

Des critères en matière d'acoustique dans les bâtiments

Cet article traite de la nécessité de définir des critères quantitatifs pour assurer de bonnes propriétés acoustiques dans les bâtiments finis.

par A.C.C. Warnock

La bonne conception d'un bâtiment dépend autant de sa performance acoustique que de son éclairage ou de sa ventilation. Les pièces dans lesquelles les occupants ne peuvent avoir une conversation parce que le bruit de fond est trop élevé ou qu'il y a trop de réverbération sont donc mal conçues. On peut faire le même constat des locaux dans lesquels les occupants sont distraits par des bruits dérangeants extérieurs.

Dans les collectifs d'habitation, la structure du bâtiment doit pouvoir atténuer les bruits perturbateurs (musique, télévision, voix, bruits de pas). En milieu de travail, il faut également réduire les bruits dérangeants, notamment les bruits de conversation, qui distraient le personnel et occasionnent une baisse de rendement.

Pour obtenir de bonnes propriétés acoustiques dans un bâtiment, il faut définir des critères de performance acoustique dans le bâtiment fini. De plus, ces critères doivent s'appliquer aux pièces dans leur ensemble, pas seulement aux éléments structuraux. En mettant l'accent sur la performance attendue du système dans sa totalité (murs, planchers, jonctions), on pourra identifier les principaux problèmes et les éviter à la source.

Les matériaux utilisés atteindront une performance acoustique optimale si la conception des jonctions murs-planchers est elle-même optimale. Mais, même alors, certains problèmes sont insolubles d'un point de vue économique et il faut mieux choisir une conception de base différente plutôt que d'effectuer des réparations coûteuses dans un bâtiment occupé.

Cette approche de conception systémique peut nécessiter la tenue occasionnelle d'essais dans un immeuble fini afin de vérifier si les critères ont été respectés.

Propriétés acoustiques élémentaires

L'acoustique d'une pièce dépend dans une large mesure de trois propriétés fondamentales¹ :

- l'atténuation de la propagation du son entre la pièce et les locaux adjacents;
- le niveau de bruit de fond produit dans la pièce par les appareils de traitement de l'air, la plomberie et les systèmes mécaniques;
- la réverbération du son à l'intérieur de la pièce.

Atténuation du son

On se sert de l'*indice de transmission du son (ITS)* [ASTM* E413] pour classer les composants du bâtiment (murs, planchers, etc.) selon leur capacité d'atténuer les bruits aériens : plus l'ITS est élevé et plus grande sera l'atténuation sonore. On mesure en laboratoire l'indice de transmission du son des composants [ASTM E90].

On trouvera différentes collections de documents sur la transmission du son à travers les murs, les planchers et les fenêtres à l'adresse www.nrc.ca/irc/publications.html.

Les codes du bâtiment ne stipulent généralement les ITS minimaux que pour les composants du bâtiment. Ils n'abordent pas la question de l'isolation sonore de pièces adjacentes finies. Si la sélection des

* Dans ces lignes, les normes ASTM sont désignées par leurs seuls numéros. On trouvera les titres complets à l'adresse www.astm.org.

Tableau 1. Critères acoustiques recommandés en fonction du type d'occupation

	Atténuation sonore minimale recommandée		Bruit de fond recommandé dB(A)	Durée de réverbération en secondes
	ITS app.	FIIC		
Collectifs d'habitation	55	50	35-40	
Chambres à coucher dans les résidences	55	50	30-35	
Bureaux particuliers	45		40-45	
Salles de réunion	50		35-40	0,5
Chambres à coucher dans les hôtels, les motels et les hôpitaux	50	50	35-40	
Salles de classe jusqu'à 300 m ³	50		35-40	0,6
Cafétérias			40-45	0,8
Grandes salles de conférence, salles de classe de plus de 300 m ³	50		30-35	0,7
Gymnases			40-45	1,0
Bibliothèques			40-45	0,7

composants est une étape essentielle de la conception, l'objectif est, au bout du compte, de disposer d'un « système » assurant une atténuation composite entre les pièces. Les murs, planchers et autres éléments qui composent un immeuble permettent tous au bruit de se propager entre les pièces adjacentes, ramenant souvent à un niveau moins élevé que prévu l'atténuation réelle du son.

Afin d'assurer l'atténuation sonore souhaitée entre deux pièces, les concepteurs doivent stipuler l'*indice de transmission du son apparent (ITS apparent)*. Cet indice correspond à l'atténuation réalisée par la combinaison de toutes les trajectoires acoustiques entre les pièces du bâtiment fini, et non pas à la seule atténuation exercée par la cloison principale. Pour déterminer l'ITS apparent, on effectue des essais par rapport à la norme ASTM E336, mais aucune mesure n'est prise pour réduire la transmission sonore indirecte^{2,3} ou pour corriger les erreurs de construction; les pièces sont testées dans l'état où elles se trouvent.

