

Confort acoustique des constructions bois



- Introduction.....	p. 3	- L'isolement aux bruits de choc.....	p. 14
- Les « outils » acoustiques.....	p. 4	- L'isolement des façades aux bruits extérieurs.....	p. 17
- Les critères subjectifs et normatifs.....	p. 8	- Concepts innovants et futurs critères.....	p. 19
- Le bruit des équipements techniques.....	p. 9	- Documentation et références.....	p. 20
- L'isolement aux bruits aériens.....	p. 11	- Conclusions et perspectives.....	p. 21

Le projet FormaWood

La fiche technique « Confort acoustique des constructions bois » s'inscrit dans le programme de formations mis en place par le projet transfrontalier : Interreg V France-Wallonie-Vlaanderen, FormaWood, qui rassemble cinq partenaires franco-wallons : Ligne Bois, Fibois Hauts-de-France, Hout Info Bois, Savoir Faire & faire savoir et Woodwize.

Le projet FormaWood a pour objectif de développer des outils de formation dans les techniques de mise en œuvre du matériau bois dans la construction, et de créer les conditions permettant une montée en qualification des professionnels.

Plus spécifiquement, il s'agit de développer une filière bois construction fortement qualifiée sur le territoire transfrontalier, de permettre l'acquisition des bons gestes techniques, d'accroître le transfert et la diffusion des bonnes pratiques et des pratiques innovantes, de dynamiser un secteur économique en plein essor et de favoriser le maintien et le développement des entreprises de la zone transfrontalière.

Concrètement, FormaWood s'illustre sur le terrain par un programme de modules de formation en accord avec les besoins des professionnels, l'organisation de journées de visites de chantiers, de réalisations et de voyages d'études à l'étranger, la conception de supports pédagogiques (référentiels de formations, maquettes, fiches techniques, vidéos-tutoriels) et la publication d'ouvrages d'architecture.

Auteur : Manuel Van Damme - Acoustical Expert

Manuel Van Damme est ingénieur acousticien principal au sein du bureau d'études VK Architects & Engineers à Bruxelles, actif dans la conception et le suivi de réalisation de grands chantiers de construction. Il a notamment participé au design acoustique de bâtiments en structure bois (poutres-poutres, ossature et CLT) à hautes performances acoustiques, domaine de la construction bois dans lequel il a développé une grande expertise.

Durant sa carrière, il a été responsable du laboratoire acoustique du CSTC, auteur de plusieurs publications sur le sujet du confort acoustique des constructions bois et formateur en acoustique du bâtiment. Il est, par ailleurs, maître de conférences en acoustique à l'UCL, la HEH et l'IFSB ainsi que formateur en entreprise dans les domaines de l'acoustique du bâtiment et de l'acoustique environnementale.

Introduction

Dans un environnement extérieur de plus en plus bruyant, la protection efficace aux nuisances sonores extérieures (principalement le bruit de trafic et des installations techniques) devient une donnée qui ne peut plus être négligée dans un grand nombre de projets.

D'autre part, dans un contexte où les terrains à bâtir deviennent rares et leurs dimensions réduites, mais aussi dans une volonté de rationalisation énergétique, les nouvelles habitations unifamiliales sont de plus en plus régulièrement des constructions mitoyennes, c'est-à-dire en pratique des constructions où une famille partage un ou plusieurs murs avec une autre famille. Tant dans ce contexte que dans celui des immeubles à appartements, il est essentiel, que ces parois, séparant différents logements, assurent une réduction suffisante des différentes nuisances sonores engendrées dans le bâtiment pour que chaque famille jouisse d'une intimité acoustique suffisante.

Par rapport à ces besoins d'isolation acoustique efficaces, tant de l'enveloppe extérieure que des parois internes du bâtiment, et malgré des avantages techniques et environnementaux indéniables, la construction bois, en plein essor dans nos régions, se heurte à un défi de taille. De par son manque de masse, ce type de construction est en effet à l'opposé de ce qu'on recherche en isolation acoustique, c'est-à-dire des bâtiments les plus lourds possibles.

Un autre défi acoustique de taille pour les bâtiments en bois est que, du fait de leur masse plus faible, ces structures sont plus facilement mises en vibration par les équipements techniques du bâtiment (pompes, installations HVAC, décharges sanitaires...). À puissance sonore égale et à dispositif de fixation identique, un équipement technique générera donc plus de bruit perçu dans un bâtiment en bois plutôt que dans un bâtiment lourd.

Le contexte normatif en France, et surtout en Belgique, est particulièrement exigeant. Des normes définissent clairement des objectifs à atteindre sur site pour les bâtiments terminés. Les mesures de réception de ces performances sont rapides à déployer, le contrôle de réception acoustique est ainsi de plus en plus répandu. Dans ce contexte régulé, tant la conception que la mise en œuvre se doivent d'apporter des réponses techniques efficaces au problème du confort acoustique des constructions bois.

Heureusement aujourd'hui, **l'évolution récente des techniques a permis de mettre au point des concepts constructifs et des techniques de mise en œuvre de ceux-ci qui peuvent répondre au défi acoustique des constructions bois**, car réussir l'acoustique d'une construction bois, à un coût concurrentiel, reste clairement un défi. L'approche multidisciplinaire (stabilité, feu, PEB, MEP...) où les concepts acoustiques nécessaires sont évoqués dès le stade des premières esquisses sera indispensable pour garantir la réussite du projet.

Cette fiche technique parcourt les solutions constructives permettant d'offrir aux futures constructions bois un niveau de confort acoustique répondant aux critères actuels (2019) des normes françaises et belges en la matière.

Les “outils” acoustiques

Quand on ouvre une norme relative au confort acoustique des bâtiments avec l'idée de mettre en application ses critères, on se heurte à une première difficulté : le langage acoustique. Les paramètres sont nombreux et les ordres de grandeurs souvent vagues pour les non-acousticiens.

Tout au long de cette fiche technique, les paramètres acoustiques utiles à chaque thématique seront évoqués afin de directement « coller » les paramètres à ce qu'ils représentent en pratique. Préalablement, il est cependant important de baliser certaines notions communes à chacune de ces thématiques.

Tout d'abord, à la base, qu'est-ce que le bruit ? Le bruit est une perturbation de la pression ambiante au niveau du récepteur, induite par une onde acoustique, qui va être caractérisé par deux grandeurs : **son intensité et sa hauteur**.

