

Isolation aux sons aériens dans les immeubles d'habitation

Par J.D. Quirt et T.R.T. Nightingale

Cet article explique comment une attention accrue à la performance des systèmes permet d'améliorer l'isolation acoustique des immeubles d'habitation, et ce, de façon économique. On y passe en revue les notions et la terminologie associées à l'isolation acoustique dans un système de bâtiment complet et on y présente des résultats de recherche qui illustrent l'importance de certains détails typiques des constructions à ossature en bois sur l'isolation acoustique¹.

Lorsqu'il est question du contrôle de la transmission acoustique (l'« isolation acoustique ») dans les immeubles d'habitation à ossature en bois d'Amérique du Nord, la démarche classique de conception tend à négliger certains aspects fondamentaux de la transmission du son. En effet, depuis longtemps, les codes du bâtiment du Canada et des États-Unis² ne tiennent compte que de l'indice de transmission du son (STC–Sound Transmission Class) de l'ensemble qui sépare les unités d'habitation, à savoir le mur lorsqu'il s'agit d'unités adjacentes, et le système plancher-plafond lorsqu'il s'agit d'unités superposées.

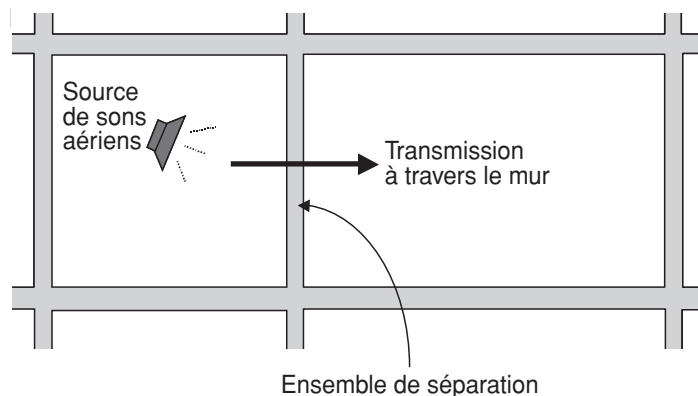


Figure 1. Démarche classique : seule la transmission par l'ensemble de séparation est considérée.

Or, cette démarche ne procure pas une isolation acoustique satisfaisante entre les unités d'habitation, puisqu'elle ne tient pas compte de la transmission indirecte du son, c'est-à-dire de la transmission sonore structurale qui contourne le mur de séparation pour passer à travers d'autres éléments de construction tels que le plancher, le plafond ou les murs en contact avec le mur de séparation (les « murs latéraux »).

La satisfaction des occupants quant à l'isolation acoustique entre leur unité d'habitation et celles de leurs voisins est tributaire de la performance combinée des ensembles de mur de séparation et de plancher et de tous les éléments associés à ces ensembles. Le contrôle de la transmission indirecte du son exige une sélection et une conception judicieuses du système de bâtiment complet – c.-à-d. de tous les éléments structuraux, des pare-feu, des finitions et des éléments d'assemblage à la jonction des murs de séparation, des planchers et des plafonds. En d'autres termes, c'est la performance acoustique du système complet,

La transmission indirecte s'applique autant à la transmission des sons aériens qu'à la transmission des bruits d'impact. Ce numéro traite exclusivement de la transmission des sons aériens. Les bruits d'impact feront l'objet d'un numéro subséquent.

et non pas celle de l'ensemble de séparation pris isolément, qui déterminera le degré d'isolation acoustique perçu par les occupants.

