

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Transmission du son par les fenêtres Quirt, J. D.

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/10.4224/40000944>

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=bac31f7b-4ebd-488c-b95d-625beb65aa04>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=bac31f7b-4ebd-488c-b95d-625beb65aa04>

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-240-F

Transmission du son par les fenêtres

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.

J.D. Quirt

Résumé

Ce digest traitera de l'influence des caractéristiques types des fenêtres sur la transmission du son.

Introduction

En plus de fournir un éclairage naturel, les fenêtres transmettent également les sons. C'est là un problème non seulement pour les fenêtres des façades des bâtiments, mais aussi pour les fenêtres prévues dans l'aménagement intérieur des locaux (portes vitrées, cabines de studios d'enregistrement, etc.). Souvent, les sons transmis par les fenêtres affectent l'isolation acoustique d'une pièce.

La transmission du son par les fenêtres est régie par les mêmes principes physiques que la transmission du son par les murs.¹ Cependant, les mesures de limitation des bruits dépendent à la fois des propriétés du vitrage et des caractéristiques du châssis des fenêtres. En augmentant l'épaisseur du vitrage, par exemple, on obtient une plus grande réduction des bruits pour la plupart des fréquences; cependant, la rigidité du verre limite cet effet. Le même résultat est obtenu lorsqu'on utilise plusieurs vitres (double ou triple vitrage), bien qu'il faille tenir compte de l'espace séparant les vitres.

Comme pour d'autres éléments du bâtiment, la transmission du son par les interstices peut nettement diminuer l'efficacité de l'isolation acoustique. Cela est particulièrement le cas des fenêtres ouvrantes, car même les fenêtres dotées de bons coupe-bise n'assurent pas une aussi bonne isolation acoustique en raison des fuites d'air. La plupart des données présentées dans ce digest portent sur des fenêtres étanches. Une méthode permettant d'évaluer les effets des fuites d'air sur la réduction du bruit est présentée à la fin.

Les termes d'acoustique utilisés ici, tels que le décibel (abréviation dB), sont définis dans le Digeste de la construction au Canada n° **236F**.² La perte de transmission du son (TL) est une mesure normalisée de la réduction du bruit exprimée en décibels pour des gammes de fréquences spécifiques. Les tendances générales sont présentées ici en termes d'indice de transmission du son (ITS) qui est la mesure la plus couramment utilisée en Amérique du Nord. L'ITS est calculé en comparant la courbe des pertes de transmission mesurée à des courbes de référence.

Bien que l'ITS des éléments de bâtiment permette en général d'évaluer leur capacité à réduire la transmission des bruits comme ceux produits par la voix, il ne permet pas d'évaluer correctement l'isolation contre les sources de bruits riches en basses fréquences. Comme la plupart des sources de bruits extérieurs font partie de cette catégorie (circulations aérienne et routière), l'ITS ne suffit pas à déterminer la réduction du bruit par les surfaces extérieures, tel qu'il est mentionné dans la norme définissant l'ITS.³ Une méthode indiquant les corrections à apporter à l'ITS afin de permettre la conception de surfaces extérieures qui limitent la transmission des bruits a été présentée dans une publication antérieure.⁴

Simple vitrage étanche

La perte de transmission du son (TL) d'un panneau mince de grande dimension devrait théoriquement augmenter de 6 dB chaque fois que l'on double la fréquence de son ou la masse de la vitre si l'on ne tient pas compte de la rigidité. Bien que les vitrages simples suivent approximativement cette loi de masse pour certaines fréquences, la rigidité du verre et la dimension relativement réduite des fenêtres ordinaires provoquent des écarts par rapport aux résultats prévus.

La loi de masse et les courbes TL de deux exemples de vitrage simple étanche sont présentées à la figure 1. Lorsque la fréquence augmente, la loi de masse indique un plus grand changement dans la perte de transmission du son que la valeur effective mesurée.

