

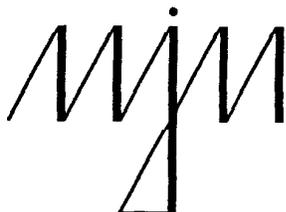
**PROJET DE RECHERCHE
SUR LA QUALIFICATION DU DEGRÉ
DE CONFORT ACOUSTIQUE PROCURÉ PAR
LES IMMEUBLES MULTILOGEMENTS**

Préparé par

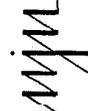
**Michel Morin,
MJM Conseillers en Acoustique inc.**

Rapport soumis le 10 juillet 1996 à

**Monsieur Michael McPherson,
Société canadienne d'hypothèques et logement**



*MJM CONSEILLERS EN ACOUSTIQUE INC
MJM ACOUSTICAL CONSULTANTS INC
6555, Côte des Neiges
Bureau 440
Montréal (Québec) Tél.: (514) 737-9811
H3S 2A6 Fax: (514) 737-9816*



REMERCIEMENTS

L'auteur remercie monsieur Jean-Marie Guérin et madame Graça Firmino pour leur patiente contribution dans la réalisation de ce rapport.

Ce projet a été réalisé grâce à une contribution financière de la Société canadienne d'hypothèque et de logement, dans le cadre du Programme de subvention à la recherche. Les idées exprimées sont celles de l'auteur et ne représentent pas le point de vue officiel de la SCHL.



QUALIFICATION DU DEGRÉ DE CONFORT ACOUSTIQUE PROCURÉ
PAR LES IMMEUBLES MULTIOGEMENTS
RÉSUMÉ

Si tous les occupants d'immeubles multilogements exigent le droit de pouvoir vivre paisiblement chez eux sans se soucier de déranger les voisins ou d'être dérangés par ceux-ci, peu d'entre eux peuvent décrire objectivement l'intimité acoustique que procure leur logement. Dans la tête de la plupart des gens, le confort acoustique est un concept flou qui ne se précise que lorsqu'on en est insatisfait. Le vocabulaire que le constructeur utilise pour décrire le confort acoustique auquel auront droit les futurs occupants de l'immeuble qu'il construit est tout aussi inadéquat: on parle le plus souvent d'insonorisation «supérieure» ce qui est très difficile à définir dans un contexte juridique lorsque les occupants sont insatisfaits et recourent aux tribunaux pour faire valoir leur droits.

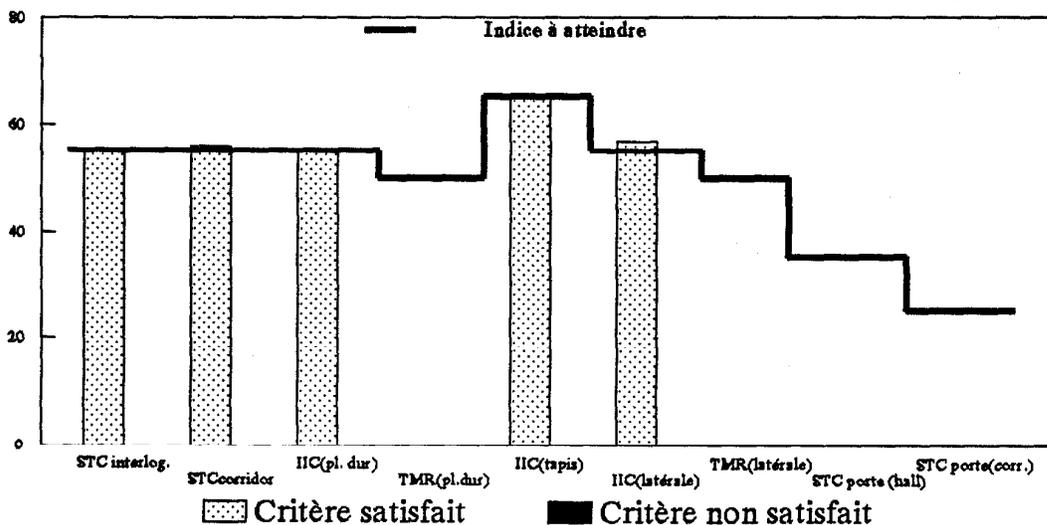
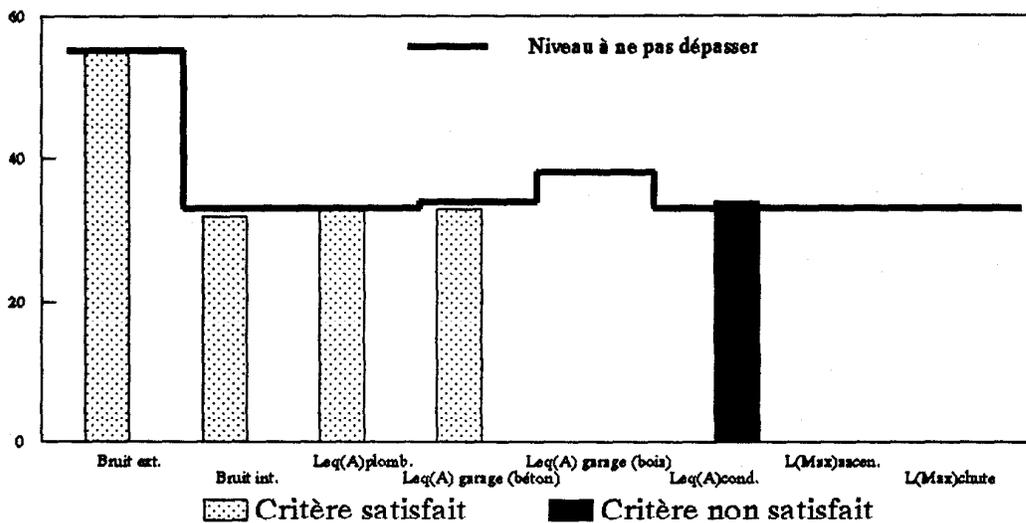
De nombreux projets de recherche subventionnés par la SCHL durant les années 80 et 90 ont permis d'élargir considérablement les connaissances de l'industrie de la construction sur les principes de la transmission des bruits produits par l'activité humaine, la plomberie, et la mécanique à l'intérieur des édifices multilogements, ainsi que sur les techniques disponibles pour réduire cette transmission. La SCHL a de plus subventionné un projet de recherche à travers tout le Canada dans le but d'établir une corrélation entre la perception subjective qu'ont les gens de l'isolation sonore procurée par leur logement et la mesure objective de cette même isolation en utilisant une norme reconnue.

Il existe au Canada et dans d'autres pays des règlements de construction et des normes qui visent le confort acoustique des occupants de logements. Il existe de plus des normes pour mesurer l'affaiblissement des bruits aériens et d'impact (ASTM et ISO). Cependant, les mesures faites en stricte conformité avec ces normes peuvent être coûteuses et ne sont pas à la portée de toutes les bourses; de plus elles ne représentent peut-être pas le meilleur outil lorsqu'on les utilise dans une optique de contrôle ou d'évaluation de la qualité globale d'un immeuble.

Le présent rapport constitue la première phase de la mise au point d'une méthode d'évaluation du degré de confort acoustique procuré par les unités d'habitation des édifices à logements multiples. On y a regroupé les connaissances disponibles que l'on a tenté d'exprimer sous forme d'objectifs d'isolation sonore à atteindre à l'intérieur de projets domiciliaires multi-logements en respectant les nombreuses contraintes associées à ce type de projet et on y propose aussi un protocole d'évaluation du confort acoustique que procurent les unités d'habitations d'un complexe multi-logements, lequel protocole sera validée au cours de la seconde phase du projet d'étude.

Vous trouverez aux tableaux 1, 2, 3 suivants les méthodes d'évaluation de confort acoustique proposées. Les tableaux no 1 & 2 sont destinés à être utilisés pour évaluer le degré de confort acoustique procuré par les logements d'édifices existants, tandis que le tableau no 3 se veut une grille d'analyse pour les édifices à construire. Ces tableaux résument les objectifs d'isolation sonore à atteindre dont l'origine est décrite en détail dans le corps du rapport.

DONNÉES MESURÉES	Niveau sonore ou indice mesuré	OBJECTIF VISÉ
Bruit extérieur, Leq(A) (5min) :	55 dB(A)	<=55
Bruit ambiant intérieur, Leq(A) (5min) :	32 dB(A)	<=33
STC ou Da, cloison interlogements:	55	>=55 (avec TL à 125 et 160 Hz >= 35)
STC ou Da, cloison corridor, escalier d'issue	56	>=55
IIC ou TMR (plancher dur) interlogement:	55 IIC	>=55 (IIC) ou >=50 (TMR)
IIC ou TMR (tapis) interlogement:	65	>=65
IIC ou TMR (transmission latérale escalier d'issue)	57 IIC	>=55 (IIC) ou >=50 (TMR)
STC porte d'accès (1):	26	>=25 ou >=35 si la porte donne sur le hall d'entrée de l'édifice ou sur un hall d'ascenseur
Leq(A) plomberie :	33 dB(A)	<=33
Leq(A) (5 cycles) porte de garage :	33 dB(A)	<=34 si structure de béton
Leq(A) (5 cycles) porte de garage :	dB(A)	<=36 si structure de bois
Leq(A) condenseur ou tour d'eau :	34 dB(A)	<=33
L(Max)35ms ascenseur	0 dB(A)	<=33
L(Max)35ms chute à déchets :	0 dB(A)	<=33

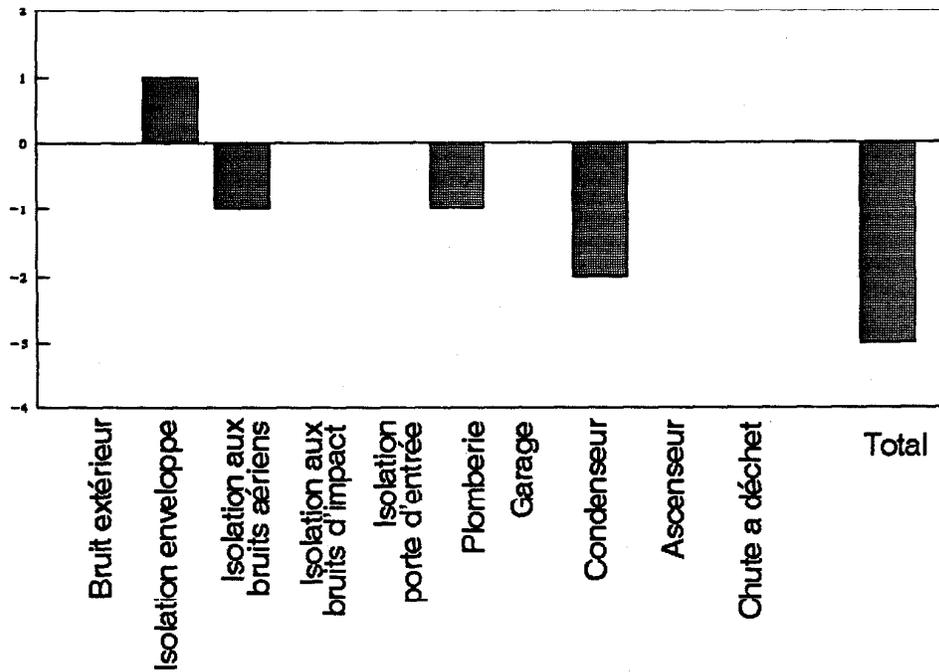


CONFORT ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS CONSTRUITS

Tableau 1

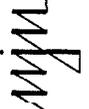
M

CATEGORIES	POINTS ATTRIBUÉS	METHODE DE POINTAGE
Bruit extérieur :	0	$55 - Leq(A)_{ext}$
Atténuation enveloppe :	1	$(Leq(A)_{ext} - Leq(A)_{int}) - (55 - 33)$
Séparation acoustique interlogement:		
Bruit aérien:	-1	$(STC - 55) + (Leq(A)_{int} - 33)$ somme pour tous les STC
Bruit d'impact :	0	$(IIC - 55) + (Leq(A)_{int} - 33)$ somme pour tous les IIC
Porte d'accès:	0	STC - 35, si la porte est localisée près d'un ascenseur ou d'un hall d'entrée 0 sinon
Plomberie :	-1	BG - $Leq(A)_{plomberie}$
Garage :	0	BG - $Leq(5 \text{ cycles})_{garage} + (34 \text{ ou } 38 - 33)$
Condenseur ou tour d'eau :	-2	BG - $Leq(A)_{condens}$
Ascenseur	0	BG - $L(Max)_{ascen}$
Chute à déchets :	0	BG - $L(Max)_{chute}$
CLASSIFICATION DU LOGEMENT	-3	



CONFORT ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS CONSTRUITS

Tableau 2



**POINTS DE PÉNALITÉ EN FONCTION DE LA LOCALISATION DU LOGEMENT
PAR RAPPORT AUX SOURCES DE BRUIT**

SOURCES POTENTIELLES DE BRUIT:	Présence: (O): Oui (N): Non	Mitigation (O): Oui (N): Non	Nombre de points de pénalité	
			Min	Max
Sources contiguës au logement:				
- Hall d'entrée	N		0	0
- Ascenseur	N		0	0
- Porte de garage	O	O	2	3
- Salle mécanique/électrique	O	O	0	2
- Escalier d'issue (2 premiers et 2 derniers étages)	N		0	0
- Autres escaliers d'issue	N		0	0
Sources à l'intérieur du logement:				
- Chute à déchets	N		0	0
- Plomberie et ventilation	O	O	0	0
- Puits de ventilation	O	O	0	3
Sources au dessus ou en dessous du logement:				
- Terrasse/Sun deck	N		0	0
- Piscine	N		0	0
- Tour d'eau et condenseurs sur le toit	N		0	0
- Ventilateurs de garage	N		0	0
- Plancher dur	O	O	5	5
Sources de bruit extérieur:				
- Avion : NEF > 25	N		0	0
- Train : Leq >= 55 dB(A)	N		0	0
- Autoroute : Leq >= 55 dB(A)	N		0	0
- Artère principale : Leq >= 55 dB(A)	N		0	0
Bruit produit par l'activité humaine:				
- Cloison interlogement ayant un STC < 55	N		0	0
- Assemblage plancher/plafond ayant un STC < 55	O		5	5
- Assemblage plancher/plafond ayant un IIC < 55	N		0	0
TOTAL:			12	18

**BAREME DE RETRANCHEMENT DES POINTS DE PÉNALITÉ
EN FONCTION DU TRAITEMENT ANTI-BRUIT MIS EN PLACE**

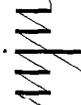
MITIGATION: BAREME	Nombre de points de pénalité à retrancher	
	Max	Min
Sources contiguës au logement:		
- Hall d'entrée	5	2
- Ascenseur	5	3
- Porte de garage	3	2
- Salle mécanique/électrique	5	3
- Escalier d'issue (2 premiers et 2 derniers étages)	2	2
- Autres escaliers d'issue	5	3
Sources à l'intérieur du logement:		
- Chute à déchets	3	3
- Plomberie et ventilation	5	5
- Puits de ventilation	5	2
Sources au dessus ou en dessous du logement:		
- Terrasse/Sun deck	2	0
- Piscine	2	0
- Tour d'eau et condenseurs sur le toit	5	3
- Ventilateurs de garage	5	3
- Plancher dur	0	0

Note :

Ce tableau devrait être utilisé pour fin de comparaison des logements d'un même édifice ou d'un même type d'édifice, afin de classer les logements en fonction du confort acoustique qu'ils procurent.