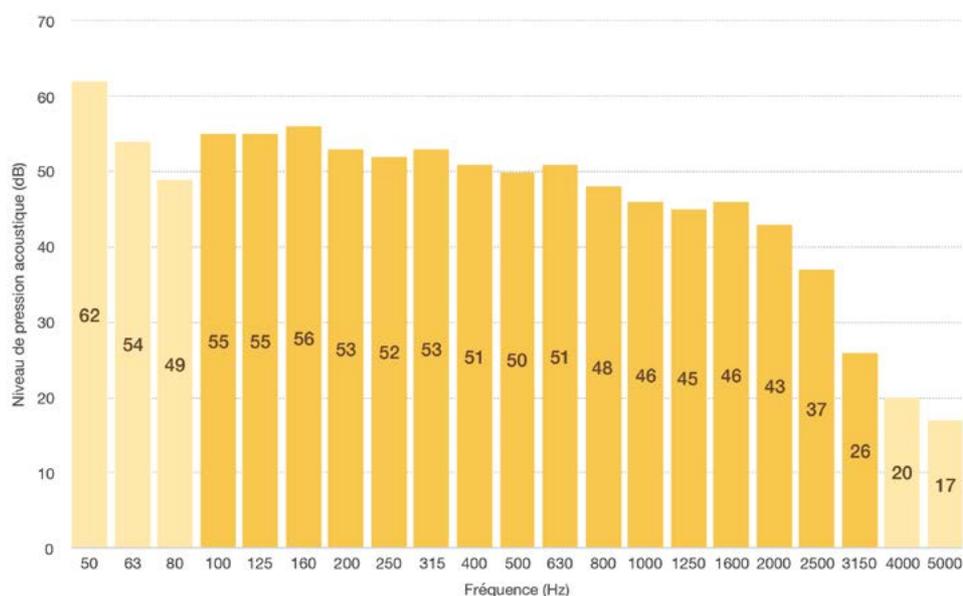
Bien que physiquement issue d'une variation de pression, le bruit n'est pas mesuré en pascals mais bien en décibels. Le décibel est une unité qui a été mise au point pour tenir compte du caractère logarithmique du fonctionnement de l'oreille et pour éviter une échelle de mesure trop étendue. L'avantage de travailler en décibels pour la mesure du bruit est que celle-ci est réduite à une échelle graduée, en pratique de 0 (seuil de l'audition) à 120 dB (seuil de la douleur). Le désavantage est que le fait de travailler avec une unité relative et non absolue, qui plus est logarithmique, complique les règles de calcul sur les niveaux de bruit.

On peut notamment retenir que l'addition de deux niveaux de pression acoustique identiques (p. ex. 60 dB), donne une résultante 3 dB plus élevée (soit 63 dB). Une autre règle qui a énormément de conséquences en acoustique est que l'addition de deux niveaux sonores séparés de plus de 10 dB (p. ex. 60 et 70 dB) donne une résultante égale à la plus élevée des deux niveaux ($60+70=70$). C'est ce qu'on appelle, en pratique, le phénomène de masquage sonore dont on retrouve de nombreuses mises en pratique volontaires ou involontaires : le son d'une radio dans la salle d'attente d'un médecin qui couvre le bruit provenant du cabinet de consultation, une conversation inaudible à cause du bruit de fond dans un restaurant, etc.

Cette propriété de l'addition des niveaux sonores a également une conséquence directe sur l'isolation des parois des constructions bois. Prenons l'exemple d'une façade constituée d'une ossature bois avec isolant et parement, de fenêtres et de grilles de ventilation. Quand un camion est stationné devant cette façade avec son moteur allumé, tous ces éléments captent le bruit extérieur et deviennent à leur tour des « haut-parleurs » qui rayonnent le bruit à l'intérieur du bâtiment. Mais, par ordre d'intensité, les grilles de ventilation sont des haut-parleurs bien plus intenses que les haut-parleurs fenêtre et encore plus que les murs. Tant qu'on n'a pas diminué le bruit qui vient de la grille de ventilation, il ne sert à rien de diminuer le « haut-parleur » mur. On ne l'entend pas car il est masqué par le bruit qui vient de la grille de ventilation qui émet au moins 10 dB de plus que le mur. On en déduit une première règle fondamentale de l'acoustique du bâtiment : **c'est toujours l'élément le plus faible (le moins isolant) qui doit être traité en priorité si on veut augmenter l'isolation acoustique d'un système.**

Dans une façade, par exemple, on traitera par ordre de priorité : les fuites éventuelles, les grilles de ventilation, les vitrages, les châssis et puis seulement les parois opaques. Car même dans une construction bois, comme on le verra plus loin, la paroi opaque est bien souvent plus performante que les menuiseries extérieures. C'est seulement dans des cas très spécifiques qu'on doit augmenter l'isolement des parois opaques des façades.

L'intensité d'un bruit est donc caractérisée par son niveau de pression acoustique exprimé en dB (décibels). La seconde caractéristique d'un bruit est sa hauteur, c'est-à-dire son caractère plus ou moins grave ou aigu, déterminé cette fois-ci par une grandeur appelée la fréquence. La plus basse fréquence que peut percevoir l'être humain est de 20 Hz, en-deçà on est dans le domaine inaudible des infrasons. À l'autre extrémité du spectre audible, on perçoit les fréquences aigues jusqu'à une limite de 20.000 Hz et cette limite diminue malheureusement avec l'âge, au-delà se trouve le domaine des ultrasons. Entre ces deux extrêmes se trouve le spectre audible. En pratique, on n'étudie pas l'intensité du son à chaque fréquence de ce spectre mais on va plutôt diviser en « tranches » le spectre audible. Ces tranches sont appelées des bandes de tiers d'octave et sont repérées par leur fréquence médiane normalisée. Les basses fréquences sont situées sous les 500 Hz, les moyennes jusque 2000 Hz et au-delà, on est dans le domaine des hautes fréquences.



Étendue classique du spectre de mesure en acoustique du bâtiment (50 à 5000 Hz). En foncé, le domaine fréquentiel couvert par les normes actuelles (100 à 3150 Hz).

Historiquement dans nos pays, l'acoustique du bâtiment s'intéresse au domaine fréquentiel compris entre 100 Hz et 5000 Hz. On mesure rarement au-delà de cette fréquence de 5000 Hz dans les bâtiments. La raison est principalement liée à une propriété physique du son : **sa longueur d'onde**. La longueur de l'onde est directement liée à sa fréquence. Dans l'air, on obtient la longueur d'une onde (en m) en divisant la vitesse du son (340 m/s dans l'air) par la fréquence (en Hz). On a donc à 10.000 Hz une onde d'une longueur très courte de 3,4 cm. Deux fois plus courte que la longueur d'une onde à 5000 Hz.

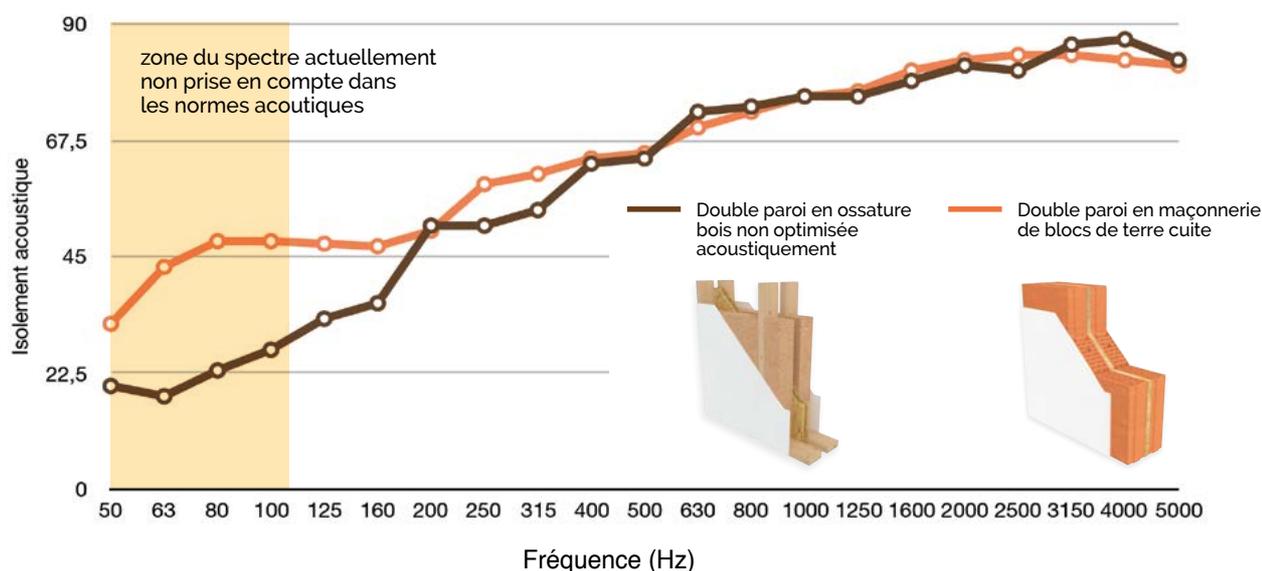
On peut donc simplifier le raisonnement et imaginer que quand une onde de 5000 Hz traverse un matériau d'épaisseur x , c'est comme si une onde de 10000 Hz devait traverser un matériau deux fois plus épais, donc normalement bien plus isolant. Pour cette raison, et étant donné également que l'oreille humaine est de moins en moins sensible aux niveaux acoustiques supérieurs à 5000 Hz, il a été décidé qu'il n'était pas utile de mesurer au-delà de cette fréquence.