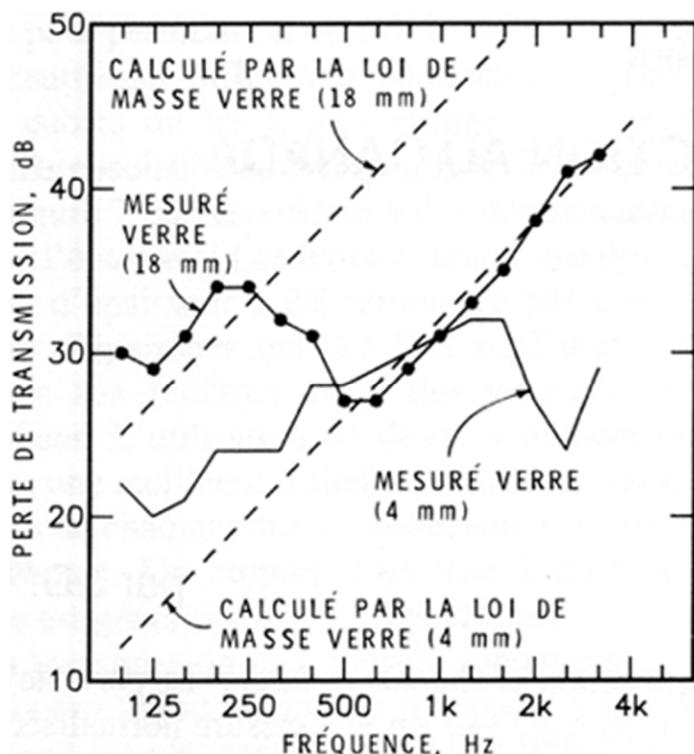


Figure 1. Perte de transmission du son (TL) d'un simple vitrage étanche

Pour les basses fréquences, les valeurs TL mesurées sont plus élevées que celles calculées par la loi de masse. Ceci est dû aux contraintes en bordure de la vitre et aux dimensions relatives des fenêtres par rapport aux longueurs d'ondes des sons. Ces effets sont en général insignifiants pour les grandes surfaces comme les murs séparant les pièces, mais ils augmentent sensiblement la valeur TL pour les petits panneaux comme les fenêtres. La valeur TL augmente selon la dimension et la forme de la fenêtre, et aussi selon la façon dont la vitre est fixée au châssis. L'utilisation de joints souples (néoprène) entraîne un accroissement des valeurs TL à basses fréquences de plusieurs décibels.

À plus hautes fréquences, les valeurs TL mesurées sont très inférieures à celles calculées à l'aide de la loi de masse. Cette diminution, parfois appelée « écart de coïncidence »,¹ est due aux ondes de flexion dans le panneau de verre. La fréquence à laquelle ce phénomène se produit est inversement proportionnelle à l'épaisseur du verre. Pour un verre de 2 mm d'épaisseur, l'écart de coïncidence devrait se situer aux alentours de 5 kHz. Pour un verre de 18 mm d'épaisseur, la fréquence de coïncidence est de l'ordre de 500 Hz, comme on peut le constater à la figure 1. Aux environs de 500 Hz, la valeur TL pour un verre de 18 mm d'épaisseur est plus basse que pour un verre de 4 mm. Pour les fréquences supérieures à 200 Hz, les valeurs TL mesurées pour un verre de 18 mm sont très inférieures à celles calculées avec la loi de masse. A cause de cet effet, l'ITS pour les vitrages simples augmente très peu en fonction de l'épaisseur du verre.

Au-dessus de la fréquence de coïncidence, le verre feuilleté (consistant en 2 couches ou plus collées ensemble par de minces films de plastique) peut donner des valeurs TL plus élevées que le verre plein. Le verre feuilleté se rapproche davantage des valeurs calculées à l'aide de la loi de masse au-dessus de la fréquence de coïncidence. Cette amélioration est apparemment attribuable à l'effet d'amortissement (dissipation de l'énergie vibratoire) par les films intermédiaires de plastique. Il faut remarquer cependant que l'amortissement dépend en général de la température.⁵ Avec les températures d'hiver normalement enregistrées au Canada, l'augmentation des valeurs TL due à l'utilisation de verre feuilleté peut être nettement réduite.

On utilise parfois du plastique transparent (y compris des polycarbonates résistant aux impacts) à la place du verre. Les plastiques assurent l'isolement aux bruits de façon similaire au verre de même masse. Par exemple, la valeur TL d'un panneau de plastique de 8 mm d'épaisseur est voisine de celle d'un verre de 4 mm d'épaisseur (voir la figure 1) qui a approximativement le même poids.

Double vitrage étanche

La valeur TL d'un double vitrage dépend des caractéristiques de la lame d'air entre les deux vitres.