CONFORT ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS A CONSTRUIRE

Tableau 3



**PROJET DE RECHERCHE SUR LA QUALIFICATION
DU DEGRÉ DE CONFORT ACOUSTIQUE PROCURÉ
PAR LES IMMEUBLES MULTILOGEMENTS**

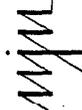
TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION	1
2.0	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRÉSENTE ÉTUDE	
2.1	Contexte d'application	3
2.2	Objectifs de l'étude	4
3.0	CONNAISSANCES ACQUISES PAR LE BIAIS DE PROJETS DE RECHERCHE SUBVENTIONNÉS PAR LA SCHL	
3.1	Mesures acoustiques dans plus de 600 unités d'habitation canadiennes	6
3.2	Projets de recherche sur l'isolation sonore procurée par les assemblages plancher/plafond	8
3.3	Projet de recherche sur l'isolation sonore procurée par des cloisons de gypse	11
3.4	Projet de recherche sur l'isolation des bruits produits par la plomberie	13
3.5	Projet de recherche sur l'isolation phonique procurée par les portes d'accès des logements	14
3.6	Projet de recherche sur l'isolation du bruit produit par les portes de garage	14
4.0	RÉGLEMENTATION ET NORMES AU CANADA	
4.1	Règlements de construction canadiens	15
4.2	Normes québécoises et canadiennes visant l'insonorisation dans les édifices à logements multiples	15
4.3	Normes canadiennes visant la construction en zone de bruit	16
5.0	RÉGLEMENTATION FRANÇAISE	
5.1	Bruits en provenance de l'extérieur (trafic routier, ferroviaire et industriel)	20
5.2	Bruits en provenance de l'intérieur (Bruits aériens)	22
5.3	Bruit d'impact et d'équipements	23
5.4	Label confort acoustique	23
6.0	RÉGLEMENTATION AMÉRICAINE	
6.1	Réglementation aux États-Unis	27
6.2	Réglementation spécifique à la ville de New-York	27
6.3	Réglementation spécifique à la Californie	28
6.4	Recommandations du "Department of Housing and Urban Development"	29



6.5	Normes	32
7.0	OBJECTIFS D'ISOLATION SONORE PROPOSÉS	
7.1	Isolation des bruits urbains et aéroportuaires	33
7.2	Isolation des bruits aériens produits par l'activité humaine à l'intérieur des logements	33
7.3	Isolation des bruits d'impact produits par l'activité humaine à l'intérieur des logements	35
7.4	Isolation des bruits produits par la plomberie	36
7.5	Isolation du bruit produit par les portes de garage	37
7.6	Isolation du bruit produit dans les aires de circulation communes	38
7.7	Bruits transmis à l'intérieur des logements par les équipements mécaniques et électriques du bâtiment	40
7.8	Utilisation des objectifs d'isolation sonore en regard de la qualification du degré de confort acoustique que procure une unité d'habitation	42
8.0	MÉTHODE D'ÉVALUATION DU CONFORT ACOUSTIQUE	
8.1	Méthode d'évaluation du confort acoustique procuré par les logements d'édifices existants	44
8.2	Méthode d'évaluation du confort acoustique procuré par les édifices à construire	46

Annexes I et II



QUALIFICATION DU DEGRÉ DE CONFORT ACOUSTIQUE PROCURÉ
PAR LES IMMEUBLES MULTIOGEMENTS

1.0 INTRODUCTION

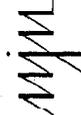
La présente étude vise la mise au point d'une méthode d'évaluation du degré de confort acoustique procuré par les unités d'habitation des édifices à logements multiples. L'étude comprend deux phases:

- la première phase vise à regrouper les connaissances disponibles et à les traduire sous forme d'objectifs d'isolation sonore à atteindre dans les constructions multilogements et à élaborer un protocole d'évaluation permettant de classer de façon économique chaque unité de logement faisant partie d'un complexe multilogements.

- la seconde phase, qui fera l'objet d'un projet de recherche subséquent servira à valider le protocole d'évaluation proposé par des essais acoustiques réalisés dans des immeubles à structure de bois et de béton.

Pour mener à bien la première phase du projet, MJM CONSEILLERS EN ACOUSTIQUE INC. a obtenu une subvention auprès de la SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT (SCHL) dans le cadre de son programme de subvention à la recherche en habitation.

D'entrée de jeu le présent rapport établit le contexte et les objectifs de l'étude, passe en revue les connaissances acquises lors des nombreux projets de recherches subventionnés par la SCHL qui touchent le contrôle du bruit dans les édifices multilogements, résume les règlements qui régissent l'isolation sonore dans les édifices multilogements au pays et ailleurs. Ensuite, sur la base des informations



colligées ci-haut, l'auteur définit les objectifs d'isolation sonore qui sont, à son avis, souhaitables de mettre en place dans les édifices multilogements et propose une méthode d'évaluation du confort acoustique des unités d'habitation des édifices multilogements basée sur ces objectifs.



2.0 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRÉSENTE ÉTUDE

2.1 Contexte d'application

Si tous les occupants d'immeubles multilogements exigent le droit de pouvoir vivre paisiblement chez eux sans se soucier de déranger les voisins ou d'être dérangés par ceux-ci, peu d'entre eux peuvent décrire objectivement l'intimité acoustique que procure leur logement. Dans la tête de la plupart des gens, le confort acoustique est un concept flou qui ne se précise que lorsqu'on en est insatisfait. Le vocabulaire que le constructeur utilise pour décrire le confort acoustique auquel auront droit les futurs occupants de l'immeuble qu'il construit est tout aussi inadéquat: on parle le plus souvent d'insonorisation «supérieure» ce qui est très difficile à définir dans un contexte juridique lorsque les occupants sont insatisfaits et recourent aux tribunaux pour faire valoir leur droits.

De nombreux projets de recherche subventionnés par la SCHL durant les années 80 et 90 ont permis d'élargir considérablement les connaissances de l'industrie de la construction sur les principes de la transmission des bruits produits par l'activité humaine, la plomberie, et la mécanique à l'intérieur des édifices multilogements, ainsi que sur les techniques disponibles pour réduire cette transmission. La SCHL a de plus subventionné un projet de recherche à travers tout le Canada dans le but d'établir une corrélation entre la perception subjective qu'ont les gens de l'isolation sonore procurée par leur logement et la mesure objective de cette même isolation en utilisant une norme reconnue.

Il existe au Canada et dans d'autres pays des règlements de construction et des normes qui visent le confort acoustique des occupants de logements. Il existe de plus des normes pour mesurer l'affaiblissement des bruits aériens et d'impact (ASTM et ISO). Cependant, les mesures faites en stricte conformité avec ces normes peuvent être coûteuses et ne sont pas à la portée de toutes les bourses; de plus elles ne représentent peut-être pas le meilleur outil lorsqu'on les utilise dans une optique de contrôle ou d'évaluation de la qualité globale d'un immeuble.

MM

2.2 Objectifs de l'étude

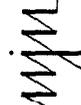
L'objectif de cette étude est de doter l'industrie de la construction d'un outil fiable d'évaluation du degré de confort acoustique d'un logement. Ceci peut être accompli en regroupant les connaissances acquises lors de projets de recherche précédents sous forme d'objectifs d'isolation sonore et en élaborant un protocole d'évaluation préliminaire qui sera validé lors d'une seconde phase.

Le premier problème auquel font face les constructeurs et les acheteurs d'unités de condominiums est de déterminer le degré d'isolation sonore que devrait fournir chaque unité. Il existe certes les critères de STC 55 et IIC 65/55 développés par la SCHL (bureaux régionaux du Québec) au début des années 80 qui font office de normes dans l'industrie de la construction québécoise mais il n'existe aucun critère régissant la transmission aux logements du bruit produit par la plomberie, les chutes à déchets, les ascenseurs, les portes de garage, etc..

Les objectifs d'isolation sonore que l'on se fixe doivent tenir compte des attentes de la population mais aussi des contraintes structurales, spatiales, budgétaires et pratiques auxquelles sont assujettis tous les projets de construction. Bon nombre de ces contraintes ont été définies dans les projets de recherche précédents effectués pour le compte de la SCHL. C'est en tenant compte des résultats de ces recherches que les critères et objectifs de confort acoustique seront établis durant la première phase du présent projet de recherche. On y ébauchera aussi une méthode systématique pour évaluer objectivement le niveau de confort acoustique procuré par chaque unité de logement de façon à pouvoir produire une évaluation écrite qui pourrait être remise au constructeur, à l'acheteur, ou à l'institution bancaire chargée du financement.

La présente étude vise à:

- i) regrouper les connaissances disponibles à travers les projets de recherche, diverses réglementations et méthodes de mesures normalisées.
- ii) organiser ces connaissances sous forme d'objectifs d'isolation sonore à atteindre dans les constructions multilogements.
- iii) soumettre un protocole d'évaluation fondé sur des mesures acoustiques permettant de classer de façon pratique et économique chaque unité de logement faisant partie d'un complexe multilogements.



3.0 CONNAISSANCES ACQUISES PAR LE BIAIS DE PROJETS DE RECHERCHE SUBVENTIONNÉS PAR LA SCHL

La SCHL compte parmi les organismes qui ont le plus participé à l'acquisition de connaissances en matière d'isolation acoustique reliée à l'habitation. Elle a en effet subventionné plusieurs projets de recherche portant spécifiquement sur l'isolement acoustique et sur le contrôle du bruit dans les édifices multilogements. Les connaissances acquises lors de l'exécution de ces projets de recherche qui sont utiles à la présente étude sont regroupées ci-dessous:

3.1 Mesures acoustiques dans plus de 600 unités d'habitation canadiennes

Grâce à une subvention de la SCHL, le Conseil National de Recherches du Canada (CNRC) a entrepris au début des années 80 une étude dans les grands centres urbains du pays (Montréal, Ottawa, Toronto et Vancouver). Le but de cette étude, menée auprès d'environ six cents occupants d'édifices multilogements existants, était d'établir une corrélation entre l'impression subjective qu'avaient les occupants de l'isolation sonore procurée par les cloisons qui les séparent de leurs voisins, et la mesure objective de l'isolation sonore de ces mêmes cloisons en utilisant une norme^{1) 2)} reconnue.

Les mesures acoustiques objectives effectuées au cours de cette étude visaient avant tout à déterminer:

- l'isolation sonore procurée par les murs interlogements qui séparent les occupants de leurs voisins;
- le niveau de bruit présent à l'intérieur d'une journée typique en présence et en l'absence d'activité humaine.

Faute de fonds, les données recueillies n'ont jamais été complètement compilées; le NRCC les a cependant utilisées pour produire deux publications^{3) 4)}, dont on peut résumer les conclusions qui y sont contenues de la façon suivante:

- Dans la publication BRN no 196 du CNRC, les résultats préliminaires de cette étude ont été comparés à ceux obtenus précédemment lors d'études semblables effectuées en Angleterre et en Hollande. Selon cette publication, il semble que 90% des gens interrogés durant ces trois études se disent satisfaits de l'isolement acoustique dont ils jouissent lorsque les murs qui les séparent de leurs voisins possèdent un indice de transmission du son mesuré "in situ" égal ou supérieur à FSTC 55.
- La gêne que cause la transmission de bruit d'une unité d'habitation à l'autre semble directement reliée à l'isolation sonore à basses fréquences (125 et 160 Hz).
- Les sources de bruit transmis d'un logement à l'autre qui produisent le plus de gêne et qui sont directement reliés à l'indice STC des cloisons testées sont dans l'ordre:
 - La musique
 - La télévision ou la radio
 - Les conversations entre les occupants
- Les enfants semblent être une source de gêne; cependant le degré de gêne ne semble pas être relié à la qualité de l'isolation sonore interlogements.
- L'indice D_A qui correspond à la différence entre les niveaux sonores pondérés "A" mesurés dans la pièce émettrice (spectre de bruit rose) et ceux mesurés dans la pièce réceptrice semble un indicateur suffisamment fiable du degré

MM

de satisfaction des gens par rapport à l'isolation acoustique dont ils jouissent. De plus, selon les données recueillies par le CNRC, la différence entre l'indice STC moyen et l'indice D_A moyen n'est que de 1.5 dB.