La transmission indirecte et l'indice de transmission du son apparent

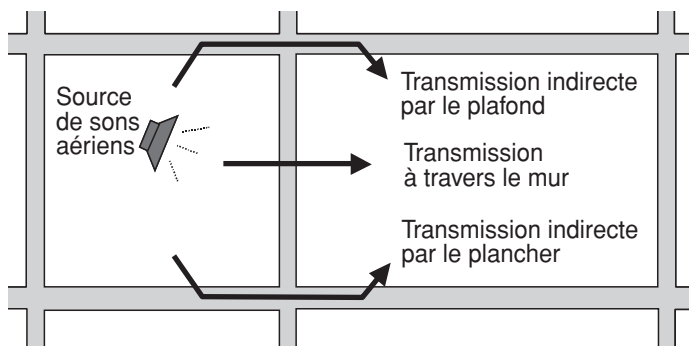


Figure 2. La transmission du son dans les bâtiments est en fait la combinaison de la transmission directe à travers l'ensemble de séparation et de la transmission indirecte par les ensembles de mur et de plancher adjacents.

Lorsqu'un son est produit, toutes les surfaces de la pièce source se mettent à vibrer. Une partie de cette vibration est transmise par le plancher, le plafond et les murs adjacents, puis par les jonctions plancher-mur et mur-mur aux surfaces correspondantes de la pièce adjacente, où elle rayonne et produit un son indirect (figure 2).

Ce que l'occupant de la pièce adjacente perçoit est une combinaison du son transmis directement à travers l'ensemble de séparation et du son indirect qui a emprunté toutes les autres voies de transmission. L'indice utilisé pour caractériser la transmission du son par toutes les voies de transmission, telle que la perçoit l'occupant, est appelé l'indice de transmission du son apparent (ASTC—*Apparent Sound Transmission Class*). À l'instar du STC et du FSTC (*Field Sound Transmission Class*—indice de transmission du son sur place), qui mesurent l'atténuation du son procuré par l'ensemble de séparation, l'ASTC est un indice numérique défini par la norme E336 de l'ASTM³. En règle générale, l'ASTC est inférieur au STC ou au FSTC de l'ensemble de séparation, voire considérablement inférieur pour certaines combinaisons d'ensembles.

Le contrôle du son (ou de l'énergie acoustique vibrationnelle) passe par la sélection d'un ensemble de séparation efficace, mais aussi par la gestion de l'énergie sonore passant par toutes les voies de transmission.

La prévention de la transmission indirecte du son revêt une importance particulière lorsque l'on souhaite une isolation acoustique élevée.

Il est beaucoup plus coûteux d'effectuer des rénovations destinées à réduire la transmission indirecte du son que de tenir compte de ce phénomène dès la conception.

La construction à ossature en bois typique et ses effets sur la transmission du son

La présente section rend compte des effets de détails de construction typiques sur la transmission du son. On y traite principalement d'un type d'ensemble de base, mais les principes exposés s'appliquent à d'autres systèmes plus complexes.

Unités d'habitation adjacentes

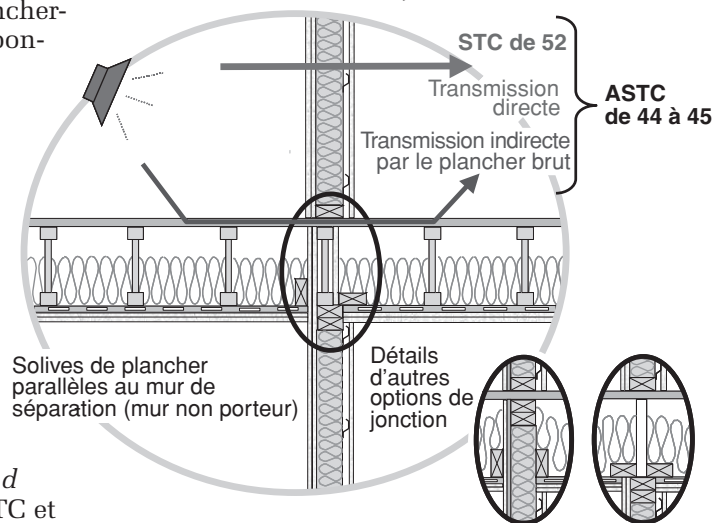


Figure 3. Transmission du son entre des unités d'habitation adjacentes ayant des ensembles de mur et de plancher à ossature en bois simples

Solives de plancher parallèles aux murs de séparation

La figure 3 montre un mur dont, d'un côté, les plaques de plâtre sont vissées directement aux poteaux et, de l'autre, sont installées

sur des profilés souples métalliques. Le STC de cet ensemble de mur a été évalué à 52 en laboratoire. Le plancher est fait de panneaux à copeaux orientés (panneaux OSB) et le plafond sous-jacent est fait de plaques de plâtre installées sur des profilés souples métalliques (STC de 55 en laboratoire).

