

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Facteurs modifiant la perte de transmission du son Warnock, A. C. C.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/40000954>

*Digeste de la construction au Canada, 1986-02-01*

#### **NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=06f1d011-7469-4a42-857d-f78af79c953c>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=06f1d011-7469-4a42-857d-f78af79c953c>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

## Digeste de la construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

**CBD-239-F**

### Facteurs modifiant la perte de transmission du son

#### Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

*Publié à l'origine en février 1986.*

*A.C.C. Warnock*

#### Résumé

Les pertes de transmission du son par les murs et les planchers à simple ou double paroi dépendent des propriétés physiques des matériaux et des méthodes d'assemblage. Ce digest examine ces facteurs.

#### Introduction

La perte de transmission du son par une cloison ou un plancher est déterminée par des facteurs comme la masse et la rigidité. Dans une paroi double, comme des plaques de plâtre sur une ossature de bois ou de métal, l'épaisseur des lames d'air, la présence ou l'absence d'un matériau absorbant et le degré de rigidité des liaisons mécaniques entre les parois modifient les pertes de transmission et, par conséquent, l'indice de transmission du son (ITS). (Ces expressions ont été étudiées dans le **Digest de la construction au Canada n° 236F**.)<sup>1</sup> Une compréhension de ces divers facteurs peut aider à améliorer la conception et à éviter certaines erreurs. Des petites modifications dans la disposition des matériaux peuvent entraîner d'importants changements dans l'ITS sans que cela n'affecte les coûts.

Trois facteurs physiques interdépendants sont importants pour déterminer si l'occupant d'un immeuble à logements multiples est gêné par les bruits de ses voisins. Il s'agit des pertes de transmission du son par les murs mitoyens ou les planchers, du niveau de bruit généré par les voisins, et du niveau de bruit de fond dans le logement de l'occupant. Les deux derniers facteurs peuvent varier énormément; pour cette raison, il faut choisir un ITS qui tienne compte de la plupart des situations et accepter le fait qu'un voisin puisse être anormalement bruyant ou que le niveau de bruit de fond soit anormalement bas. Si le niveau du bruit de fond est suffisamment élevé, les bruits importuns seront masqués et ne seront pas perceptibles. Par contre, si le bruit de fond est excessivement élevé, il peut perturber le sommeil, la relaxation et parfois même la conversation. Des enquêtes effectuées à travers le monde ont montré que pour les occupants d'immeubles à logements multiples, un ITS d'au moins 55 permet d'obtenir un degré d'isolement acoustique raisonnable. On peut obtenir un ITS de 60 et plus avec des matériaux de construction types sans faire appel à des techniques très poussées. Toutefois, une attention particulière doit être apportée à la conception et à la construction.

#### Loi de masse

La caractéristique physique la plus importante pour contrôler la perte de transmission du son par voie aérienne à travers une paroi est la masse surfacique de ses divers composants. La loi

de masse est une règle théorique qui s'applique à la plupart des matériaux dans certaines gammes de fréquences. Cette loi peut s'exprimer de façon approximative par la relation:

$TL$

$$= 20 \log_{10} (m_s f) - 48 \quad (1)$$

où  $TL$  = perte de transmission du son d'une paroi pour des incidences aléatoires;  $m_s$  = masse surfacique, en  $\text{kg/m}^2$ ;  $f$  = fréquence des ondes sonores, en Hz. La masse surfacique,  $m_s$ , est le produit de la masse volumique du matériau par son épaisseur. Le tableau 1 donne les valeurs de  $m_s$  pour des épaisseurs de 1 mm de matériaux courants.

L'équation de la loi de masse indique que chaque fois que la fréquence des sons ou que la masse surfacique d'un mur à paroi simple est doublée, la perte de transmission du son augmente d'environ 6 dB. Pour augmenter de 12 dB la perte de transmission du son pour toutes les fréquences, il faut multiplier la masse surfacique par 4. Une amélioration de 18 dB nécessite une multiplication de la masse par 8, etc. La masse surfacique peut être accrue en augmentant l'épaisseur du matériau ou en choisissant un matériau dont la masse volumique est plus élevée. Une simple couche de béton coulé de 150 mm d'épaisseur donne un ITS d'environ 55. Cette épaisseur est généralement la limite recommandée pour les dalles dans les constructions normales. Si un ITS supérieur est requis, comme cela est le cas dans les constructions de haute qualité, il n'est pas rentable de doubler l'épaisseur des murs ou des planchers pour l'obtenir. Il est préférable de construire des parois doubles qui n'entraîneront pas de surcharge.