- Le niveau de bruit ambiant moyen en présence d'activité humaine mesuré par le CNRC pour une journée de 24 heures se situe autour de 46 dB(A); en l'absence d'activité humaine le niveau de bruit ambiant à l'intérieur des logements est de l'ordre de 33 dB(A) et se rapproche du critère de niveau de bruit ambiant NC 25. Il ne semble pas y avoir de corrélation entre la tolérance que les gens exercent par rapport au bruit transmis à leur unité d'habitation qui proviennent des habitation voisines et le niveau sonore qu'ils produisent eux-même dans leur unité d'habitation: le concept selon lequel le bruit produit par l'activité humaine dans une unité sert de masque pour le bruit transmis d'une unité à l'autre n'est donc pas validé.
- L'étude mentionnée plus haut ne s'est pas attardée à la transmission des bruits d'impact (principalement les bruits de pas).

3.2 Projets de recherche sur l'isolation sonore procurée par les assemblages plancher/plafond

La SCHL a subventionné plusieurs projets de recherche sur l'isolation sonore procuré par les assemblages plancher/plafond. Quatre rapports^{5) 6) 7) 8)} documentent l'état des recherches entreprises jusqu'à maintenant. Tous les essais acoustiques sur l'isolation des bruits aériens et d'impact effectués dans le cadre de ces projets de recherche ont eu lieu dans les laboratoires d'acoustique du Conseil National de Recherches du Canada, à Ottawa. Deux projets ont fait appel à la participation de conseillers en acoustique du secteur privé^{7) 8)}; les autres projets de recherche ont été réalisés directement par le CNRC, pour le compte de la SCHL. Les conclusions tirées des projets de recherches publiés qui semblent utiles à l'élaboration du présent rapport apparaissent ci-dessous:



- Il est possible d'atteindre un niveau d'isolation des bruits aériens de l'ordre de STC 64 dans les construction à ossature de bois à l'aide d'assemblages relativement faciles à construire compte-tenu des contraintes budgétaires, structurales et spatiales présentes dans tout projet de construction.
- Pour ce qui est de l'affaiblissement sonore obtenu dans des structures de béton, l'indice mesuré au laboratoire du CNRC sur une dalle de béton de 6 po d'épaisseur est STC 52*.
- Il n'existe pas présentement de méthode d'installation de revêtements de plancher durs qui fasse appel à des matériaux minces et légers et dont l'isolation des bruits d'impact qu'ils procurent équivaut à celle procurée par un tapis et un sous-tapis de qualité.
- Il existe peu ou pas de corrélation entre l'impression subjective qu'ont les gens de l'isolation des bruits d'impact procurée par l'assemblage plancher/plafond qui les sépare de leur voisin et la mesure objective de cette isolation exprimée à l'aide de l'indice de transmission des bruits d'impact IIC (Impact Insulation Class)^{9) 10) 11)}. Dans le but de pallier cette lacune le CNRC a tenté de développer des méthodes alternatives de mesures de l'isolation des bruits d'impact: à cet effet, on a évalué des méthodes de classification de l'isolation des bruits d'impact faisant appel à quatre différentes sources de bruits d'impact:
- La génératrice d'impacts généralement utilisée lors d'essais d'affaiblissement des bruits d'impact selon les normes ASTM^{9) 10) 11)} et ISO^{12) 13) 14) 15)} présentement en vigueur aux États-Unis et en Europe.

* L'indice de transmissions du son moyen mesuré "in situ" par l'auteur du présent rapport sur des dalles de béton de 8 à 10 po d'épaisseur recouvertes de tapis et de sous-tapis est d'environ FSTC 58.

- Un marcheur se déplaçant sur le plancher testé;
- Une génératrice d'impact de conception japonaise constituée d'un mécanisme qui soulève et laisse tomber un pneu à partir d'une hauteur déterminée;
- Un générateur d'impact imitant les chocs créés par le déplacement de personnes humaines sur un plancher;

Les conclusions du CNRC à la suite des évaluations effectuées suggèrent qu'il n'y a pas d'avantages à substituer la génératrice d'impact ASTM/ISO qui est la plus couramment utilisée en Amérique du nord et en Europe, pour une autre source de bruits d'impact; on suggère cependant l'utilisation d'une nouvelle classification: le "Tapping Machine Rating" ou indice TMR. Cette nouvelle classification prend en compte les niveaux de pression sonore générés par les impacts de 50 Hz à 500 Hz. Pour obtenir l'indice TMR on doit d'abord ajouter la pondération indiquée au tableau 1 ci-dessous aux niveaux sonores mesurés pour les bandes de 50 Hz à 100 Hz.

Pondération à ajouter aux niveaux sonores générés par la génératrice d'impact ASTM/ISO lors du calcul de l'indice TMR	
Fréquence	Pondération
50	+15
63	+15
80	+10
100	+ 5

Tableau 1

MJM

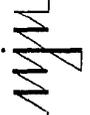
Après pondération on fait une moyenne des niveaux sonores pour les bandes de tiers d'octave de 50 à 500 Hz et on soustrait cette moyenne du nombre 130. Ce nouvel indice devrait permettre une meilleure corrélation entre la mesure objective de l'isolation des bruits d'impact que procure un assemblage plancher/plafond, et la perception subjective de cette isolation. Il a aussi l'avantage d'éliminer les distorsions créées par la classification de l'indice IIC faite selon la norme ASTM E 989, laquelle tient compte du contenu du spectre riche à hautes fréquences que produit l'impact des marteaux d'acier sur des surfaces de plancher dures*.

3.3 Projet de recherche sur l'isolation sonore procurée par des cloisons de gypse

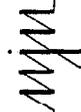
Au cours de cette recherche¹⁶⁾, le CNRC a procédé systématiquement à 250 mesures d'affaiblissement sonore sur différents types de cloisons sèches dans le but de déterminer la contribution relative des divers composants et méthodes d'assemblage des cloisons. Les conclusions de ce projet de recherche qui sont d'intérêt pour la présente étude sont résumées ci-dessous:

* L'auteur du présent rapport a eu l'occasion de comparer à quelques reprises la transmission de bruits de pas produits par une personne chaussée de souliers de ville se déplaçant sur des surfaces de plancher dont les indices de transmission des bruits d'impact étaient très différents. À une occasion en particulier, alors qu'une différence d'au moins 20 points existait entre l'indice IIC procuré par un revêtement de céramique installé sur un sous-plancher amortissant et celui procuré par la dalle de béton nue sur laquelle était installé le revêtement, la différence entre le niveau des bruits de pas perçus subjectivement dans la pièce localisée en dessous des assemblages soumis à l'essai semblait marginale. La faible corrélation entre impression subjective et mesure objective de l'isolation des bruits d'impacts semblait due principalement:

- au fait que la méthode de classification décrite dans l'ASTM E 989 tient compte du bruit produit à hautes fréquences par le choc des marteaux d'acier sur les surfaces de plancher dures.
- au fait que les sous-planchers amortissants minces procurent une isolation substantielle des bruits d'impact produits aux fréquences de 500 Hz et plus, et peu d'isolation aux fréquences de 500 Hz et moins,
- au fait qu'à 500 Hz et plus les souliers de ville avec talon en caoutchouc réduisent le niveau sonore des impacts produits par les pas d'une personne dans la même mesure qu'un sous-plancher amortissant mais amortissent peu ou pas la composante des bruits d'impact à 500 Hz ou moins.



- Les cloisons à double rangée de colombages procurent un degré d'isolation supérieur à celui des cloisons à simple colombages: une cloison de type double-gypse/double-rangée-de-colombages procure un indice de transmission du son supérieur d'environ 10 points de STC à celui que procure une cloison double-gypse/simple-rangée-de-colombages.
- L'indice de transmission du son maximal que procure une cloison double-gypse/double-rangée-de-colombages est de STC 69 s'il s'agit de colombages de bois à entraxes de 600 mm, et de STC 64 s'il s'agit de colombages d'acier à entraxes de 600 mm, avec dans les deux cas des coussins de laine de fibre de verre de basse densité qui remplissent la cavité. Pour ce qui est des cloisons double-gypse/simple-rangée-de-colombages, la performance insonorisante maximale qu'elles procurent est respectivement de STC 59 pour les cloisons à colombages de bois et STC 56 pour les cloisons à colombages d'acier.
- La masse surfacique du gypse utilisé en cours de construction est responsable de variations importantes dans les indices de transmission sonore mesurés sur des cloisons de compositions en apparence semblables.
- Les cloisons qui incorporent des coussins de laine de fibre de verre de basse densité remplissant leur cavité semblent être celles qui procurent de façon consistante le meilleur rendement insonorisant lorsqu'on les compare à celles construites avec d'autres types d'absorbant phonique.
- L'utilisation de panneaux de fibre de bois pour effectuer un découplage entre les parois d'une cloison à simple rangée de colombages s'avère plus coûteux et nettement moins efficace que l'utilisation de fourrures résilientes (STC 52 vs STC 59). L'utilisation de fourrures résilientes est hautement recommandé



lors de la construction de cloisons insonorisantes avec des colombages de bois, ou des colombages d'acier de fort calibre.

- La pratique courante qui consiste à insérer un panneau de fibre de bois ou de gypse dans l'espace de 1 po entre les rangées de colombages d'une cloison à double rangée de colombages réduit l'indice de transmission du son de cette cloison; on a en effet avantage à ajouter sur une des faces extérieures de la cloison la planche de gypse que l'on destinait à l'espace entre les rangées de colombages.

3.4 Projet de recherche sur l'isolation des bruits produits par la plomberie¹⁷⁾

Le rapport de ce projet de recherche fait la synthèse du rendement insonorisant d'une multitude de méthodes d'installation de conduites de plomberie et de méthodes de construction des cloisons qui les contiennent. Pour les fins du présent rapport, on retient entre autres conclusions:

- que les contacts rigides entre les tuyaux et les parois ainsi que la structure des cloisons contenant des conduites de plomberie constitue le facteur principal de transmission des bruits de plomberie d'une unité à l'autre lors de l'utilisation des appareils de plomberie, et que ces contacts doivent être évités.
- qu'avec des cloisons et des puits de plomberie construits correctement et une installation résiliente des conduites qu'ils contiennent, il est possible de réduire le bruit produit par la plomberie jusqu'à un niveau de l'ordre de ou inférieur au niveau de bruit ambiant moyen mesuré par le CNRC en l'absence d'activité humaine dans plus de 600 foyers Canadiens (NC 25 ou 33 dB(A))⁹⁾.



3.5 Projet de recherche sur l'isolation phonique procurée par les portes d'accès des logements¹⁸⁾

- Les conclusions de cette étude indiquent que les portes d'accès des logements d'usage courant munies de coupe-sons efficaces procurent un indice de transmission du son de l'ordre de STC 28 lorsqu'opérationnelles. Cette étude démontre aussi que la performance insonorisante de la porte est surtout limitée par l'étanchéité qu'il est possible d'atteindre à l'aide des coupe-sons installés au périmètre des portes dans le cas des portes à âme pleine de 2 1/4" d'épaisseur et dans le cas de portes métalliques de 1 3/4" d'épaisseur. Dans le cas de portes à âme pleine de 1 3/4" d'épaisseur, la transmission du son à travers la porte elle-même est du même ordre que la transmission à travers les coupe-sons.

- L'indice de transmission sonore maximum que pourrait fournir une porte métallique faite de métal en feuille de calibre 18 standard munie de coupe-sons assurant une étanchéité parfaite au pourtour de la porte est STC 37.

- Le rapport fournit de plus une méthode simple et efficace de mesurer l'affaiblissement sonore "in situ" que procure une porte d'accès, laquelle méthode pourrait être utilisée dans le cadre de la présente étude.

3.6 Projet de recherche sur l'isolation du bruit produit par les portes de garage¹⁹⁾

Les conclusions de ce projet de recherche indiquent qu'il est possible de réduire de façon économique la transmission du bruit produit par l'ouverture et la fermeture des portes de garages au logement situé directement au-dessus de celle-ci, jusqu'à un niveau de l'ordre de NC 25 (34 dB(A)) pour les constructions de béton et NC 35 (38 dB(A)) pour les constructions de bois. Il suffit pour ce faire d'installer les rails et mécanismes de levage à l'aide d'attaches résilientes.



4.0 RÉGLEMENTATION ET NORMES AU CANADA

4.1 Règlements de construction canadiens

La plupart des municipalités canadiennes ne possèdent pas de règlement de construction touchant spécifiquement le contrôle du bruit à l'intérieur des édifices multilogements. Elles se réfèrent le plus souvent aux exigences contenues dans le Code National du Bâtiment (CNB). La section 9.11 du Code National du Bâtiment, édition 1990 présentement en vigueur, stipule que chaque unité d'habitation faisant partie d'un édifice multilogements doit être séparée de tout autre espace susceptible de contenir une source de bruit, par une construction ayant un indice de transmission du son d'au moins STC 50. De plus, une cloison séparant un logement d'un ascenseur, ou d'un vide-ordure, doit avoir un indice de transmission du son d'au moins STC 55. Le CNB ne réglemente pas la transmission des bruits d'impact d'un logement à l'autre ni la transmission des bruits produits par la plomberie.

4.2 Normes québécoises et canadiennes visant l'insonorisation dans les édifices à logements multiples

Il existe au Québec des critères visant l'insonorisation à l'intérieur des édifices destinés à être vendus en copropriété divise. Ces critères qui ont été développés par la Société canadienne d'hypothèque et de logements (SCHL, bureaux de district de la Province de Québec) au début des années 80, visaient essentiellement les constructions à ossature de bois et parement extérieur en brique destinées à la vente en copropriété divise, et dans lesquelles les problèmes d'isolation des bruits aériens et d'impact semblaient persistants.

Les critères d'isolation des bruits aériens et d'impact qui ont été édictés par la SCHL au début des années 80 sont les suivants:

- STC 55 pour l'indice de transmission des bruits aériens que devraient procurer les cloisons et assemblages plancher/plafond interlogements.

MJM

- IIC 65 pour l'indice d'isolation des bruits d'impact que devraient procurer les assemblages plancher/plafond interlogements recouverts de tapis.
- IIC 55 pour l'indice d'isolation des bruits d'impact que devraient procurer les assemblages plancher/plafond interlogements recouverts de surfaces de plancher dures.