Lors d'essais répétés prévoyant des changements mineurs aux matériaux et aux détails à la jonction plancher-mur, l'ASTC observé entre les pièces adjacentes oscillait entre 44 et 45. Les mesures au mur ont révélé que la transmission du son dans le système de bâtiment complet reflétait les résultats obtenus en laboratoire (STC 52)

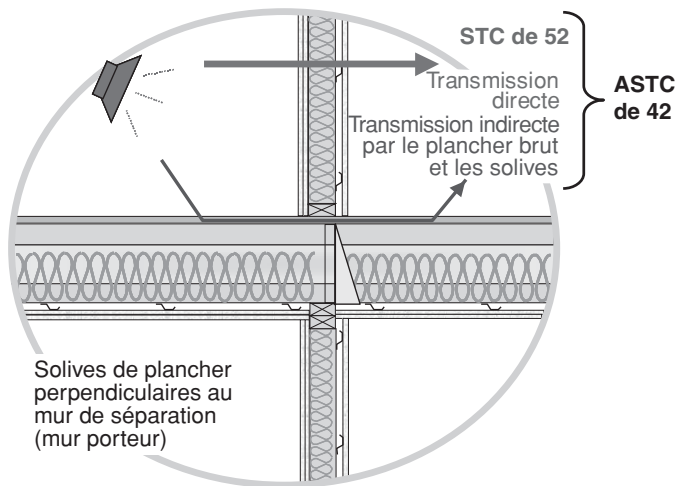


Figure 4. Lorsque l'ensemble de plancher illustré à la figure 3 est modifié de sorte que les solives de plancher soient perpendiculaires au mur de séparation, l'ASTC du système diminue.

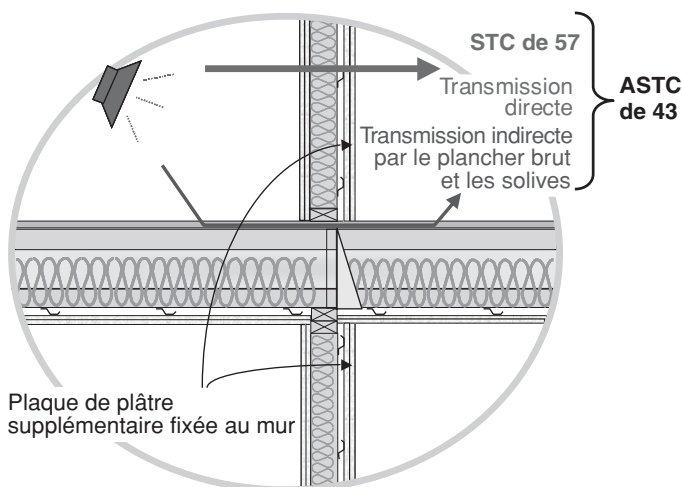


Figure 5. L'installation d'une couche de plaques de plâtre supplémentaire sur l'ensemble du mur illustré à la figure 4 a un effet négligeable sur l'ASTC.

pour un mur de structure identique. L'écart entre la performance du mur et la performance du système est imputable à la transmission indirecte du son par l'ensemble du plancher, qui transmet beaucoup plus le son que l'ensemble du mur de séparation.

Solives de plancher perpendiculaires aux murs de séparation

Dans le scénario illustré à la figure 4, l'ASTC mesuré était encore plus bas que l'ASTC observé lorsque les solives étaient parallèles au mur de séparation (figure 3). Le problème dans ce cas-ci ne réside pas dans le fait que l'ensemble du mur de séparation transmet davantage le son que prévu – sa performance est conforme à ce qu'on peut s'attendre de sa conception et de sa construction. Il réside plutôt du fait que la plus grande partie de l'énergie sonore contourne le mur de séparation et est transmise par la structure de façon indirecte. Encore une fois, l'ASTC est beaucoup plus bas que le STC de l'ensemble de séparation parce qu'on a omis de tenir compte de la transmission indirecte lors de la conception.