Pour respecter une spécification d'ITS apparent donnée, il faut choisir de manière éclairée les composants, concevoir soigneusement les jonctions mur-plancher, porter une attention aux détails pendant la construction et, de préférence, mettre à l'essai l'ensemble fini pour confirmer la conformité aux spécifications. Il vaut mieux procéder aux essais avant que la construction ne soit achevée afin de réduire les frais éventuels de correction des erreurs.

Isolement aux bruits d'impact. Ce terme désigne le degré de protection contre les bruits d'impact à la surface des planchers fourni dans la pièce par l'ensemble plancher-plafond. Pour procéder aux tests normalisés d'isolement aux bruits d'impact [ASTM E492 en laboratoire et ASTM E1007 dans les immeubles], il faut utiliser comme

source de bruit une machine à chocs munie de cinq marteaux plaqués d'acier. La valeur simple ainsi obtenue correspond à l'*indice d'isolement aux bruits d'impact (IIC)* ou à l'*indice d'isolement aux bruits d'impact sur le terrain (FIIC)* [ASTM E989]. La méthode d'essai sur le terrain E1007 tient automatiquement compte dans les mesures effectuées de l'effet de toute transmission indirecte ou erreur de construction.

Pour un type de plancher donné, l'IIC dépendra pour beaucoup du revêtement de plancher utilisé. Ainsi, une dalle de béton de 150 mm recouverte de carreaux de céramique présentera un IIC d'environ 30; la même dalle sur laquelle on aura posé une moquette et une thibaude aura un IIC de plus de 80. Plus la surface du plancher est dure, plus bas est l'IIC. Ce sujet est traité dans le n° 35 de *Solutions constructives*⁴.

Le Code national du bâtiment ne contient pas de critères relativement aux bruits d'impact, mais il serait peu avisé de ne pas prendre en compte l'isolement aux bruits d'impact lorsque l'on conçoit des habitations censées posséder de bonnes propriétés acoustiques.

Critères d'atténuation acoustique. Idéalement, il serait souhaitable de définir les critères d'atténuation acoustique dans les immeubles en utilisant les valeurs sonores moyennes produites par la musique, la télévision, les conversations, les bruits de pas et les autres bruits d'impact, de même que le niveau moyen de bruit de fond, et en tenant compte de la tolérance présumée des occupants dans chaque situation. En disposant de ce genre d'information, il serait facile de choisir un critère d'atténuation du son pour établir quel pourcentage de la population serait dérangé. Toutefois, comme on ne dispose que de peu de renseignements⁵ de cet ordre pour les habitations, on fonde généralement

La figure 1 illustre les inconvénients d'une focalisation sur les éléments plutôt que sur le système. Le concepteur peut choisir un ITS apparent de 55 pour un immeuble. Pour respecter ces exigences, il choisit des murs et planchers comme ceux de la figure 1. Lorsqu'ils sont testés séparément en laboratoire, chaque composant atteint un ITS de plus de 60. Toutefois, lorsqu'ils sont assemblés, le son va passer sous le mur par une *transmission indirecte* le long de la dalle de béton, de sorte que l'ITS apparent entre les deux locaux à l'étage ne s'établira plus qu'à environ 48. Le mur n'atténue pas le bruit comme il pourrait le faire parce qu'il n'est pas la seule trajectoire sonore. Les bruits de pas et les autres bruits d'impact vont se propager facilement le long de la dalle de béton.

Le reste de la structure n'a que peu d'influence à cet égard. Il n'existe pas de méthode d'essai normalisée permettant d'évaluer la transmission des bruits d'impact entre deux appartements contigus. S'il en existait une, l'ITS entre les deux locaux serait, sous l'influence déterminante de la dalle de béton dans ce cas, inférieur à 25. En analysant la performance requise de l'ensemble du système, on pourrait détecter ce problème et le corriger. Il faut donc retenir que la spécification d'un ITS pour les composants ne garantit pas une insonorisation efficace de l'ensemble du système.