### Effets de la rigidité

Les pertes de transmission du son par les cloisons et les planchers dépendent également de la rigidité. Les courbes des pertes de transmission de son pour les matériaux rigides présentent des creux à certaines fréquences par rapport aux pertes calculées selon la loi de masse. Cet effet dit de coïncidence entraîne souvent un ITS plus faible. Les matériaux peu rigides comme les feuilles de plomb n'ont pas de creux de coïncidence. Les fréquences de coïncidence des différents matériaux se produisent dans diverses parties du spectre acoustique, parfois en dehors de la gamme normale utilisée en acoustique du bâtiment. La fréquence de coïncidence ou fréquence critique,  $f_c$ , pour un matériau donné peut être calculée à partir de la relation

$f_c$

$$= A/t \quad (2)$$

où  $A$  = constante du matériau et  $t$  = épaisseur du matériau, en mm.

Le tableau 1 donne les valeurs de  $A$  permettant de calculer les fréquences de coïncidence pour divers matériaux. Par exemple, pour l'acier,  $A = 12\,700$  Hz-mm et l'équation (2) montre qu'une tôle d'acier de 5 mm d'épaisseur a une fréquence de coïncidence de 2 540 Hz. De même, une couche de béton de 100 mm d'épaisseur aura un creux de coïncidence à 187 Hz. La figure 1 indique les courbes des pertes de transmission théoriques, y compris les creux de coïncidence pour certains matériaux de construction courants. Les matériaux A, B et C ont la même masse surfacique mais des ITS très différents à cause des effets de coïncidence à certaines fréquences. Comme les fréquences critiques du béton et du contreplaqué aux épaisseurs généralement employées se retrouvent dans la gamme des fréquences importantes en acoustique du bâtiment (100 à 4 000 Hz), ces matériaux sont particulièrement vulnérables aux diminutions de l'ITS causées par les effets de coïncidence. Pour les plaques de plâtre, la fréquence de coïncidence est très élevée et l'effet sur l'ITS est généralement moindre. La profondeur du creux de coïncidence est déterminée par les pertes d'énergie qui se produisent dans le matériau et sur son pourtour, aux endroits où il est en contact avec les autres matériaux de la structure. Plus les pertes d'énergie sont importantes, moins le creux est profond et moins cela a d'effet sur l'ITS.

**Tableau 1. Masse surfacique,  $m_s$ , pour une épaisseur de 1 mm, et constante,  $A$ , pour le calcul de la fréquence critique,  $f_c$ , de certains matériaux de construction courants**

Matériau	$m_s$ kg/m <sup>2</sup> par mm	A Hz-mm
Aluminium	2,7	12 900
Béton plein, mis en place	2,3	18 700
Bloc de béton creux (épaisseur nominale, 150 mm)	1,1	20 900
Sapin	0,55	8 900
Verre	2,5	15 200
Plomb	11,0	55 900
Plexiglas ou Lucite	1,15	30 800
Acier	7,7	12 700
Plaque de plâtre	0,82	39 000
Contreplaqué	0,6	21 700