Solives de plancher perpendiculaires aux murs de séparation revêtus d'une couche de plaques de plâtre supplémentaire

Les systèmes illustrés aux figures 3 et 4 sont les plus susceptibles de causer du bruit que les occupants d'unités d'habitation adjacentes trouveront incommode. Pour remédier au problème, le constructeur aura pour réflexe de « réparer » l'ensemble du mur de séparation, par exemple en installant une couche de plaques de plâtre supplémentaire sur des profilés souples (voir figure 5). En effet, les tables d'indice acoustique pour les ensembles de mur (voir *Solutions constructives n° 1*) montrent que l'ajout d'une couche de plaques de plâtre devrait hausser le STC de l'ordre de 5 points. Or, des essais détaillés ont révélé que, si la transmission du son directement par le mur s'en trouvait effectivement réduite (c.-à-d. si le STC s'en trouvait bel et bien haussé), la performance du système, elle, demeurerait pour ainsi dire la même et l'ASTC ne passerait qu'à 43, la principale voie de transmission du son (c.-à-d. la transmission indirecte du son par le plancher) n'ayant reçu aucune attention. Pour remédier au problème, il importe de déterminer toutes les voies de transmission du son et de prendre les mesures indiquées pour les éliminer.

Solives de plancher perpendiculaires aux murs de séparation, avec revêtement de plancher

Étant donné que le principal problème des constructions illustrées aux figures 3, 4 et 5 découle de la transmission indirecte du son par la surface du plancher, la modification de cette surface joue indubitablement un rôle clé dans l'amélioration de la performance de système.

L'ajout d'un revêtement de plancher, tel qu'une couche de béton ou une simple seconde couche de panneaux OSB, peut considérablement réduire la transmission indirecte par le plancher. L'ajout d'une finition sur le plancher, telle que du bois franc ou un revêtement laminé installé sur treillis souple, peut également contribuer à atténuer ce phénomène. Toutefois, l'amélioration de l'ASTC du système dépend non seulement des matériaux ajoutés mais aussi des détails du plancher et de la jonction du système en cause.

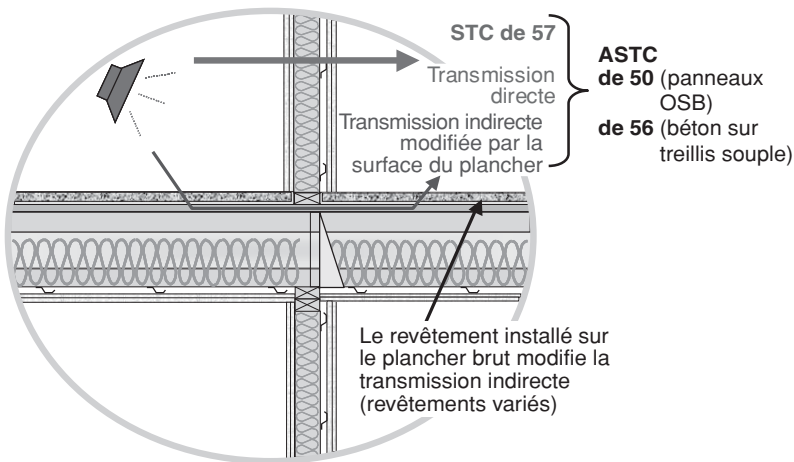


Figure 6. L'ajout d'un revêtement de plancher pour réduire la transmission indirecte du son par le plancher améliore considérablement l'ASTC du système.

Une conception soucieuse de la performance du système

La présente section énonce les principaux aspects qu'il importe d'examiner pour satisfaire aux objectifs d'une conception soucieuse de la performance du système.