Photo 1 : Mesure sur site du spectre du niveau de pression acoustique en bandes de tiers d'octave.

On a également décidé, à l'époque, de ne pas mesurer sous les 100 Hz. Là c'est un autre discours, quoiqu'également lié à la longueur d'onde. À 100 Hz, l'onde est beaucoup plus grande : $3,4 \text{ m}$ ($340/100$). En présence d'un son à 100 Hz dans un local, on est donc littéralement « dans l'onde », ce qui la rend tout d'abord difficile à mesurer correctement car l'intensité varie dans les différentes zones du local (« dans l'onde ») mais aussi, cela constitue un son dont la source devient difficile à localiser. Le son en basses fréquences est, en effet, bien moins directionnel que le son en moyennes et hautes fréquences, on pense à l'analogie du subwoofer et des haut-parleurs d'un système home-cinéma 5.1. Il est important de bien positionner les enceintes avant et arrière qui émettent les moyennes et hautes fréquences, très localisables, tandis que le subwoofer qui émet les basses fréquences peut être placé presque n'importe où dans la pièce. Dans les bâtiments, ces basses fréquences peu directionnelles rendent parfois la source de bruit difficile à localiser : on peut prendre l'exemple d'un groupe de ventilation qui fait vibrer la structure et s'entend dans un local, quelle est la paroi qui rayonne : le mur, le plancher ? C'est donc à cause d'une grande difficulté à mesurer correctement sous les 100 Hz mais également du fait que, par le passé, dans les bâtiments lourds on avait rarement des problèmes sous ces 100 Hz, qu'il a été décidé de ne mesurer qu'à partir de cette fréquence et pas en-dessous. Les normes actuelles fixent donc des exigences sur des paramètres qui sont en quelque sorte des moyennes de ce qui se passe sur

le spectre compris entre 100 Hz et 3150 Hz. Aujourd'hui, on « paye » un peu ce choix : **dans les constructions bois, les défauts d'isolation se situent bien souvent juste en-dessous des 100 Hz, autour de 50 Hz**, dans un domaine où on ne mesure pas, où il n'y a pas d'exigences, mais où l'oreille humaine n'est pas sourde. On a donc avec les normes actuelles un paradoxe : on réalise des bâtiments conformes aux normes de confort acoustique (100Hz-3150Hz) mais acoustiquement inconfortables à cause d'un mauvais isolement sous les 100 Hz. On n'entend plus les voix mais il reste un « bourdonnement » particulièrement désagréable. Les nouvelles versions des normes à paraître devraient voir corriger ce manque de prise en compte des très basses fréquences mais auront dès lors des conséquences non négligeables sur les concepts à mettre en œuvre.



Dans les constructions en bois, même si sans optimisation acoustique particulière, l'isolement aux bruits aériens d'une double ossature bois est assez proche de celui d'un double mur en maçonnerie, le vrai défi est d'arriver à obtenir une bonne isolation aux très basses fréquences, domaine actuellement non pris en compte dans les normes de confort.

On a désormais les deux outils nécessaires pour caractériser les bruits au sein des bâtiments : la fréquence en Hz pour exprimer la hauteur du son, le niveau de pression acoustique en décibels pour exprimer son intensité. Reste un dernier point important. L'oreille humaine a ceci de particulier : elle ne ressent pas avec la même force deux sons de fréquences différentes qui ont le même niveau de pression acoustique. Le décibel seul ne suffit donc pas pour estimer la gêne engendrée par un bruit car l'oreille est nettement moins sensible aux basses fréquences qu'aux moyennes. 60 dB à 100 Hz est moins dérangeant que 60 dB à 1000 Hz. On a donc mis au point (Fletcher et Munson en 1930) un niveau pondéré pour l'être humain : le dB(A). Depuis, quand on veut juger de l'effet d'un bruit sur l'être humain, de la gêne ressentie appelée également la « sonie », on mesure ces niveaux en dB(A) et non pas en dB « linéaire ». C'est ainsi qu'on exprimera en dB(A) les bruits des machines dans un atelier, le bruit des avions chez les riverains, le niveau de bruit dans la plaine d'un festival et, dans le cas qui nous occupe, le bruit des équipements techniques dans les bâtiments.

Les critères subjectifs et normatifs

Quand on parle de confort acoustique, on parle d'une notion subjective et c'est un très vaste sujet. Le taux de tolérance au bruit est en effet propre à chaque individu et dépend de sa situation à un moment donné. Ce taux de tolérance peut évoluer fortement au cours des épisodes d'une vie et même au quotidien. Les normes définissant le confort acoustique doivent donc transposer en critères objectifs des sensations subjectives de confort correspondant à la majorité d'une population. C'est ainsi que les critères sont fixés au niveau national. Tous les états membres utilisent (plus ou moins) les mêmes indices pour mesurer le bruit mais les valeurs limites sont fixées au niveau national. Cela signifie également que respecter les critères des normes ne signifie pas l'absence de bruit mais bien la limitation de celui-ci pour satisfaire le plus grand nombre d'individus exposés, tout en restant réaliste sur un plan technico-économique des constructions.

Et comme vu précédemment, puisque les critères de confort acoustique repris dans les textes normatifs actuellement en vigueur dans les constructions bois ne prennent pas en compte ce qui se passe dans les très basses fréquences, ils ne sont pas forcément gage de confort ressenti.

Si l'on s'en tient aux critères normatifs, les textes principaux reprenant les objectifs à atteindre pour les immeubles d'habitation sont les suivants :

- En Belgique : NBN S 01-400-1 (2008) avec deux niveaux de confort visés (confort supérieur d'application uniquement si demande explicite du maître d'ouvrage en début de projet) ;
- En France : Arrêté du 30 juin 1999 : caractéristiques acoustiques et Arrêté du 27 novembre 2012 : attestation acoustique.

Un ordre de grandeur important est le niveau du « silence » au sens commun du terme. En pratique, on parle de silence quand on se situe sous les 20 dB(A). **Mais on estime qu'on se trouve dans un environnement acceptable et suffisamment calme pour passer une nuit correcte quand on limite les niveaux de bruit à moins de 30 dB(A) dans les chambres à coucher.** Les critères dont on parlera par la suite viseront tous quelque part cet objectif : un isolement des façades suffisant, une réduction des bruits de choc efficace et une limitation du bruit de la ventilation pour passer une nuit correcte, vers des niveaux de l'ordre de 25 à 30 dB(A).

