

Le bois comme générateur de solutions constructives optimales : étude de cas d'un système d'insonorisation de plancher

Nouveau siège social de SmartMill



Préparé par Atelier Guy architectes



Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Programme de vitrine technologique pour les
bâtiments et les solutions innovantes en bois

21 avril 2023

Catherine Bouchard

Auteure

Antoine Guy

Réviseur

Vincent Beaudoin

Titre de l'approbateur

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les résultats de ce rapport sont produits et présentés par le promoteur du projet. Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ainsi que le Fonds vert ne sont donc pas responsables du contenu de ce document.

Table des matières

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude	1
2. Introduction.....	2
2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction.....	2
2.2 Description du projet de construction.....	2
2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante.....	5
2.2.2 Échéancier global et durée.....	7
2.2.3 Budget global	7
2.2.4 Partenaires.....	7
2.2.5 Défis et risques généraux.....	7
3. Détails de l'étude	8
3.1 Introduction et hypothèses de départ.....	8
3.2 Objectifs.....	9
3.3 Méthodologie	10
3.4 Résultats et analyse	15
3.5 Conclusions	19
3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie	19
3.7 Recommandations.....	20
4. Bibliographie.....	21
5. Annexes	23
5.1 Siège social de SmartMill - Plans d'aménagement des niveaux.....	23
5.2 Étude acoustique Smartmill – Rapport Acoustique, novembre 2022.	24

1. Sommaire exécutif et synthèse de l'étude

Cette étude porte sur l'intégration d'un système de désolidarisation de plancher alternatif à la chape de béton traditionnelle dans une construction en bois massif. De manière générale, l'insonorisation représente un défi important pour ce type de construction, considéré comme plus sensible au niveau des bruits d'impacts de basse fréquence. Afin d'apporter un confort acoustique supplémentaire dans le bâtiment à l'étude, il a été convenu d'installer un système composé de panneaux fibreux et de coupelles hémisphériques, intégré sous deux couches de contreplaqué dans l'assemblage plancher et plafond. En incorporant ce système, il a été possible d'éviter l'utilisation de plafonds suspendus dans les zones communes, tout en permettant de maintenir des plafonds en lamellé-collé exposés, conformément aux souhaits du client. L'utilisation de ce système a permis de répondre à d'autres objectifs structurels, notamment en réduisant considérablement la charge totale du bâtiment et en minimisant l'épaisseur du plancher. La légèreté du produit et la facilité de son installation ont également permis de respecter l'échéancier serré du projet, tout en restant dans les limites du budget établi.

Le rapport vise également à évaluer la performance de la solution employée dans le projet en mesurant l'atténuation acoustique du système à la suite de son installation. Des tests ont été effectués sur l'assemblage, permettant de caractériser le comportement acoustique en isolement et vibratoire de celui-ci tel que construit. L'analyse des résultats démontre comment la performance de l'assemblage peut possiblement être améliorée et des hypothèses sont avancées à cet égard. Des recommandations sont également présentées afin de favoriser le développement et l'amélioration du système auprès des concepteurs.

2. Introduction

2.1 Titre et lieu de réalisation du projet de construction

Le projet de construction du nouveau siège social de SmartMill est situé au 2318 rue Albert-Dion à Saint-Nicolas, Lévis (Québec).

2.2 Description du projet de construction

Contexte et programme

L'entreprise SmartMill conçoit des systèmes automatisés de nouvelle génération utilisée dans la transformation du bois. À l'aide de nouvelles technologies, l'entreprise développe des stratégies innovantes et accompagne les usines qui désirent améliorer leur performance et leur rentabilité. Travaillant en partenariat à l'international, SmartMill conçoit, fabrique et installe des équipements de pointe répondant à des standards de plus en plus élevés. Basée à Lévis et dirigée par une équipe de visionnaires, l'entreprise a mandaté Atelier Guy architectes en 2020 pour réaliser leur nouveau siège social. De l'espace supplémentaire était requis afin de répondre aux nouveaux besoins grandissants de l'entreprise. La nouvelle usine permettrait d'offrir de l'accompagnement aux industries par le biais de formations et de miser à long terme sur la recherche et le développement de la robotique et de l'intelligence artificielle.

Le programme du projet visait à construire un nouveau bâtiment d'une superficie d'environ 2 000 mètres carrés. Il devait d'être une vitrine sur l'innovation, partagée entre un secteur administratif donnant sur rue, et un secteur usine - atelier en cour arrière. La qualité des environnements, au bénéfice des employés, devait être au cœur de toutes les décisions de conception. Les espaces devaient être fonctionnels, mais également confortables, lumineux et conviviaux. En adéquation avec la vision de l'entreprise, le client a proposé dès le départ une structure toute en bois d'ingénierie.



Figure 1 – Façade principale du nouveau siège social SmartMill, rue Albert-Dion
© Charles O'Hara photographe

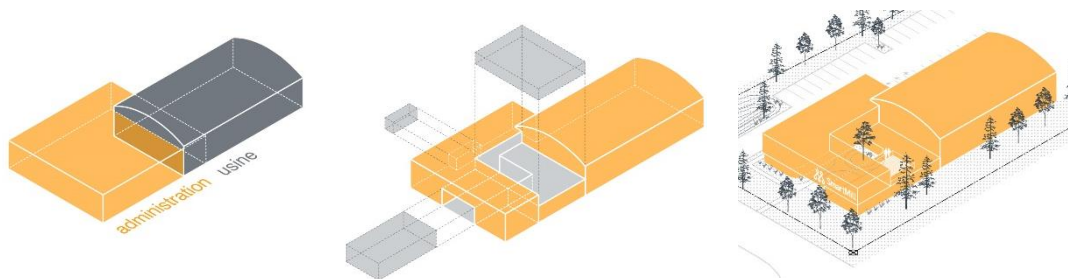


Figure 2– Schéma programmatique et d'implantation du projet, siège social de SmartMill
© Atelier Guy architectes

Le projet se déploie en deux secteurs principaux, soit un secteur voué aux fonctions administratives et un second dédié à l'atelier et l'usinage. Séparés par un sas au rez-de-chaussée, les fonctions industrielles et administratives sont reliées aux deux étages. La première portion du bâtiment accueille toutes les fonctions administratives sur deux niveaux.

Le rez-de-chaussée est dédié aux espaces communs des employés et sa circulation s'organise autour d'une cour intérieure. On y retrouve les vestiaires, salles de toilettes, douche, une salle de formation et une cuisine - cafétéria s'ouvrant sur la cour. Près de l'entrée, on retrouve des bureaux locatifs fermés, qui profitent des espaces communs de l'entreprise. Ouvert sur deux étages, le hall donne accès aux espaces de travail à l'étage. On y retrouve les bureaux fermés de la direction, des salles de rencontre, un espace lounge et une aire ouverte de travail donnant sur la cour. Des espaces de support, sanitaires et locaux techniques complètent les espaces de travail.

Adossé au secteur administratif, l'atelier dispose d'une grande hauteur libre capable d'accueillir deux ponts roulants requis pour les opérations. Il regroupe une bande d'espaces techniques, soit une salle mécanique/électrique, un bloc sanitaire, un magasin pour le matériel et un laboratoire électrique. Une mezzanine accessible depuis le rez-de-chaussée surplombe l'ensemble de l'usine et connecte avec le secteur administratif.



Figure 3– Cour intérieure, siège social de SmartMill. © Charles O'Hara photographe



Figure 4– Escalier architectural du hall, siège social de SmartMill. © Charles O'Hara photographe

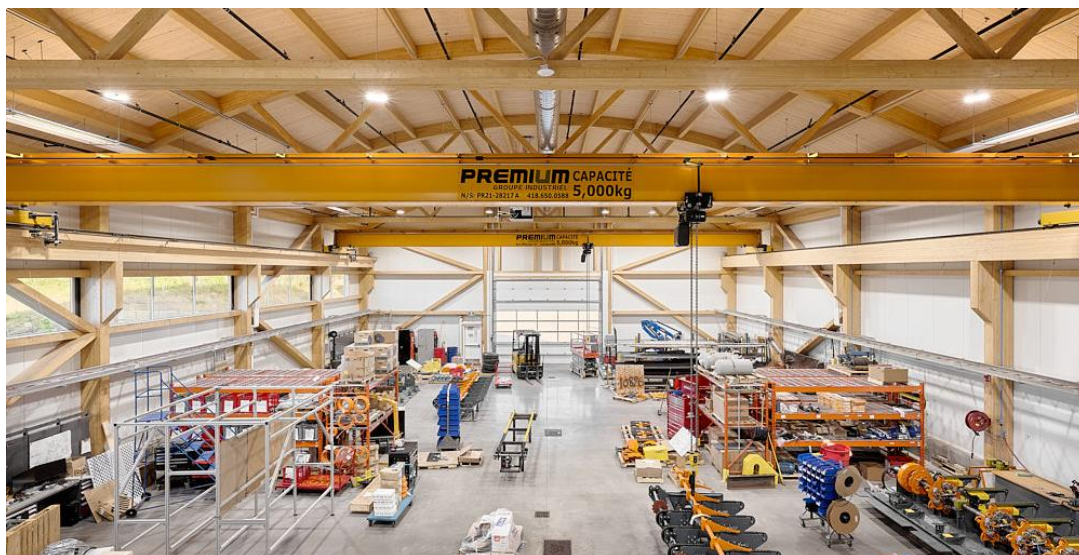


Figure 5– Espace dédié à l'atelier, siège social de SmartMill. © Charles O'Hara photographe

Le bâtiment emploie une multitude de stratégies qui célèbrent l'utilisation du bois et surpassent avec élégance les contraintes programmatiques que posent le projet. Dans l'usine, des contraintes techniques ont dû être respectées afin d'arriver à créer un espace libre de colonnes dans l'usine et intégrer les ponts roulants. Des fermes cintrées préfabriquées en lamellé-collé ont été conçues de manière à obtenir la plus longue portée possible, soit 21,5 mètres.

La structure des espaces bureaux est composée d'un système poteaux-poutres et de pontages de bois lamellé-collé, laissés majoritairement apparents. Le secteur administratif se distingue par sa transparence, par la légèreté de sa structure enjambant tout en finesse l'entrée de la cour intérieure. Constituée de 3 grands pans triangulés d'éléments lamellé-collé, cette structure permet d'enjamber une portée libre de 10 mètres libre sans colonne en permettant une grande flexibilité de l'aménagement extérieur et tout en minimisant l'épaisseur du plancher. Le secteur administratif se distingue par sa transparence, par la légèreté de sa structure enjambant tout en finesse l'entrée de la cour intérieure.

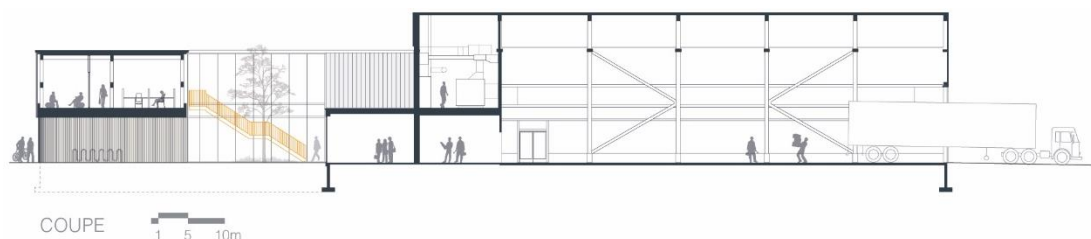


Figure 6– Coupe schématique, siège social de SmartMill.
©Atelier Guy architectes.

2.2.1 Description du bâtiment innovant ou de la solution innovante

Le projet a été réalisé avec une approche multidisciplinaire, impliquant rapidement dès le départ l'entrepreneur général, les ingénieurs, le sous-traitant en structure de bois lamellé-collé (Art Massif) et Atelier Guy architectes. Il était de mise pour le client d'opter pour une structure tout en bois d'ingénierie, agissant lui-même comme fournisseur de la ressource première. L'élaboration d'un projet complètement en bois massif a toutefois nécessité une attention particulière aux détails d'insonorisation. Des compositions de murs bonifiées ont été réalisées pour atteindre des exigences acoustiques supérieures entre les deux usages et des cloisons acoustiques vitrées à double paroi ont également été intégrées au projet. Afin d'apporter un confort acoustique supplémentaire entre les espaces communs et les bureaux, un système de désolidarisation de plancher (panneaux composés de fibres recyclées et de coupelles hémisphériques AcoustiTECH SOFIX) a été intégré sous deux couches de contreplaqué pour atténuer les bruits d'impacts et aériens. Ce système permet d'éviter la chape de béton conventionnelle, réduisant considérablement le poids du plancher et favorisant ainsi une économie au dimensionnement des éléments structuraux.