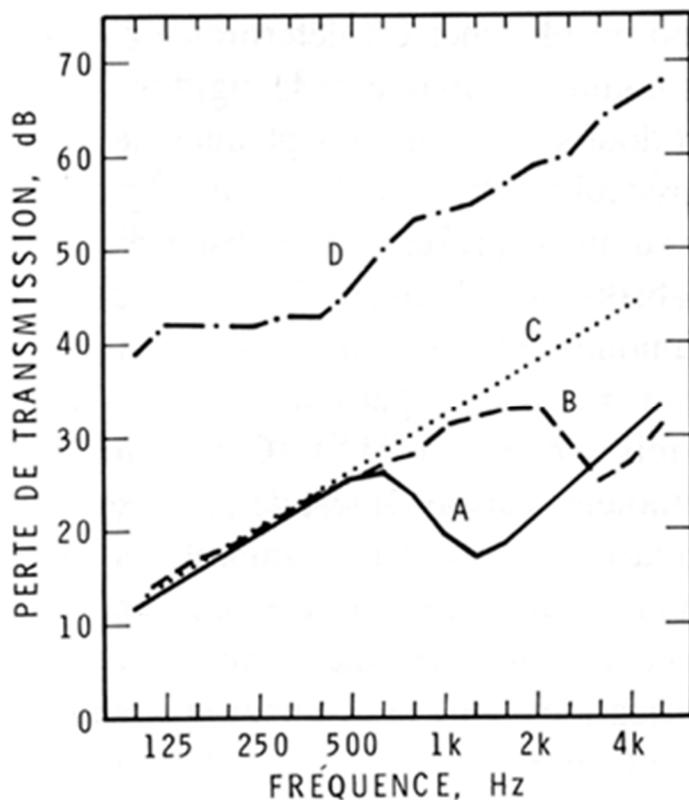


Figure 1. Pertes de transmission du son de murs types à paroi simple: A: contreplaqué de 16 mm, 10 kg/m<sup>2</sup>, ITS 21; B: plaque de plâtre de 13 mm, 10 kg/m<sup>2</sup> ITS 28; C: acier de 1,3 mm, 10 kg/m<sup>2</sup>, ITS 30; D: béton de 100 mm, 235 kg/m<sup>2</sup>, ITS 52.

Lorsque deux épaisseurs d'un matériau sont collées ensemble, elles se comportent comme un panneau d'une seule épaisseur avec un abaissement de la fréquence de coïncidence. Si les parois sont maintenues ensemble avec moins de fermeté (avec des vis par exemple), de sorte qu'elles peuvent glisser légèrement l'une sur l'autre au cours des mouvements de flexion, alors la fréquence de coïncidence ne diminue pas et le frottement entre les deux parois peut entraîner des pertes d'énergie supplémentaires.

### Constructions à paroi double

Lorsqu'on désire une structure légère avec un ITS élevé, il faut avoir recours à une construction à paroi double. Cette technique peut être très efficace mais elle entraîne des effets additionnels qu'il faut considérer pour qu'une telle conception soit une réussite. Parmi les facteurs importants, en plus des masses des parois, mentionnons l'épaisseur de la lame d'air entre les parois, l'utilisation d'un matériau absorbant à l'intérieur des lames d'air et la rigidité du lien mécanique entre les parois. La construction à paroi double idéale n'a pas de liaison mécanique rigide entre ses deux éléments.

Dans un mur ou un plancher à paroi double, l'air entre les deux éléments agit comme un ressort et il se produit une résonance masse-air-masse, à une fréquence  $f_{mam}$  donnée par l'équation suivante:

$$f_{mam} = 1897 \sqrt{m_1 + m_2} / \sqrt{Dm_1m_2}$$

(3)

où  $m_1, m_2$  = masses surfaciques des parois, en  $\text{kg/m}^2$ ;  $D$  = distance entre les deux parois, en mm. Plus la lame d'air est profonde ou plus les matériaux sont lourds, plus la fréquence de résonance est basse. Pour les fréquences inférieures à la fréquence de résonance, les parois sont mises en contact par l'air dans le vide et la perte de transmission est égale à la somme de leurs masses. À proximité de la fréquence de résonance toutefois, les pertes de transmission sont généralement plus faibles que dans les autres cas. Au-dessus de la fréquence de résonance, les pertes de transmission du son augmentent plus rapidement que ne le prévoit la loi de: masse pour la somme de leurs masses. La figure 2 donne un exemple de l'amélioration que l'on peut obtenir en augmentant l'épaisseur de la lame d'air entre les deux parois d'un mur. Généralement, les cloisons doivent être conçues de sorte que la résonance masse-air-masse soit inférieure à 80 Hz.