Un autre seuil important est celui de 80 dB(A) qui correspond à un environnement de trafic intense. Au-delà de cette limite, le bruit devient toxique pour l'être humain et la durée d'exposition doit alors être limitée dans le temps. Entre ces deux valeurs se situent les niveaux de bruit du quotidien.

Le bruit des équipements techniques

On considère sous ce terme « équipements techniques » les équipements habituels qu'on retrouve dans un immeuble : système de ventilation mécanique, ascenseur, pompes, ouverture motorisée des portes de garage, prise d'eau, évacuations sanitaires, utilisation des douches, éviers, cuisines, etc.

Quand on installe ou qu'on utilise un équipement technique dans une construction en bois, on se trouve la plupart du temps face à une source qui émet deux types de bruit dans le bâtiment : une composante de type bruit aérien, une autre composante de type bruit structurel. Si on prend l'exemple d'un groupe de ventilation, la première composante, le bruit aérien, est directement lié au niveau de puissance acoustique L_w qu'on retrouve sur la fiche technique de l'appareil. Si on voit que l'appareil présente un L_w de 60 dB(A), on est directement fixé. Ce n'est pas trop élevé si ce groupe se situe dans une buanderie et que deux portes nous séparent de la première chambre à coucher, on ne l'entendra pas fonctionner. Avec un niveau de puissance acoustique limité, le bruit aérien n'est donc pas un réel problème.

Dans les constructions bois, c'est surtout la seconde composante qui peut être source de nuisance : la composante vibratoire du bruit émis par l'appareil fixé à la structure. Prenons l'analogie d'un smartphone en mode vibreur. S'il est posé sur un coussin dans un divan, quand il vibrera, on entendra à peine le son émis par la carcasse de l'appareil. Si on pose ce même smartphone sur une table légère en bois et qu'il se met à vibrer, c'est toute autre chose, la table va également se mettre à vibrer et servir tant d'amplificateur que de haut-parleur. Le bruit aérien, cette fois émis par la table, va être important. Dans une construction légère comme les constructions bois, on observe exactement le même phénomène : les équipements techniques transmettent leur vibration à la structure du bâtiment. Cette vibration va pouvoir se propager très loin car il n'y a pas de masse pour atténuer sa propagation et toutes les parois légères (planchers, cloisons, murs CLT) vont devenir des haut-parleurs qui transformeront ces vibrations en bruits aériens nuisibles au confort.

La solution aux nuisances vibratoires des équipements dans les constructions en bois tient en un seul mot : la désolidarisation. Il faut, en aucun cas, que la vibration des équipements ne puisse rejoindre la structure. Cette désolidarisation s'effectuera au moyen de colliers munis de matériaux antivibratiles, de suspentes et d'appuis souples, de fourreaux en laine minérale, de supports en caoutchouc, etc. La liste des solutions est presque aussi grande que celle des différents types d'équipements. Il conviendra donc de prendre contact avec les fournisseurs adéquats, voire avec des sociétés spécialisées dans le dimensionnement de solutions antivibratiles précises quand on sera face à des équipements de puissance importante (p. ex. des groupes de ventilation collectifs sur une toiture en structure CLT au-dessus d'appartements).

Les deux nuisances les plus souvent citées dans un bâtiment résidentiel sont celles liées à la ventilation mécanique contrôlée et celles liées aux bruits de décharge/utilisation des sanitaires.

Pour les installations de ventilation, on respectera au minimum les dispositions suivantes :

- Un groupe de ventilation avec un faible niveau de puissance acoustique L_w , fonctionnant à 75% de son régime maximum ;
- Une fixation du groupe désolidarisée de la structure du bâtiment (appuis adéquats) ;
- Un silencieux efficace après le groupe (juste avant/après la sortie du local technique) ;
- Des raccords souples entre le réseau des conduites et le groupe (vibrations) ;
- Des sections des conduites suffisamment grandes (vitesse d'air limitée, bruit de flux) ;
- Un tracé du réseau le plus simple possible ;
- Des coudes et embranchements inévitables suffisamment éloignés des bouches de ventilation ;
- La présence de gaines acoustiques avant (ou intégrées dans) les bouches de ventilation.

Les conduites d'évacuation peuvent également rapidement devenir problématiques au sein d'un immeuble bois multi-résidentiel. Les dispositions suivantes sont dès lors d'application (non-exhaustif) :

- Toujours en gaine, pas d'encastrement ;
- Fixations munies de colliers antivibratiles ;
- Conduites en PE plutôt que PVC (-5 dB) ;
- Isolation complémentaire éventuelle des gaines ;
- Passage désolidarisé au droit des planchers.

Au niveau des valeurs cibles à considérer dans les textes normatifs, on retrouvera les valeurs guides suivantes dans les locaux de vie et de repos :

- En Belgique (confort normal) : niveaux maxima de respectivement (en fonction des locaux) 27, 30 et 35 dB(A) pour la ventilation et de 30 et 33 dB(A) pour les autres équipements ;
- En France : niveaux maxima de respectivement 30 à 35 dB(A) en fonction des locaux ainsi que des critères qui diffèrent en fonction du type d'équipements.

Les exigences portent sur des paramètres différents mais qui représentent, tant en France qu'en Belgique, une caractéristique identique : un niveau de bruit de l'équipement mesuré en dB(A) auquel on ajoute un terme de correction lié au temps de réverbération des locaux. Il est logique d'utiliser ce type de paramètre car la présence de mobilier dans un local aura tendance à diminuer le niveau sonore perçu (exemple de la sensation de diminution du bruit d'une bouche de ventilation mesurée avant et après aménagement d'une chambre à coucher). Lors d'une mesure de contrôle de conformité, au-delà de la mesure du niveau en dB(A), on mesure donc également le temps de réverbération du local étudié (T) et on calcule, avec ces données, les paramètres « bruit des installations » des différents textes normatifs qui visent à ramener le résultat à un temps de réverbération de référence en fonction du type de local. Comme ils sont nombreux ($L_{Aeq,nT}$, $L_{Ainstal,nT}$, L_{nAT} , E...), on se reportera donc aux textes normatifs si on veut les approcher.

L'isolement aux bruits aériens

Dans une construction en bois, l'isolation aux bruits aériens entre deux locaux séparés par une paroi est tributaire non seulement d'un bon isolement de cette paroi, mais également d'une atténuation suffisante du son se propageant via ce qu'on appelle les voies de transmission latérales. Celles-ci sont au nombre de douze, nous en parlerons plus loin dans ce chapitre. Intéressons-nous tout d'abord à l'isolement via la paroi, appelée voie directe, tributaire des caractéristiques de cette paroi.