Rapidement ces critères ont fait office de normes d'isolation sonore dans l'industrie de la construction québécoise. L'Association Provinciale des Constructeurs d'Habitation du Québec (APCHQ) les a adoptés en encourageant les constructeurs qui adhèrent à son programme de garantie de maisons neuves à appliquer ces normes lorsqu'ils construisent des immeubles de condominiums. Il est à noter que les critères de la SCHL n'ont pas force de loi et que, bien que la SCHL encourage leur maintien, elle n'exige plus, depuis quelques années, de document spécifique attestant que les nouveaux édifices dont elle garantit les prêts hypothécaires remplissent les critères précités. De plus, lorsqu'un acheteur de condominium porte plainte auprès de l'APCHQ à cause d'un manque apparent d'isolation sonore celle-ci le réfère à la réglementation en vigueur lors de la construction de l'immeuble, le plus souvent la section 9.11 du Code National du Bâtiment, pour trancher le litige.

4.3 Normes canadiennes visant la construction en zone de bruit

.1 Bruit routier et ferroviaire

Les critères les plus couramment utilisés au Canada pour analyser le climat sonore d'un site en fonction d'une occupation résidentielle sont ceux développés par la SCHL qui apparaissent dans la publication LNH 5183 82/02 intitulée «*Le bruit routier et ferroviaire: ses effets sur l'habitation*». Ces critères peuvent être résumés ainsi:



- a) Les bruits de circulation automobile ne devraient pas excéder le niveau $Leq_{(24 \text{ heures})} = 55 \text{ dB(A)}$ dans les espaces de séjour ou de récréation situés à l'extérieur* (balcon, cour extérieure, etc.).

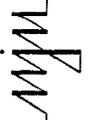
***Note:** Il est admis dans les critères de la SCHL que «même si les niveaux de bruit des espaces libres sont supérieurs à 55 dB(A), ils ne sont pas automatiquement rejetés comme lieu d'agrément». D'autre part il est intéressant de noter que dans l'application des critères de la SCHL par la municipalité de Vancouver, il semble qu'on tienne rarement compte des niveaux sonores irradiés sur les balcons. On considère en effet que le critère de $Leq_{(24 \text{ heures})} = 55 \text{ dB(A)}$ est inatteignable sur les balcons d'un très grand nombre d'édifices localisés en milieu urbain.

- b) L'enveloppe des édifices exposés à un niveau sonore équivalent variant entre $Leq_{(24 \text{ heures})} = 55$ à 75 Db(A) devrait être conçue de façon à réduire le bruit produit par la circulation automobile aux abords du site jusqu'aux niveaux de pression sonore figurant ci-dessous:

- Chambre à coucher: $Leq_{(24 \text{ heures})} = 35 \text{ dB(A)**}$
- Salon, salle à manger: $Leq_{(24 \text{ heures})} = 40 \text{ dB(A)**}$
- Cuisine, salles de bain: $Leq_{(24 \text{ heures})} = 45 \text{ dB(A)**}$

****Note:** Lorsqu'il n'est pas possible d'atteindre les niveaux sonores sus-mentionnés avec les fenêtres en position ouverte, les maisons ou logements doivent être munis d'un système de ventilation/climatisation adéquat.

- c) La SCHL décourage le développement de sites sur lesquels le niveau sonore moyen intégré sur vingt-quatre heures excède $Leq_{(24 \text{ heures})} = 75 \text{ dB(A)}$.



.2 Bruit aéroportuaire

Les critères les plus couramment utilisés au Canada pour analyser le climat sonore d'un site exposé au bruit produit par le trafic aéroportuaire en fonction d'une occupation résidentielle sont ceux développés par la SCHL qui apparaissent dans la publication LNH 5185 81/05 intitulée "Nouveaux secteurs résidentiels à proximité des aéroports".

Les critères d'occupation au sol et d'isolation sonore que l'on retrouve dans cet ouvrage ont été développés par le CNRC à partir des ouvrages disponibles au moment de sa publication. On identifie quatre zones en fonction du niveau de bruit produit au sol par l'activité aéroportuaire, lequel est exprimé à l'aide de contours NEF (Noise Exposure Forecast) qui sont en fait des courbes isophoniques tracées sur les territoires voisins des aéroports.

Zone de bruit inacceptable:

Zone qui correspond aux occupations au sol pour lesquelles l'exposition au bruit est supérieure à l'indice NEF 35. Dans cette zone, il est à prévoir que les résidents des lotissements résidentiels qui y seront aménagés se plaignent énergiquement et de façon répétée du bruit aéroportuaire, qu'ils fassent des pressions auprès des élus, et qu'ils entreprennent des poursuites judiciaires. On décourage la construction de résidences sur les sites pour lesquels l'indice NEF est supérieur à 35.

Zone de bruit intermédiaire:

Font partie de cette zone les sites localisés entre les contours NEF 30 et 35. On décourage la construction de résidences dans cette zone à moins que l'enveloppe des bâtiments n'ait été conçue et construite de façon à procurer un degré d'isolation sonore adéquat.

Zone de bruit tolérable:

On tolère la construction de résidences dans cette zone qui se situe entre les contours NEF 25 à 30 à condition que l'enveloppe des résidences ait fait l'objet d'un traitement insonorisant approprié notamment pour les unités d'habitation construites entre les contours NEF 28 à NEF 30.

Zone de bruit acceptable:

Les sites situés en deça du contour NEF 25 sont généralement indiqués pour la construction résidentielle sans que l'on ait à prendre de mesures spéciales au niveau de l'enveloppe pour réduire la transmission du bruit à l'intérieur des maisons.

5.0 RÉGLEMENTATION FRANÇAISE^{20) 21) 22) 23) 24)}

Nous avons résumé ci-dessous le contenu de la réglementation française concernant le contrôle du bruit dans les constructions résidentielles.

5.1 Bruits en provenance de l'extérieur (trafic routier, ferroviaire et industriel)

Le tableau 1 donne l'isolement de façade requis en fonction du Leq mesuré au niveau de la façade pour les pièces principales et les cuisines. Les pièces principales comprennent le séjour et les chambres. Lorsque la protection vis-à-vis du bruit extérieur impose une fermeture des fenêtres, le tableau 2 indique le cas où un système assurant la pureté de l'air et le confort thermique en saison chaude, est requis.

Leq façade en dB(A)	Isolement de façade en dB(A)	Confort thermique et pureté d'air exigés	
		Pièces principales	Cuisines
80	50 (dissuasif)	X	: X
73	42	X	: X
68	35	X	:
63	30	Chambres	:
< 63	Isolement usuel		:
	20 à 25		:

**Isolement des habitations en zone de bruit
Principe de la réglementation du 6 octobre 1978**

Tableau 2

Cas des zones situées près des aéroports

La réglementation française utilise l'indice psophique N pour caractériser le bruit produit au sol par les passages d'avions.

$$N = L + 10 \log (N_j + 10 N_n) - 34$$

MJM

L étant le niveau de crête quadratique moyen pour l'ensemble des passages d'avions, exprimé en DNdB.

N_j et N_n sont respectivement le nombre de vols de jour et de nuit.

Le tableau 3 présente la réglementation française concernant la construction d'habitation en zone aéroportuaire en fonction de l'indice N.

Indice psophique	Réglementation
$N > 89$	Construction d'habitation interdite; pour les habitations existantes, une aide financière à l'insonorisation peut être fournie.
$84 < N < 89$	Construction de lotissements interdite, constructions individuelles admises sous réserve d'insonorisation.
$84 < N$	Construction de lotissements est permise.

**Réglementation pour la construction d'habitation
dans des zones situées près des aérodromes**

Tableau 3

Cas de nouvelles infrastructures de transport terrestre

Lors de la création de voies nouvelles ou de la transformation de voies existantes, le bruit engendré par les modifications de l'environnement ne doit pas dépasser les niveaux présentés dans le tableau 4.

Zones	$L_{eq(24-21h)}$ Maximal dû à la création ou à la modification des voies
Zones résidentielles calmes	60 dB(A)
Autres zones	65 dB(A) ou 70 dB(A) si le respect de l'objectif de 65 dB(A) conduit à des dépenses prohibitives.

Tableau 4



5.2 Bruits en provenance de l'intérieur (Bruits aériens)

Le tableau 5 présente les niveaux sonores globaux exprimés en dB(A) à ne pas dépasser lorsque les niveaux sonores par bande d'octave régnant dans les autres locaux du bâtiment ne dépasse pas les valeurs présentées dans le tableau 6.

Pièces réceptrices	Niveau maximal dB(A)
Pièces principales	35
Cuisine, salle d'eau, cabinet de toilette	38

**Niveaux sonores globaux à ne pas excéder
dans les pièces réceptrices**
Tableau 5

Type de local émetteur	Niveau maximal dB
Logement	80
Local à usage commercial artisanal ou industriel	85
Circulation intérieure commune au bâtiment	70

**Niveaux sonores par bandes d'octave
dans les pièces émettrices**
Tableau 6

On peut également utiliser le tableau 7 qui donne l'isolement des bruits aériens qui doit exister entre un logement et un local émetteur (local d'où vient le bruit) en fonction de l'usage auquel ce dernier est destiné.

Local émetteur	Atténuation globale minimale dB(A)
Local d'habitation	51
Local commercial, artisanal ou industriel	56
Circulation intérieure commune	41

Réglementation vis-à-vis des bruits aériens
Tableau 7

Remarque: Les valeurs du tableau 7 sont données pour des locaux normalement meublés (temps de réverbération de 0,5 secondes pour chaque fréquence). Les mesures de niveaux de bruit dans les locaux récepteur s'effectuent au centre des pièces, les portes et fenêtres étant fermées. Une incertitude de 3 dB(A) sur les limites données au tableau 7 est admise.

5.3 Bruit d'impact et d'équipements

Le tableau 8 résume la réglementation concernant la transmission des bruits d'impact et d'équipements.

Type de bruit	Source de bruit	Local récepteur	Niveau maximal dB(A)	Remarques
Équipement	Équipement quelconque	Pièces principales	35	
	Équipement collectif (ascenseur, chaufferie...)	Pièces principales	30	
	Équipement quelconque	Cuisine	38	
	Ventilation mécanique	Cuisine	35	
				Niveau lorsque toutes les bouches de ventilation de l'immeuble sont à leur débit minimum
Impact	Machines à chocs normalisée (ASTM/ISO)	Pièces principales	70	Tolérance de 3 dB(A), niveau sonore au centre des locaux

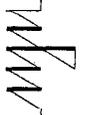
Réglementation vis-à-vis des bruits d'impact et d'équipements
Tableau 8

5.4 Label confort acoustique^{23) 24)}

En plus d'une réglementation concernant l'isolation sonore dans les édifices à logements multiples, la France possède une politique de prêt complémentaire au prêt principal accordé par la caisse des prêts aux habitations à loyer modéré lorsque la qualité de la construction satisfait à certaines conditions de confort acoustique. Ces conditions sont définies dans l'arrêté du 10 février 1972 relatif à l'attribution aux bâtiments d'habitation du "label confort acoustique". Le label de confort acoustique est un programme incitatif et n'a par conséquent pas force de loi; il comporte trois degrés correspondant à des niveaux croissants de qualité notés une étoile, deux étoiles et trois étoiles suivant le nombre de points obtenus durant

l'évaluation acoustique du logement. On doit accumuler au moins 40% du total des points pour avoir droit à un label et par conséquent à un prêt complémentaire dont le montant est proportionnel au nombre de points obtenus.

Les exigences requises pour l'obtention d'un "label confort acoustique" sont résumées dans le tableau 9. Une tolérance de 3 dB(A) est acceptée pour chacune des exigences. À chacune des exigences respectées, correspond un certain nombre de points. Le tableau 10 donne le nombre de points attribués pour chacune des exigences respectées. Le tableau 11 présente les différents degrés avec le critère d'obtention correspondant; "Npt" représente le nombre de points attribués.



Exigence Numéro	Type de bruit	Pièce ou local d'émission	Source de bruit	Pièce ou local récepteur	Niveau maximal dans le local récepteur	Isolation acoustique maximale	Type d'habitation
1	Aérien	Chambre	80 dB par bande d'octave	Chambre	32 dB(A)		Collective
		Séjour			29 dB(A)		
		Pièces humides(1)			27 dB(A)		
		Circulation commune			29 dB(A)		
		Local d'activité(2)			32 dB(A)		
		Chambre		29 dB(A)	Séjour		
		Séjour		32 dB(A)			
		Pièces humides(1)		29 dB(A)			
		Circulation commune		32 dB(A)			
		Local d'activité(2)		32 dB(A)			
2	Impact	Autres logements du bâtiment	Machine à choc normalisée (ISO/ASTM)	Pièces principales	67 dB(A)		Collective
3	Aérien	Voir exigence numéro 1	Voir exigence numéro 1	Pièces principales	27 dB(A)		Individuelle
4	Impact	Autres logements du bâtiment	Machine à choc normalisée (ISO/ASTM)	Pièces principales	64 dB(A)		Individuelle
5	Aérien	Autres pièces du logement	70 dB par bande d'octave	Chambres	35 dB(A)		Individuelle Collective
6	Équipement	Équipement du logement	chauffage individuel, chauffe-eau individuel, bouche de ventilation mécanique propre au logement considéré	Pièces principales	30 dB(A)		Individuelle Collective
7	Équipement	Équipement extérieur au logement	Cas général	Pièces principales	32 dB(A)		Collective
			Équipement collectif: ascenseur, chaudière, échangeur, surpresseur d'eau, transformateur électrique et ventilation		25 dB(A)		
8	Aérien	Espace extérieur au bâtiment	Zone de façade I (3)	Pièces exposées au bruit de l'espace extérieur			42 dB(A)
			Zone de façade II (3)				35 dB(A)
			Zone de façade III (3)				30 dB(A)
			Zone de façade IV (3)				*****

Exigences à respecter pour l'obtention d'un Label Confort Acoustique

Tableau 9

(1): Pièce humide: cuisine, salle de bains ou douches, cabinet de toilette, cabinet d'aisance.