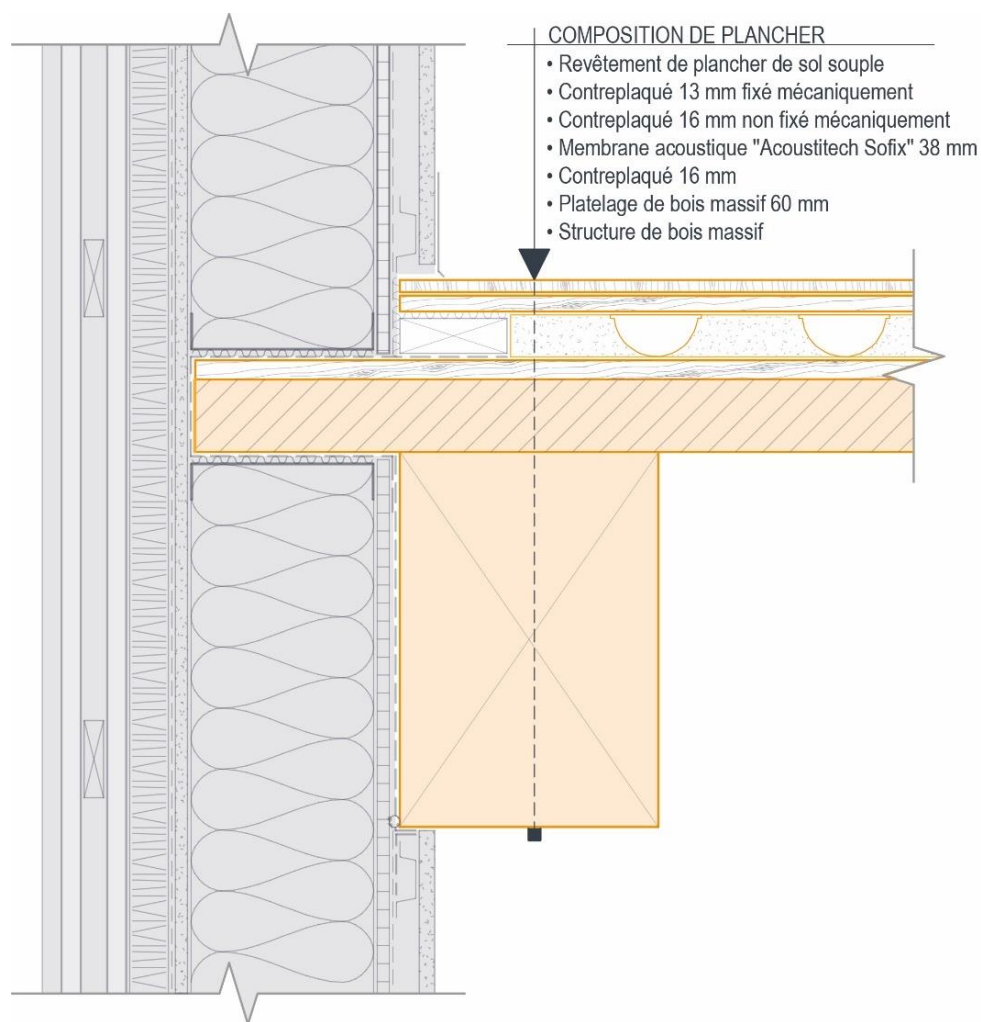


Figure 7– Détail de la composition de plancher avec membrane acoustique, siège social de SmartMill.
©Atelier Guy architectes.

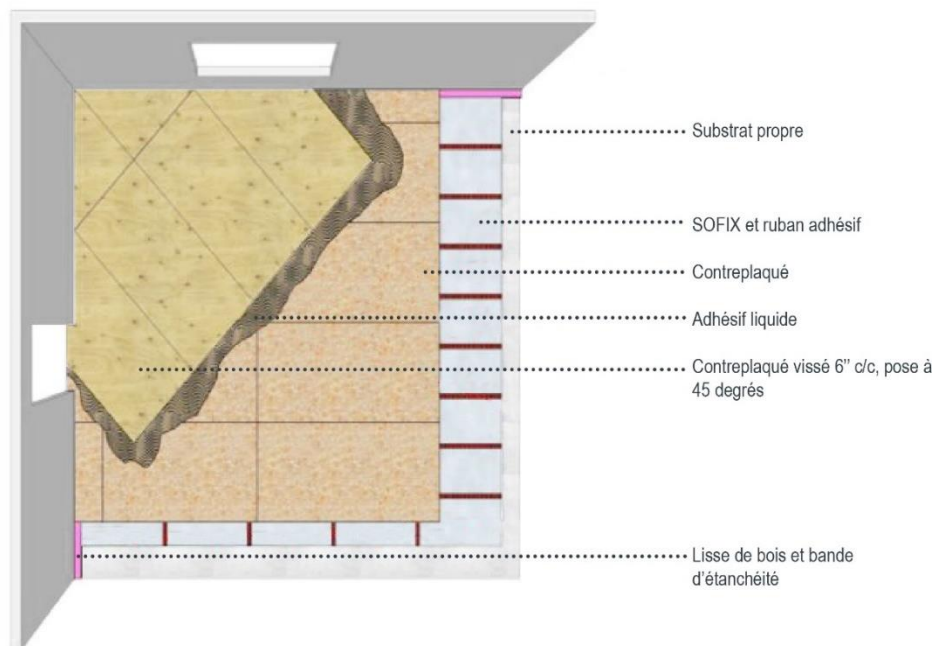


Figure 8– Schéma d'installation des panneaux SOFIX
©AcoustiTECH

Avant l'installation du système, des bandes d'étanchéité ainsi que des lisses en bois ont été installées au périmètre de la pièce. Les modules acoustiques ont ensuite été joints et scellés. La première couche de contreplaqué 16 mm au-dessus de la membrane acoustique n'étant pas fixée mécaniquement, seulement collée à l'adhésif liquide. La deuxième couche de panneaux de contreplaqué 13 mm fut ensuite installée avec un angle de 45 degrés et fixée mécaniquement à l'aide de vis. De cette façon, la surface était prête à recevoir le revêtement de plancher en sol souple. Pour les pièces avec de la céramique au sol, une autre membrane de désolidarisation (DITRA) a été ajoutée par-dessus les deux couches de contreplaqué avant de recevoir le fini de plancher.



Figure 9– Installation du système AcoustiTECH SOFIX au chantier.
Photo des bandes d'étanchéité en périphérie et photo d'installation des modules acoustiques joints et scellés.
©Atelier Guy architectes

2.2.2 Échéancier global et durée

Le projet s'est échelonné sur une période totale de 13 mois, incluant un chantier réparti sur 8 mois. La conception de plans des professionnels a débuté en octobre 2020 jusqu'en mars 2021, où les plans pour soumissions ont été émis. Les documents pour construction ont ensuite suivi en avril 2021 ainsi que le début du chantier. Le secteur de l'usine se devait d'être terminé avant même la fin des travaux du secteur administratif, évitant ainsi de nuire aux activités de production de l'entreprise. La mise en service de la portion usine fut donc en octobre 2021 et à la fin du mois de novembre 2021, les occupants pouvaient profiter des espaces bureaux.

2.2.3 Budget global

Le budget global pour le projet était de 5 M\$.

2.2.4 Partenaires

L'équipe de travail était composée de Genie+ en génie civil et en structure, la firme CBTEC en génie mécanique du bâtiment, les sous-traitants Art Massif pour la structure de bois en lamellé-collé, les consultants d'Acoustitech pour le volet acoustique du projet ainsi que Ronam Constructions Inc. comme entrepreneur général.

2.2.5 Défis et risques généraux

En raison de la pandémie, les difficultés d'approvisionnement et l'explosion des coûts ont favorisé le mode de construction en gérance pour le projet. L'entrepreneur général a été sélectionné rapidement dans le processus et a participé au contrôle des coûts comme au respect de l'échéancier serré. Comme le client était également fournisseur de la matière première, il jouait un rôle essentiel dans la séquence des travaux. La coordination rigoureuse avec le sous-traitant en structure de bois Art Massif était donc primordiale. Avec l'aide des ingénieurs en structure, la trame structurale a été simplifiée et le dimensionnement des membrures optimisé afin d'utiliser la ressource à son plein potentiel, d'accélérer la fabrication et ainsi de respecter le cadre budgétaire. L'échéancier du projet a dû être rigoureusement respecté pour ne pas nuire aux activités de production de l'entreprise. L'usine a ainsi été priorisée dans le séquençage des travaux pour qu'elle puisse être occupée avant même la fin du chantier. Un autre défi important relié au projet était de pallier la sensibilité de certains assemblages en bois aux transmissions latérales, bruits d'impacts et aériens. Des compositions de murs bonifiées ont été réalisées pour atteindre des exigences acoustiques supérieures entre les deux usages principaux et des cloisons acoustiques vitrées à double paroi ont été intégrées au projet. Un système de désolidarisation de plancher a été intégré entre les deux niveaux administratifs, celui-ci faisant l'objet principal de ce présent rapport.

3. Détails de l'étude

3.1 Introduction et hypothèses de départ

Plusieurs préoccupations écologiques poussent de plus en plus à opter pour le choix d'une structure de bois massif, minimalisant les impacts écologiques avec des procédés de fabrication requérant moins d'énergie que l'acier ou le béton. Le confort et le bien-être des occupants sont des critères qui font davantage partie prenante des considérations en conception, modifiant ainsi les façons de concevoir et de construire. La performance acoustique influence grandement ces critères et le défi souvent observé pour les constructions en bois massif est d'arriver à créer des compositions efficaces et confortables, comparables aux constructions en béton. Puisqu'il est souvent souhaité de conserver la structure en bois massif apparente dans un projet, il devient primordial de réfléchir en amont à des solutions constructives performantes. Le bois étant d'abord soumis à une grande variabilité de propriétés physiques et mécaniques, sa densité lui permet une meilleure capacité d'absorption des vibrations et réduit la distance de transmission des sons. En contrepartie, la masse plus faible d'un pontage en bois massif n'étant pas aussi lourde et dense qu'une dalle de béton, représente certains défis en matière d'acoustique.

	Béton	Acier	Bois
Masse volumique (kg/m ³)	2400	7850	450

Figure 8—Masse volumique de différents matériaux.
© Cecobois

De nombreux travaux de recherches, notamment ceux de la CIRCERB¹, exposent que les structures légères en bois possèdent une forte sensibilité au niveau des bruits d'impacts de basse fréquence en comparaison avec les structures lourdes en béton. La vitesse du son et sa capacité à se déplacer varient selon le type d'assemblage et la densité des matériaux utilisés. « La masse, la rigidité et les cavités sont les principaux éléments à considérer dans la conception d'un assemblage acoustique performant des constructions en béton. Ce n'est toutefois pas le cas pour les constructions multicouches et légères. »²

« Plus les matériaux sont lourds, épais et de grande masse, par exemple le béton, moins ils vibrent et plus ils bloquent les sons et apportent de l'inertie au bâtiment. La masse joue un rôle important dans l'acoustique, celui de l'alternance de masse-ressort-masse. Une telle configuration permet à la fois l'absorption et la résilience des vibrations. Une membrane acoustique joue le rôle d'un ressort entre deux masses. »³ La relation entre les composants de structure ou les finis de plancher entraîne le transfert et l'amplification des sons. Les matériaux résilients agissent comme amortisseur et absorbent les vibrations, réduisant ainsi le transfert du son et des bruits à travers la structure du bâtiment.

¹ Chaire industrielle de recherche sur la construction écoresponsable en bois.

² Bader Eddin M. et Bidon Y. (2022) Une analyse de la performance acoustique des bâtiments en bois et les possibilités d'amélioration de ces performances. *Construire en bois – le journal de la construction commerciale en bois, du labo au chantier* (novembre), 1-7.

³ AcoustiTECH, Démystifier l'acoustique du bâtiment – Quatre phénomènes qui influencent à leur façon l'acoustique du bâtiment (FINITEC Canada), p. 12.

Ainsi, il a été convenu d'intégrer dans la composition de plancher, un système résilient de désolidarisation développé par AcoustiTECH afin de dissocier les composantes structurales et les couches intermédiaires pour la finition du plancher.

3.2 Objectifs

L'intégration du système d'insonorisation dans l'assemblage de plancher permet d'abord d'exclure les plafonds suspendus de la conception, principalement dans les aires ouvertes et espaces communs. La majorité des plafonds furent conservés apparents en pontage de bois lamellé-collé, comme souhaité dès le départ par le client. Le système répondait ensuite à d'autres objectifs au niveau structural, soit d'éviter la chape de béton conventionnelle pour réduire considérablement la charge totale du bâtiment, minimisant également l'épaisseur totale du plancher. Le produit étant léger et pouvant facilement être découpé, son installation rapide et peu complexe fut également partie des critères avantageux permettant de respecter l'échéancier serré, et ce, dans le cadre budgétaire établi. La présente étude vise également à démontrer l'efficacité du système employé dans le cadre du projet. L'atténuation acoustique a été mesurée sur place, permettant de caractériser le comportement acoustique en isolement et vibratoire de l'assemblage tel que construit. Plus spécifiquement, l'indice d'isolation acoustique aux bruits aériens et l'indice d'isolement acoustique aux bruits d'impacts ont été mesurés. Une analyse des résultats sera présentée ainsi que des hypothèses concernant l'amélioration possible des composantes du système seront également soulevées.

3.3 Méthodologie

Transmission du son

Afin de mieux comprendre les résultats de performance acoustique obtenus par la solution innovante du projet, les concepts fondamentaux de transmission par conduction sont à considérer. D'une structure ou d'un assemblage à un autre, les bruits se déplacent et se propagent de manière différente.

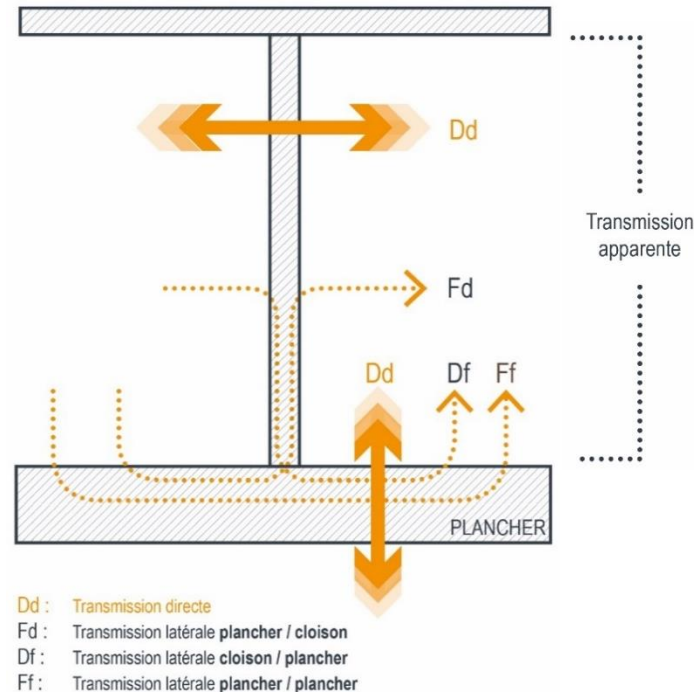


Figure 9– Chemins de transmission sonore entre deux locaux
© Atelier Guy architectes.