L'isolement aux bruits aériens de la paroi seule est caractérisé précisément par son indice d'affaiblissement acoustique R , exprimé en décibels. Ce paramètre est déterminé soit par calcul, soit de manière plus précise par une mesure dans un laboratoire acoustique disposant de cellules de mesures dans lesquelles les parois sont érigées quasiment à échelle réelle (environ 10 m^2 pour une cloison, une toiture ou un plancher). Ces cellules de mesure ont la particularité d'être complètement isolées de l'environnement extérieur mais également, totalement isolées structurellement l'une de l'autre. C'est ainsi que quand on produira du bruit dans une de ces cellules, le son ne pourra se propager vers l'autre cellule que d'une seule manière : en passant à travers la paroi érigée pour le test. Sur site, on s'éloigne de ces conditions car le bruit passe d'un local à l'autre, non seulement via la paroi séparative, mais il met également en vibration le sol, le plafond et les murs de refend. Tous ces éléments « conduisent » le son vers le local de réception, contribuant ainsi à augmenter le niveau de bruit dans celui-ci et donc, au final, à diminuer l'isolement entre les deux locaux. Ce sont les fameuses transmissions latérales évoquées ci-avant, qui sont donc, en laboratoire, lors de la mesure de l'indice d'affaiblissement R , quasiment inexistantes. La mesure en laboratoire permet, ainsi, de caractériser les performances d'atténuation au bruit aérien des parois, de manière indépendante du système constructif dans lequel elles seront montées. C'est donc un paramètre qu'on retrouvera mentionné dans les fiches techniques des matériaux : vitrages, cloisons légères, concepts de planchers, de toiture, etc.

Ce paramètre R est mesuré par bandes de tiers d'octaves, de 100 Hz à 3150 Hz. Depuis peu, la plupart des laboratoires mentionnent également les valeurs de R à partir de 50 Hz. On obtient donc un spectre de la capacité du matériau à isoler le bruit aérien en fonction de la fréquence, spectre accompagné de trois valeurs uniques calculées sur base de celui-ci : R_w , C et C_{tr} . R_w représente, en une seule valeur, la capacité du matériau à diminuer un bruit aérien dont le spectre serait un bruit rose (énergie identique dans chaque bande de fréquence), ce qui n'est pas très courant comme source de bruit mais permet de réaliser une comparaison entre matériaux. Plus le R_w est élevé, plus le matériau est isolant aux bruits aériens. Quand on ajoute le terme C au R_w , on obtient une valeur unique caractéristique de l'isolement aux bruits des voix humaines. Plus le $R_w + C$ est élevé, meilleure sera la cloison dans une application d'isolation entre bureaux ou entre salles de cours. Quand on ajoute le C_{tr} au R_w , on obtient cette fois la capacité du matériau à isoler les basses fréquences comme les bruits de trafic (le « tr » du C_{tr}). Pour l'enveloppe extérieure des bâtiments, on s'intéressera donc au $R_w + C_{tr}$ des vitrages mis en œuvre pour se protéger le plus efficacement possible des bruits de trafic.

Si on examine maintenant les R_w (C ; C_{tr}) rencontrés dans les constructions en bois, on doit distinguer deux grands principes de fonctionnement. D'un côté, on retrouve les parois « simples », comme les panneaux de bois, les plaques de plâtre, les éléments CLT, les vitrages simples ou les combinaisons de matériaux collés ou fixés rigidement l'un à l'autre (panneaux sandwichs,

feuilles de portes lamellaires, vitrage feuilleté, etc.). De l'autre côté, on retrouve ce qu'on dénomme les parois « doubles », reprenant sous ce vocable tous les éléments formant un complexe dont les éléments sont séparés par un vide, rempli ou non d'un isolant : planchers sur solives, cloisons OSB ou plaques de plâtre sur ossature bois, doubles vitrages, chapes flottantes sur plancher CLT, double paroi CLT, etc.

Les parois simples sont celles qui fonctionnent le moins bien acoustiquement : leur indice d'affaiblissement est lié à deux paramètres : leur masse et la position de leur fréquence critique. Comme évoqué plus haut, la légèreté étant le point fort des constructions bois, elle est à l'opposé de ce qu'on recherche ici : le plus de masse possible. La fréquence critique pose également problème : il s'agit de la fréquence où le matériau entre en résonance avec l'onde qui l'attaque et perd de son isolation. Malheureusement pour les panneaux en bois, cette fréquence est située en plein milieu du spectre correspondant à la voix humaine. Pour les plaques de plâtre, la position de cette fréquence critique est moins problématique, ce qui, à masse équivalente, permet de meilleurs niveaux d'isolation avec des plaques de plâtre qu'avec des panneaux en bois. Combinant une faible masse et une fréquence critique mal située, un panneau CLT de 14,5 cm est donc 15 dB moins isolant qu'un bloc béton d'épaisseur équivalente.

Ce constat désastreux étant établi, il nous est nécessaire de trouver un autre système pour compenser cette mauvaise isolation. Et c'est, dans le second grand principe de l'isolation, le système « double paroi » appelé également « masse-ressort-masse » qu'on va le trouver. Par une absorption d'énergie provenant de la combinaison du ressort et des parements du système, un concept bien dimensionné va permettre d'obtenir de hauts niveaux d'isolation malgré un manque de masse évident. Mais gare aux erreurs. Plusieurs paramètres vont être décisifs pour la réussite du système. Les plus importants seront : une distance élevée entre les panneaux qui composent la double paroi (p.ex. double ossature 2x120 mm), un découplage efficace (absence de contacts entre les montants des cloisons doubles, suspentes antivibratiles dans les planchers, etc.), la présence d'un absorbant dans la cavité (laine minérale ou écologique fibreuse/à cellules ouvertes, sur toute l'épaisseur) et, enfin, le plus de masse possible pour les parements (2 plaques de plâtre de 12,5 mm ou plaque de plâtre 12,5 mm combinée avec un panneau OSB de 15 mm).

La mise en pratique de ce principe d'optimisation du système masse-ressort-masse nous amène à pouvoir définir une composition performante pour séparer deux logements :

- Contre-cloison technique (p.ex. plaque de plâtre sur lattage bois) ;
- Plaque de plâtre de 12,5 mm ;
- Panneau structural en fibres de gypse ou OSB de 15 mm ;
- Structure bois de 120 mm, laine de bois entre les montants, sur toute leur épaisseur ;
- Espace de 30 mm rempli de laine minérale au droit des planchers ;
- Structure bois de 120 mm, laine minérale entre les montants, sur toute leur épaisseur ;
- Panneau structural en fibres de gypse ou OSB de 15 mm ;
- Plaque de plâtre de 12,5 mm ;
- Contre-cloison technique (p.ex. plaque de plâtre sur lattage bois).



Fig.3 : Paroi non optimisée acoustiquement



Fig.4 : Paroi optimisée acoustiquement

L'optimisation du mur mitoyen sur base du principe du système masse-ressort-masse nous amène à réaliser une structure où l'espace entre les parois est le plus large possible. Entre ces deux compositions, pourtant basées exactement sur les mêmes matériaux, la différence d'isolation est ainsi de plus de 18 dB.

Grâce à l'absence de panneaux au centre de cette double paroi (Fig. 4), la distance entre les masses du système est très grande, ce qui a un impact direct sur l'amélioration de l'isolement acoustique sur l'ensemble du spectre, et tout particulièrement en basses fréquences. Avec ce système, on obtient une valeur de l'indice d'affaiblissement R_w supérieure à 63 dB, ce qui est très élevé.

Comme expliqué ci-avant, **l'isolement entre deux locaux sera tributaire d'une bonne performance de la voie directe (donc d'un indice d'affaiblissement acoustique suffisant) mais également d'une atténuation efficace des voies de transmissions latérales.** Cela signifie en pratique, pour la construction de maisons mitoyennes en structure bois, qu'on mettra notamment en œuvre les dispositions suivantes pour limiter la propagation via les voies latérales :

- > Radier interrompu au droit de la double paroi mitoyenne entre les deux habitations ;
- > Planchers des étages interrompus au droit du mur mitoyen, matelas d'isolation souple (laine minérale, laine de bois, etc.) entre les nez des planchers des deux habitations ;
- > Structure de toiture interrompue au droit du mitoyen, seules la sous-toiture et la couverture seront continues entre les deux bâtiments ;
- > Murs structurels de façade interrompus entre les deux habitations, seuls l'isolation et le parement extérieur seront continus.