(2): Locaux commerciaux ou industriels auxquels sont assimilés les garages et locaux collectifs résidentiels

(3): La classification des zones de façade est déterminée par les directeurs départementaux de l'équipement.

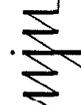


Respect des exigences définies au tableau 8	Nombre de points attribués
Bâtiment collectif	
1	3
5	2
2	4
7	
Équipements collectifs 25 dB(A)	3
Cas général 32 dB(A)	2
6: Équipements individuels 30 dB(A)	1
8	
Zone I 42 dB(A)	5
Zone II 35 dB(A)	5
Zone III 30 dB(A)	2
Zone IV	0
Maison individuelle	
3	6
4	4
5	2
6	1
8	
Zone I 42 dB(A)	5
Zone II 35 dB(A)	5
Zone III 30 dB(A)	2
Zone IV	0

Nombre de points attribués en fonction des exigences respectées
Tableau 10

Degré	Nombre de points attribués (en % du maximum de points attribuables)
Une étoile	$40\% < Npt < 70\%$
Deux étoiles	$70\% \leq Npt$
Trois étoiles	$Npt = 100\%$
Pas de label	$Npt < 40\%$

Classification des Labels Acoustiques
Tableau 11



6.0 RÉGLEMENTATION AMÉRICAINE

6.1 Réglementation aux États-Unis

La réglementation américaine sur la transmission du bruit aérien et du bruit d'impact dans le bâtiment est résumé dans le tableau 12.

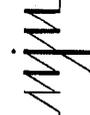
Pièces contiguës à la cloison interlogements	Type de cloison	STC	IIC
Espace habitable à espace habitable, couloir ⁽¹⁾ ou espace public où il existe un niveau de bruit moyen ⁽²⁾	Mur	45	
Espace habitable à espace public et zone de service où il existe un niveau de bruit élevé ^{(3) (5)}		50	
Espace habitable à espace habitable, espace public ⁽⁴⁾ ou zone de service où il existe un niveau de bruit moyen ⁽²⁾	Plancher-plafond	45	45
Espace habitable à espace public et zone de service où il existe un bruit élevé ⁽³⁾		50	50

Limitation de la transmission du bruit dans les bâtiments
Tableau 12

6.2 Réglementation spécifique à la ville de New-York

Le tableau 13 présente les exigences de la réglementation en matière d'insonorisation dans les bâtiments pour la ville de New-York.

- (1) Les valeurs supposent que le plancher du couloir est recouvert de tapis, sinon augmente le STC à 50.
- (2) On considère comme espace public ayant un niveau de bruit moyen, les vestibules, les espaces de rangement, les escaliers...
- (3) On considère comme zone ayant un bruit élevé, la chaufferie, la salle des équipements mécanique, la cage d'ascenseur, la laverie, les garages et les zones à usage commercial.
- (4) Ne s'applique pas aux planchers se trouvant au-dessus d'un espace de rangement où le bruit provenant des espaces habitables n'est pas répréhensible.
- (5) Augmenter le STC de la cloison de 5 points si l'espace adjacent contient des équipements mécaniques bruyants.



Date de construction du bâtiment	Type de cloison	Type de bruit	Réglementation
Avant Janvier 1972	Mur et ensemble plancher/plafond	Aérien	≥ STC 45
Après Janvier 1972			≥ STC 50
Après Janvier 1972	Porte d'entrée		≥ STC 35
N/A	Ensemble plancher/plafond entre les locaux	Impact	≥ INR 0

**Réglementation concernant l'isolation acoustique
dans les bâtiments pour la ville de New-York**
Tableau 13

De plus, le code du bâtiment prévoit des critères, sur le niveau de puissance sonore maximal produits par des équipements contigus au logement, sur le niveau de puissance sonore maximal d'équipement mécanique localisé à l'extérieur, sur le niveau de pression sonore dans un logement dû à un équipement mécanique extérieur, et sur le niveau de puissance sonore maximal des systèmes de ventilation.

6.3 Réglementation spécifique à la Californie

Le tableau 14 présente la réglementation de contrôle du bruit dans les bâtiments spécifique à la Californie.

Type de bruit	Type de cloison	Réglementation
Aérien	Mur et ensemble plancher/plafond	≥ STC 50 en laboratoire ≥ NIC 45 "in situ", logement meublé ≥ NNIC 45 "in situ", logement non meublé Dn minimal = 45 dB, logement non meublé
Aérien	Porte d'entrée d'un couloir intérieur au bâtiment avec la cloison	≥ STC 26 ⁽¹⁾ (porte seule) ≥ NIC 30 ≥ NNIC 30
Impact	Ensemble plancher/plafond entre logement	≥ IIC 50 en laboratoire ≥ FIIC 45 "in situ", sans normalisation
Aérien extérieur		Ldn ou CNEL ≤ 45 dB dans les pièces habitables du logement considéré

**Réglementation concernant l'isolation acoustique
dans les bâtiments en Californie**

Tableau 14

¹ Une porte en bois à âme pleine de 1 3/8 po d'épaisseur minimum ou une porte métallique de calibre 18 munie d'un joint compressé sur tout le pourtour est considérée suffisante et ne nécessite aucune information supplémentaire.

MJM

Dans les zones constructibles où le L_{dn} ou le CNEL sont supérieurs à 60 dB, une étude acoustique sur la conception des logements devra être réalisée afin de prouver que les niveaux sonores à l'intérieur du logement répondront à la réglementation qui apparaît au **tableau 14**.

6.4 Recommandations du "Department of Housing and Urban Development"

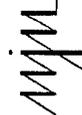
Les HUD est l'équivalent américain de la SCHL. Il édicte des recommandations concernant l'isolation sonore dans les lieux habités. Ces recommandations qui n'ont pas force de loi sont classées en trois catégories. Le **tableau 15** présente chacune des catégories avec leurs critères de classification.

Catégorie	Zone applicable	Niveau de bruit extérieur la nuit	Indice NC recommandé dans le logement
1	Zone résidentielle calme Logement au-dessus du 8 ^e étage Logement de luxe	≤ 40 dB(A)	NC 20-25
2	Zone urbaine et banlieue	40-45 dB(A)	NC 25-30
3	Zone urbaine bruyante	≤ 55 dB(A)	< NC 35

Catégorie en fonction du climat sonore sur le site

Tableau 15

Le **tableau 16** présente les recommandations concernant la transmission du bruit aérien au travers des murs séparant les différents logements selon les trois catégories exprimées au **tableau 15**.



Pièces contiguës entre deux logements	Catégorie 1 STC	Catégorie 2 STC	Catégorie 3 STC
Chambre à chambre	55	52	48
Salon à chambre	57	54	50
Cuisine à chambre	58	55	52
Salle de bain à chambre	59	56	52
Couloir à chambre	55	52	48
Salon à salon	55	52	48
Cuisine à salon	55	52	48
Salle de bain à salon	57	54	50
Couloir à salon	55	52	48
Cuisine à cuisine	52	50	46
Salle de bain à cuisine	55	52	48
Couloir à cuisine	55	52	48
Salle de bain à salle de bain	52	50	46
Couloir à salle de bain	50	48	46

Critère pour l'isolation du bruit aérien entre logements contigus
Tableau 16

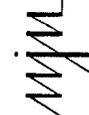
Le tableau 17 présente les recommandations concernant la transmission du bruit aérien et du bruit d'impact à travers les ensembles plancher/plafond séparant les différents logements en fonction des destinations des pièces et des catégories d'isolation sonore.

MJM

Pièces contiguës entre deux logements	Catégorie 1		Catégorie 2		Catégorie 2	
	STC	IIC	STC	IIC	STC	IIC
Chambre au-dessus de chambre	55	55	52	52	48	48
Salon au-dessus de chambre	57	60	54	57	50	53
Cuisine au-dessus de chambre	58	65	55	62	52	58
Séjour au-dessus de chambre	60	65	56	62	52	58
Couloir au-dessus de chambre	55	65	52	62	48	58
Chambre au-dessus de salon	57	55	54	52	50	48
Salon au-dessus de salon	55	55	52	52	48	48
Cuisine au-dessus de salon	55	60	52	57	48	53
Séjour au-dessus de salon	58	62	54	60	52	56
Couloir au-dessus de salon	55	60	52	57	48	53
Chambre au-dessus de cuisine	58	52	55	50	52	46
Salon au-dessus de cuisine	55	55	52	52	48	48
Cuisine au-dessus de cuisine	52	55	50	52	46	48
Salle de bain au-dessus de cuisine	55	55	52	52	48	48
Séjour au-dessus de cuisine	55	60	52	58	48	54
Couloir au-dessus de cuisine	50	55	48	52	46	48
Chambre au-dessus de séjour	60	50	56	48	52	46
Salon au-dessus de séjour	58	52	54	50	52	48
Cuisine au-dessus de séjour	55	55	52	52	48	50
Salle de bain dessus de salle de bain	52	52	50	50	48	48
Couloir au-dessus de couloir	50	50	48	48	46	46

**Critère pour l'isolation du bruit aérien et du
bruit d'impact d'un ensemble plancher/plafond, entre les logements**
Tableau 17

Le tableau 18 présente les recommandations concernant la transmission du bruit aérien au travers des cloisons d'un même logement. Les portes des salles de bains et des chambres doivent être pleines et être munies d'un système de joint assurant un degré d'intimité acceptable.



Pièces contiguës	Catégorie 1 STC	Catégorie 2 STC	Catégorie 3 STC
Chambre à chambre	48	44	40
Salon à chambre	50	46	42
Salle de bain à chambre	52	48	45
Cuisine à chambre	52	48	45
Salle de bain à salon	52	48	45

Critère pour l'isolation du bruit aérien dans un même logement
Tableau 18

6.5 Normes

Les normes régissant l'obtention des indices acoustiques mentionnés dans la réglementation américaine sont listées ci-dessous:

STC = ASTM E 90 - ASTM E 413

IIC = ASTM E 492 - ASTM E 989

D_n = ASTM E 597

NNIC = ASTM E 336 - ASTM E 413
NIC

FIIC = ASTM E 1007 - ASTM E 989

L_{dn} = ASTM E 966 - ASTM E 1014
CNEL



7.0 OBJECTIFS D'ISOLATION SONORE PROPOSÉS

L'auteur regroupe et discute sous cette rubrique les objectifs d'isolation sonore qu'il juge souhaitable d'atteindre dans les édifices multilogements destinés à la vente en copropriété divise. Ces objectifs tiennent compte des contraintes spatiales, structurales, architecturales, économiques et d'entretien inhérentes à tout projet d'habitation; ils n'ont pas été choisis pour satisfaire 100% des occupants des édifices à l'intérieur desquels ils auront été atteints mais bien pour permettre à la très grande majorité d'entre eux de vivre paisiblement sans trop se soucier de déranger les voisins ou d'être dérangés par ceux-ci, par les bruits extérieurs, ainsi que par les équipements mécaniques et électriques de l'édifice qu'ils habitent.

7.1 Isolation des bruits urbains et aéroportuaires

Les objectifs d'isolation sonore que nous croyons souhaitable d'adopter sont ceux développés par la SCHL, qui ont été résumés précédemment aux articles 4.3.1 et 4.3.2.

7.2 Isolation des bruits aériens produits par l'activité humaine à l'intérieur des logements

Les résultats des projets de recherche effectués au laboratoire d'acoustique du CNRC indiquent que les indices d'isolation des bruits aériens maximums que l'on peut atteindre en laboratoire à l'aide de cloisons en gypse dont la composition est adaptée aux contraintes économiques et structurales des édifices multilogements se situent autour de STC 64 et STC 69.

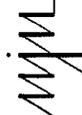
Le plus haut indice de transmission du son mesuré par le CNRC, sur un assemblage plancher/plafond à ossature de bois qu'il est pratique de construire, est STC 64. Pour ce qui est de l'affaiblissement sonore procuré par les dalles de béton structurales, le CNRC a mesuré un indice de transmission de STC 52 sur une dalle de béton de 150 mm d'épaisseur; l'indice généralement admis pour une dalle de

béton de 200 à 250 mm d'épaisseur est STC 55.

L'expérience de l'auteur dans la constructions multilogements indique que l'indice de transmission du son moyen que l'on mesure pour les cloisons et les assemblages plancher/plafond à l'intérieur d'édifices érigés par des promoteurs réputés par la qualité de leur constructions varie entre FSTC 54 et FSTC 62 avec un indice moyen de FSTC 58 pour les cloisons et les assemblages plancher/plafond, peu importe qu'il s'agisse de construction de bois ou de béton. À notre avis ceci est indicateur que la limite de l'isolation sonore que permettent les contraintes associées à tout projet de construction se situe aux alentours de FSTC 55, le critère d'isolation sonore interlogements qui fait présentement office de norme dans l'industrie de la construction québécoise.

Selon les résultats préliminaires de l'étude pan-canadienne du CNRC mentionnée à l'article 3.1 du présent rapport, un degré d'isolation sonore de l'ordre de FSTC 55 devrait satisfaire plus de 90% des occupants. Pour cette raison et pour les raisons mentionnées ci-haut il semble donc justifié de choisir FSTC 55 comme objectif d'isolation des bruits aérien à l'intérieur des édifices multilogements dont les unités d'habitations possèdent à la fois des adjacences verticales et horizontales. L'auteur juge aussi souhaitable d'imposer un objectif d'affaiblissement sonore d'au moins 35 dB pour les bandes de tiers d'octave de 125 Hz et de 160 Hz (voir article 3.1).

L'étude du CNRC ainsi que la réglementation française suggère que la réduction sonore globale pondérée "A" que procure une cloison est un indice fiable pour évaluer la séparation acoustique qui existe entre deux logements. Dans le cas de l'évaluation d'un édifice construit, l'utilisation de cette méthode de mesure pourrait réduire le coût des contrôles de qualité en regard de l'isolement acoustique. On pourrait aussi effectuer des mesures de réduction sonore selon l'échelle "C" et l'échelle "A" pour déterminer la performance insonorisante de la cloison à basses fréquences.