Le schéma de la figure 9 expose les différents chemins de transmission du son considérés en acoustique du bâtiment. Lorsque la performance d'isolation entre deux espaces est évaluée, le principal chemin de propagation considéré est celui obtenu par transmission directe, soit par le plancher (bruits d'impacts) ou encore par les cloisons (bruits aériens). Les bruits d'impact sont par exemple les chocs ou vibrations causées par les bruits de pas, tandis que les bruits aériens regroupent les sons en permanence ou ponctuellement présents dans un bâtiment (voix, musique, équipement mécanique).

Il existe d'autres voies de transmission par conduction à travers les surfaces des planchers et des murs, appelées voies de transmission indirecte [...] parce qu'elles transmettent les vibrations autour de la cloison qui sépare nominalement deux pièces. »⁴ Les transmissions considérées comme indirectes ou latérales sont plus importantes au sein de structure légère, comparativement aux structures de béton. Ces cheminements indirects sont généralement au niveau des jonctions murs et planchers, le phénomène étant aussi nommé flanquement.

4

Conseil national de recherches Canada (CNRC), « Guide sur l'isolation acoustique des bâtiments à ossature en bois », p.5

« Le flanquement est la transmission latérale du son dans la pièce réceptrice par la vibration des matériaux de construction qui constituent les éléments de support du plancher (les murs porteurs). Idéalement, les murs porteurs ne devraient pas être en contact avec le plancher qu'ils supportent. »⁵

Mesures du son

L'indice de transmission du son (ITS ou STC pour « *Sound transmission class* ») permet de classer les composants d'un bâtiment en fonction de leur capacité d'atténuation aux bruits aériens. Cette valeur est obtenue par des tests acoustiques standardisés en laboratoire. Plus l'ITS est élevé, plus l'atténuation sonore est grande. Lorsque les valeurs acoustiques ont été obtenues par le biais d'essais effectués au chantier, il sera alors question de valeurs FITS ou FSTC (ajout du F pour « *Field* »).

La valeur alors obtenue par les tests standardisés correspond à l'indice d'isolement aux bruits d'impacts (IIC pour « *Impact insulation class* ») et à l'indice d'isolement aux bruits d'impact sur le terrain (FIIC, ajout du F pour « *Field* ») lorsque les essais sont effectués au chantier. Pour les deux types de tests acoustiques, il est nécessaire d'utiliser comme source de bruit une machine à martelage automatisée. Ce test consiste à frapper à l'aide de la machine à chocs sur le sol dans la pièce d'émission et de recueillir dans la pièce réceptrice les sons qui ont traversé la paroi. L'appareil est calibré pour émettre des sons ainsi qu'un impact au sol constamment à la même fréquence. Un sonomètre est également utilisé en parallèle pour capter les sons. Celui-ci mesure l'intensité (pression sonore) du son perceptible à l'oreille en décibels (dB). « Pour un type de plancher donné, l'IIC dépendra beaucoup du revêtement de plancher utilisé. Ainsi, une dalle de béton de 150 mm recouverte de carreaux de céramique présentera un IIC d'environ 30; la même dalle sur laquelle on aura posé une moquette et une thibaupe aura un IIC de plus de 80. Plus la surface du plancher est dure, plus bas est l'IIC. »⁶

Les tests acoustiques sont réalisés selon des méthodes reconnues par l'ASTM (ASTM International, anciennement *American Society for Testing and Materials*) en tenant compte des bruits ambiants et de l'indice de réverbération, mesurés à l'endroit où le test est effectué.

Le Code de construction du Québec ne suggère pas de critères relatifs aux bruits d'impact, seulement les ITS minimaux sont abordés et ceux-ci visent principalement les habitations et bâtiments de la Partie 9- Maisons et petits bâtiments. Cependant, l'institut de recherche en construction (IRC) recommande un barème de conception concernant les critères acoustiques suivants en fonction du type d'occupation qui peuvent servir de base :

⁵ AcoustiTECH, Démystifier l'acoustique du bâtiment – Quatre phénomènes qui influencent à leur façon l'acoustique du bâtiment (FINITEC Canada), p. 12

⁶ Conseil national de recherches Canada (CNRC), « Des critères en matière d'acoustique dans les bâtiments. », p.2

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

Figure 10– Critères acoustiques recommandés
© CNRC

Afin de respecter ou de se rapprocher le plus possible des valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus, il est nécessaire de choisir judicieusement les composants d'un assemblage et porter une attention particulière aux jonctions mur et plancher. D'autres compositions de planchers (avec dalle de béton ou à solives) ont été comparées dans la solution construction no.35 du CNRC-IRC et démontrent qu'un bon isolement contre les bruits d'impacts dépend du revêtement et du type de plancher utilisé. Afin d'arriver à des résultats satisfaisants, il faut prévoir dès la conception, une masse de plancher suffisante ainsi que des couches de matériaux résilients.

Système de plancher résilient – AcoustiTECH Sofix

Ayant d'abord fait ses preuves par des tests acoustiques, le système fut testé en laboratoire sur plancher de béton coulé dans un environnement contrôlé et ensuite intégré dans les compositions de planchers de bâtiments multirésidentiel en bois massif. AcoustiTECH a d'ailleurs publié à cet effet un guide regroupant 25 assemblages de planchers intégrant leurs différents systèmes de plancher résilient.⁷

⁷ AcoustiTECH. *Acoustical Guide, Mass Timber Buildings*, 2018, 46p.

L'étude de cas du projet multirésidentiel à Brooklyn (283 Green Avenue Project, NY) a démontré qu'avec sa composition de plancher complètement en bois comprenant l'intégration de deux membranes acoustiques sur une épaisseur considérable de CLT permettait d'atteindre des valeurs supérieures à celles de bâtiments construits en béton. Des tests sur place ont été effectués sur les assemblages planchers/plafonds ainsi que sur les cloisons séparatrices.



Figure 11– Composition de plancher, 283 Green Avenue Project, Brooklyn NY. A sound mass timber story.
© AcoustiTECH

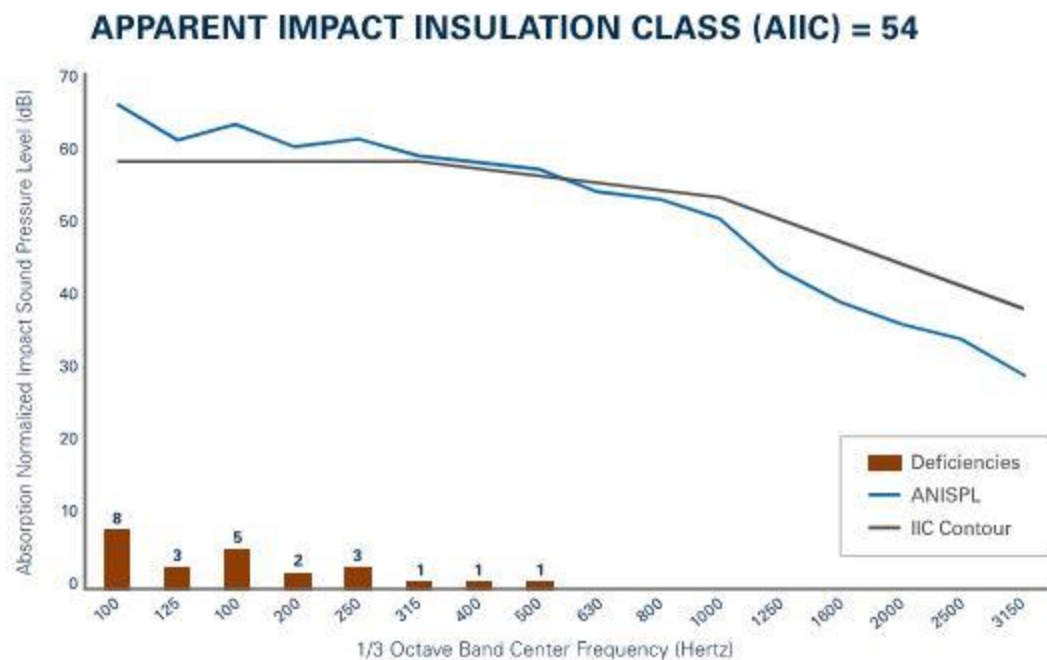


Figure 12– Graphique des résultats obtenus pour l'AIIC, 283 Green Avenue Project, Brooklyn NY. A sound mass timber story.
© AcoustiTECH

APPARENT SOUND TRANSMISSION CLASS (ASTC) = 57

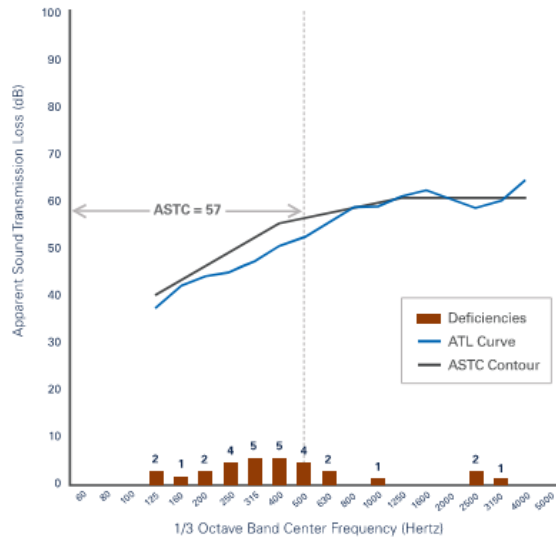
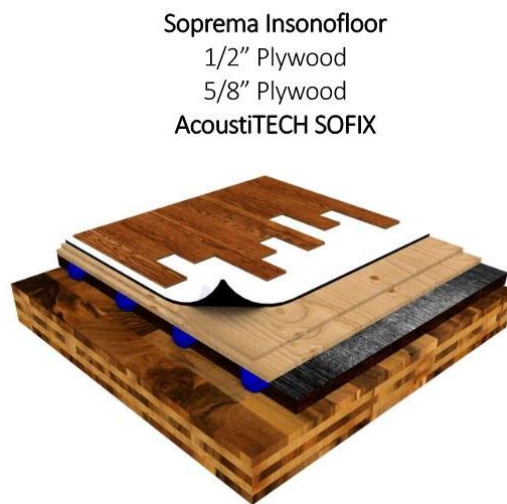


Figure 13– Graphique des résultats obtenus pour l'ASTC, 283 Green Avenue Project, Brooklyn NY. A sound mass timber story.
© AcoustiTECH

Le code du bâtiment local exigeait que les assemblages atteignent au moins STC 50 (ASTC 45) et IIC 50 (AIIIC 45). Les résultats obtenus furent d'un ASTC 57 (Apparent Sound Transmission Class) et l'AIIIC 54 (*Apparent Impact Insulation Class*). Le système de plancher a fait ses preuves sur ce chantier et également auprès des occupants en offrant un confort acoustique remarquable. Ce projet multirésidentiel est également un précédent phare pour la recherche et la poursuite du développement de leurs systèmes résilients de plancher. Dans le cas du siège social de SmartMill, il a été convenu de réfléchir à un système de plancher similaire à l'assemblage de la figure 12, avec quelques particularités propres au projet.



Measured Impact Insulation Class (AIIIC/IIC)	51
Projected Sound Transmission Class (ASTC/STC)	53

Element	Thickness (mm)	Area density (lbs/ft2)
Laminate flooring	8	1.60
Soprema Insonofloor	3.5	0.43
Plywood 1/2"	12.7	1.27
Plywood 5/8"	15.9	1.5
AcoustiTECH SOFIX	38	0.5
CLT panel	131	13.7
TOTAL	209.1	19.0

Figure 12– Assemblage bois massif +panneau AcoustiTECH Sofix
©AcoustiTECH

La composition illustrée ci-dessus fut une référence guidant la conception de l'assemblage de plancher insonorisant. Avec un revêtement de plancher souple de 2 mm d'épaisseur ainsi que d'un pontage de bois de 60 mm spécifiés pour le projet à l'étude, la performance acoustique fut estimée à ASTC 50-52 et AIIIC 49-53 selon l'équipe technique d'AcoustiTech (C.Gagné, communication personnelle, mars 2021). La performance plus faible projetée pour la composition à l'étude est en partie due à l'épaisseur du pontage, considérablement moins épais que dans l'assemblage suggéré par le guide.

Il est à noter également que ce système a été intégré pour la première fois au Québec, ce qui en fait un projet prototype. Son intégration a permis d'expérimenter les limites et d'explorer également ses avantages. À la suite de son installation, des tests ont également été effectués sur place afin de mesurer l'atténuation acoustique avec l'intégration du système mis en place. Les prochaines lignes de la présente étude dressent un portrait global des résultats obtenus sur place, de pistes de solutions pour permettre l'optimisation du système et l'amélioration des performances futures.

3.4 Résultats et analyse

Une firme de consultants experts en acoustique (SIBE Acoustique Inc.) a été mandatée pour mesurer le comportement acoustique et vibratoire de l'assemblage plancher/plafond sur la structure en bois massif tel que construit, au siège social de SmartMill. Au total, 5 tests ont été effectués à deux endroits différents dans le bâtiment et ce sont les indices d'isolation acoustique au bruit aérien ainsi qu'au bruit d'impact qui ont été calculés. L'assemblage, tel qu'illustré et décrit à la figure 7 du présent document, a été testé entre la cafétéria (pièce source) et les espaces de travail ouverts à l'étage supérieur (pièce réceptrice) ainsi qu'entre les espaces de travail locatifs du rez-de-chaussée (pièce source) et les espaces de travail ouverts à l'étage supérieur (pièce réceptrice). Voir les plans du projet en annexes.

Un point important soulevé par la firme de consultants en acoustique est que les volumes des pièces testées (pièces source et pièces de réception) étaient tous au-dessus des volumes tolérés lors des calculs des indices **ASTC/AIIC** et **NNIC/NISR** selon les normes. En effet, les espaces testés consistaient en des aires ouvertes assez importantes en termes de volume.