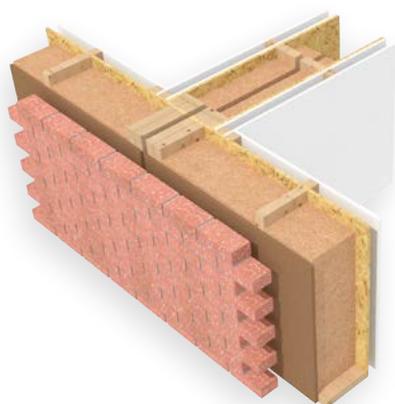


Fig. 5 : Pour garantir une bonne isolation aux bruits aériens entre habitations mitoyennes, il est indispensable d'optimiser la composition de la paroi mitoyenne mais également nécessaire de veiller à éviter les transmissions latérales (murs de façades et planchers interrompus au droit du mur mitoyen).

Sur base de la composition du mur évoquée ci-avant et, en prenant en compte les précautions que nous venons de voir pour les parois latérales, on peut espérer remplir pleinement les critères de confort acoustique actuellement demandés entre logements. Ces critères portent en Belgique sur le paramètre $D_{nT,w}$, représentatif de l'isolement acoustique réellement obtenu in situ, tenant compte de toutes les voies de propagation (directe et latérales) et, en France, sur ce même paramètre $D_{nT,w}$, mais auquel on ajoute le terme correctif C, représentatif des bruits de voix, le tout représenté par le paramètre $D_A (=D_{nT,w} + C)$.

En fonction du type de bâtiment, de la destination des locaux et du niveau de confort visé, les normes fixent différentes performances. En Belgique, on demande actuellement un $D_{nT,w}$ de 54 dB entre appartements et un $D_{nT,w}$ de 58 dB entre maisons mitoyennes neuves, mais les valeurs qui seront exigées dans la prochaine version de la norme seront a priori plus élevées et accompagnées de nouvelles exigences sur les performances en basses fréquences. En France, on retiendra un objectif d'isolement aux bruits aériens à atteindre D_A au moins égal à 53 dB.

L'isolement aux bruits de choc

Les bruits de choc prennent, quant à eux, naissance par un contact direct de la source avec la structure : les bruits de pas, de chaises déplacées, de jouets d'enfants sur les planchers... Ils contiennent beaucoup plus d'énergie que les bruits aériens. Il est donc indispensable d'empêcher leur propagation dans la structure du bâtiment, au risque de percevoir ces bruits dans les locaux adjacents, mais également jusque dans des locaux situés pourtant bien loin de la source. À nouveau ici, la structure légère du bâtiment déforce les capacités d'isolement, la nuisance sonore pouvant se propager loin sans être atténuée du fait du manque de masse du bâtiment. Il est donc nécessaire d'empêcher les bruits de choc de « contaminer » la structure et pour ce faire nous avons deux moyens d'action : réduire le bruit à la source grâce au revêtement de sol ou limiter la propagation dans la structure par la mise en œuvre de planchers ou systèmes flottants correctement dimensionnés. Il est, par contre illusoire, de vouloir réduire les bruits de choc dans les locaux de réception, p. ex. en traitant le plafond situé sous la source, car dans une construction bois, même si on arrivait à limiter le rayonnement du plafond, les bruits de choc seraient toujours rayonnés également par les murs. Excepté la mise en œuvre d'un système complet « boîte-dans-la-boîte » correctement dimensionné, il est donc souvent impossible de résoudre des problèmes de bruit de choc dans un bâtiment en structure bois sans s'attaquer au plancher sur lequel ils prennent naissance.

Le revêtement de sol d'un plancher peut jouer un rôle dans l'atténuation aux bruits de choc. Mais ce rôle est cependant moins grand que lorsqu'on place ce revêtement de sol sur un plancher lourd. En effet, si la mise en œuvre d'un parquet stratifié sur une sous-couche acoustique mince permet de gagner de 15 à 20 décibels de niveau de bruit de choc sur un plancher lourd, les résultats sont nettement moins performants sur un plancher léger. Parfois même, la combinaison du revêtement stratifié flottant sur sa sous-couche mince et du plancher de structure engendre un système résonant où le résultat final est même moins bon qu'en l'absence de revêtement. On se méfiera donc des performances annoncées dans les fiches techniques des sous-couches pour parquet : les 20 dB d'amélioration indiqués pour celles-ci ne

sont plus au rendez-vous lorsqu'elles sont utilisées sur des planchers légers comme dans les structures bois. Si les parquets stratifiés sur sous-couche ne sont pas une solution, les revêtements durs comme le carrelage ou le parquet (semi-)massif ne le sont évidemment pas non plus : rigides, ils transfèrent toute l'énergie à la structure et n'ont donc aucun effet sur l'isolement des bruits de choc. Seuls les sols souples et les moquettes/tapis offrent une diminution de l'énergie injectée dans la structure. Mais ici aussi, les résultats ne sont pas miraculeux : l'atténuation porte surtout sur les hautes fréquences (les claquements). Les revêtements souples/tapis n'apportent, en effet, aucune isolation aux basses fréquences et, en l'absence d'autres traitements des bruits de choc, ils laissent donc une sensation de bourdonnement désagréable sous les planchers.

Comme on peut le voir, les revêtements de sol n'ont donc qu'une efficacité limitée dans le traitement des bruits de choc. Un autre problème se pose lorsqu'on tente de résoudre le problème des bruits de choc par l'intermédiaire du seul revêtement de sol : qu'advient-il du confort acoustique si les occupants décident de modifier celui-ci ? **Il est par conséquent indispensable de traiter les bruits de choc non pas par l'intermédiaire du revêtement mais bien en réalisant une coupure dans le chemin de propagation des bruits de choc vers la structure.**

Cette coupure va être réalisée en pratique par un système de sol flottant (chape flottante traditionnelle ou chape flottante sèche). Plusieurs options sont ici possibles, elles se basent toutes sur le principe de composition suivant :

- Revêtement de sol ;
- Panneaux ou chape de support ;
- Résilient acoustique (membrane, panneaux ou plots) ;
- Couche d'égalisation éventuelle (pour lestage des constructions CLT ou pour égalisation de planchers bois non-plans : granulés, gravier stabilisé, etc.) ;
- Plancher de support en bois.

Dans une construction à ossature en bois, la membrane résiliente que l'on mettra en œuvre sur le panneau de structure de plancher peut prendre diverses formes : membrane en PE+feutre, en caoutchouc, en flocons de PU recyclés ou panneaux de laine de bois ou de laine minérale. Les meilleurs résultats sont obtenus avec des systèmes sur plots. L'épaisseur du résilient a son importance : si on dédouble, p. ex., un panneau en laine de bois, on gagne plusieurs dB d'amélioration sur la réduction du niveau de bruit de choc. Dans une construction CLT, la meilleure option à l'heure actuelle est de travailler avec des laines minérales adaptées, posées sur une couche de lestage.