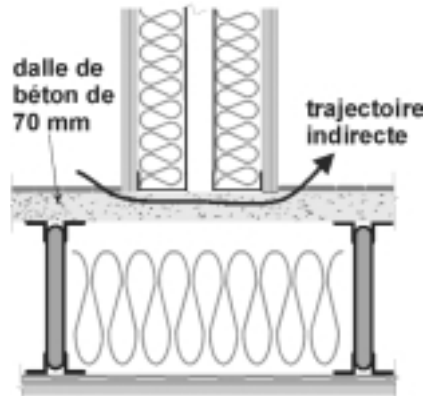


Figure 1. Transmission indirecte le long d'un plancher. (Le mur comporte des poteaux jumelés en acier, deux plaques de plâtre de chaque côté et un matériau d'absorption du son dans la cavité. Le plancher consiste en une dalle de béton recouverte de carreaux de céramique et posée sur des solives d'acier et des profilés souples qui soutiennent le plafond.)

les critères utilisés sur l'expérience et sur des considérations économiques. Le tableau 1 propose des critères ITS app. et FIIC pour différents modes d'occupation.

S'il est nécessaire de viser des indices acoustiques plus élevés, les atténuations indiquées au tableau 1 peuvent être augmentées par tranche de 5. On applique généralement un écart de 5 dB entre un niveau d'isolement sonore et le suivant; ces écarts correspondent aux variations facilement repérables quant au niveau d'insonorisation ou de pression sonore. Selon une récente analyse des données d'enquête⁶, une variation de 1 dB du niveau d'insonorisation correspond à une variation d'environ 4 % quant à la proportion de gens se disant satisfaits de l'insonorisation ou dérangés par des bruits indésirables.

Niveaux de bruit de fond

Dans la plupart des pièces, on trouve généralement une combinaison de bruits provenant de différentes sources (circulation automobile, appareils de chauffage, de ventilation et de climatisation, plomberie ou autres appareils). Le bruit de fond ne doit pas être trop fort car cela pourrait nuire aux activités normales

dans la pièce, comme les conversations ou le travail intellectuel. Par contre, il ne doit pas être trop faible afin d'éviter que de très petits bruits ne viennent déranger les occupants, comme celui d'un robinet qui fuit entendu dans une chambre à coucher.

On peut spécifier de plusieurs manières quels seraient les niveaux acceptables de bruit de fond. Comme aucune méthode n'est pleinement satisfaisante, il vaut mieux simplement stipuler le niveau sonore pondéré A*. Voici quelle forme pourrait prendre le texte d'une spécification touchant le bruit de fond dans une pièce :

Le niveau sonore moyen dans la pièce doit se situer entre 30 et 35 dB(A). On mesurera le niveau moyen avec tous les appareils mécaniques et installations de plomberie en place dans la pièce ou fonctionnant normalement.

Le critère de bruit de fond établi pour chaque local dépend de l'activité normale qu'on y exerce. Les niveaux sonores recommandés pour les chambres à coucher sont tirés d'études sur les effets perturbateurs du bruit sur le sommeil. Dans le cas des salons, qui sont des lieux de détente, ou des bureaux, où les employés concentrés sur un travail intellectuel ont besoin de calme, le niveau sonore demeure important mais les critères seront moins rigoureux que dans le cas des chambres à coucher.

Le niveau de bruit de fond est particulièrement important dans les salles de réunion, les salles de classe, les salles d'audience et les amphithéâtres, où la communication orale est la principale activité⁷. Dans beaucoup trop de locaux, l'écoute est rendue difficile en raison des bruits trop élevés provenant d'une variété de sources. Les personnes ayant une déficience auditive sont particulièrement désavantagées à cet égard. Les salles de classe sont également des locaux à surveiller. S'ils ne peuvent pas entendre suffisamment la voix de l'enseignant, les élèves doivent deviner le sens de certains mots d'après le contexte de la phrase. Il s'agit d'un exercice très difficile pour les jeunes enfants, pour les malentendants ou pour les auditeurs connaissant mal la langue de l'enseignant.

Le tableau 1 propose des niveaux de bruit de fond pour différents modes d'occupation.

Réverbération

Lorsqu'un bruit cesse brusquement, cela prend un certain temps avant que le niveau sonore de la pièce ne revienne au niveau du bruit

* Le type de bruit peut avoir son importance. Par exemple, un grondement excessif, un sifflement ou un bruit répétitif peut perturber davantage que ce qu'on aurait pu supposer d'après le seul niveau sonore. De tels problèmes de bruit émergent généralement une fois que la construction est achevée et nécessitent l'intervention d'un spécialiste.

de fond. Plus les surfaces de la pièce sont dures, plus longue sera la durée de décroissance du son et plus la pièce est réverbérante.

Dans les pièces qui sont trop réverbérantes, il devient difficile de comprendre ce que dit une personne un peu éloignée. Le niveau sonore de la pièce sera également plus élevé parce que le son est peu absorbé. Il est donc important de limiter la réverbération.