Unités d'habitation adjacentes

Une démarche de conception fondée sur l'ensemble du système doit tenir compte de la transmission directe de l'énergie sonore à travers l'ensemble de séparation de même que de la transmission indirecte du son par les principales voies de transmission indirecte.

La voie de transmission indirecte dominante est souvent la surface du plancher, en particulier lorsque la surface du plancher est constituée d'une seule couche de panneaux OSB ou de contreplaqué. Lorsque les voies de transmission indirecte passent par le plancher, plusieurs solutions s'offrent au concepteur :

- **Modification de l'orientation des solives de plancher.** En règle générale, un plancher dont l'ossature est perpendiculaire au mur de séparation constitue une voie de transmission indirecte du son plus efficace qu'un plancher dont l'ossature est parallèle au mur de séparation, et ce, autant pour les surfaces du plancher (comme l'illustrent les figures 3 et 4) que pour les plafonds fixés en dessous de l'ossature (comme on le verra plus loin).
- **Atténuation de la transmission indirecte à la jonction plancher-mur.** La réduction des liaisons structurales à la jonction plancher-mur contribue à atténuer la transmission indirecte. Ainsi, le son sera davantage assourdi à la jonction d'un mur à poteaux doubles (en raison de la lame d'air entre les rangées de poteaux) qu'à la jonction d'un mur à poteaux simples (voir *Solutions constructives n° 16*).
- **Modification des matériaux de revêtement du plancher brut.** Cette démarche modifie la transmission du son par les surfaces du plancher. Un revêtement de plancher lourd, tel qu'un béton de 38 mm, améliore considérablement l'isolation acoustique. L'ajout d'autres revêtements et couvre-plancher, y compris la superposition de couches de revêtements variés, peut aussi contribuer à réduire la transmission indirecte du son.

Malheureusement, porter une attention particulière à la voie de transmission plancher-plancher ne suffit pas, puisqu'il peut exister d'autres voies de transmission importantes. Il n'est pas rare que, une fois un système de plancher performant installé, d'autres voies de transmission du son se révèlent. Il est alors plus avantageux de se concentrer sur l'amélioration d'autres ensembles, tels que le mur de séparation, les plafonds et les murs latéraux, en tant que voies de transmission du son éventuelles. L'effet insonorisant de chaque changement pourra être évalué dans l'optique d'une efficacité optimale du système complet en fonction du coût.

Pour ce qui concerne les surfaces de plaques de plâtre des murs et des plafonds, voici quelques démarches typiques :

- **Fixation de plaques de plâtre sur des profilés souples.** Il s'agit d'une façon efficace de réduire la transmission indirecte par ces surfaces : l'amélioration de l'atténuation du son transmis par cette voie est de l'ordre d'au moins 10 dB. Pour ce qui concerne les voies de transmission que constituent les murs latéraux et les plafonds, comme l'illustrent les figures 7 et 8, une telle amélioration peut pratiquement éliminer la transmission indirecte du son. Toutefois, pour profiter pleinement de l'amélioration que procure cette démarche, les autres voies de transmission indirecte doivent aussi être prises en considération.
- **Installation d'une seconde couche de plaques de plâtre.** Cette démarche réduit seulement légèrement la transmission indirecte : l'amélioration de l'atténuation du son transmis par cette voie est seulement de l'ordre de 1 ou 2 dB.

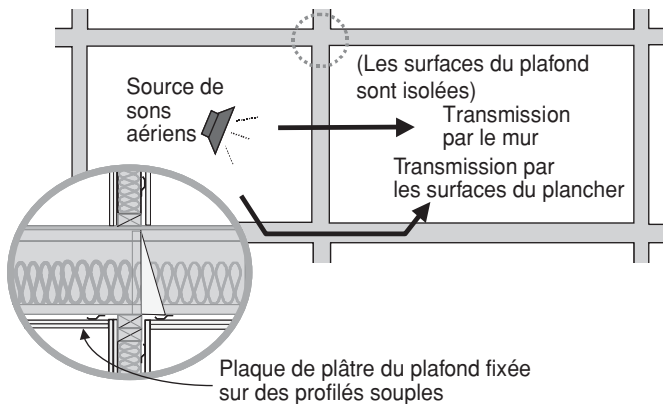


Figure 7. Voies de transmission typiques entre des unités d'habitation adjacentes à un seul étage. Les murs latéraux en contact avec un mur de séparation transmettent également le son, mais les profilés souples sur lesquels sont fixés les panneaux de plâtre de plafond préviennent la transmission par la voie plafond-plafond.