« Les indices **ISR** et **NIC** sont, dans un tel contexte, les plus adaptés afin de permettre une évaluation de la performance des assemblages tout en faisant abstraction des conditions de mesures non-communes. »⁸

Description des indices – Rapport acoustique par SIBE Acoustique Inc (voir annexes) :

Indices de bruit aérien

ASTC : (Apparent Sound Transmission Class) calculé à partir des valeurs de **ATL** selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation acoustique apportée par une ou plusieurs cloisons/partitions de tailles définies entre deux pièces/espaces. Plus cet

⁸ Étude acoustique Smartmill, rapport acoustique, novembre 2022, SIBE Acoustique Inc.

indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice est limité par les dimensions des pièces (plus de 25m³), l'absorption acoustique dans la pièce/espace récepteur ainsi que par la forme et l'homogénéité de la pièce. L'indice ASTC est ce qui est actuellement le plus utilisé pour qualifier/quantifier la capacité d'une partition à atténuer le bruit aérien.

ATL : (Apparent Transmission Loss) représente le niveau d'atténuation acoustique créé par une ou plusieurs cloisons/partitions (mur ou plancher/plafond) se trouvant entre deux pièces/espaces de plus de 25m³. Si l'une des pièces est de volume égal ou supérieur à 150m³, la pièce en question devra respecter des limites d'absorption selon les fréquences. Les niveaux de pression acoustique sont séparés en différentes bandes fréquentielles d'une largeur de 1/3 d'octave. Finalement, le niveau de pression acoustique dans la pièce/espace récepteur devra être corrigé selon le bruit de fond présent lors des tests ainsi qu'ajusté selon l'absorption présente.

NIC : (Noise Isolation Class), calculé à partir des valeurs de NR selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation globale (tel que vécu) entre deux pièces/espaces. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice n'est pas limité par les dimensions des pièces, leurs géométries, leurs niveaux d'absorption acoustique, le flanquement, les types de cloisons ou les éléments/matériaux séparant les pièces/espaces.

NNIC : (Normalized Noise Isolation Class) calculé à partir des valeurs de NNR selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation acoustique normalisée entre deux pièces/espaces. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice est limité par les dimensions des pièces (entre 25m³ et 150m³), mais il n'est pas limité par leurs géométries, leurs niveaux d'absorption acoustique, les types de cloisons ou les éléments/matériaux séparant les pièces/espaces.

Indices de bruit d'impact

AIIC : (Apparent Impact Insulation Class), calculé à partir des valeurs de ANISPL selon les fréquences, correspond au niveau d'atténuation au bruit d'impact apporté par une cloison (plancher/plafond) se trouvant entre deux pièces/espaces superposées. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice est limité par les dimensions de la pièce/espace récepteur (plus de 40m³), l'absorption acoustique dans la pièce/espace récepteur ainsi que par la forme et l'homogénéité de la pièce. L'indice AIIC est ce qui est actuellement le plus utilisé pour qualifier/quantifier la capacité d'une partition (plancher/plafond) à atténuer le bruit d'impact.

NISR : (Normalized Impact Sound Reduction), calculé à partir des valeurs de RTNISPL selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation au bruit d'impact normalisé entre deux pièces/espaces lorsqu'un générateur d'impacts conforme à la norme (tapping machine) est en fonction dans une pièce/espace source. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice est limité par les dimensions des pièces (moins de 150m³), mais il n'est pas limité par leurs géométries, leurs niveaux d'absorption acoustique, les types de cloisons ou les éléments/matériaux séparant les pièces/espaces.

RTNISPL : (Reverberation Time Normalized Impact Sound Pressure Level) représente le niveau de pression acoustique mesuré dans une pièce/espace récepteur lorsqu'un

générateur d'impacts conforme à la norme (tapping machine) est en fonction dans une pièce/espace source. Les niveaux de pression acoustique sont séparés en différentes bandes fréquentielles d'une largeur de 1/3 d'octave. Finalement, le niveau de pression acoustique dans la pièce/espace récepteur devra être corrigé selon le bruit de fond présent lors des tests ainsi qu'ajusté en temps de réverbération pour représenter la performance acoustique si cette pièce était meublée et habitée (RT60 = 0.5s).

ISR : (Impact Sound Reduction), calculé à partir des valeurs de ISPL selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation au bruit d'impact global (tel que vécu) entre deux pièces/espaces lorsqu'un générateur d'impacts conforme à la norme (tapping machine) est en fonction dans une pièce/espace source. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice n'est pas limité par les dimensions des pièces, leurs géométries, leurs niveaux d'absorption acoustique, le flanquement, les types de cloisons ou les éléments/matériaux séparant les pièces/espaces. (SIBE Acoustique Inc., 2022, p.6-8)

Résultats – Rapport acoustique par SIBE Acoustique Inc (voir annexes) :

Test	Endroit	Coupe	Assemblage plancher/plafond	NIC	ISR
1	Au-dessus de Qscale(S)/ Qscale(R)	C4		38	-
2	Au-dessus de Qscale(S)/ Qscale(R)	C4	Revêtement de plancher de sol souple Contreplaqué 13mm fixé mécaniquement Contreplaqué 16mm	-	45
3	Au-dessus de cafétéria(S)/ Cafétéria (R)	C4	Système acoustique AcoustiTECH Sofix 38mm Contreplaqué 16mm d'épaisseur	45	-
4	Au-dessus de cafétéria(S)/ Cafétéria (R)	C4	Platelage de bois massif 60mm Structure de bois massif	-	44
5	Au-dessus de Qscale(S)/ Qscale(R)	C4		Voir graphiques 1 et 2.	

Figure 13– Résultats des tests effectués au chantier par SIBE Acoustique Inc. – rapport acoustique
©SIBE Acoustique Inc.

Analyse des résultats – Rapport acoustique par SIBE Acoustique Inc (voir annexes) :

Nous rappelons à notre client que les espaces testés consistaient en des espaces commerciaux (bureaux) et que l'espace de travail ouvert au niveau supérieur est de très grand volume. Les indices ISR et NIC sont, dans un tel contexte, les plus adaptés afin de permettre une évaluation de la performance des assemblages tout en faisant abstraction des conditions de mesures non-communes.

Nous constatons une différence de performance significative entre les tests 1 et 3. Une telle différence de performance alors que l'assemblage testé est identique est généralement attribuable à des voies de flanquement. Dans le cas présent, l'expert ainsi que toutes les parties impliquées lors des tests ont constaté un flanquement significatif en provenance du mur vitré donnant sur le corridor/hall ainsi que la porte vitrée. Notre recommandation pour notre client serait de faire l'installation d'une cloison vitrée double composée de verre épais et d'un espace d'air de 24mm minimum. Le scellement de la porte serait aussi à corriger.

Les indices ISR sont conformes à ce que nous projetions comme performance en isolement au bruit d'impact soit environ 45. Le système SOFIX du manufacturier AcoustiTECH permet d'obtenir une performance acoustique supérieure sur un système de construction en bois massif. Dans le contexte des tests, le flanquement était omniprésent et le système acoustique était lourdement chargé par les bureaux et le matériel de travail des employés. Le système offre une performance acoustique au bruit d'impact généralement supérieur à 55 dans un contexte où il n'est pas sous haute charge ni où le flanquement est bien contrôlé. Finalement, le système acoustique étant catégorisé dans ce que nous appelons les « systèmes complexes », un revêtement de plancher ayant une rigidité de surface élevée aurait offert une performance au bruit d'impact significativement supérieure.

Nous constatons deux fréquences de résonance vibratoire distinctes sur les graphiques 1 et 2 en annexes soit environ 155Hz et 435Hz. Il est à noter que le comportement vibratoire du système construit permet une plus haute transmissibilité en dessous d'environ 1000Hz. Nous considérons ce comportement comme étant normal sur ce type de système. Aussi, il est à considérer que la source de vibrations lors de nos mesures était un générateur d'impact et non une cellule vibratoire. Ce faisant, les fréquences de résonance sont relativement moins visibles. Finalement, voyant la haute transmissibilité vibratoire à 155Hz, nous recommandons d'installer tout appareil fonctionnant à l'aide d'un moteur électrique sur une phase de 60Hz sur des isolateurs vibratoires. Le « humming » électrique des moteurs électriques ayant une harmonique importante à 120Hz risque d'être efficacement transmissible dans la structure. (SIBE Acoustique Inc., 2022, p.10).

3.5 Conclusions

La performance acoustique d'une composition de plancher avec système résilient dans les constructions en bois massif est influencée par plusieurs facteurs : les diverses composantes de son assemblage au niveau du sous-plancher, l'épaisseur de ses composantes structurales, la présence de cavités entre les couches, la composition de la couche résiliente et également la finition de la surface. Il est à noter que les espaces à aire ouverte demeurent plus difficiles à tester et présentent également un plus grand risque face à l'insonorisation. L'espace est soumis également à de plus grands risques de fuites par les différentes ouvertures (portes, conduits mécaniques) ou encore par les espacements entre la structure et les éléments qui composent les assemblages planchers/plafonds et les cloisons séparatrices. Tel que soulevé dans le rapport d'acoustique de SIBE Acoustique Inc., certains éléments peuvent être contrôlés en conception et d'autres plus difficilement.

Pour le projet du siège social de SmartMill, des cloisons vitrées à double paroi ont été intégrées afin d'assurer un certain confort acoustique, mais l'hypothèse à la suite des tests semble que le scellement de celles-ci et des portes n'étaient pas adéquatement étanches. Une attention particulière à la quincaillerie de porte, aux jonctions de cloisons vitrées à leurs murs adjacents ou encore l'ajout d'un fini de plancher plus performant demeurent des pistes de solutions pour l'amélioration de l'isolement acoustique de ces pièces.

Bien que les résultats obtenus pour l'assemblage de plancher et plafond avec le système résilient d'AcoustiTECH sont satisfaisants, certains problèmes de bruits de craquement soulevés par le client indiquent que la composition du système pourrait être bonifiée et modifiée pour les prochains projets. En somme, l'optimisation de la performance acoustique d'un système de plancher résilient est un processus continu qui nécessite une évaluation ainsi qu'une amélioration constante au niveau de la recherche et de l'élaboration des détails.

3.6 Retombées et rayonnement des solutions développées et potentiel de reproductibilité pour l'industrie

Dans le domaine de la construction en bois massif, l'intégration de nouveaux systèmes tels que celui proposé dans cette présente étude a des implications majeures. Les architectes et les ingénieurs disposent d'une palette d'outils plus large pour améliorer l'insonorisation et la qualité des constructions en bois et ouvrent également à de nouvelles pistes de réflexion. Il s'agit d'un processus de conception qui peut s'avérer plus complexe ou fastidieux parce qu'il nécessite des compétences techniques plus poussées et spécialisées. D'un autre côté, il permet de pousser à la fois les industries et les professionnels vers de nouveaux horizons et vers l'amélioration de la performance des solutions existantes. L'exemple du siège social de SmartMill est un cas concret qui permet de noter les points à améliorer et de pousser davantage à améliorer la situation pour les projets à venir. Il est tout de même important de reconnaître qu'il reste encore du chemin à faire pour avoir la recette miracle à l'insonorisation dans les constructions en bois massif. Cela nécessite donc une collaboration étroite et continue entre les divers intervenants de l'industrie, notamment les fabricants, les consultants, les architectes et les ingénieurs afin d'atteindre des niveaux de performance plus élevés qui répondent aux besoins des clients.

3.7 Recommandations

Des problèmes de bruits de craquements ont été remarqués par les occupants à la suite de l'installation du système de plancher résilient. Il est difficile de déterminer la cause exacte de ces problèmes, mais quelques hypothèses et observations ont été soulevées à cet effet :

- 1- Pour l'installation du 1^{er} rang, une solution pourrait être de spécifier des contreplaqués à joints embouvetés ou encore avec l'intégration de H-Clips pour réduire la tension entre les feuilles de contreplaqué;
- 2- Prévoir un espacement d'environ 1/8" au niveau des joints entre les feuilles, ce qui pourrait contribuer également à augmenter sa flexibilité;
- 3- Effectuer un contrôle plus assidu de la désolidarisation du périmètre de pose du premier rang de contreplaqués afin d'éviter des erreurs d'installation. Une erreur d'installation a été soulevée en périphérie de la première couche de contreplaqués, des clous ont été installés à certains endroits, limitant la flexibilité requise du premier rang de contreplaqué;
- 4- Il se peut également que certaines composantes ne soient pas idéalement compatibles entre elles pour compléter un système efficace. Par exemple, le choix d'un revêtement de sol souple d'une épaisseur de 3 mm sur support de contreplaqué (rigide), déposé sur un système composé de coupes hémisphériques de plastique (flexible).

L'assemblage proposé pour le projet à l'étude demeure tout de même expérimental, puisqu'il n'a jamais été testé ni documenté tel quel par AcoustiTech. Il peut tout de même être considéré comme une opportunité pour en améliorer les performances futures. Afin d'atteindre cet objectif, il est essentiel de mener des tests plus approfondis pour connaître la cause de la problématique soulevée, identifier clairement les points nécessitant une amélioration et de poursuivre les efforts pour en optimiser les performances.

4. Bibliographie

Livres, publications et recherches

AcoustiTECH, *Démystifier l'acoustique du bâtiment*, 2012-2013.

AcoustiTECH. *Acoustical Guide, Mass Timber Buildings*, 2018, 46p.

CNRC. *Solution constructive no. 50 – Des critères en matière d'acoustique dans les bâtiments*– Warnock, A.C.C., Conseil national des recherches du Canada, juin 2001.

CNRC. *Apparent sound insulation in cross-laminated timber buildings*– Hoeller, Christoph; Mahn, Jeffrey; Quirt, David; Schoenwald, Stefan; Zeitler, Berndt, Conseil national des recherches du Canada, 2017-07-10.

CNRC. *Introduction à l'acoustique du bâtiment*, Warnock, A.C.C., Conseil national des recherches du Canada.

CNRC. *Comment réduire la transmission des bruits d'impact par les planchers*, Warnock, A.C.C., Conseil national des recherches du Canada, 1999.

CNRC. *Guide sur l'isolation acoustique des bâtiments à ossature en bois*, J.D. Quirt, T.R.T. Nightingale, F. King, Conseil national de recherches Canada, Mars 2006.