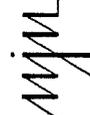
La méthode de mesure proposée pour évaluer l'isolation des bruits aériens que procure une cloison ou un assemblage plancher/plafond interlogements est essentiellement celle décrite à la norme ASTM E 336; le calcul de l'incertitude sur les valeurs mesurées est cependant escamoté. Lors de la saisie d'échantillons sonores dans les pièces émettrices et réceptrices, le microphone devrait être déplacé pour effectuer un échantillonnage constituant une moyenne spatiale dans la région du centre des pièces d'intérêt à une hauteur approximative de 1200 mm du plancher et à une distance de 1000 mm des murs et autres surfaces réfléchissantes. La durée d'intégration des échantillons sonores prélevés dans les pièces émettrices et réceptrices devrait être d'au moins 30 secondes.

7.3 Isolement des bruits d'impact produits par l'activité humaine à l'intérieur des logements

Les critères d'isolation des bruits d'impact qui font présentement office de norme au Québec sont les suivants:

- IIC 65 pour l'indice d'isolation des bruits d'impact que devraient procurer les assemblages plancher/plafond interlogements recouverts de tapis.
- IIC 55 pour l'indice d'isolation des bruits d'impact que devraient procurer les assemblages plancher/plafond interlogements recouverts de surfaces de plancher dures.

Les projets de recherche les plus récents du CNRC dont les conclusions sont résumées à l'article 3.2 du présent rapport indiquent qu'il est difficile de faire une corrélation entre l'impression subjective des gens en regard de l'isolation des bruits d'impact que procure un plancher et l'indice IIC que procure ce même plancher; l'indice TMR proposé par le CNRC semblerait à priori offrir une meilleure corrélation.



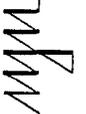
Nous proposons donc l'utilisation de l'indice TMR pour évaluer sur place la contribution de l'isolation des bruits de choc que procure un plancher dans le cadre de l'évaluation du degré de confort acoustique d'un immeuble existant où les planchers sont déjà installés. L'indice minimum de TMR = 50 recommandé par le CNRC nous semble un objectif adéquat.

Dans le cas où il s'agit d'évaluer le degré d'isolation acoustique d'un immeuble à construire, on doit utiliser l'indice IIC pour évaluer l'isolation des bruits d'impact procuré par les assemblages plancher/plafond proposés puisque la quasi-totalité des données disponibles sont exprimées sous cette forme. Dans ce cas les objectifs d'isolation des bruits d'impact IIC 65 et IIC 55 qui fait présentement office de norme semblent appropriés.

La méthode de mesure proposée pour évaluer l'isolation des bruits d'impact que procure un assemblage plancher/plafond interlogements est essentiellement celle décrite à la norme ASTM E 1007; le calcul de l'incertitude sur les valeurs mesurées est cependant escamoté et l'on doit effectuer des mesures pour les bandes d'octave allant de 50 Hz à 3150 Hz. Lors de la saisie d'échantillons sonores dans les pièces réceptrices, le microphone devrait être déplacé pour effectuer un échantillonnage constituant une moyenne spatiale dans la région du centre des pièces d'intérêt à une hauteur approximative de 1200 mm du plancher et à une distance de 1000 mm des murs et autres surfaces réfléchissantes. La durée d'intégration des échantillons sonores prélevés dans les pièces émettrices et réceptrices devrait être d'au moins 30 secondes.

7.4 Isolation des bruits produits par la plomberie

Pour être imperceptible, le bruit produit par la plomberie et transmis dans les chambres et salles de séjour des unités d'habitation d'un complexe multilogements devrait au moins être inférieur au niveau de bruit de fond qui existe dans ces pièces,



en l'absence d'activité humaine. Ce niveau de bruit peut varier de façon significative d'un logement à l'autre, comme en témoigne les mesures faites par le CNRC dans 600 foyers canadiens, la moyenne des niveaux mesurés se situant autour de NC 25 ou 33 dB(A). C'est ce niveau moyen que nous avons choisi comme objectif d'isolation des bruits de plomberie: le bruit produit par les robinets et renvois des lavabos, des baignoires et des douches ainsi que par les cabinets d'aisance des unités d'habitation voisines d'un logement ne devrait pas produire dans ce logement un niveau de bruit supérieur à 33 dB(A) dans les chambres et les pièces de séjour.

Lors de la mesure du niveau sonore le microphone devrait être déplacé pour effectuer un échantillonnage constituant une moyenne spatiale dans la région située au centre des pièces d'intérêt à une hauteur approximative de 1200 mm du plancher et à une distance minimum de 1000 mm des murs et autres surfaces réfléchissantes; le prélèvement sonore effectué est un niveau équivalent à bande large avec pondération "A" intégré sur 20 secondes ou sur une période de temps correspondant au temps nécessaire pour vider et remplir deux fois la cuvette d'aisance.

7.5 Isolation du bruit produit par les portes de garage

Idéalement le bruit transmis aux unités d'habitation d'un complexe multilogements lors de l'ouverture et de la fermeture des portes de garage devrait être inaudible dans les logements de ce complexe. Pour ce faire la porte devrait être complètement dissociée de la structure de l'édifice et être installées sur un cadre indépendant. En pratique cependant, étant donné les contraintes et les coûts supplémentaires associés à ce type d'installation, les promoteurs optent plutôt pour l'installation des rails et des mécanismes d'entraînement des portes sur isolateurs. L'étude subventionnée par la SCHL qu'a effectuée MJM CONSEILLERS EN ACOUSTIQUE INC. à ce sujet indique que les niveaux sonores intégrés sur la durée du cycle complet d'ouverture et de fermeture d'une porte de garage installée sur supports résilients ne devraient pas excéder NC 25 ou 34 dB(A) dans les chambres et les pièces de séjour d'édifices à structure de béton. Dans le cas des édifices ou

la porte et le mécanisme sont fixés à l'ossature de bois de l'édifice à l'aide d'attaches résilientes, le niveau sonore mesuré était de l'ordre de NC 35 ou 38 dB(A) durant les mouvements des portes de garage. Ce sont ces niveaux sonores de 34 dB(A) et 38 dB(A) que nous avons choisis comme objectifs d'isolation sonore respectivement dans les constructions de béton et de bois. Nous sommes d'opinion que le niveau sonore plus élevé toléré dans les constructions à ossature de bois peut être justifié par le fait, que dans le cas de ces édifices, le nombre des occupants est moindre et que les mouvements de portes de garages sont par conséquent moins fréquents que dans le cas des édifices de béton, ce qui contribue à rendre acceptable le niveau sonore plus élevé transmis aux logements situés au-dessus des portes de garage.

Lors de la mesure du niveau sonore produit par les mouvements de portes de garage le microphone devrait se trouver au centre de la pièce située juste au-dessus de la porte de garage et de son mécanisme, avec le microphone à une hauteur approximative de 1200 mm du plancher et à une distance de 1000 mm des murs et autres surfaces réfléchissantes; le prélèvement sonore effectué est un niveau équivalent à bande large avec pondération "A" intégré sur une période de temps correspondant à la durée de cinq cycles complets d'ouverture et de fermeture de la porte.

7.6 Isolation du bruit produit dans les aires de circulation communes

.1 Cloisons

L'objectif d'isolation sonore choisi pour les cloisons qui ne contiennent pas de portes d'accès et qui séparent les pièces habitables d'un logement des aires de circulation communes d'un édifice (corridor ou escalier commun) est STC 55. Dans le cas d'une cloison corridor/logement il peut s'agir d'une cloison à simple rangée de colombages; dans le cas d'une cloison entre un logement et un escalier d'issue la cloison devrait être à double rangée de colombages. Il est souvent difficile de mesurer l'isolement des bruits aériens procurée par les cloisons corridor/logements ou escalier/logement



en raison de la configuration des pièces de part et d'autre de ces cloisons. Lorsqu'il ne sera pas possible de mesurer l'affaiblissement sonore d'une cloison l'affaiblissement sonore qu'elle devrait procurer pourra être évalué en fonction de la composition de la cloison. La méthode de mesure de l'affaiblissement des bruits aériens de ces cloisons est la même que celle utilisée pour les cloisons interlogements (ASTM E 336).

.2 Portes d'accès

Les portes d'accès doivent procurer un affaiblissement sonore d'au moins FSTC 25 lorsque mesuré de la façon indiquée ci-dessous:

- Une source de bruit rose du type généralement utilisée pour effectuer des mesures d'affaiblissement sonore dans des conditions réelles conformément à la norme ASTM E 336-90 est placée du côté du corridor, à au moins 3 m de la porte que l'on désire tester.
- Après s'être assuré que la porte est ajustée et opérationnelle, on mesure les niveaux de pression sonore générés par la source, du côté du corridor, à environ 1 m de la porte, lorsque celle-ci est ouverte, puis fermée pour obtenir les valeurs $L_{p \text{ incident ouverte}}$ et $L_{p \text{ incident fermée}}$ pour chacune des bandes de tiers d'octave allant de 125 à 4000 Hz.
- On mesure ensuite les niveaux sonores par bandes de tiers d'octave transmis au logement à 1 m de la porte testée, alors que celle-ci est ouverte puis fermée pour obtenir les valeurs $L_{p \text{ transmis ouverte}}$ et $L_{p \text{ transmis fermée}}$.
- À l'aide des quantités mesurées ci-haut on détermine pour chaque bande de tiers d'octave allant de 125 à 4000 Hz, l'affaiblissement sonore par insertion procurée par la porte, normalisé en fonction du niveau de pression sonore dans l'espace où la source était placée, en utilisant l'équation suivante:

MW

$$NIL = \{Lp(\text{transmis ouverte}) - Lp(\text{transmis fermée})\} + \{Lp(\text{incident fermée}) - Lp(\text{incident ouverte})\}$$

Le premier terme entre accolades représente l'affaiblissement sonore par insertion (Insertion Loss) procurée par la porte. Le second terme entre parenthèses représente le facteur de normalisation qui tient compte de la variation de l'absorption phonique dans la pièce émettrice qu'engendre l'ouverture et la fermeture de la porte. Pour les fins des tests d'acceptation des portes insonorisantes, on compare les valeurs NIL (Normalized Insertion Loss) mesurées à la courbe de classification ASTM E 413-87 pour obtenir l'indice FSTC.

- Alternativement, on pourra aussi évaluer l'affaiblissement sonore à bande large avec pondération "A" procuré par la porte (D_A).

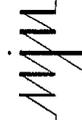
Remarques:

L'auteur est d'avis que le rôle acoustique des portes d'accès est de maintenir l'intégrité de l'isolation sonore que procure les cloisons interlogements tout en procurant un degré d'isolation sonore acceptable entre les espaces communs de l'édifice et les espaces privés. L'auteur est aussi d'opinion que pour des questions de sécurité, il est nécessaire que les gens puissent entendre ce qui se passe dans les portions communes de leur projet d'habitation. Les portes d'accès de logements situées à proximité des halls d'ascenseurs où les portes d'accès situées à proximité du hall d'entrée du rez-de-chaussée d'un édifice représentent toutefois une exception puisque:

- a) ces aires sont des aires d'attente ou de transit où il est loisible aux gens d'écouter, à travers les portes, les conversations tenues dans les logements.
- b) il est fréquent que l'on tienne des conversations entre voisins dans le hall d'entrée ou dans le hall des ascenseurs d'un édifice. Ces conversations lorsque transmises à l'intérieur des logements sont souvent cause de gêne. Pour ces cas spécifiques nous croyons que la mise en place de portes procurant un degré d'isolation sonore de l'ordre de STC 35 est indiquée; on peut aussi mettre en place deux portes séparées par un vestibule à l'entrée des logements situés près du hall d'accès de l'édifice ou près du hall des ascenseurs.

7.7 Bruits transmis à l'intérieur des logements par les équipements mécaniques et électriques du bâtiment

Les équipements mécaniques et électriques qui sont susceptibles de produire du bruit

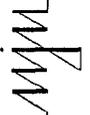


transmis par voie aérienne ou solidienne à l'intérieur de logements sont principalement les:

- ventilateurs des corridors,
- ventilateurs évacuateurs de monoxyde de carbone dans les garages,
- refroidisseurs évaporatifs,
- condenseurs,
- ascenseurs,
- chutes et compacteurs à déchets,
- transformateurs,
- pompes, etc.

Lorsque le bruit produit par ces appareils est perceptible à l'intérieur d'un logement, il génère presque invariablement des plaintes de la part des occupants de ce logement. La gêne ressentie par ces occupants est accentuée par leur perception que tous les occupants de l'édifice bénéficient de ces équipements mais qu'ils sont les seuls à en faire les frais. Parfois le bruit produit par les équipements dont ils se plaignent est à peine plus élevé que le niveau de bruit ambiant à l'intérieur de leur logement: donc perceptible mais difficilement mesurable. Dans ces cas il n'est pas rare que les plaignants ne soient dérangés que durant la nuit en hiver, alors que les fenêtres sont fermées et que le niveau de bruit ambiant à l'intérieur de leur logement est au plus bas; en été, le bruit urbain en provenance de l'extérieur lorsque les fenêtres sont ouvertes ou le bruit causé par le fonctionnement du système de climatisation masque celui produit par les équipements qui sont source de gêne.

Il est très difficile d'établir un critère visant le niveau sonore que ne devrait pas excéder le bruit transmis dans les logements par les équipements collectifs d'un bâtiment, puisque la perception de ces bruits dépend principalement de la différence entre le niveau sonore transmis et le niveau de bruit ambiant dans les logements, ce dernier fluctuant avec l'heure de la journée et en fonction du climat sonore du site



sur lequel l'édifice est implanté. Idéalement le bruit transmis par les équipements mécaniques devrait être imperceptible. De façon pratique cependant on doit décider d'un niveau sonore réaliste à ne pas excéder; nous avons fixé à NC 25 ou 33 dB(A) le niveau sonore que ne devrait pas excéder le bruit produits par les équipements mécaniques et électriques collectifs et transmis à l'intérieur d'un logement. Ce niveau sonore représente le niveau de bruit résiduel mesuré par le CNRC dans 600 foyers canadiens en l'absence d'activité humaine (voir article 3.1 du présent projet de recherche). Ce niveau est supérieur à ceux que recommandent le Department of Housing and Urban Development (HUD NC 20) et le Label Confort Acoustique français 25 dB(A).