Pour les panneaux de support du revêtement, il est nécessaire de travailler avec au minimum une double couche de panneaux de bois aggloméré d'épaisseurs différentes. De meilleurs résultats sont obtenus avec des panneaux de fibres de gypse plutôt que de bois. Plutôt que des panneaux, une chape flottante traditionnelle reste toujours la meilleure option car plus lourde. Les bords des panneaux (ou de la chape) de support du revêtement, ainsi que de celui-ci, devront être parfaitement désolidarisés des murs périphériques (p. ex. à l'aide d'une membrane PE pour chape) afin que le système puisse flotter librement sur le résilient acoustique et ainsi absorber l'énergie des bruits de choc.

Les performances d'isolement aux bruits de choc sont également normalisées en France comme en Belgique. Les exigences sont basées sur le niveau de bruit de choc standardisé $L'_{nT,w}$ qui représente le niveau de bruit, mesuré dans le local de réception, d'une machine à chocs normalisée placée sur le plancher étudié. Plus ce niveau est bas, meilleur est l'isolement aux bruits de choc du plancher. Les valeurs cibles à atteindre sont fonction du confort acoustique visé et du type de local étudié. En France, on visera à atteindre des valeurs de $L'_{nT,w}$ inférieures à 58 dB. En Belgique, en fonction de la situation, on visera respectivement 58-54-50 dB.

Les planchers doivent assurer également un rôle dans l'isolation aux bruits aériens. Outre les traitements évoqués ci-avant pour répondre aux exigences d'isolation aux bruits de choc, il sera important, surtout dans les constructions ossature bois, d'optimiser l'effet masse-ressort-masse de la partie inférieure du plancher bois afin d'offrir une atténuation efficace des bruits aériens. Pour ce faire, le plafond sera constitué de deux plaques de plâtre de 12,5 mm mais il est indispensable que ce faux-plafond soit le plus désolidarisé possible de la structure du plancher : contre-lattage sur base de profilés métalliques adaptés, structure métallique suspendue ou même faux-plafond autoportant (fixé sur les murs) sans contact avec le plancher supérieur. On n'oubliera pas d'intégrer un absorbant acoustique (laine minérale ou autre à cellules ouvertes) au-dessus du faux-plafond, sur au moins un tiers de l'épaisseur du gîtage. Ce dernier traitement n'aura, cependant, aucun effet sur un faux-plafond rigidement fixé à la structure, ce système ne présentant pas un ressort (et donc un isolement) suffisant.

Dans les constructions à ossature bois multifamiliales (p. ex. immeubles à appartements), on devra répondre à des critères tant d'isolement aux bruits aériens que d'isolement aux bruits de choc. Une solution technique permettant de répondre à un critère de confort acoustique normal, répondant aussi bien aux critères belges que français, sera un concept basé sur la technique des « trois couches » :

- Un système flottant pour le revêtement de sol ;
- Le plancher de structure de support ;
- Un faux-plafond désolidarisé.

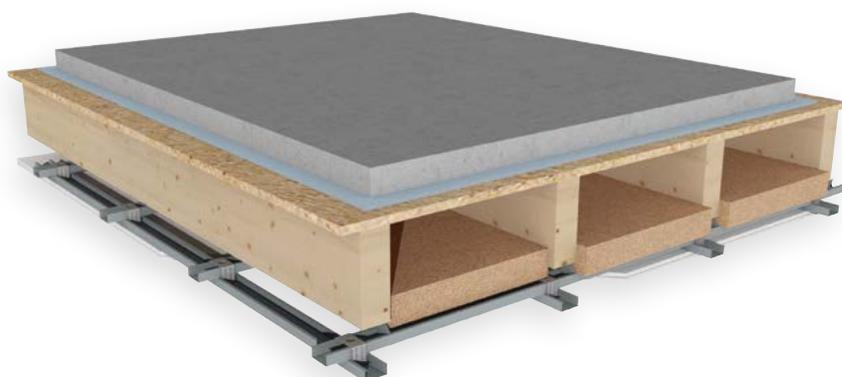


Fig. 6 : Dans une ossature bois, on peut obtenir de très bons niveaux d'isolation tant aux bruits aériens qu'aux bruits de choc en travaillant sur base d'un système « trois couches » optimisé : chape flottante, plancher de structure et faux-plafond désolidarisés.

L'isolement des façades aux bruits extérieurs

L'environnement sonore extérieur peut être très différent d'un projet à l'autre. Le niveau de bruit équivalent L_A engendré par le trafic sur les façades peut, en effet, en journée se situer sous les 60 dB(A) dans un quartier résidentiel éloigné de voies de communication rapides et, a contrario, s'approcher des 80 dB(A) lorsqu'on se situe en bordure d'une route nationale, d'une autoroute ou même dans certaines zones en centre-ville. Le trafic ferroviaire et le trafic aérien génèrent, quant à eux, des niveaux équivalents $L_{A,eq}$ qui ne sont pas forcément élevés quand on les observe sur une journée mais où chaque passage d'avion ou de train peut faire monter le niveau de bruit maximum $L_{A,max}$ à des valeurs importantes. Il est par conséquent, logique que l'isolement des façades des constructions bois s'adapte à l'environnement sonore extérieur et à la charge de bruit sur leur enveloppe (façades mais aussi toitures).

En France, quand on se trouve dans une situation extérieure « normale », on retrouve une exigence générale pour l'isolement de l'enveloppe extérieure des habitations qui porte sur l'isolement réellement ressenti par rapport aux bruits de trafic, le paramètre $D_{nT,atr}$ ($= D_{nT,w} + C_{tr}$). Celui-ci tient compte de l'atténuation apportée par l'ensemble des éléments qui constituent la façade. L'Arrêté du 30 juin 1999 demande ainsi au minimum 30 dB d'isolement dans les pièces principales et cuisines.

En Belgique, l'exigence porte sur le même paramètre, même si noté cette fois D_{Atr} ($= D_{nT,w} + C_{tr}$), et exprime ici aussi un résultat d'isolement à atteindre in situ, sur le bâtiment terminé, tenant compte de toutes les voies de propagation. Les critères en Belgique varient en fonction du niveau de bruit extérieur, $D_{Atr} \geq L_A - 34$ pour un confort normal, avec systématiquement un minimum de 26 dB à garantir. L_A représente le niveau de bruit extérieur sur le pan de façade étudié, il varie donc en fonction de l'orientation du bâtiment. La norme belge propose dans ses annexes des schémas permettant de déterminer le L_A de chaque pan de façade à partir du niveau de bruit $L_{A,eq}$ sur la façade la plus exposée.



Photo 2 : Mesure indicative de l'isolement acoustique des façades par rapport aux bruits extérieurs.