Conseil canadien du bois (CWC), *Guide pour la conception commerciale de faible hauteur en bois – Un guide pour les architectes et les ingénieurs*, Vol.1.2021.

FPIinnovations. *Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada*, Publication spécial SP-55F, 2014 Première édition.

FPIinnovations. *Determination of the Apparent Airborne Sound Transmission Class (ASTC) of a CLT Floor Assembly with AcoustiTECH Sofix Provided by AcoustiTECH*, September 26, 2017.

FPIinnovations. *Determination of the Apparent Impact Sound Insulation Class (AIIIC) of a CLT Floor Assembly with AcoustiTECH Sofix Provided by AcoustiTECH*, September 26, 2017.

SCHL CMHC, *Projet de recherche sur l'isolement acoustique procuré par des assemblages plancher-plafond dans les constructions à ossature de bois*, Canada.

Revue en ligne

Bader Eddin M. et Bidon Y. (2022) Une analyse de la performance acoustique des bâtiments en bois et les possibilités d'amélioration de ces performances. *Construire en bois – le journal de la construction commerciale en bois, du labo au chantier* (novembre), 1-7.

https://cecobois.com/wp-content/uploads/2022/11/du_labou_au_chantier_novembre_2022.pdf

Thèse en ligne

Blon D. (2017) *Influence des jonctions sur le comportement vibro-acoustique d'assemblages de structures en bois pour le bâtiment*. Vibrations [physics.class-ph]. Université du Maine, 2016. Français. NNT :2016LEMA1034. tel-0144260. <https://theses.hal.science/tel-01442609>

Fiches techniques de fabricants et sites internet

AcoustiTECH.(2017). *Fiche de produit – Module AcoustiTECH^{MC} SOFIX*.
<https://konsole.groupefinitec.com/storage/documentation/documents/12-fiche-technique-sofix.pdf>, page consultée le 2023-03-08.

AcoustiTECH.(2017). *Fiche de données de sécurité – Module AcoustiTECH^{MC} SOFIX*.
<https://konsole.groupefinitec.com/storage/documentation/documents/19-fiche-de-donnees-de-securite-sofix.pdf>, page consultée le 2023-03-08.

AcoustiTECH.(2017). *Guide d'installation – Module AcoustiTECH^{MC} SOFIX*.
<https://konsole.groupefinitec.com/storage/documentation/documents/390-guide-dinstallation-sofix.pdf>, page consultée le 2023-03-08.

AcoustiTECH. *A sound Mass Timber Success Story – An AcoustiTECH initiative*, 283 Green Avenue Project, Brooklyn, NY. <https://framehome.com/content/uploads/2020/12/A-Sound-MassTimber-Success-Story2-1.pdf>

Cecoboïs et SIBE Acoustique. (Novembre 2020). *Les Pros du bois – Acoustique en bois massif*.
<https://cecoboïs.com/wp-content/uploads/2021/01/Pros-du-bois-Acoustique-en-bois-massif.pdf>, page consultée le 2023-03-08.

Conseil canadien du bois CWC (2021). *Performance acoustique*. [Performance acoustique - The Canadian Wood Council - CWC](#), page consultée le 2023-03-08.

Guide bâtiment durable.brussels. *Plancher porteur léger et acoustique*. [Plancher porteur léger et acoustique | Guide Bâtiment Durable \(guidebatimentdurable.brussels\)](#)

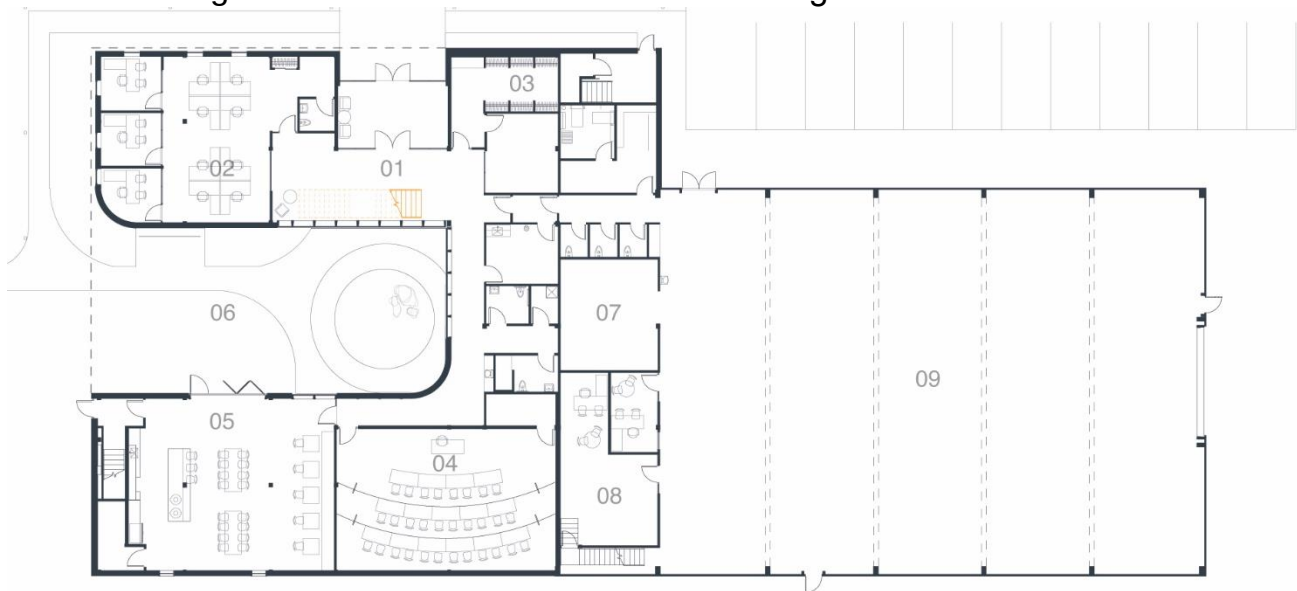
VoirVert.ca- Le portail du bâtiment durable au Québec. *Le bois et la performance acoustique*, 24 janvier 2023, [Le bois et la performance acoustique | Voir vert - Le portail du bâtiment durable au Québec](#), page consultée le 2023-03-08.

Autres références

Étude acoustique Smartmill, rapport acoustique, novembre 2022, SIBE Acoustique Inc.

5. Annexes

5.1 Siège social de SmartMill - Plans d'aménagement des niveaux



NIVEAU 1 1 5 10m

- | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 01 Accueil | 05 Cafétéria | 09 Usine | 13 Espace détente |
| 02 Espaces de travail locatifs | 06 Cour intérieure | 10 Espaces de travail ouverts | 14 Terrasse |
| 03 Vestiaires | 07 Magasin | 11 Bureau | 15 Technique |
| 04 Salle de formation | 08 Laboratoire électrique | 12 Archives et serveurs | 16 Mezzanine |



NIVEAU 2 1 5 10m

- | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 01 Accueil | 05 Cafétéria | 09 Usine | 13 Espace détente |
| 02 Espaces de travail locatifs | 06 Cour intérieure | 10 Espaces de travail ouverts | 14 Terrasse |
| 03 Vestiaires | 07 Magasin | 11 Bureau | 15 Technique |
| 04 Salle de formation | 08 Laboratoire électrique | 12 Archives et serveurs | 16 Mezzanine |

5.2 Étude acoustique Smartmill – Rapport Acoustique, novembre 2022.

Étude acoustique

Smartmill

Client : AcoustiTECH

de projet : 351

RAPPORT ACOUSTIQUE

Novembre 2022



**Présenté par
SIBE Acoustique Inc.**

Sibe
ACOUSTIQUE

Cadre légal	2
Introduction	3
Description du mandat	3
Méthodologie	3
Description des tests	3
Description des assemblages testés	4
Description du matériel utilisé	5
Indices	6
Résultats	9
Analyse et discussion des résultats	10
Annexes	11
Annexe 1 : Photographies	12
Annexe 2 : Données et graphiques	14

Ce rapport d'expertise en acoustique est assujéti à la Loi sur le droit d'auteur. Celle-ci permet uniquement au titulaire de ce rapport d'expertise de le reproduire ou de le publier. Le contenu de ce rapport faisant partie d'un tout, SIBE Acoustique Inc. en interdit la reproduction ou la publication en partie.

L'utilisation ou l'interprétation hors contexte du contenu de ce rapport d'expertise ne sera pas supportée ni autorisée par SIBE Acoustique Inc.

L'analyse des mesures ainsi que de résultats repose sur les informations fournies par le client et celles disponibles au moment de la prise des mesures. Ainsi, la composition des assemblages testés ne pourra généralement pas être confirmée par SIBE Acoustique Inc.

Les résultats décrits dans ce rapport d'expertise représentent uniquement les conditions acoustiques présentes lors des tests. Les mesures prises et les indices calculés en accord avec les normes ASTM dénoncées pourraient varier selon les conditions acoustiques (fuites, résonances, coïncidences, flanquement, méthode de construction, etc.).

Introduction

Description du mandat

SIBE Acoustique Inc. a été mandaté pour mesurer l'atténuation acoustique de certains éléments d'un bâtiment. L'objectif souhaité par notre client était de déterminer le comportement acoustique en isolement et vibratoire d'un assemblage plancher/plafond sur une structure de bois massif tel que construit sur les lieux. À sa demande, les mesures ont été analysées et les indices d'isolation acoustique suivants ont été calculés :

- Indice d'isolation acoustique au bruit aérien selon les normes ASTM E336 et ASTM E413.
- Indice d'isolement acoustique au bruit d'impact selon les normes ASTM E1007 et ASTM E989.

Méthodologie

Description des tests

Tel qu'entendu avec le client, SIBE Acoustique Inc. a procédé à une série de tests chez Smartmill situé au 2318 Rue Albert-Dion à Lévis. Tous les tests ont été effectués le même jour soit le 26 octobre 2022.

Au total, 5 tests ont été effectués pour notre client soit :

Tests + lieux testés: *(S) = SOURCE - (R) = RÉCEPTION

- Test #1 : Au-dessus de l'Espace Qscale (S) ET Espace Qscale (R) – Isolement au bruit aérien sur un assemblage plancher/plafond
- Test #2 : Au-dessus de l'Espace Qscale (S) ET Espace Qscale (R) – Isolement au bruit d'impact sur un assemblage plancher/plafond
- Test #3 : Au-dessus de la cafétéria (S) ET cafétéria (R) - Isolement au bruit aérien sur un assemblage plancher/plafond
- Test #4 : Au-dessus de la cafétéria (S) ET cafétéria (R) – Isolement au bruit d'impact sur un assemblage plancher/plafond
- Test #5 : Au-dessus de l'Espace Qscale (S) ET Espace Qscale (R) – Transmission vibratoire à l'aide d'un accéléromètre de calibre sismique.

Description de l'assemblage testé

Assemblage testé

L'objectif était de mesurer [l'indice d'isolement au bruit aérien et l'indice d'isolement au bruit d'impact sur un assemblage plancher plafond](#) à deux endroits différents dans le bâtiment. Cet assemblage a donc été testé entre la cafétéria et l'étage supérieur ainsi qu'entre l'Espace Qscale et l'étage supérieur. Finalement, [le comportement vibratoire](#) du même assemblage a été mesuré.

Il est à noter que les volumes des espaces testés soient les zones sources et de réceptions étaient tous au-dessus des volumes tolérés lors de calculs des indices ASTC/AIIC et NNIC/NISR selon les normes. Une évaluation des indices NIC/ISR serait adéquat dans le contexte présent.

Dessus
Revêtement de plancher de sol souple
Contreplaqué 13mm fixé mécaniquement
Contreplaqué 16mm
Membrane acoustique AcoustiTECH Sofix 38mm
Contreplaqué 16mm d'épaisseur
Platelage de bois massif 60mm
Structure de bois massif
Dessous

Description du matériel utilisé

Sonomètres	Classe 1 modèle 831C de Larson Davis Classe 1 modèle 824 de Larson Davis
Microphones	Modèle 2541 – 1/2'' Free-Field de Larson Davis Modèle 377B02 – 1/2'' Free-Field de Larson Davis
Amplificateurs	500W Modèle BAS002-U de Larson Davis
Générateur de bruits	Générateur de bruit analogue Minirator MR1
Sources	Source omnidirectionnelle modèle BAS001 de Larson Davis Source portable – haut-parleur/Amplificateur - JBL EON10 G2
Calibreur	Modèle CAL200 de Larson Davis
Préamplificateurs	Modèle PRM831 de Larson Davis Modèle PRM920 de Larson Davis
Accéléromètre sismique ICP	Modèle 626B02 de PCB Piezotronics (0.2 to 6000Hz)
Générateur d'impacts (tapping machine)	Modèle BAS004 de Larson Davis
Le tout conforme aux normes et exigences ANSI S1.43 et IEC 61672-1, ANSI S1.11, ISO 140/part 6.	

Description des indices

Indices de bruit aérien

NR: NR (Noise Reduction) représente le niveau d'atténuation acoustique existant entre deux pièces ou espaces séparés par une cloison. Cette valeur correspond à la différence entre le niveau de pression acoustique dans une pièce/espace source et le niveau de pression acoustique dans une pièce/espace récepteur. Les niveaux de pression acoustique sont séparés en différentes bandes fréquentielles d'une largeur de 1/3 d'octave. Finalement, le niveau de pression acoustique dans la pièce/espace récepteur devra être corrigé selon le bruit de fond présent lors des tests.

NIC: NIC (Noise Isolation Class), calculé à partir des valeurs de NR selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation globale (tel que vécu) entre deux pièces/espaces. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice n'est pas limité par les dimensions des pièces, leurs géométries, leurs niveaux d'absorption acoustique, le flanquement, les types de cloisons ou les éléments/matériaux séparant les pièces/espaces.