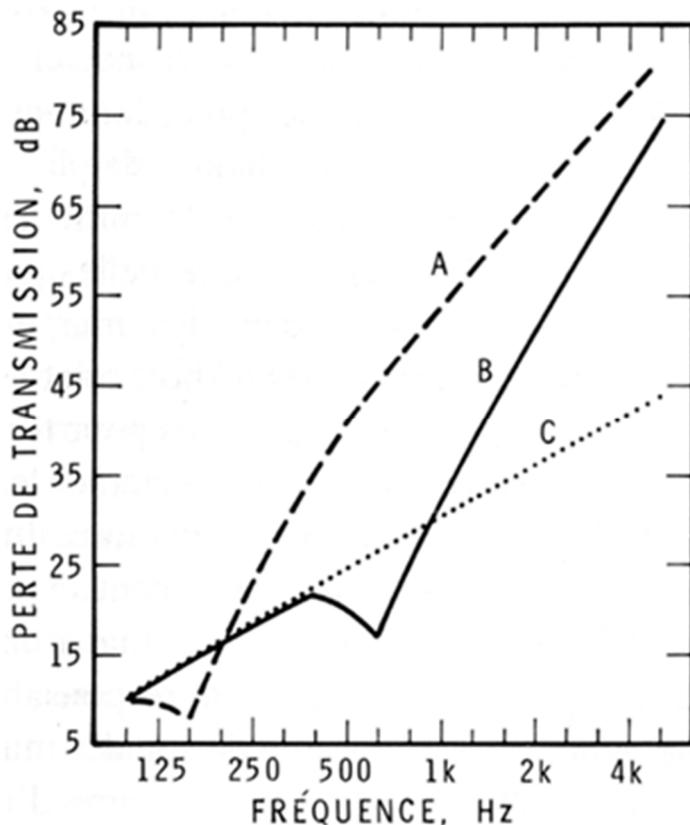


Figure 2. Effet d'une lame d'air dans un mur à paroi double avec des tôles d'acier de 0,5 mm de chaque côté, un matériau absorbant dans la cavité et aucune liaison mécanique rigide entre les

deux parois. A a une lame d'air de 100 mm, un creux de résonance à 135 Hz et un ITS de 29; B a une lame d'air de 5 mm, un creux de résonance à 630 Hz et un ITS de 24. La courbe C présente les prévisions selon la loi de masse pour une tôle d'acier unique de 1 mm d'épaisseur et un ITS de 28.

Les résonances à ondes stationnaires entre les éléments d'un mur ou d'un plancher à paroi double se produisent à des fréquences relativement hautes, ce qui peut réduire encore les pertes de transmission du son. Les effets négatifs de la plupart de ces résonances peuvent être réduits par un matériau absorbant posé à l'intérieur de la cavité. Pour un mur d'une épaisseur normale (environ 100 mm), la masse volumique et l'épaisseur du matériau absorbant ne sont pas des facteurs très importants. Une augmentation de l'épaisseur du matériau absorbant au-delà de 75 mm aura peu d'effet sur l'ITS. Toutefois, avec des planchers ou des murs plus épais, il devient important d'utiliser du fibre de verre plus épais. Les types d'isolants en fibre de verre ou en laine minérale utilisés normalement pour l'isolation thermique absorbent bien le son et sont tout à fait appropriés pour les murs à paroi double.

### Murs recouverts de plaques de plâtre

La liaison mécanique entre les épaisseurs de plaques de plâtre peut être réduite par l'utilisation de poteaux de bois décalés, de deux rangées de poteaux de bois séparées, ou d'une seule rangée de poteaux de bois avec profilés résilients pour supporter les parois indépendamment l'une de l'autre. Les poteaux en acier non porteurs sont généralement suffisamment souples pour éviter une solidarisation mécanique des deux parois. De bons résultats ont été obtenus en utilisant des poteaux d'acier porteurs de 150 mm avec des profilés résilients. Le tableau 2 donne les ITS pour des constructions types. La présence d'un matériau absorbant augmente l'indice de transmission du son d'environ 8 points par rapport au même mur sans matériau absorbant. L'épaisseur des plaques de plâtre n'est pas indiquée car ce tableau n'est qu'un simple guide. L'indice est supérieur de quelques points lorsque le mur est recouvert de plaques de plâtre de 16 mm d'épaisseur au lieu de 13 mm. Le tableau indique que des ITS de 60 ou plus peuvent être obtenus si l'épaisseur de la lame d'air est suffisante et si les épaisseurs de plaques de plâtre sont adéquates. Ces indices ont été mesurés dans des bâtiments ainsi qu'en laboratoire.

**Tableau 2. ITS de murs ayant deux épaisseurs de plaques de plâtre\***

Types de construction	Épaisseurs de plaques de plâtre chaque côté du mur		
	1+1	1+2	2+2
Poteaux de bois de 38 × 89 mm avec profilés d'acier résilients d'un côté	48 [40]	52 [44]	56 [52]
Poteaux de bois décalés de 38 × 89 mm	50 [41]	53 [47]	55 [52]
Deux rangées de poteaux de bois de 38 × 89 mm avec un petit espace intermédiaire	57 [46]	60 [52]	63 [57]
Poteaux d'acier de 90 mm	45 [39]	49 [45]	56 [50]
Poteaux en acier porteurs de 150 mm avec profilés résilients d'un côté	58	60	63

\*Les indices qui ne sont pas entre parenthèses correspondent aux murs remplis de matériau absorbant. Les indices entre parenthèses correspondent aux murs sans matériau absorbant.