L'ITS des doubles vitrages types augmente en fonction de la lame d'air entre les vitres (figure 2). Chaque fois que l'on double cette lame d'air, l'ITS augmente d'environ 3 dB. Il augmente également avec l'épaisseur du verre.⁶⁻⁸

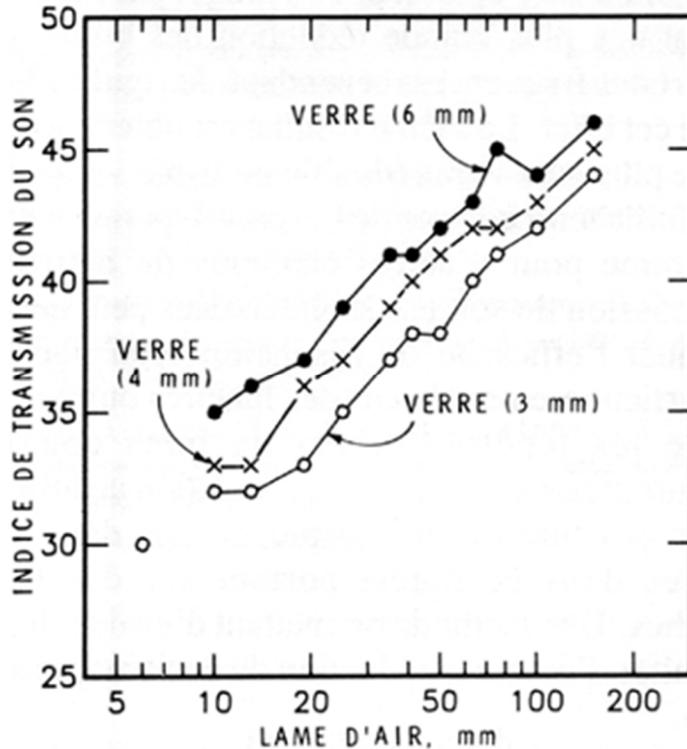


Figure 2. Indice de transmission du son (ITS) en fonction de la lame d'air entre les vitres d'un double vitrage⁶

Si l'espace entre les deux vitres est minime, l'ITS est légèrement supérieur (ou peut être légèrement inférieur) à celui d'un vitrage simple fabriqué avec le même verre. Ce phénomène est dû au fait que l'air qui se trouve entre les deux vitres agit comme un ressort et transmet l'énergie vibratoire d'une vitre à l'autre. Ceci cause une diminution brusque de la valeur TL, communément appelée résonance masse-air-masse. La fréquence à laquelle cette résonance se produit est donnée par l'expression suivante:

$$1150 \sqrt{t_1 + t_2} / \sqrt{t_1 t_2 d}$$

où t_1 et t_2 représentent les épaisseurs des deux vitres et de la lame d'air, toutes ces grandeurs étant exprimées en millimètres. La résonance se produit entre 200 et 400 Hz pour des vitrages doubles étanches comme l'illustre la figure 3. Une grande partie de l'énergie acoustique provenant de la circulation aérienne ou routière se situe dans cet intervalle de fréquence. En augmentant la lame d'air et en utilisant du verre plus lourd, on peut abaisser la fréquence de résonance et améliorer l'isolation acoustique pour cette source de bruit.