La figure 7 illustre la configuration typique que l'on trouve dans les immeubles d'habitation. Dans les appartements à un seul étage, le plafond en plaques de plâtre est normalement installé sur des profilés souples en vue de réduire la transmission

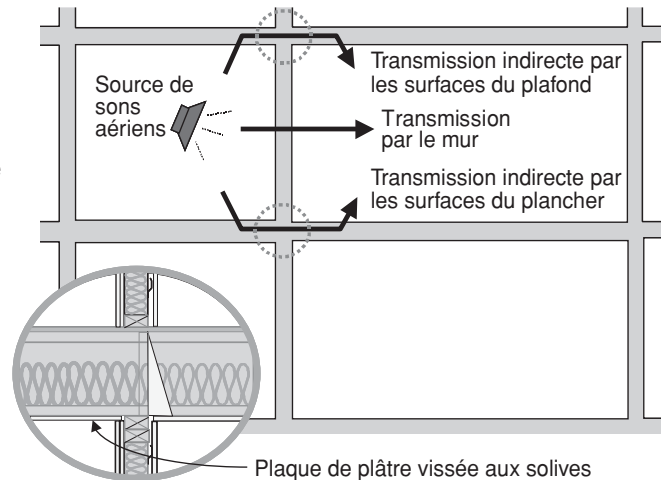


Figure 8. Voies de transmission typiques des maisons en rangée à étages

du son provenant de l'appartement situé à l'étage supérieur. Cette démarche permet aussi d'éliminer pratiquement toute la transmission indirecte imputable à la voie plafond-plafond entre les unités d'habitation adjacentes.

Les murs latéraux sont moins susceptibles de transmettre indirectement le son que les autres voies examinées ci-dessus. Toutefois, la transmission par cette voie peut aussi réduire la performance du système, en particulier si le mur de séparation et le plancher ont fait l'objet d'améliorations, comme l'illustrent les tableaux 1 et 2 ci-dessous.

Lorsque la question de la transmission du son entre les étages d'une même unité d'habitation ne se pose pas (comme c'est le cas pour les maisons en rangée), le plafond est normalement vissé directement sous les solives, comme l'illustre la figure 8. Dans de tels cas, la transmission indirecte par la voie plafond-plafond peut devenir considérable.

Pour ce qui concerne les plafonds, les solives peuvent être perpendiculaires ou parallèles au mur de séparation. L'atténuation de la transmission par le plafond telle qu'illustrée à la figure 8 représente le pire scénario, à savoir lorsque les solives du plancher au-dessus du plafond sont disposées perpendiculairement au mur de séparation. En effet, on constatera normalement moins de transmission du son par la voie plafond-plafond lorsque les solives sont parallèles au mur de séparation. Les tableaux 1 et 2 présentent les effets combinés de toutes les voies de transmission

Tableau 1. ASTC pour la conception d'appartements – solives perpendiculaires aux murs de séparation et plafonds installés sur des profilés souples, comme à la figure 7

Mur de séparation	Mur de base (STC 52)	Meilleur mur (STC 57)	
		Fixation directe	Fixation souple
Plaques de plâtre du mur latéral	Fixation directe ou souple	Fixation directe	Fixation souple
Surface du plancher	ASTC		
• Aucun revêtement (plancher brut de base)	42	43	43
• Panneaux d'OSB de 19 mm agrafés au plancher brut	47	48	49
• Béton de plâtre adhérent de 25 mm coulé sur le plancher brut	48	49	50
• Béton de plâtre de 38 mm sur treillis souple coulé sur le plancher brut	49	51	52

