrements et de cabines, voir également les références [1], [2], [6], [9].

4.3.1 Sélectionner un encoffrement ou une cabine adapté à la fonction particulière d'enveloppement d'une machine ou de protection d'un poste de travail selon des critères généraux de fonctionnement comprenant l'espace disponible, les questions de sécurité, le flux de matière, etc.

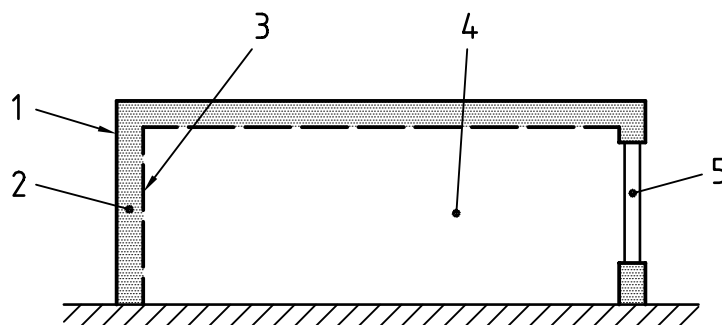
4.3.2 En général, les performances acoustiques de panneaux montés sur un cadre stable du point de vue mécanique sont suffisantes en termes d'absorption et d'indice de réduction sonore (ou perte de transmission) si des matériaux courants sont utilisés. Les composants types montrés à la Figure 2 sont:

- enveloppe extérieure: tôle d'acier de 1,5 mm. Lorsqu'un matériau autre que de l'acier est utilisé pour l'enveloppe extérieure, l'épaisseur doit être sélectionnée de sorte que la masse surfacique minimale se situe entre 10 kg/m² et 15 kg/m²;
- revêtement intérieur absorbant: laine minérale de 50 mm;
- plaque perforée couvrant le revêtement absorbant: ≥ 30 % d'ouverture;
- plaque de verre de sécurité pour les fenêtres: 6 mm d'épaisseur.

NOTE Dans un but de concision, le terme «laine minérale» a été choisi tout au long du présent document pour signifier «laine minérale ou fibre de verre».

Un spectre type du niveau de pression acoustique au voisinage d'une machine avec et sans encoffrement est montré à la Figure 3. L'émission sonore pondérée A maximale aux environs de 500 Hz détermine l'isolement en pression acoustique pondéré A.

Des exigences particulières pour une perte d'insertion en basse fréquence améliorée, des revêtements de protection de la laine minérale, l'utilisation de formes et de matériaux particuliers pour la surface hermétique et le matériau absorbant, etc. requièrent des investigations détaillées.



Légende

- 1 Enveloppe extérieure
- 2 Revêtement absorbant
- 3 Plaque perforée
- 4 Espace pour la source de bruit ou le poste de travail
- 5 Fenêtre

Figure 2 — Encoffrement ou cabine acoustique (schéma)

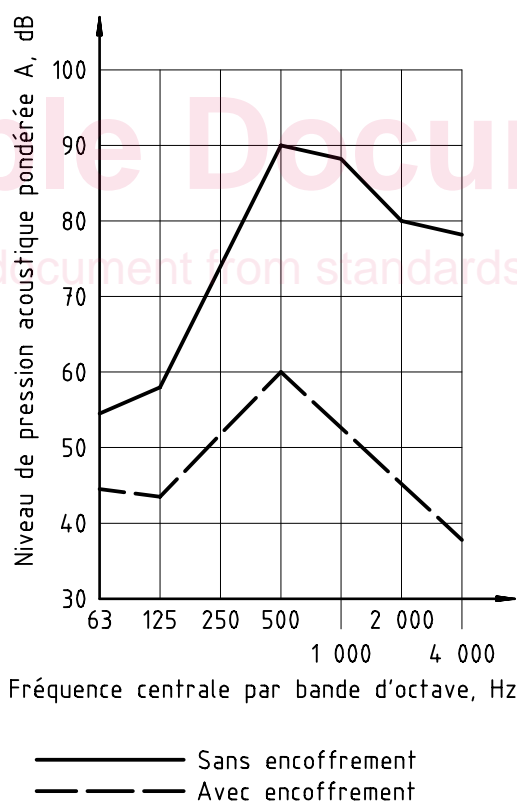


Figure 3 — Exemple type d'un spectre par bandes d'octave pondéré A du niveau de pression acoustique au voisinage d'une machine

4.3.3 Prêter une attention particulière aux fuites et aux ouvertures. Éviter les fuites entre les panneaux en utilisant des montages spéciaux à étanchéité simple ou double, selon les exigences acoustiques. Si les panneaux sont fréquemment retirés, s'assurer que les montages étanches peuvent être utilisés de façon répétée. Lorsque des fuites sont inévitables, c'est le cas des portes coulissantes, utiliser des revêtements absorbants ou des silencieux à fente. Réduire toutes les ouvertures pour la ventilation, les câbles, les tuyaux, le transport de matière

etc. et les équiper de silencieux ou de tunnels revêtus d'un absorbant phonique. Les ouvertures à des fins de maintenance doivent être soigneusement fermées pendant le fonctionnement.