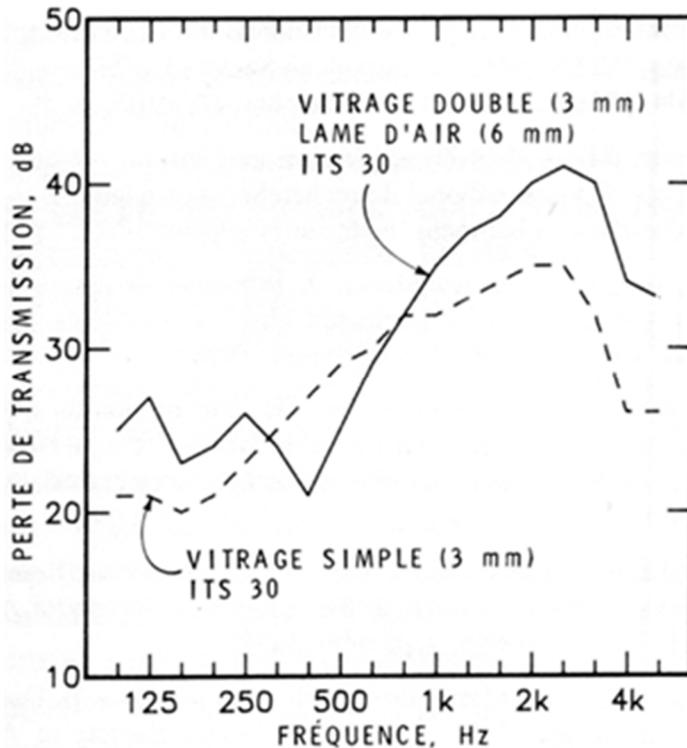


Figure 3. Effet d'une mince lame d'air sur la valeur TL d'un double vitrage

En dessous de la fréquence de résonance masse-air-masse, le double vitrage a la même valeur TL qu'un simple vitrage ayant la même épaisseur totale de verre. Bien au-dessus de la fréquence de résonance, la valeur TL est supérieure à celle d'une seule vitre et augmente (comme l'ITS) d'environ 3 dB chaque fois que la lame d'air est doublée.

Triple vitrage étanche

En dépit de la croyance générale qui veut qu'une troisième vitre améliore l'isolation acoustique, les triples vitrages assurent le même isolement aux bruits que les doubles vitrages, à moins que la lame d'air entre les vitres soit très importante. A la figure 4, on peut comparer les valeurs TL des fenêtres à double vitrage à celles des fenêtres à triple vitrage ayant une épaisseur totale similaire. En dessous de la fréquence de résonance masse-air-masse (environ 250 Hz dans ce cas), la valeur TL pour un vitrage triple est supérieure d'environ 3 dB, conformément à la loi de masse pour une augmentation de la masse des fenêtres de 50 %. À plus hautes fréquences, les courbes TL sont presque identiques. Les ITS des deux fenêtres sont les mêmes.

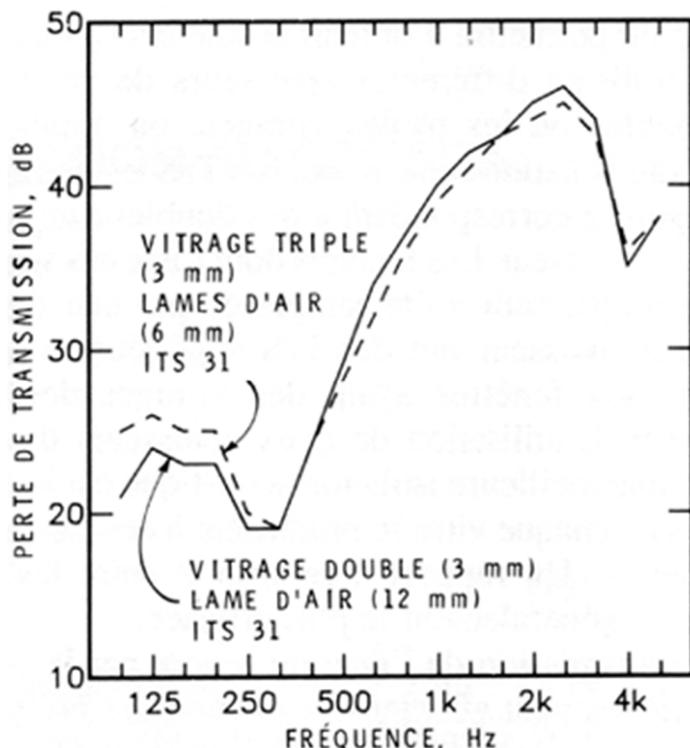


Figure 4. Valeur TL des fenêtres à double et à triple vitrage

Cette petite différence de la valeur TL entre un double et un triple vitrage n'existe pas seulement qu'avec les vitrages étanches et montés dans un simple châssis où la lame d'air totale est normalement de 15 mm ou moins. À moins que les deux lames d'air soient plus larges, l'ITS des fenêtres à triple vitrage est très voisin de celui des fenêtres à double vitrage. Enfin, pour une fenêtre double ayant une lame d'air suffisamment large, on n'augmente que très légèrement l'ITS en remplaçant une des vitres par un vitrage étanche.

Conception des fenêtres pour limiter le bruit

Lorsqu'on désire réduire considérablement le bruit, un double vitrage constitue un bon choix. La lame d'air entre les deux vitres devrait être suffisamment large pour permettre d'obtenir la valeur TL souhaitée.

En utilisant différentes épaisseurs de verre pour les doubles ou les triples vitrages, on obtient une meilleure isolation acoustique. Les ITS les plus élevés à la figure 2 correspondent à des doubles vitrages de 6 mm d'épaisseur. Les fenêtres dont l'une des vitres de 6 mm d'épaisseur a été remplacée par une vitre de 3 mm d'épaisseur ont des ITS supérieurs ou équivalents aux fenêtres ayant des vitrages de même épaisseur. L'utilisation de deux épaisseurs de verre assure une meilleure isolation acoustique car les résonances de chaque vitre se produisent à des fréquences différentes. Un rapport d'environ 2 entre les deux vitres est généralement le plus efficace.