Dans le cas des bruits continus ou de durée relativement longue tels que les bruits de plomberie dus à la cavitation ou à ceux produits par les condenseurs ou par l'ouverture et la fermeture de portes de garage, il est recommandé que le niveau sonore mesuré soit exprimé sous forme de niveau équivalent avec pondération «A» d'une durée d'intégration minimum de 20 secondes ou de cinq cycles d'opération dans le cas des portes de garage. Pour ce qui est du bruit produit par les coups de bélier de plomberie, par les mouvements d'ascenseurs ou par les chutes à déchets, le niveau à mesurer correspond au niveau quadratique moyen maximum mesuré en utilisant une fenêtre de détection de 35 ms [$L_{(max)35ms}$]

7.8 Utilisation des objectifs d'isolation sonore en regard de la qualification du degré de confort acoustique que procure une unité d'habitation

Le degré de confort acoustique que procure une unité de logement est un concept subjectif qui est modulé par une multitude de facteurs indépendants du bâtiment dont entre autres:

- l'acuité auditive des résidants;
- leurs habitudes et leur rythme de vie;
- les relations qu'ils entretiennent avec leurs voisins;



- le niveau de bruit de fond à l'intérieur de leur logement;
- le spectre, la nature et la fréquence d'occurrence des bruits transmis;
- le message que contiennent ces bruits, etc.

La phase I du présent projet de recherche a pour but de préparer un protocole de mesures destiné à analyser de façon objective le confort acoustique que procure les unités d'habitation d'un complexe résidentiel multilogements construit ou à construire. L'interprétation des résultats de l'évaluation objective est laissée à chacun en fonction de sa tolérance au bruit, du voisinage où il établira demeure, de la localisation de son unité de logement dans l'immeuble et de la proximité ou non de sources de bruit susceptibles de produire de la gêne, et d'une foule d'autres facteurs que cette étude ne peut couvrir.

Vous trouverez à l'article 8.0 suivant la méthode d'évaluation de confort acoustique proposée dans le présent projet de recherche. Cette méthode devra être validée au cours d'une phase subséquente.



8.0 MÉTHODE D'ÉVALUATION DU CONFORT ACOUSTIQUE

8.1 Méthode d'évaluation du confort acoustique procuré par les logements d'édifices existants

Vous trouverez à l'Annexe I une grille d'analyse pour un logement fictif qui comporte deux pages. On retrouve sur la page 1 la liste des mesures acoustiques à effectuer dans un logement et à la page 2 le pointage obtenu à partir des mesures effectuées. Les paragraphes qui suivent résume la méthode de pointage utilisée.

.1 Bruit extérieur

La méthode de pointage utilisée pour le bruit extérieur est la suivante: on mesure le niveau de bruit équivalent à l'extérieur sur une période d'au moins 60 minutes et on soustrait la valeur mesurée à l'objectif fixé de 55 dB(A). Si le niveau mesuré est inférieur à la valeur fixée on augmente le confort acoustique du logement et on obtient un nombre de point positif. Inversement si le niveau mesuré est supérieur à l'objectif fixé, le confort acoustique du logement diminue et on obtient un nombre de point négatif.

.2 Enveloppe

Pour l'atténuation de l'enveloppe, on mesure le niveau de bruit équivalent à l'extérieur et à l'intérieur du logement en l'absence d'activité humaine. On calcule la différence entre le niveau mesuré à l'extérieur et le niveau mesuré à l'intérieur laquelle correspond à l'atténuation sonore procurée par les murs extérieurs et les fenêtres du logement. On soustrait à la valeur obtenue l'objectif fixé de 22 dB. Cet objectif de 22 dB a été obtenu en calculant la différence des objectifs de niveaux sonores extérieurs et intérieurs que l'on ne devrait pas dépasser (55 dB(A) à l'extérieur et 33 dB(A) à l'intérieur). Si l'objectif d'atténuation de l'enveloppe est dépassé (i.e. supérieur à 22 dB), le nombre de point attribué sera positif; inversement si l'atténuation de l'enveloppe est inférieur à 22 dB le nombre de points

attribués est négatif. Plus la différence des deux niveaux sonores mesurés sera grande moins les bruits provenant de l'extérieur seront audibles et plus le confort acoustique dans le logement sera important.

.3 Isolation des bruits produits par l'activité humaine

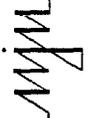
Pour les bruits aériens on mesure l'indice STC ou D_A des cloisons interlogements et lorsque c'est possible des cloisons logement/corridor et logement/escalier d'issue; on mesure aussi le bruit ambiant. Ici on considère que le bruit ambiant autre que celui produit par l'activité humaine contribue à hausser l'intimité acoustique puisqu'il masque les bruits en provenance des logements adjacents. Pour chaque cloison, on soustrait de l'indice STC mesuré l'objectif fixé de STC 55 et on ajoute à la valeur obtenue la différence entre le bruit ambiant mesuré en l'absence d'activité humaine et l'objectif fixé de 33 dB(A) (cette différence est positive si le bruit ambiant mesuré est supérieur à l'objectif).

Pour les bruits d'impacts, le calcul est identique à celui des bruits aériens excepté que l'objectif fixé est de IIC 55 ou TMR 50 pour les planchers durs et IIC ou TMR 65 pour les planchers recouverts de tapis.

Pour la porte d'accès, si celle-ci est localisée près d'un ascenseur ou d'un hall d'entrée, on mesure le l'indice STC ou D_A de la porte et on soustrait à cette valeur l'objectif fixé de STC 35; dans les autres cas aucun point n'est attribué.

.4 Bruit produit par les portes de garage

Pour le garage, on mesure le niveau de bruit équivalent produit par cinq cycles d'ouverture et fermeture de la porte de garage. On soustrait la valeur mesurée à l'objectif fixé de 34 dB(A) (structure de béton) ou 38 dB(A) (structure de bois). De la même manière que pour les bruits aériens, on va tenir compte du bruit ambiant



en ajoutant à la valeur obtenue la différence entre le bruit ambiant mesuré et l'objectif fixé de 33 dB(A) (cette différence est positive si le bruit ambiant mesuré est supérieur à l'objectif).

.5 Bruit produit par la plomberie

Pour les bruits de plomberie, d'ascenseur, de condenseur, de tour d'eau ou de chute à déchets on soustrait du niveau de bruit ambiant mesuré le niveau de bruit produit par l'élément en question. Si celui-ci est supérieur au bruit ambiant mesuré le nombre de points attribué sera négatif. Par contre si il n'est pas audible aucun point ne sera attribué.

.6 Total des points attribués

Le total des points attribués permet de caractériser chacun des logements d'un édifice. Pour procurer un confort jugé adéquat le total des points de chaque logement devrait être au moins égal à zéro. Plus le total sera élevé et positif plus le confort acoustique procuré par le logement sera grand.

8.2 Méthode d'évaluation du confort acoustique procuré par les édifices à construire

Cette méthode tient compte du potentiel de gêne, lequel est basé sur la localisation de l'unité par rapport à des sources de bruits localisées dans et à l'extérieur de l'immeuble ainsi que de la réduction du potentiel de gêne en fonction de la mise en place de mesures palliatives visant la réduction de la transmission des bruits susceptibles de produire de la gêne.

Vous trouverez à l'Annexe II une grille d'analyse remplie en fonction d'un logement fictif. On retrouve, sur cette liste, la liste des éléments susceptibles d'être une source de bruit dans le logement, les caractéristiques acoustiques minimales que devraient avoir les cloisons et assemblages plancher/plafond des logements ainsi qu'un barème servant au pointage. Dans la seconde colonne de la grille d'analyse on détermine la présence ou non des éléments figurant dans la première colonne.

Ensuite, pour les éléments présents, on doit identifier, à la troisième colonne, ceux pour lesquels un traitement acoustique spécifique a été effectué afin de diminuer le bruit causé par l'élément en question. Ceci ne s'applique pas aux bruits extérieurs ni à l'isolation sonore que procure les cloisons et assemblages plancher/plafond. Les deux dernières colonnes correspondent au pointage permettant l'évaluation du confort acoustique des logements des édifices à construire.

Pour chaque élément présent, donc susceptible de diminuer le confort acoustique du logement, on attribue cinq points de pénalité. Selon qu'il y a eu mitigation ou non, certains points voir la totalité des points de pénalité peuvent être retranchés (voir le barème à l'Annexe II). Le pointage s'effectue en ne tenant compte que des sources de bruit présentes, pour lesquelles l'on a répondu "Oui" dans la deuxième colonne. Pour le cas où il y a eu mitigation, on définit un nombre de points maximum et minimum à retrancher selon l'efficacité du traitement mis en place. Le barème qui détermine la valeur des mesures palliatives a été déterminé à partir de l'expérience de l'auteur en regard de l'efficacité des traitements acoustiques utilisés couramment dans la construction. Dans certains cas le traitement permet d'éliminer totalement le bruit alors que dans d'autres cas il le réduit partiellement. L'écart entre le minimum et le maximum des points retranchés est indicatif de l'efficacité du traitement mis en place¹. Par exemple, pour le cas des planchers durs, puisqu'aucun traitement n'atténue les impacts aussi bien que le ferait un tapis sur thibaude, aucun point ne sera retranché pour une installation conforme à IIC 55 et cinq points de pénalité apparaîtront aux deux colonnes "min" et "max" du pointage.

¹ Note: Le barème pourrait être modifié selon le sensibilité des acheteurs potentiels à certains types de bruit.



Le total des points permet de caractériser le logement. Plus ce total se rapproche de zéro, plus le confort acoustique procuré par le logement sera grand.

Rapport soumis le 10 juillet 1996

MJM CONSEILLERS EN ACOUSTIQUE INC., par

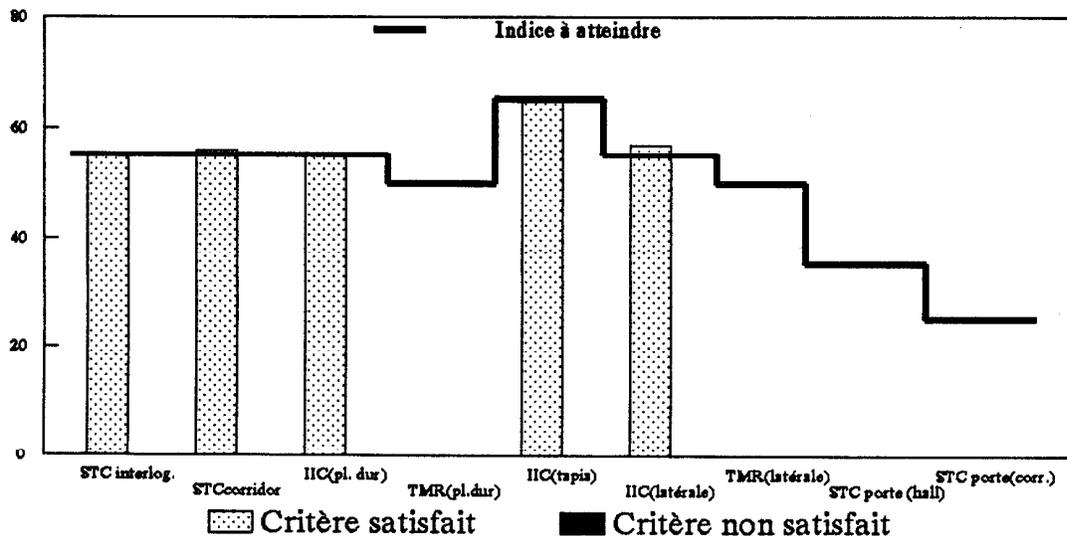
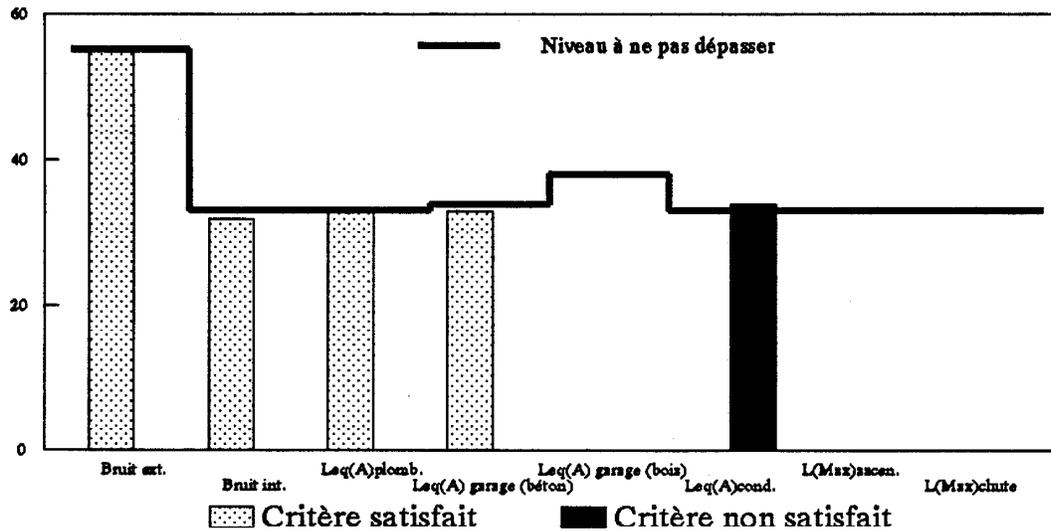
**Michel Morin, OAQ, ASA
Président et conseiller principal**