NNR: NNR (Normalized Noise Reduction) représente le niveau d'atténuation acoustique existant entre deux pièces/espaces séparés par une cloison. Cette valeur correspond à la différence entre le niveau de pression acoustique d'une pièce/espace source de moins de 150m^3 et le niveau de pression acoustique dans une pièce/espace récepteur de moins de 150m^3 et de plus de 25m^3 . Les niveaux de pression acoustique sont séparés en différentes bandes fréquentielles d'une largeur de 1/3 d'octave. Finalement, le niveau de pression acoustique dans la pièce/espace récepteur devra être corrigé selon le bruit de fond présent lors des tests ainsi qu'ajusté en temps de réverbération pour représenter la performance acoustique si cette pièce était meublée et habitée ($RT60 = 0.5\text{s}$).

NNIC: NNIC (Normalized Noise Isolation Class) calculé à partir des valeurs de NNR selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation acoustique normalisée entre deux pièces/espaces. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice est limité par les dimensions des pièces (entre 25m^3 et 150m^3), mais il n'est pas limité par leurs géométries, leurs niveaux d'absorption acoustique, les types de cloisons ou les éléments/matériaux séparant les pièces/espaces.

ATL: ATL (Apparent Transmission Loss) représente le niveau d'atténuation acoustique créé par une ou plusieurs cloisons/partitions (mur ou plancher/plafond) se trouvant entre deux pièces/espaces de plus de 25m^3 . Si l'une des pièces est de volume égal ou supérieur à 150m^3 , la pièce en question devra respecter des limites d'absorption selon les fréquences. Les niveaux de pression acoustique sont séparés en différentes bandes fréquentielles d'une largeur de 1/3 d'octave. Finalement, le niveau de pression acoustique dans la pièce/espace récepteur devra être corrigé selon le bruit de fond présent lors des tests ainsi qu'ajusté selon l'absorption (Sabine) présente.

ASTC: **ASTC (Apparent Sound Transmission Class)** calculé à partir des valeurs de ATL selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation acoustique apportée par une ou plusieurs cloisons/partitions de tailles définies entre deux pièces/espaces. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice est limité par les dimensions des pièces (plus de 25m³), l'absorption acoustique (Sabine) dans la pièce/espace récepteur ainsi que par la forme et l'homogénéité de la pièce. L'indice ASTC est ce qui est actuellement le plus utilisé pour qualifier/quantifier la capacité d'une partition à atténuer le bruit aérien.

Autres informations pertinentes: Les indices **NNIC** ainsi que **ASTC** ne peuvent être rapportés si l'une des dimensions de la pièce/espace récepteur est inférieure à 2.3m. Bien que l'indice **NIC** soit rapportable, il est important de mentionner que plus le volume des pièces/espaces est petit, plus la précision des mesures est limitée. Il en va de même pour une pièce/espace source de volume inférieur à 25m³.

Indices de bruit d'impact

ISPL: **ISPL (Impact Sound Pressure Level)** représente le niveau de pression acoustique mesuré dans une pièce/espace récepteur lorsqu'un générateur d'impacts conforme à la norme (tapping machine) est en fonction dans une pièce/espace source. Les niveaux de pression acoustique sont séparés en différentes bandes fréquentielles d'une largeur de 1/3 d'octave. Finalement, le niveau de pression acoustique dans la pièce/espace récepteur devra être corrigé selon le bruit de fond présent lors des tests.

ISR: **ISR (Impact Sound Reduction)**, calculé à partir des valeurs de ISPL selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation au bruit d'impact global (tel que vécu) entre deux pièces/espaces lorsqu'un générateur d'impacts conforme à la norme (tapping machine) est en fonction dans une pièce/espace source. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice n'est pas limité par les dimensions des pièces, leurs géométries, leurs niveaux d'absorption acoustique, le flanquement, les types de cloisons ou les éléments/matériaux séparant les pièces/espaces.

RTNISPL: **RTNISPL (Reverberation Time Normalized Impact Sound Pressure Level)** représente le niveau de pression acoustique mesuré dans une pièce/espace récepteur lorsqu'un générateur d'impacts conforme à la norme (tapping machine) est en fonction dans une pièce/espace source. Les niveaux de pression acoustique sont séparés en différentes bandes fréquentielles d'une largeur de 1/3 d'octave. Finalement, le niveau de pression acoustique dans la pièce/espace récepteur devra être corrigé selon le bruit de fond présent lors des tests ainsi qu'ajusté en temps de réverbération pour représenter la performance acoustique si cette pièce était meublée et habitée (RT60 = 0.5s).

NISR: **NISR (Normalized Impact Sound Reduction)**, calculé à partir des valeurs de RTNISPL selon les fréquences, correspond au niveau d'isolation au bruit d'impact normalisé entre deux pièces/espaces lorsqu'un générateur d'impacts conforme à la norme (tapping machine) est en fonction dans une pièce/espace source. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice est limité par les dimensions des

pièces (moins de 150m^3), mais il n'est pas limité par leurs géométries, leurs niveaux d'absorption acoustique, les types de cloisons ou les éléments/matériaux séparant les pièces/espaces.

ANISPL: **ANISPL (Absorption Normalized Impact Sound Pressure Level)** représente le niveau d'atténuation au bruit d'impact apporté par une cloison (plancher/plafond) se trouvant entre deux pièces/espaces superposés et dont la pièce/espace récepteur possède un volume de plus de 40m^3 . Si la pièce/espace récepteur est de volume égal ou supérieur à 150m^3 , la pièce en question devra respecter des limites d'absorption selon les fréquences. Les niveaux de pression acoustique sont séparés en différentes bandes fréquentielles d'une largeur de 1/3 d'octave. Finalement, le niveau de pression acoustique dans la pièce/espace récepteur devra être corrigé selon le bruit de fond présent lors des tests ainsi qu'ajusté selon l'absorption (Sabine) présente.

AIIC: **AIIC (Apparent Impact Insulation Class)**, calculé à partir des valeurs de ANISPL selon les fréquences, correspond au niveau d'atténuation au bruit d'impact apporté par une cloison (plancher/plafond) se trouvant entre deux pièces/espaces superposées. Plus cet indice d'isolation est élevé, plus l'atténuation acoustique est importante. Cet indice est limité par les dimensions de la pièce/espace récepteur (plus de 40m^3), l'absorption acoustique (Sabine) dans la pièce/espace récepteur ainsi que par la forme et l'homogénéité de la pièce. L'indice AIIC est ce qui est actuellement le plus utilisé pour qualifier/quantifier la capacité d'une partition (plancher/plafond) à atténuer le bruit d'impact.

Autres informations pertinentes: Les indices **ANISPL** ainsi que **AIIC** ne peuvent être rapportés si l'une des dimensions de la pièce/espace récepteur est inférieure à 2.3m. Bien que l'indice **ISR** soit rapportable, il est important de mentionner que plus le volume des pièces/espaces est petit, plus la précision des mesures est limitée.

À noter : SIBE Acoustique Inc. s'accorde le droit, pour fins d'analyse, de conserver un nombre plus élevé de chiffres significatifs dans les résultats que ce qui est demandé dans les normes. De plus, tous les indices seront rapportés lorsqu'un test sera effectué. De ce fait, les experts de SIBE Acoustique Inc. seront en mesure d'analyser plus précisément l'effet de l'absorption (ameublement, design, géométrie, etc.) dans les pièces/espaces étudiées.

Résultats

Test	Endroit	Coupe	Assemblage plancher/plafond	NIC	ISR
1	Au-dessus de Qscale(S)/ Qscale(R)	C4	Revêtement de plancher de sol souple Contreplaqué 13mm fixé mécaniquement Contreplaqué 16mm Système acoustique AcoustiTECH Sofix 38mm Contreplaqué 16mm d'épaisseur Platelage de bois massif 60mm Structure de bois massif	38	-
2	Au-dessus de Qscale(S)/ Qscale(R)	C4		-	45
3	Au-dessus de cafétéria(S)/ Cafétéria (R)	C4		45	-
4	Au-dessus de cafétéria(S)/ Cafétéria (R)	C4		-	44
5	Au-dessus de Qscale(S)/ Qscale(R)	C4		Voir graphiques 1 et 2.	

Analyse et discussion des résultats

Nous rappelons à notre client que les espaces testés consistaient en des espaces commerciaux (bureaux) et que l'espace de travail ouvert au niveau supérieur est de très grand volume. Les indices ISR et NIC sont, dans un tel contexte, les plus adaptés afin de permettre une évaluation de la performance des assemblages tout en faisant abstraction des conditions de mesures non-communes.

Nous constatons une différence de performance significative entre les tests 1 et 3. Une telle différence de performance alors que l'assemblage testé est identique est généralement attribuable à des voies de flanking. Dans le cas présent, l'expert ainsi que toutes les parties impliquées lors des tests ont constaté un flanking significatif en provenance du mur vitré donnant sur le corridor/hall ainsi que la porte vitrée. Notre recommandation pour notre client serait de faire l'installation d'une cloison vitrée double composée de verre épais et d'un espace d'air de 24mm minimum. Le scellement de la porte serait aussi à corriger.

Les indices ISR sont conformes à ce que nous projetions comme performance en isolement au bruit d'impact soit environ 45. Le système SOFIX du fabricant AcoustiTECH permet d'obtenir une performance acoustique supérieure sur un système de construction en bois massif. Dans le contexte des tests, le flanking était omniprésent et le système acoustique était lourdement chargé par les bureaux et le matériel de travail des employés. Le système offre une performance acoustique au bruit d'impact généralement supérieur à 55 dans un contexte où il n'est pas sous haute charge ni où le flanking est bien contrôlé. Finalement, le système acoustique étant catégorisé dans ce que nous appelons les « systèmes complexes », un revêtement de plancher ayant une rigidité de surface élevée aurait offert une performance au bruit d'impact significativement supérieure.

Nous constatons deux fréquences de résonance vibratoire distinctes sur les graphiques 1 et 2 en annexes soit environ 155Hz et 435Hz. Il est à noter que le comportement vibratoire du système construit permet une plus haute transmissibilité en dessous d'environ 1000Hz. Nous considérons ce comportement comme étant normal sur ce type de système. Aussi, il est à considérer que la source de vibrations lors de nos mesures était un générateur d'impact et non une cellule vibratoire. Ce faisant, les fréquences de résonance sont relativement moins visibles. Finalement, voyant la haute transmissibilité vibratoire à 155Hz, nous recommandons d'installer tout appareil fonctionnant à l'aide d'un moteur électrique sur une phase de 60Hz sur des isolateurs vibratoires. Le « humming » électrique des moteurs électriques ayant une harmonique importante à 120Hz risque d'être efficacement transmissible dans la structure.

Annexes

Annexe 1

Photos de l'environnement testé

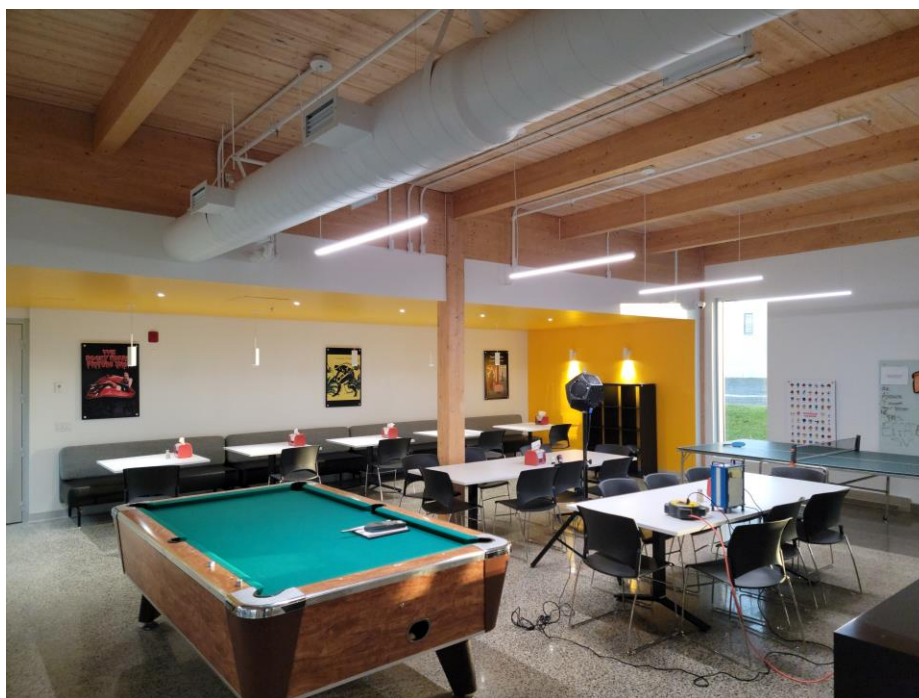


Photo 1 - Mesure du temps de réverbération dans la cafétéria



Photo 2 – Espace Qscale.



Photo 3 : Générateur d'impacts au-dessus de la cafétéria.