La transmission de l'énergie sonore par le châssis des fenêtres peut affecter la réduction des bruits, notamment pour les fenêtres ayant une valeur TL élevée. Les ITS de la figure 2 correspondent à des vitres montées dans des châssis de bois supportés par un cadre de bois de 40 mm d'épaisseur. Les essais ont montré que la transmission par le cadre était minimale. Certains essais effectués avec des cadres métalliques légers ont donné des ITS inférieurs qui seraient apparemment dus à la transmission des vibrations par le châssis. En général, l'utilisation de cadres légers devrait être évitée. Si on veut obtenir une valeur TL élevée, il faut utiliser des châssis séparés, supportés par des murs indépendants afin d'éliminer totalement ce problème.

Bien que le remplissage de la cavité d'un mur à double paroi avec un matériau absorbant (comme la fibre de verre) peut augmenter l'ITS, cette technique ne peut s'appliquer aux fenêtres en raison de la nécessité de laisser passer la lumière. On peut tout de même réduire un peu la transmission du bruit en recouvrant de matériau absorbant le cadre de l'ouverture prévue pour la fenêtre. Cette solution augmente légèrement l'ITS, parfois même jusqu'à 10 dB pour les hautes fréquences.

Le montage non parallèle des vitres est une technique utilisée depuis longtemps dans les studios d'enregistrement; cependant, on n'a pas pu mesurer de différences sensibles en laboratoire pour ce type de montage. La valeur TL des fenêtres ayant des vitres non parallèles est essentiellement la même que celle des fenêtres ayant des vitres parallèles, avec le même espace moyen entre les vitres. Des vitrages parallèles, espacés au maximum, en fonction de l'épaisseur du mur, permettent d'obtenir une réduction de bruit optimale.

Fenêtres ouvrantes

Comparativement aux fenêtres étanches, la transmission du son par les interstices des fenêtres ouvrantes réduit la valeur TL. En général, cette réduction tend à être supérieure pour les gammes de hautes fréquences. Pour une fenêtre dotée d'un bon coupebise, l'ITS est généralement de 3 à 5 dB inférieur à celui d'une fenêtre étanche. Plus l'ITS d'une fenêtre étanche est élevé, plus il décroît en raison d'une fuite sonore. La réduction approximative de l'ITS est donnée par l'expression suivante :

$$10 \log_{10} [1 + 0,012(L/S)10^{ITS/10}]$$

où L = fuite d'air en L/s pour une pression de 75 Pa, S = aire de la fenêtre en m², et ITS = indice de transmission du son de la fenêtre étanche.⁹

Références

1. Warnock, A.C.C. Facteurs modifiant la perte de transmission du son. Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches en bâtiment, Digest de la construction au Canada n° **239F**, 1985.
2. Warnock, A.C.C. Introduction à l'acoustique du bâtiment. Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches en bâtiment, Digest de la construction au Canada n° **236F**, 1985.
3. Standard classification for determination of sound transmission class, ASTM E413-73. American Society for Testing and Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103, U.S.A.
4. Qirt, J.D. Calcul et vérification de l'insonorisation des bâtiments. Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches en bâtiment, Note sur la construction n° 56F, 1985.
5. Yoshimura, J. et Kanazawa, J. Influence of damping on the transmission loss of laminated glass. Proceedings, Internoise '84, vol. 1, p. 589-592, décembre 1984.
6. Qirt, J.D. Mesures de la perte de transmission du son par les fenêtres. Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches en bâtiment, Note de recherche en bâtiment n°, 172F, 1985.
7. Qirt, J.D. Sound transmission through windows: I. Single and double glazing. Journal of the Acoustical Society of America, vol. 72, p. 834-844, septembre 1982.
8. Qirt, J.D. Sound transmission through windows: II. Double and triple glazing. Journal of the Acoustical Society of America, vol. 74, p. 534-542, août 1983.
9. Sabine, J.J., Lacher, M.B., Flynn, D.R., et Quindry, T.L. Acoustical and thermal performance of exterior residential walls, doors, and windows. NBS Building Science Series 77, U.S. Department of Commerce, novembre 1975.