Tableau 2. ASTC pour la conception de maisons en rangée – solives perpendiculaires aux murs de séparation et plaques de plâtre du plafond fixées directement aux solives, comme à la figure 8

Mur de séparation	Mur de base (STC 52)	Meilleur mur (STC 57)	
		Fixation directe	Fixation souple
Plaques de plâtre du mur latéral	Fixation directe ou souple	Fixation directe	Fixation souple
Surface du plancher	ASTC		
• Aucun revêtement (plancher brut de base)	43	43	43
• Panneaux d'OSB de 19 mm agrafés au plancher brut	48	50	50
• Béton de plâtre adhérent de 25 mm coulé sur le plancher brut	49	51	52
• Béton de plâtre de 38 mm sur treillis souple coulé sur le plancher brut	51	53	55

pour des variantes de construction incorporant deux types de fixation du plafond (figures 7 et 8) et l'effet de revêtements de plancher spécifiques. (Le guide de conception¹ contient d'autres tableaux de ce genre.)

L'ASTC d'un bâtiment donné peut différer quelque peu des valeurs du tableau, mais la tendance est la même. Dans tous les cas, l'ASTC du bâtiment est inférieur au STC du mur, voire considérablement inférieur, pour certaines configurations.

Unités d'habitation superposées

La section qui précède démontre que, pour des unités d'habitation adjacentes, l'ASTC du bâtiment complet peut être considérablement plus bas que le STC du mur de séparation. Cet effet est beaucoup moins marqué dans le cas d'unités d'habitation superposées; néanmoins, il mérite d'être examiné pour les besoins de conception.

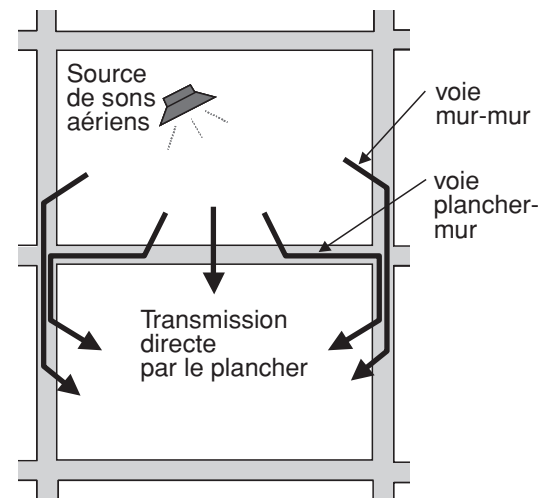


Figure 9. La transmission du son entre des unités d'habitation superposées comprend la transmission directe par le plancher de séparation et la transmission indirecte par les ensembles de plancher et de mur.

Dans un tel scénario, la transmission indirecte est pour ainsi dire la même pour toutes les variantes évaluées. La transmission par les voies mur-mur illustrée à la figure 9 est normalement si faible qu'il est inutile d'en tenir compte. Les seules voies de transmission indirecte dignes de mention sont celles qui font intervenir la surface du plancher et les murs de la pièce inférieure. En règle générale, la question de l'orientation des solives ne se pose pas puisque, en pratique, ces dernières sont perpendiculaires à deux murs et parallèles à deux autres.

Étant donné que la voie de transmission directe et que les voies de transmission indirecte importante font intervenir la surface du plancher, l'ajout de matériaux sur la surface du plancher brut constitue souvent la façon la plus efficace d'améliorer l'isolation acoustique entre les unités d'habitation. Par ailleurs, étant donné que la transmis-

sion indirecte par les murs de la pièce inférieure est comparable à la transmission directe par les plafonds typiques fixés sur des profilés souples, il est peu probable que des solutions coûteuses d'amélioration du plafond hausseront sensiblement l'ASTC à moins qu'elles ne soient conjuguées à des améliorations aux murs telles que celles exposées ci-dessous.