On énonce souvent dans les spécifications relatives aux locaux⁸ l'intervalle de temps nécessaire pour que l'intensité d'un son s'abaisse de 60 décibels — ce qui correspond à la *durée de réverbération*. Bien que cette durée de réverbération soit généralement mesurée à différentes fréquences, on se contente souvent de spécifier la valeur 1000 Hz. Une spécification énonçant le critère de durée de réverbération pourrait se lire de la manière suivante :

La durée de réverbération moyenne d'un son à 1000 Hz dans une pièce devrait être de 0,7 seconde ± 20 %.

Le tableau 1 propose des durées de réverbération pour différents modes d'occupation pour lesquels cette propriété est importante, mais souvent négligée.

Absorption du son. Pour réduire la réverbération, on place des matériaux absorbant le son dans la pièce ou sur ses surfaces. Le plus souvent, il s'agit de moquettes, de carreaux de plafond et d'accessoires d'ameublement poreux. Calculer la durée de réverbération dans une pièce ordinaire en tenant compte des matériaux absorbant le son qui y sont placés est une opération relativement simple⁹. Toutefois, dans beaucoup de locaux (salles de classe, salles de réunion, etc.) l'emplacement des matériaux est important. Dans les salles à vocation spéciale, tels que les bureaux à aires ouvertes, les salles de concert et les théâtres, il faut recourir aux services d'un spécialiste de la propagation spatiale du son qui pourra déterminer l'emplacement idéal des matériaux réfléchissant le son et des matériaux phono-absorbants.

L'indice utilisé pour classer les matériaux absorbant le son est le *coefficient moyen d'absorption du son (SAA)** [ASTM C423]. Le même matériau adossé à des configurations de vides différentes peut donner des coefficients SAA passablement dissemblables, de sorte que, aux fins des essais, il faut préciser la méthode d'installation [ASTM E795], laquelle sera identique à l'utilisation finale visée.

* Il faut cesser d'utiliser le coefficient de réduction du son (NRC), qui est maintenant désuet. La valeur numérique du NRC est généralement presque identique à celle du SAA.

Résumé

Pour une conception réussie des immeubles du point de vue acoustique, il faut définir de critères de performance s'appliquant aux constructions finies. Pour respecter ces critères, il faut faire une sélection des éléments, matériaux et composants du bâtiment, des systèmes mécaniques et des détails particuliers de construction. Le concepteur peut exécuter lui-même ces tâches souvent complexes ou les confier à un expert en acoustique plus apte à s'en charger. S'il délègue certains travaux, le concepteur doit tout de même continuer à assurer la coordination essentielle des différentes disciplines.

Notes bibliographiques

1. Quirouette, R.L. et Warnock, A.C.C. Principes de la lutte contre le bruit. Tiré de la série de séminaires *Regard 85 sur la science du bâtiment, Lutte contre le bruit dans les bâtiments*. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, NRCC 27844F, p. 3–11. http://www.nrc.ca/irc/bsi/85-1_F.html
2. Warnock, A.C.C. L'acoustique en pratique. *Regard 85 sur la science du bâtiment*. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, NRCC 27844F, p. 39–51. http://www.nrc.ca/irc/bsi/85-4_F.html
3. Nightingale, T.R.T. et Sultan, M.A. *Isolement acoustique et résistance au feu des ensembles comportant des coupe-feu*. Solutions constructives n° 16, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 1998.
4. Warnock, A.C.C. *Comment réduire la transmission des bruits d'impact par les planchers*. Solutions constructives n° 35, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 1999.
5. Bradley, J.S. Subjective rating of party walls. *Canadian Acoustics*, vol. 11, oct. 1983, p. 37; également *Deriving acceptable values for party wall sound insulation from survey results*. Inter-Noise 2001 (International Congress on Noise Control Engineering).
6. Rindel, J.H. *The relationship between sound insulation and acoustic quality in dwellings*, exposé présenté lors d'Inter-Noise 98, Christchurch, Nouvelle-Zélande, 1998.
7. Bradley, J.S. *Uniform derivation of optimum conditions for speech in rooms*. BRN 239, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, novembre 1985.
8. Bradley, J.S. Acoustique des locaux. *Regard 85 sur la science du bâtiment*. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, NRCC 27844F, p. 13–22. http://www.nrc.ca/irc/bsi/85-2_F.html
9. Warnock, A.C.C. *Reverberant noise control in rooms using sound absorbing materials*. BRN 163, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, juin 1980.

A.C.C. Warnock, Ph.D., est agent de recherche supérieur pour le programme Environnement intérieur, à l'Institut de recherche en construction du CNRC

© 2001
Conseil national de recherches du Canada
Juin 2001
ISSN 1206-1239

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Canada

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6.
Téléphone : (613) 993-2607 Télécopieur : (613) 952-7673 Internet : <http://www.nrc.ca/irc>