4.3.4 Pour éviter la transmission latérale du bruit solidien, il convient que la source sonore soit montée sur des éléments élastiques. Il convient que les panneaux composant l'encoffrement ne soient pas en contact avec la source sonore. Lorsque ceci est inévitable, il convient que le nombre de points de liaison soit réduit au minimum et que des éléments élastiques soient interposés entre la source sonore et les points de contact.

4.3.5 Pour éviter la transmission latérale du bruit aérien par le sol, utiliser des encoffrements qui enveloppent entièrement la machine, si c'est nécessaire pour assurer des performances acoustiques particulièrement élevées.

4.3.6 Utiliser un revêtement de panneaux en matériau amortissant pour augmenter l'indice de réduction sonore qui est fonction de la masse (ou la perte par transmission) et l'atténuation des ondes libres de flexion, si cela est nécessaire pour des applications particulières.

5 Types d'encoffrements et de cabines et exigences particulières

5.1 Encoffrements

5.1.1 Petits encoffrements (capotages)

Les encoffrements peuvent être considérés comme étant petits en basse fréquence lorsque la plus grande dimension est inférieure au quart de la longueur d'onde du bruit aérien. Les parois à faible masse et les parois transparentes permettent une manipulation facile, une utilisation appropriée et ont une durée de vie longue. La structure de support est souvent le bâti de la machine.

Aux basses fréquences, la perte d'insertion d'un encoffrement étanche à l'air est

$$D_W = 20 \lg \left(1 + \frac{C_v}{\sum_{i=1}^n C_{wi}} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

où

$C_v = V_0 / (\kappa P_0)$ est l'élasticité du volume de gaz à l'intérieur de l'encoffrement, en mètres à la puissance cinq par newton, m^5/N ;

V_0 est le volume de gaz à l'intérieur de l'encoffrement, en mètres cubes, m^3 ;

κ est le rapport des chaleurs spécifiques du gaz à l'intérieur de l'encoffrement; pour l'air $\kappa = 1,4$;

P_0 est la pression statique du gaz à l'intérieur de l'encoffrement, en pascals, Pa; pour l'air dans des conditions ambiantes $P_0 = 10^5$ Pa;

$C_{wi} = \Delta V_{pi} / p$ est l'élasticité volumique du i ème panneau de l'encoffrement en réponse à la pression acoustique à l'intérieur de l'encoffrement, en mètres à la puissance cinq par newton, m^5/N ;

ΔV_{pi} est le déplacement volumique du i ème panneau de l'encoffrement en réponse à la pression acoustique à l'intérieur de l'encoffrement, en mètres cubes, m^3 ;

p est la pression acoustique uniforme à l'intérieur de l'encoffrement, en pascals, Pa;

n est le nombre de panneaux composant l'encoffrement.

Pour le cas spécial d'un encoffrement cubique avec des panneaux plats emboîtés, la perte d'insertion est

$$D_W = 20 \lg \left[1 + 41 \left(\frac{h}{a} \right)^3 \frac{E}{\kappa P_0} \right] \text{ dB} \quad (4)$$

où

h est l'épaisseur du panneau de l'encoffrement, en mètres, m;

a est la longueur du bord de l'encoffrement, en mètres, m;

E est le module de Young du matériau constituant les panneaux, en pascals, Pa;

κ, P_0 sont les grandeurs présentes dans l'équation (3).

Pour les panneaux à bord simplement jointif plutôt qu'à bord emboîté, la perte d'insertion est généralement inférieure de 10 dB. Pour de petits encoffrements de même masse, l'équation (4) indique que l'aluminium et le verre sont supérieurs à l'acier de plus de 10 dB en perte d'insertion, alors que le plomb est un très mauvais choix pour un son basse fréquence [1].

À l'exception de montages spéciaux, tous les petits encoffrements sont susceptibles d'avoir des fuites et n'ont pas une perte d'insertion positive aux fréquences inférieures à $1,4 f_L$, où, pour un encoffrement cubique avec une ouverture ronde:

$$f_L = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\theta}{(h + \Delta h)a \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^n C_{wi}}{C_v} \right)}} \quad (5)$$

où

c est la vitesse du son dans le volume d'air à l'intérieur de l'encoffrement, en mètres par seconde, m/s;

θ est le coefficient de fuite;

a, h sont les grandeurs présentes dans l'équation (4);

$\Delta h \approx 1,6a_L$ est la correction de bout des deux extrémités de l'ouverture dans l'encoffrement, en mètres, m;

a_L est le rayon de l'ouverture dans l'encoffrement, en mètres, m;

C_{wi}, C_v sont les grandeurs présentes dans l'équation (3).

Aux fréquences supérieures à f_L , la perte d'insertion de l'encoffrement présentant des fuites est proche de celle de l'encoffrement étanche. Les fuites entre l'encoffrement et le bâti doivent être rendues étanches au moyen de bandes résilientes adaptées à une utilisation fréquente. Dans la mesure où des silencieux efficaces ne peuvent être installés en raison du manque d'espace, il convient que les ouvertures soient aussi petites que possible. La transmission latérale du bruit solidien, par exemple par le papier d'une imprimante mécanique, doit être réduite, de préférence par amortissement de la vibration.