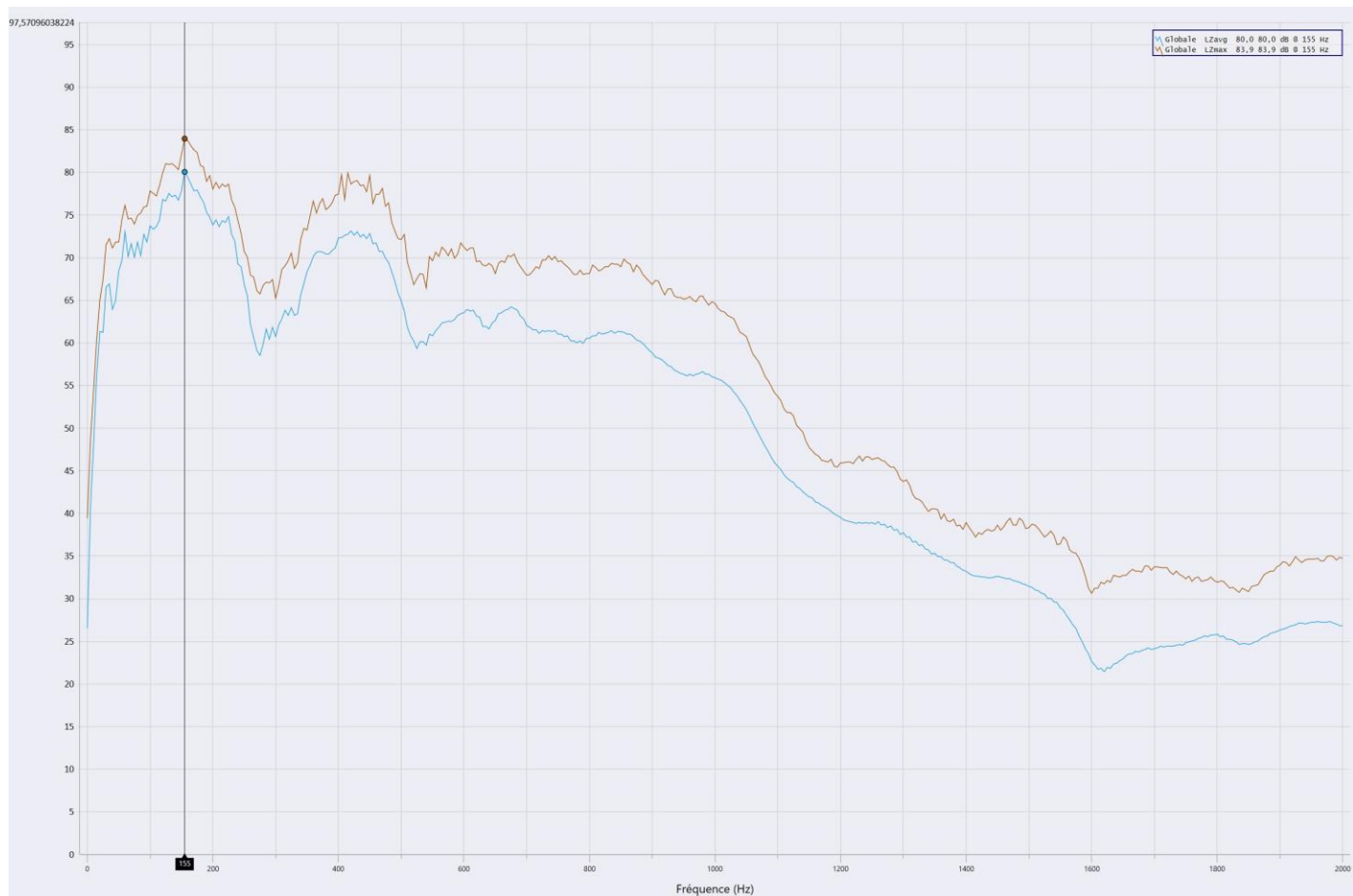


Photo 4 : Source de bruit au-dessus de l'espace Qscale.

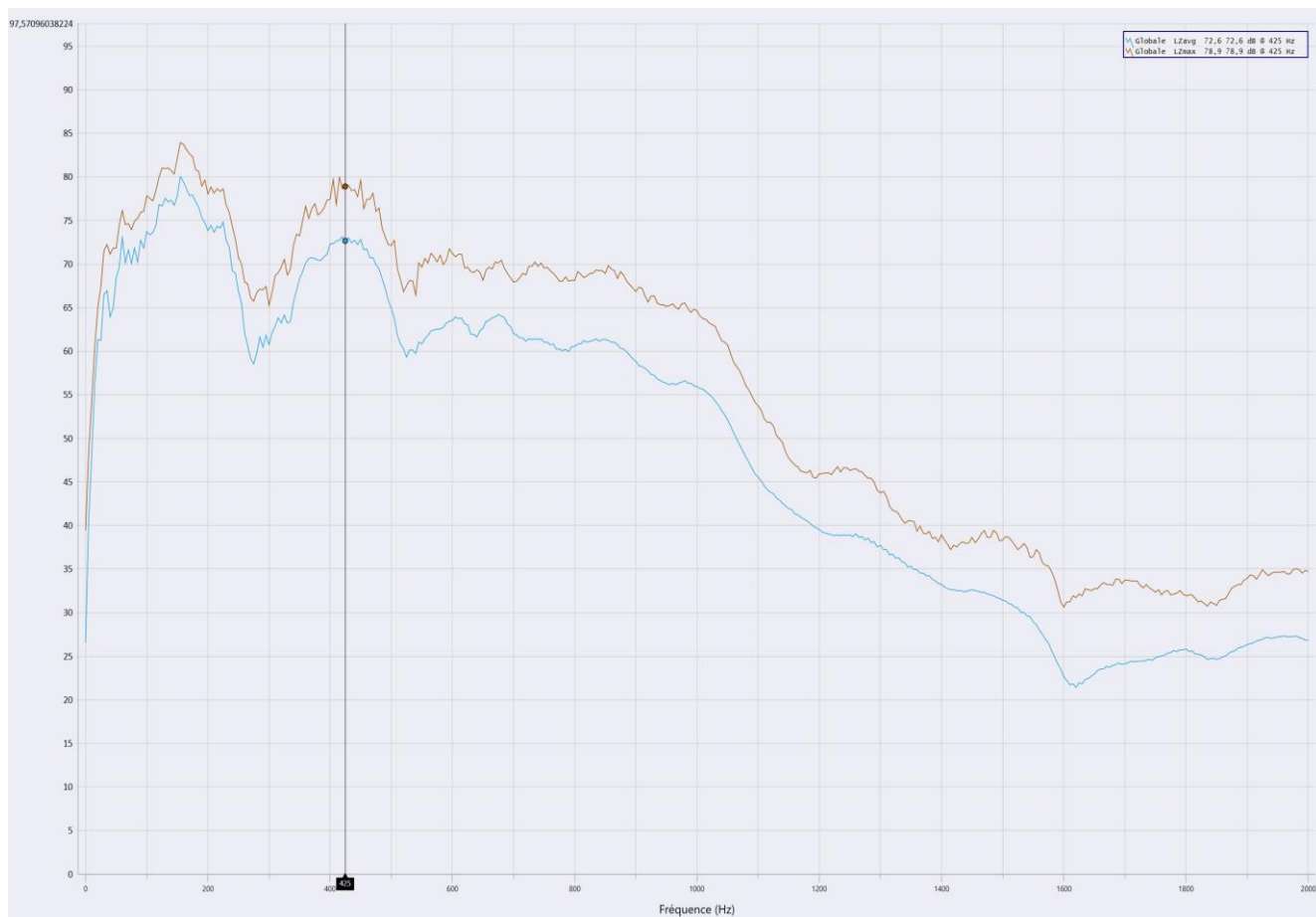
Annexe 2

Données et graphiques

Voir pages suivantes



Graphique 1 : Comportement vibratoire de l'assemblage plancher/plafond. 1^{ère} fréquence de résonance.



Graphique 2 : Comportement vibratoire de l'assemblage plancher/plafond. 2ème fréquence de résonance.

AIRBORNE SOUND TRANSMISSION

PROJECT TITLE: Smartmill
UNITS TESTED: Espace Qscale

CLIENT: AcoustiTECH

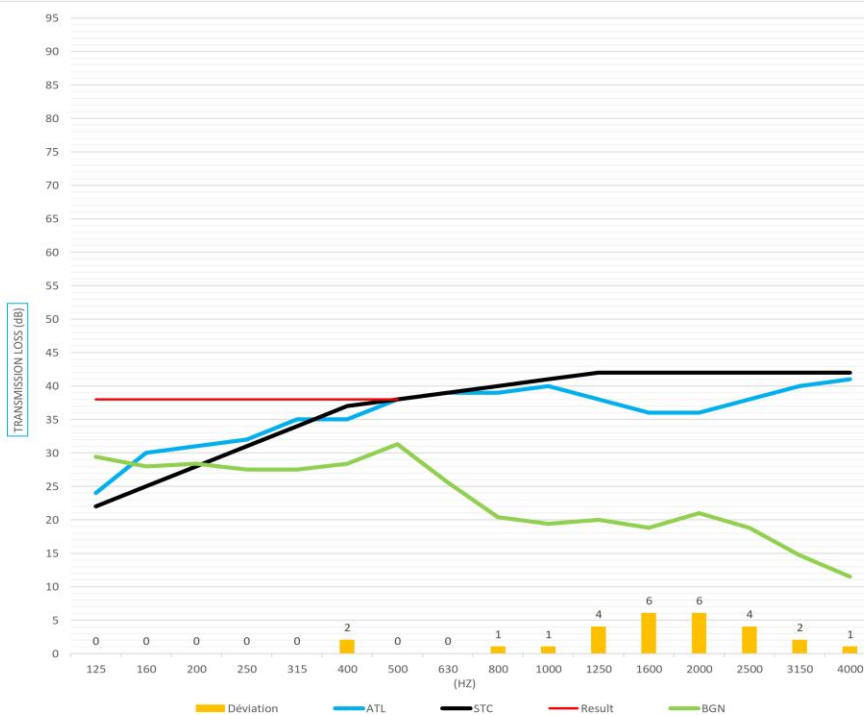
RESULTS

TEST #		THIRD OCTAVES																		
		ASTM RANGE																		
		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
1	Source level (dB)	60.70	67.10	71.30	83.30	89.90	94.80	100.30	102.00	100.50	97.60	96.10	93.90	92.20	90.70	87.70	93.40	91.30	90.50	83.30
	Background noise (dB)	34.00	31.00	35.20	32.30	29.40	28.00	28.40	27.50	27.50	28.40	31.30	25.60	20.40	19.40	20.00	18.80	21.00	18.80	14.70
	Reverberation time RT60 (s)		0.61	0.79	0.84	0.98	1.06	1.16	1.11	1.18	1.17	1.19	1.24	1.16	1.09	1.14	1.11	1.04	0.94	0.97
	Reception level (dB)	39.40	46.70	55.20	63.00	65.20	65.10	69.10	70.40	65.60	62.50	58.20	55.40	53.00	51.00	49.50	57.50	55.00	51.60	42.40
	Absorption (m² Sabine)					38.12	35.22	32.16	33.76	31.73	32.05	31.51	30.14	32.38	34.34	32.81	33.76	36.17	39.87	38.47
	Background correction (dB)					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Absorption correction (dB)					-0.45	-0.10	0.29	0.08	0.35	0.31	0.38	0.57	0.26	0.01	0.21	0.08	-0.22	-0.64	-0.49
	L ₂ (BGN corrected) (dB)					65.20	65.10	69.10	70.40	65.60	62.50	58.20	55.40	53.00	51.00	49.50	57.50	55.00	51.60	42.40
	NR (dB)					24.70	29.70	31.20	31.60	34.90	35.10	37.90	38.50	39.20	39.70	38.20	35.90	36.30	38.90	40.90
	NNR (dB)					27.63	32.98	34.87	35.06	38.63	38.78	41.66	42.45	42.84	43.08	41.78	39.36	39.46	41.64	43.79
	ATL (dB)					24.25	29.60	31.49	31.68	35.25	35.41	38.28	39.07	39.46	39.71	38.41	35.98	36.08	38.26	40.41
	Déviaton										2			1	1	4	6	6	4	2

ROOM INFORMATION	Source: Au dessus-de Qscale
Source room volume (m3):	543.2
Tested surface (m2):	34.4
Receiving room surface (m2):	64.7
Receiving room volume (m3):	232.9
Temperature (°C):	21

Au-dessus de Qscale
Revêtement de plancher de sol souple
Contre plaqué 13mm fixé mécaniquement
Contreplaqué 16mm
Membrane acoustique AcoustiTECH Sofix 38mm
Membrane AcoustiTECH Lead 6
Contreplaqué 16mm d'épaisseur
Platelage de bois massif 60mm
Structure de bois massif
Qscale

RESULTS	
NIC :	38
NNIC :	42
ASTC :	38
Sum.Dev. :	27



ADDITIONAL INFORMATION

NNR et NNIC ne peuvent être rapportés dans une pièce V>=150m3. ATL et ASTC peuvent être rapportés à condition que $A < 2 \cdot V^{2/3}$ dans toutes les bandes de fréquences.

IMPACT SOUND TRANSMISSION

PROJECT TITLE: Smartmill
UNITS TESTED: Espace Qscale

CLIENT: AcoustiTECH

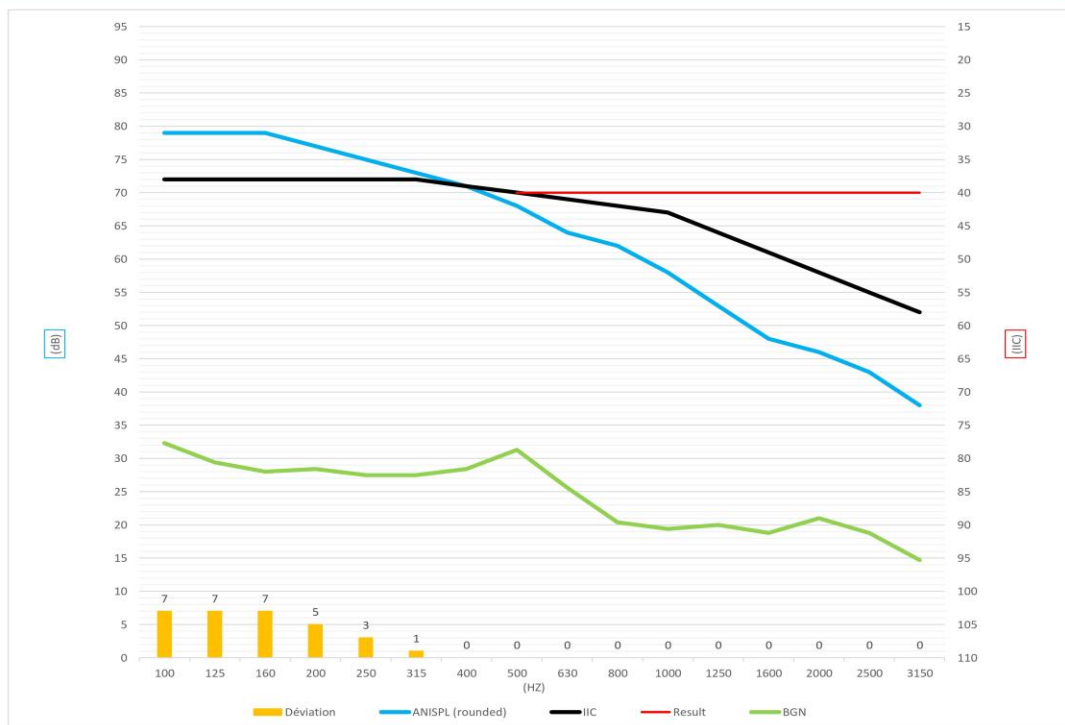
RESULTS

TEST #		THIRD OCTAVES																
		ASTM RANGE																
		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
2	Background noise (dB)	34.00	31.00	35.20	32.30	29.40	28.00	28.40	27.50	27.50	28.40	31.30	25.60	20.40	19.40	20.00	18.80	21.00
	Reverberation time RT60 (S)		0.61	0.79	0.84	0.98	1.06	1.16	1.11	1.18	1.17	1.19	1.24	1.16	1.09	1.14	1.11	1.04
	L ₁₀ (dB)	61.09	66.24	67.58	72.73	72.92	73.30	72.32	70.11	68.05	65.67	63.44	59.54	56.61	52.73	47.78	43.21	40.19
	Absorption (m² Sabine)				44.78	38.12	35.22	32.16	33.76	31.73	32.05	31.51	30.14	32.38	34.34	32.81	33.76	36.17
	Background correction (dB)				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Absorption correction (dB)				6.51	5.81	5.47	5.07	5.28	5.01	5.06	4.98	4.79	5.10	5.36	5.16	5.28	5.58
	ISPL (dB)				72.73	72.92	73.30	72.32	70.11	68.05	65.67	63.44	59.54	56.61	52.73	47.78	43.21	40.19
	RTNISPL 0.5s (dB)				70.50	69.98	70.03	68.65	66.65	64.32	61.98	59.68	55.58	52.97	49.35	44.20	39.75	37.03
	ANISPL (dB)				79.24	78.73	78.77	77.39	75.39	73.06	70.73	68.42	64.33	61.71	58.09	52.94	48.50	45.78
	Deviation				7	7	7	5	3	1								