Contrairement aux résultats indiqués dans le tableau, les cloisons types construites dans les maisons individuelles à l'aide de plaques de plâtre fixées directement de chaque côté d'une série de poteaux en bois ont un ITS d'environ 33. Le remplissage des vides par un matériau absorbant augmente l'isolation acoustique d'environ 3 dB, car l'énergie sonore est transmise directement d'une surface du revêtement à l'autre par l'intermédiaire des poteaux. Le matériau absorbant serait beaucoup plus efficace si les deux parois n'étaient pas solidaires, car la plupart des sons seraient alors transmis par l'air contenu dans la cavité. Les liaisons mécaniques rigides sont en acoustique l'équivalent d'un court-circuit en électricité ou d'un pont thermique en isolation thermique. Il faut les éviter.

### **Murs en blocs de béton**

Les murs en blocs de béton comportent en général un revêtement de finition en plaques de plâtre de chaque côté. L'utilisation de profilés résilients et de matériaux absorbants dans la lame d'air est aussi importante dans les murs en blocs de béton que dans les murs à ossature de bois ou d'acier. La résonance masse-air-masse est également importante. Si la lame d'air derrière le mur est trop négligeable, les pertes de transmission du son peuvent être réduites par rapport au mur sans revêtement de finition. Pour une seule épaisseur de plaques de plâtre fixées à un mur en blocs de béton, la lame d'air devrait être supérieure à 60 mm afin de respecter le critère de 80 Hz mentionné précédemment. Pour une double épaisseur de plaques de plâtre, la lame d'air peut être réduite à 35 mm. Ces lames d'air sont plus épaisses que celles que l'on trouve habituellement dans les murs en blocs de béton où des fourrures de bois relativement minces sont souvent employées pour fixer le revêtement. Même en collant directement les plaques sur le béton, on peut créer un mince film d'air de quelques millimètres et il peut en résulter un phénomène de résonance masse-air-masse. Cette résonance est souvent responsable du faible indice de transmission du son des murs en blocs de béton. En augmentant la lame d'air de quelques centimètres, on peut alors accroître considérablement l'ITS.

Certains blocs de béton sont légèrement poreux et l'épaisseur réelle de la lame d'air derrière le revêtement de finition est en fait plus importante que les dimensions physiques de l'espace; la résonance masse-air-masse est donc plus faible que prévue. Cette caractéristique peut seulement être vérifiée par des essais acoustiques. On trouvera aux références 2, 3 et 4 les indices de transmission du son de certaines constructions en blocs de béton. On peut facilement atteindre un ITS de 60 ou plus avec un mur en blocs de béton s'il est bien conçu et bien construit.

### **Transmission indirecte**

Lors des mesures en laboratoire de la transmission du son par voie aérienne, le seul trajet que peuvent emprunter les sons entre les chambres d'essai passe par la cloison ou le plancher d'essai. Dans les bâtiments toutefois, le son circule d'un appartement à l'autre soit indirectement par certains éléments de la structure, soit directement par les murs mitoyens, les planchers ou les plafonds. Lorsque la conception est peu soignée, ces voies de transmission indirecte peuvent produire davantage d'énergie sonore que la transmission directe par les murs mitoyens, les planchers ou les plafonds. Toutes les voies de transmission directe et indirecte doivent être considérées comme un tout, afin que les ensembles construits sur le chantier puissent offrir une isolation acoustique comparable à celle obtenue en laboratoire. Les planchers sont particulièrement sujets à la transmission des bruits d'impact à cause de la transmission indirecte par la structure porteuse. Toutefois, ce sujet dépasse la portée de ce digest. Si les facteurs physiques influençant l'indice de transmission du son des cloisons et des planchers sont bien compris, il sera possible d'en appliquer les principes à toutes les voies de transmission sonore. On trouvera d'autres informations à ce sujet dans la référence 5.

### **Références**

1. Warnock, A.C.C. Introduction à l'acoustique du bâtiment. **Digest de la construction au Canada n° 236F**, août 1985.\*

2. Northwood, T.D. et Monk, D.W. Sound transmission loss of masonry walls: Twelve-inch lightweight concrete blocks - with various surfaces finishes. Building Research Note 90, avril 1974.\*
3. Northwood, T.D. et Monk, D.W. Sound transmission loss of masonry walls: Twelve-inch lightweight concrete blocks - comparison of latex and plaster sealers. Building Research Note 93, septembre 1974.\*
4. Wamock, A.C.C. et Monk, D.W. Sound transmission loss of masonry walls: Tests on 90, 140, 190, 240 and 290 mm concrete block walls with various surface finishes. **Building Research Note 217**, juin 1984.\*
5. ASTM E497-76. Standard recommended practice for installation of fixed partitions of light frame type for the purpose of conserving their sound insulation efficiency. American Society for Testing and Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, PA, 19103, U.S.A.

---

\*Publié par la Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches du Canada