ANNEXE I

WJW

DONNÉES MESURÉES	Niveau sonore ou indice mesuré	OBJECTIF VISE
Bruit extérieur, Leq(A) (5min) :	55 dB(A)	<=55
Bruit ambiant intérieur, Leq(A) (5min) :	32 dB(A)	<=33
STC ou Da, cloison interlogements:	55	>=55 (avec TL à 125 et 160 Hz >= 35)
STC ou Da, cloison corridor, escalier d'issue	56	>=55
IIC ou TMR (plancher dur) interlogement:	55 IIC	>=55 (IIC) ou >=50 (TMR)
IIC ou TMR (tapis) interlogement:	65	>=65
IIC ou TMR (transmission latérale escalier d'issue)	57 IIC	>=55 (IIC) ou >=50 (TMR)
STC porte d'accès (1):	26	>=25 ou >=35 si la porte donne sur le hall d'entrée de l'édifice ou sur un hall d'ascenseur
Leq(A) plomberie :	33 dB(A)	<=33
Leq(A) (5 cycles) porte de garage :	33 dB(A)	<=34 si structure de béton
Leq(A) (5 cycles) porte de garage :	dB(A)	<=36 si structure de bois
Leq(A) condenseur ou tour d'eau :	34 dB(A)	<=33
L(Max)35ms ascenseur	0 dB(A)	<=33
L(Max)35ms chute à déchets :	0 dB(A)	<=33

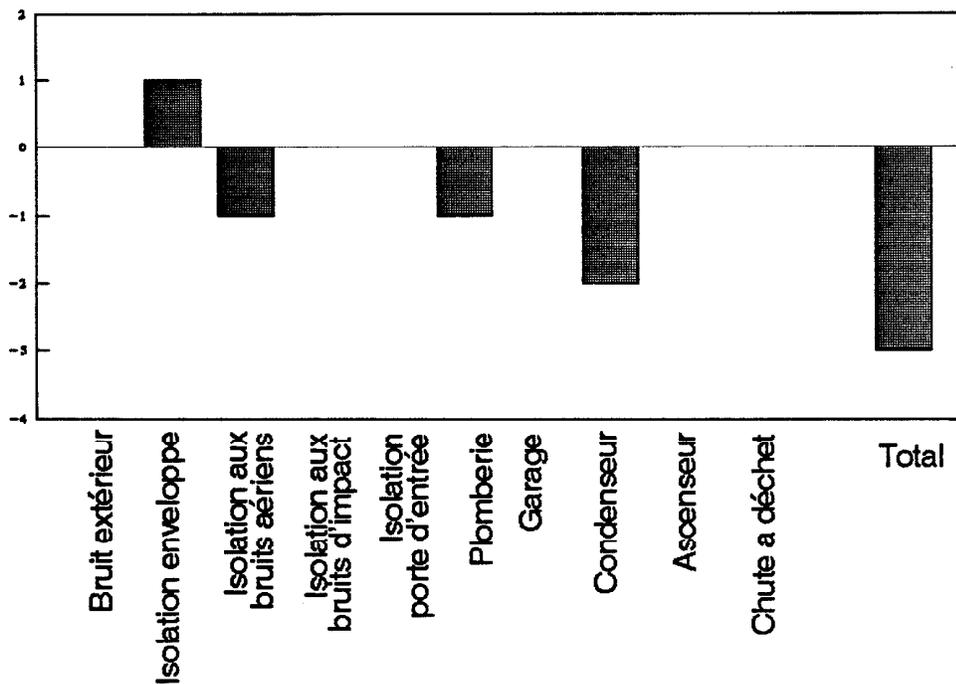


CONFORT ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS CONSTRUITS

Tableau 1



CATEGORIES	POINTS ATTRIBUÉS	METHODE DE POINTAGE
Bruit extérieur :	0	$55 - Leq(A)_{ext}$
Atténuation enveloppe :	1	$(Leq(A)_{ext} - Leq(A)_{int}) - (55 - 33)$
Séparation acoustique interlogement:		
Bruit aérien:	-1	$(STC - 55) + (Leq(A)_{int} - 33)$ somme pour tous les STC
Bruit d'impact :	0	$(IIC - 55) + (Leq(A)_{int} - 33)$ somme pour tous les IIC
Porte d'accès:	0	STC - 35, si la porte est localisée pres d'un ascenseur ou d'un hall d'entree 0 sinon
Plomberie :	-1	$BG - Leq(A)_{plomberie}$
Garage :	0	$BG - Leq(5 \text{ cycles})_{garage} + (34 \text{ ou } 38 - 33)$
Condenseur ou tour d'eau :	-2	$BG - Leq(A)_{condens.}$
Ascenseur	0	$BG - L(Max)_{ascen.}$
Chute a déchets :	0	$BG - L(Max)_{chute.}$
CLASSIFICATION DU LOGEMENT	-3	



CONFORT ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS CONSTRUITS

Tableau 2



ANNEXE II

WJW

**POINTS DE PÉNALITÉ EN FONCTION DE LA LOCALISATION DU LOGEMENT
PAR RAPPORT AUX SOURCES DE BRUIT**

SOURCES POTENTIELLES DE BRUIT:	Présence: (O): Oui (N): Non	Mitigation (O): Oui (N): Non	Nombre de points de pénalité	
			Min	Max
Sources contiguës au logement:				
- Hall d'entrée	N		0	0
- Ascenseur	N		0	0
- Porte de garage	O	O	2	3
- Salle mécanique/électrique	O	O	0	2
- Escalier d'issue (2 premiers et 2 derniers étages)	N		0	0
- Autres escaliers d'issue	N		0	0
Sources à l'intérieur du logement:				
- Chute à déchets	N		0	0
- Plomberie et ventilation	O	O	0	0
- Puits de ventilation	O	O	0	3
Sources au dessus ou en dessous du logement:				
- Terrasse/Sun deck	N		0	0
- Piscine	N		0	0
- Tour d'eau et condenseurs sur le toit	N		0	0
- Ventilateurs de garage	N		0	0
- Plancher dur	O	O	3	5
Sources de bruit extérieur:				
- Avion : NEF > 25	N		0	0
- Train : Leq >= 55 dB(A)	N		0	0
- Autoroute : Leq >= 55 dB(A)	N		0	0
- Artère principale : Leq >= 55 dB(A)	N		0	0
Bruit produit par l'activité humaine:				
- Cloison interlogement ayant un STC < 55	N		0	0
- Assemblage plancher/plafond ayant un STC < 55	O		5	5
- Assemblage plancher/plafond ayant un IIC < 55	N		0	0
TOTAL:			10	18

**BAREME DE RETRANCHEMENT DES POINTS DE PÉNALITÉ
EN FONCTION DU TRAITEMENT ANTI-BRUIT MIS EN PLACE**

MITIGATION: BAREME	Nombre de points de pénalité à retrancher	
	Max	Min
Sources contiguës au logement:		
- Hall d'entrée	5	2
- Ascenseur	5	3
- Porte de garage	3	2
- Salle mécanique/électrique	5	3
- Escalier d'issue (2 premiers et 2 derniers étages)	2	2
- Autres escaliers d'issue	5	3
Sources à l'intérieur du logement:		
- Chute à déchets	3	3
- Plomberie et ventilation	5	5
- Puits de ventilation	5	2
Sources au dessus ou en dessous du logement:		
- Terrasse/Sun deck	2	0
- Piscine	2	0
- Tour d'eau et condenseurs sur le toit	5	3
- Ventilateurs de garage	5	3
- Plancher dur	2	0

Note :

Ce tableau devrait être utilisé pour fin de comparaison des logements d'un même édifice ou d'un même type d'édifice, afin de classer les logements en fonction du confort acoustique qu'ils procurent.

CONFORT ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS A CONSTRUIRE

Tableau 3



BIBLIOGRAPHIE

- 1) ASTM E 336: Test Method for Measurement of Airborne Sound Insulation in Buildings.
- 2) ASTM E 413: Classification for Rating Sound Insulation.
- 3) Bradley, J.S.: "Acoustical Measurements in some Canadian Homes", Canadian Acoustics, Vol. 14, No 4, pp. 19-25.
- 4) Bradley, J.S.: Building Research note n° 196, "Subjective Rating of the Sound Insulation of Party Walls", Division of Building Research, National Research Council of Canada, Ottawa, October 1982. (A Pilot Study)
- 5) Warnock, A.C.C.: Report n° A-1018.1 produced on behalf of CMHC concerning the impact noise rating of several floor construction.
- 6) Warnock, A.C.C.: "Investigation of the Tire Impact Machine as a Standard Device for Rating Impact Sound Transmission of Floors", NRCC report CR6132.2.
- 7) Morin, Michel: Projet de recherche produit pour le compte de la SCHL intitulé "Research Project on the Noise Isolation Provided by Floor/Ceiling Assemblies in Wood Construction", MJM Conseillers en Acoustique inc., Montréal, Février 1989, révisé Avril 1990. (Rapport aussi disponible en français)
- 8) Bradley, C.W.: A study made for CMHC, report n° 89-114, "Sound Performance of Wood Floor/Ceiling Assemblies (Stage II)", July 10, 1990, traduit en français par MJM Conseillers en Acoustique inc..
- 9) ASTM E 492: Test Method for Laboratory Measurement of Impact Sound Transmission Through Floor-Ceiling Assemblies Using the Tapping Machine.
- 10) ASTM E 1007-90: Test Method for Field Measurement of Tapping Machine Impact Sound Transmission Through Floor-Ceiling Assemblies and Associated Support Structures.
- 11) ASTM E 989: Classification for Determination of Impact Insulation Class (IIC).
- 12) ISO 140/6-1978: "Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie VI: Mesurage en laboratoire de l'isolation des sols aux bruits de chocs", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.



- 13) ISO 140/7-1978: "Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie VII: Mesurage sur place de l'isolation des sols aux bruits de chocs", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.
- 14) ISO 140/8-1978: "Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie VIII: Mesurage en laboratoire de la réduction de la transmission des bruits de chocs par les revêtements de sol sur plancher normalisé", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.
- 15) ISO 717/2-1982: "Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie II: Transmission des bruits de chocs", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.
- 16) Acoustics Laboratory, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, "Gypsum Wall Board Consortium - Final Report", dated February 10th, 1994, NRCC report n° A1012.3.
- 17) Morin, Michel: Projet de recherche commandé par la SCHL intitulé "Research Project on Plumbing Noise in Multi-dwelling Buildings", MJM Conseillers en Acoustique inc., Montréal, Septembre 1990. (Rapport aussi disponible en français)
- 18) Morin, Michel: Projet de recherche commandé par la SCHL intitulé "Research Project on the Noise Isolation Provided by Access Doors in Multi-dwelling Buildings", MJM Conseillers en Acoustique inc., Montréal, Février 1993. (Rapport disponible en anglais seulement)
- 19) Morin, Michel: Projet de recherche commandé par la SCHL intitulé "Projet de recherche sur la réduction du bruit produit par les portes de garage", MJM Conseillers en Acoustique inc., Juin 1994. (Rapport disponible en français seulement)
- 20) Josse, Robert, chef de l'Établissement de Grenoble du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Grenoble, France: "La lutte contre le bruit, dans l'habitation, en France", le texte de l'exposé invité pour la 101^{ème} Réunion de l'ASA, Ottawa, mai 1981.
- 21) Réglementation française: Circulaire n° 88-91 du 17 novembre 1988 relative à l'application de la réglementation en matière d'acoustique à l'intérieur des bâtiments d'habitation neufs.
- 22) Réglementation française: Arrêté du 14 juin 1969 relatif à l'isolation acoustique dans les bâtiments d'habitation (Journal officiel du 24 juin 1969).



- 23) Réglementation française: Arrêté du 10 février 1972 relatif à l'attribution aux bâtiments d'habitation d'un "Label Confort Acoustique", Journal officiel du 17 février 1972.
- 24) Réglementation française: Circulaire n° 72-110 du 29 juin 1972 relative au "Label Confort Acoustique" publiée au Bulletin officiel du ministère de l'environnement et du cadre de vie et du ministère des transport n° 79-19 bis (en vente à la direction des Journaux officiels) n° 72-110 du 29 juin 1972, page 113.
- 25) ASTM E 90-90: Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions.
- 26) ASTM E 597: Practice for Determining a Single-Number Rating of Airborne Sound Isolation for Use in Multi-unit Building Specifications. (1987)
- 27) ISO 140/3-1978: "Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie III: Mesurage en laboratoire de l'isolation aux bruits aériens des éléments de construction", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.
- 28) ISO 140/4-1978: "Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie IV: Mesurage sur place de l'isolation aux bruits aériens entre les pièces", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.
- 29) ISO 140/5-1978: "Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie V: Mesurage sur place de l'isolation aux bruits aériens des éléments de façade et des façades", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.
- 30) Warnock, A.C.C.: "Low Frequency Impact Sound Transmission Through Floor Systems", NRCC n° 34003 Acoustics Laboratory, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa.
- 31) Morin, Michel: "Noise Isolation Standards in Condominiums -- Awaiting Revision of Section 9.11 of the National Building Code", article présenté au congrès de l'Association Canadienne de l'Acoustique tenu à Ottawa en octobre 1985. Cet article a été publié dans le journal de l'ACA, dans la revue ARQ et dans le journal Le Devoir.
- 32) SCHL: LNH 5183 82/02, "Le bruit du trafic routier et ferroviaire: ses effets sur l'habitation", ouvrage révisé et préparé par la Division des recherches techniques de la SCHL en collaboration avec J.D. Quirt et R.E. Halliwell de la Division des recherches sur le bâtiment du Conseil National de recherches du Canada, 1981.

MW

- 33) SCHL: LNH 5185 81/05, "Nouveaux secteurs résidentiels à proximité des aéroports", ouvrage préparé en collaboration avec la Division des recherches sur le bâtiment du Conseil National de recherches, 1981.
- 34) ISO 717/1-1982: "Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie I: Isolement des immeubles et des éléments intérieurs de construction aux bruits aériens", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.
- 35) ISO 717/3-1982: "Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie III: Isolement des éléments de façades aux bruits aériens", Acoustique, Vibrations et Chocs, recueil de normes ISO 4, 2^e édition, 1985.