ROOM INFORMATION	Source:	Au-dessus de Qscale
	Receiving:	Espace Qscale
Source room volume (m³)		543.2
Tested surface (m²)		34.4
Receiving room surface (m²)		64.7
Receiving room volume (m³)		232.9
Temperature (°C)		21

ASSEMBLY DESCRIPTION	
<u>Au-dessus de Qscale</u>	
Revêtement de plancher de sol souple	
Contre plaqué 13mm fixé mécaniquement	
Contreplaqué 16mm	
Membrane acoustique AcoustiTECH Sofix 38mm	
Membrane AcoustiTECH Lead 6	
Contreplaqué 16mm d'épaisseur	
Platelage de bois massif 60mm	
Structure de bois massif	
<u>Qscale</u>	

RESULTS	
ISR :	45
NISR :	49
AIIC :	40
Sum.Dev. :	30



ADDITIONAL INFORMATION

ANISPL et AIIC ne peuvent être rapportés dans une pièce de plus de 150m³ si $A < 2xV^{2/3}$ dans toutes les bandes de fréquences
RTNISPL et NISR ne peuvent être rapportés dans une pièce de plus de 150m³

AIRBORNE SOUND TRANSMISSION

PROJECT TITLE: **Smartmill**

CLIENT: **AcoustiTECH**

UNITS TESTED: **Cafétéria**

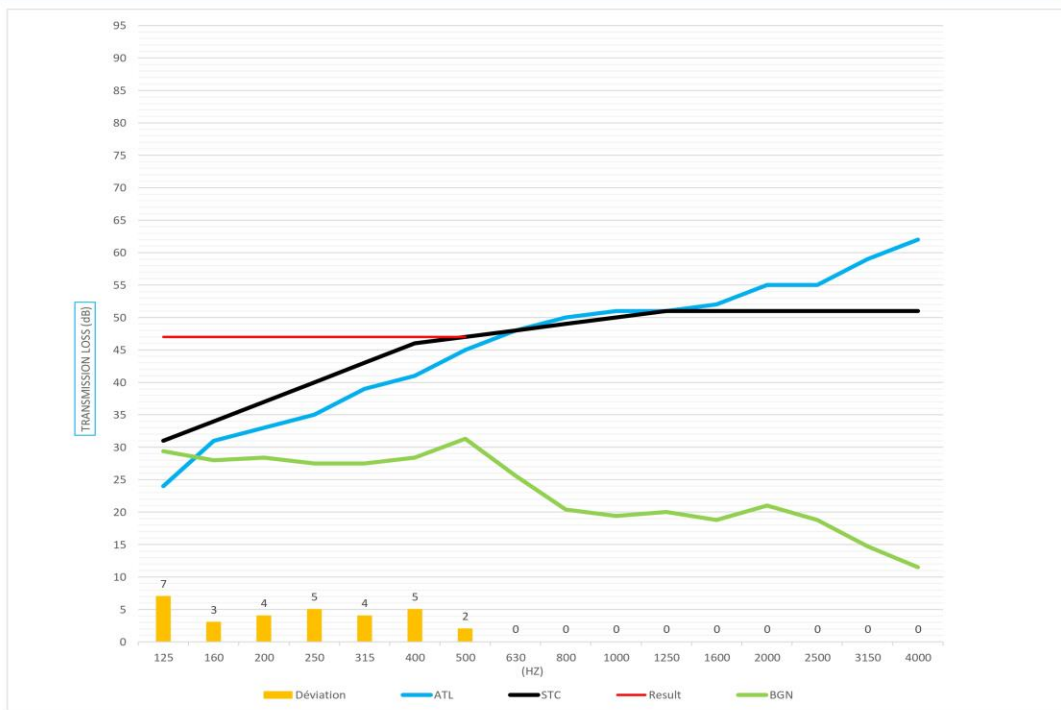
RESULTS

TEST #		THIRD OCTAVES																	
		ASTM RANGE																	
		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
3	Source level (dB)	61.50	68.40	73.70	82.10	90.20	94.80	100.10	102.00	99.90	97.60	95.80	93.40	92.00	90.30	87.20	93.00	91.00	90.00
	Background noise (dB)	34.00	31.00	35.20	32.30	29.40	28.00	28.40	27.50	27.50	28.40	31.30	25.60	20.40	19.40	20.00	18.80	21.00	18.80
	Reverberation time RT60 (s)		0.62	0.61	0.84	0.75	1.31	1.36	1.38	1.40	1.36	1.42	1.47	1.47	1.55	1.58	1.57	1.45	1.31
	Reception level (dB)	42.70	44.40	53.70	63.50	65.90	65.80	68.70	69.00	62.90	58.40	52.70	47.60	44.60	42.00	39.30	43.40	38.60	36.50
	Absorption (m ² Sabine)					82.70	47.24	45.78	44.85	44.46	45.78	43.62	42.11	42.22	39.99	39.31	39.61	42.81	47.38
	Background correction (dB)					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Absorption correction (dB)					-0.55	1.88	2.01	2.10	2.14	2.01	2.22	2.38	2.60	2.68	2.64	2.31	1.86	1.88
	L ₂ (BGN corrected) (dB)					65.90	65.80	68.70	69.00	62.90	58.40	52.70	47.60	44.60	42.00	39.30	43.40	38.60	36.50
	NR (dB)					24.30	29.00	31.40	33.00	37.00	39.20	43.10	45.80	47.40	48.30	47.90	49.60	52.40	53.50
	NNR (dB)					26.06	33.19	35.73	37.42	41.46	43.53	47.64	50.49	52.08	53.22	52.89	54.56	57.02	57.68
	ATL (dB)					23.75	30.88	33.41	35.10	39.14	41.21	45.32	48.18	49.77	50.90	50.58	52.24	54.71	55.36
	Déviaton					7	3	4	5	4	5	2							

ROOM INFORMATION	Source: Au-dessus cafétéria	Receiving: Cafétéria
Source room volume (m3):	543.2	
Tested surface (m2):	72.8	
Receiving room surface (m2):	107.2	
Receiving room volume (m3):	385.9	
Temperature (°C):	21	

Au-dessus de la cafétéria
Revêtement de plancher de sol souple
Contre plaqué 13mm fixé mécaniquement
Contreplaqué 16mm
Membrane acoustique AcoustiTECH Sofix 38mm
Membrane AcoustiTECH Lead 6
Contreplaqué 16mm d'épaisseur
Platelage de bois massif 60mm
Structure de bois massif
Cafétéria

RESULTS	
NIC :	45
NNIC :	49
ASTC :	47
Sum.Dev. :	30



ADDITIONAL INFORMATION

NNR et NNIC ne peuvent être rapportés dans une pièce $V \geq 150 \text{ m}^3$. ATL et ASTC peuvent être rapportés à condition que $A < 2 \cdot V^{(2/3)}$ dans toutes les bandes de fréquences.

IMPACT SOUND TRANSMISSION

PROJECT TITLE: Smartmill
UNITS TESTED: Cafétéria

CLIENT: AcoustiTECH

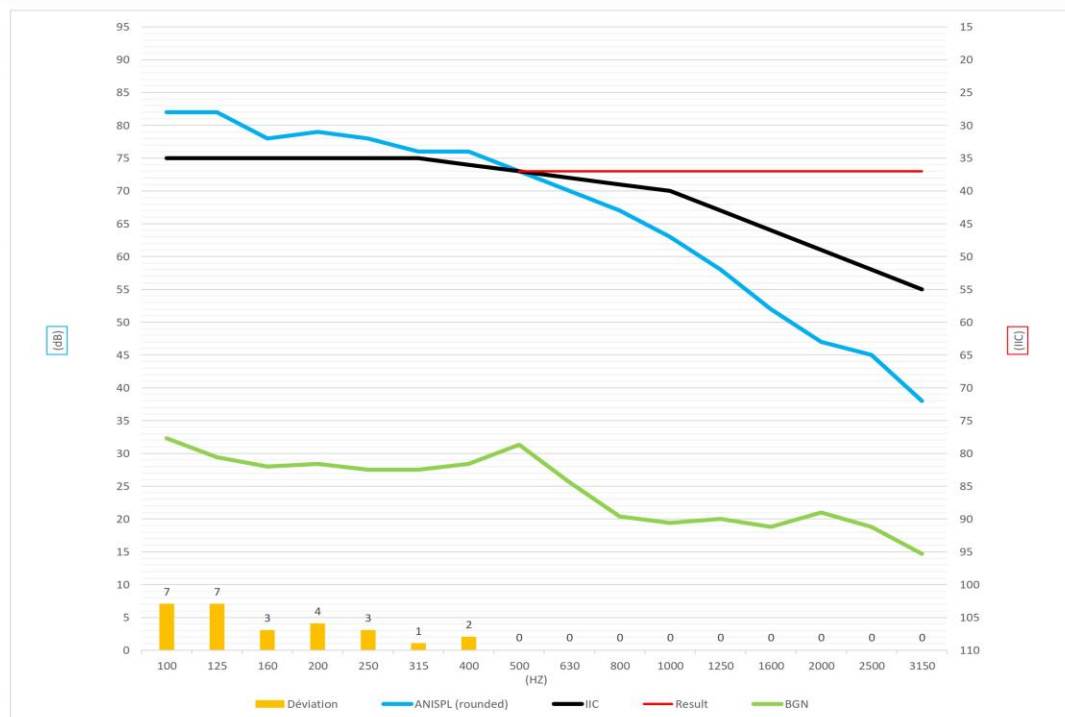
RESULTS

TEST #		THIRD OCTAVES																	
		ASTM RANGE																	
		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
4	Background noise (dB)	34.00	31.00	35.20	32.30	29.40	28.00	28.40	27.50	27.50	28.40	31.30	25.60	20.40	19.40	20.00	18.80	21.00	18.80
	Reverberation time RT60 (S)		0.62	0.61	0.84	0.75	1.31	1.36	1.38	1.40	1.36	1.42	1.47	1.47	1.55	1.58	1.57	1.45	1.31
	L _{eq} (dB)	60.99	67.39	68.22	72.92	72.43	71.01	72.77	71.17	69.82	69.31	66.84	64.06	60.60	56.87	51.90	45.64	40.39	38.41
	Absorption (m ² Sabine)				74.01	82.70	47.24	45.77	44.85	44.46	45.77	43.62	42.11	42.22	39.99	39.30	39.61	42.80	47.38
	Background correction (dB)				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Absorption correction (dB)				8.69	9.17	6.74	6.61	6.52	6.48	6.61	6.40	6.24	6.26	6.02	5.94	5.98	6.31	6.76
	ISPL (dB)				72.92	72.43	71.01	72.77	71.17	69.82	69.31	66.84	64.06	60.60	56.87	51.90	45.64	40.39	38.41
	RTNISPL 0.5s (dB)				70.67	70.67	66.82	68.44	66.75	65.36	64.98	62.30	59.37	55.92	51.95	46.91	40.68	35.77	34.23
	ANISPL (dB)				81.61	81.60	77.76	79.38	77.68	76.30	75.92	73.24	70.31	66.86	62.89	57.85	51.62	46.70	38.09
	Deviation				7	7	3	4	3	1	2								

ROOM INFORMATION	Source: Au-dessus cafétéria
Source room volume (m3)	543.2
Tested surface (m2)	72.8
Receiving room surface (m2)	107.2
Receiving room volume (m3)	385.9
Temperature (°C)	21

ASSEMBLY DESCRIPTION
Au-dessus de cafétéria
Revêtement de plancher de sol souple
Contre plaqué 13mm fixé mécaniquement
Contreplaqué 16mm
Membrane acoustique AcoustiTECH Sofix 38mm
Membrane AcoustiTECH Lead 6
Contreplaqué 16mm d'épaisseur
Platelage de bois massif 60mm
Structure de bois massif
Cafétéria

RESULTS
ISR : 44
NISR : 48
AIIC : 37
Sum.Dev. : 27



ADDITIONAL INFORMATION

ANISPL et AIIC ne peuvent être rapportés dans une pièce de plus de 150m³ si $A < 2xV^{(2/3)}$ dans toutes les bandes de fréquences
RTNISPL et NISR ne peuvent être rapportés dans une pièce de plus de 150m³