La transmission indirecte par les surfaces des plaques de plâtre des murs peut également être atténuée comme l'illustre le tableau 3, qui présente un exemple d'isolation acoustique pour un système de bâtiment complet. Ce tableau montre l'effet combiné des changements apportés à la surface du plancher, au plafond et aux murs et permet d'évaluer l'efficacité des différentes configurations en fonction du coût. Cette démarche s'apparente à celle qui s'applique aux unités d'habitation adjacentes et s'avère particulièrement utile lorsqu'il est question de revêtement de plancher léger.

Tableau 3. ASTC entre des unités d'habitation (superposées) pour des combinaisons choisies d'ensembles plancher-plafond et de surfaces des murs de la pièce à l'étage inférieur.

Murs de la pièce à l'étage inférieur	Surface du plancher	Pire plafond 1 couche de plaques de plâtre sur des profilés souples métalliques à entraxe de 400 mm (STC 51 sans revêtement)	Meilleur plafond 2 couches de plaques de plâtre sur des profilés souples métalliques à entraxe de 600 mm (STC 59 sans revêtement)
		ASTC	
Murs de base Tous les murs avec une couche de plaques de plâtre fixées directement aux poteaux	• Pas de revêtement (plancher brut OSB)	49	52
	• Panneaux OSB de 19 mm agrafés au plancher brut	54	59
	• Béton de plâtre adhérent de 25 mm coulé sur le plancher brut	59	61
	• Béton de plâtre de 38 mm sur treillis souple coulé sur le plancher brut	63	64
Transmission indirecte supprimée Tous les murs avec une couche de plaques de plâtre sur des profilés souples	• Pas de revêtement (plancher brut OSB)	51	59
	• Panneaux OSB de 19 mm agrafés au plancher brut	55	64
	• Béton de plâtre adhérent de 25 mm coulé sur le plancher brut	62	70
	• Béton de plâtre de 38 mm sur treillis souple coulé sur le plancher brut	66	74

Plus l'ASTC souhaité (à la conception) est élevé, plus il est nécessaire d'accorder une attention particulière à l'atténuation du son pour toutes les voies de transmission, faute de quoi les autres efforts visant à assurer un degré élevé d'isolation acoustique pourraient s'en trouver compromis.

Résumé

La caractérisation expérimentale des voies directes et indirectes de transmission du son dans les constructions à ossature en bois a permis de produire une série de données représentant les effets de configurations données. En tenant compte de la transmission de l'énergie sonore par toutes les voies de transmission, il a été possible d'obtenir des estimations de la performance du système dans son ensemble – c.-à-d. l'ASTC – pour différentes combinaisons de détails de construction. Ces détails de construction ont été combinés dans un guide de conception qui permettra aux concepteurs d'obtenir des constructions ayant l'ASTC souhaité, et ce, de façon économique.

Notes

1. On trouvera de plus amples renseignements dans le *Guide sur l'isolation acoustique des bâtiments à ossature en bois* (RR-219, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 2006) de D. Quirt, T.R.T. Nightingale et F. King. Ce document porte sur les constructions à ossature en bois et son contenu découle de recherches approfondies sur les sources de sons aériens et de bruits d'impact. Le guide est accessible à <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/rr/rr219/rr219f.pdf>.
2. Cf. *Code national du bâtiment du Canada*, 2005.
3. Cf. norme E 336-2005 d'ASTM International intitulée *Standard Test Method for Measurement of Airborne Sound Attenuation between Rooms in Buildings*.

Le projet a été parrainé par un groupe de partenaires de l'industrie dont la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), Forintek Canada Corp., l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada (IRC-CNRC), Owens Corning, USG et TrusJoist. Les partenaires ont non seulement contribué financièrement au projet, mais ont siégé au comité directeur qui a orchestré l'exécution des travaux.

J.D. Quirt, Ph.D., est agent de recherche sénior au sein du programme Environnement intérieur, à l'Institut de recherche en construction (IRC) du Conseil national de recherches.

T.R.T. Nightingale, Ph.D., est agent de recherche au sein du même programme.

© 2008
Conseil national de recherches du Canada
Mars 2008
ISSN 1206-1239