© Build Silence

Ces critères peuvent amener à devoir réaliser, dans certaines situations, des isolements très performants pour l'enveloppe des bâtiments, avec parfois des exigences sans réelle solution technique pertinente pour y parvenir. Le manque d'isolement acoustique de nos constructions bois est cependant moins pénalisant dans le cadre de l'isolement aux bruits extérieurs car, même dans une construction légère, les éléments déterminants pour l'isolement des façades restent les menuiseries extérieures (châssis et vitrages) et les ouvertures (p. ex. pour la ventilation). Dans les ossatures en bois, si on travaille dans les caissons avec un absorbant à cellules ouvertes, on peut rapidement atteindre sans autres précautions des R_{Atr} proches de 40 dB. Quand on sait qu'une fenêtre avec un vitrage thermique 4-15-4 n'a que 26 dB de R_{Atr} , **on se rend compte que, même sans précautions particulières, les parois opaques de la façade d'une structure bois restent nettement plus performantes que les ouvertures.**

Il est cependant parfois nécessaire d'aller plus loin, car des châssis acoustiques munis de vitrages performants (p. ex. un 66.2A-20-44.2A) ont un indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_{Atr} de l'ordre de 42 dB, valeur qui peut s'avérer nécessaire dans un environnement très bruyant. Dans ce cas, ce sont les murs des parois en bois qui deviennent les éléments faibles du système et il est alors nécessaire de proposer des compositions qui permettent d'offrir une meilleure isolation aux bruits aériens extérieurs. On optimisera donc notre système masse-ressort-masse que constitue la paroi extérieure sur base des considérations vues dans le chapitre ci-avant. L'objectif est, en effet, de déplacer la fréquence de résonance du système vers les très basses fréquences, ce qu'on peut obtenir en augmentant la distance entre les panneaux (et éventuellement leur masse). On pourra donc soit travailler avec une double paroi optimisée (voir schéma ci-après), soit avec une triple paroi à condition que les espaces entre les panneaux soient suffisamment importants.



Fig. 7 : Une ossature en bois présente une isolation aux bruits aériens très acceptable. Parfois, il sera cependant nécessaire d'obtenir une plus haute performance, on optimisera alors, ici aussi, notre système masse-ressort-masse en travaillant avec un concept permettant d'augmenter la distance entre les panneaux intérieurs et extérieurs.

Concepts innovants et futurs critères

Comme déjà évoqué ci-avant, les normes actuellement en vigueur, tant en Belgique qu'en France, se basent sur des paramètres acoustiques ($D_{nT,w}$, $L'_{nT,w}$, D_{Atr} ...) qui ne tiennent pas compte des performances d'isolation acoustique obtenues sous les 100 Hz. Or, ce sont bien souvent les défauts d'isolement sous ces 100 Hz qui entraînent la plupart des problèmes ressentis dans beaucoup de constructions bois actuelles. Si on prend l'exemple d'un immeuble à appartements développé sur base d'un concept visant uniquement à « répondre aux normes », sans tenir compte des performances sous les 100 Hz, on n'entend, en effet, plus les voix ou la télévision, mais il reste une sensation de « bourdonnement » permanent extrêmement désagréable. Il est donc logique, dans une démarche de confort acoustique réellement ressenti, d'aller plus loin que les critères normatifs actuels et de mettre en œuvre des concepts efficaces, même dans les basses fréquences. Les futures versions des normes prendront ce problème en compte. Si on prend l'exemple de la Belgique, les textes normatifs en cours de validation définiront désormais une performance sur l'indice d'affaiblissement acoustique à partir de 50 Hz des parois. Le problème est qu'actuellement il n'y a pratiquement aucune donnée disponible permettant de s'assurer que ces critères seront vérifiés sur le futur bâtiment. Des tests en laboratoire, avec des mesures réalisées à partir de 50 Hz, doivent encore être réalisés pour démontrer que les systèmes mis en œuvre répondront à ces critères.

C'est ainsi que les nouveaux concepts développés par les constructeurs, en collaboration avec les centres de recherche spécialisés, visent à optimiser la performance acoustique des parois sous les 100 Hz, dès les très basses fréquences. Nous avons déjà évoqué ci-avant dans cette fiche technique plusieurs systèmes optimisés en ce sens, comme les parois doubles mitoyennes. **Mais le grand défi actuellement est de pouvoir trouver des solutions non plus pour les parois verticales mais bien pour les planchers avec, en plus d'un isolement aux basses fréquences efficace, un second défi à relever : réduire l'épaisseur de ces planchers.** De récents développements visent ainsi à proposer, dans les systèmes à ossature bois, des planchers plus compacts que le système trois couches décrit dans cette fiche technique. Ce plancher compact permet d'atteindre de très bonnes performances sur l'ensemble du spectre par l'optimisation d'un système acoustique composé uniquement de deux couches : un plafond « lesté » et un plancher de support lourd posé sur des éléments anti-vibratiles ponctuels, directement mis en œuvre sur les solives en bois. On trouvera plus d'informations sur ce système sur le site du CSTC.

Dans la construction CLT, les voies d'optimisation des systèmes actuels résident également dans le lestage des planchers CLT et la réalisation de système masse-ressort-masse reposant sur des plots acoustiques. Mais on se heurte ici à une contradiction de fond : l'optimisation acoustique va alourdir les planchers alors que, bien souvent, quand on a fait le choix d'une structure bois, c'est pour les avantages de sa légèreté. D'autres voies d'optimisation sont donc toujours en cours de développement, et les fabricants de systèmes anti-vibratiles s'intéressent de plus en plus régulièrement au marché des constructions bois CLT, avec des solutions qui s'avèrent réellement efficaces si elles sont correctement dimensionnées et mises en œuvre.

Dans tous les cas, on a pu mettre en évidence ces dernières années qu'une condition première pour une bonne isolation des planchers en bois était une rigidité importante, le plancher ne peut en aucun cas vibrer. Des recherches sont en cours pour lier de manière objective les critères d'isolement aux basses fréquences et les critères de stabilité.

Documentation et références

Secteur en constante évolution, le confort acoustique des constructions en bois fait l'objet de recherches régulières dont les résultats sont longuement discutés lors de congrès d'acoustique internationaux. On pourrait croire que le Canada ou les USA, où la construction bois est bien plus présente que chez nous, apportent des solutions techniques efficaces sur la problématique de l'acoustique. Mais même si le CNRC au Canada propose plusieurs publications fouillées et très intéressantes sur le sujet, on se heurte rapidement aux limites de leur mise en application chez nous étant donné que les exigences outre-Atlantique sont bien souvent moins élevées que celles que l'on rencontre en France et en Belgique.

C'est en Suisse, en Autriche et dans les pays scandinaves qu'on retrouve des concepts bois très performants sur le plan acoustique ainsi que des informations qui correspondent aux critères que nous rencontrons sur nos territoires. Les centres de recherche, et surtout les fabricants, sont très actifs dans le domaine et fournissent en permanence de nouvelles informations techniques applicables à l'amélioration du confort acoustique des constructions bois. Mais bien souvent, les techniques complexes, et donc coûteuses, qui y sont proposées (comme les doubles planchers), bien qu'extrêmement performantes sur un plan acoustique, deviennent économiquement peu concurrentielles par rapport à la construction « traditionnelle » qu'on retrouve chez nous, elles sont donc rarement directement transposables.

La Belgique et la France sont très présentes dans la recherche de solutions techniques permettant d'offrir un confort acoustique efficace dans les constructions légères tout en limitant les coûts constructifs. En Belgique, si plusieurs acteurs universitaires sont actifs dans le secteur, c'est principalement le CSTC qui réalise la plupart des études sur le confort acoustique des constructions bois et en publie les résultats, avec un grand nombre d'articles très complets sur le sujet. Ces articles sont disponibles sur leur site internet mais nécessitent néanmoins pour certains d'entre-eux un accès payant pour les non-ressortissants du CSTC (professionnels de la construction hors entrepreneurs). En France, le CSTB et l'institut technologique FCBA sont également à l'origine de publications très complètes sur la thématique de l'acoustique des constructions bois, avec notamment la publication des résultats d'une des plus intéressantes recherches récentes sur le sujet : Acoubois (rapports disponibles sur le site du CODIFAB).

On épinglera également le rapport de l'action européenne de recherche COST *Net-Acoustics for Timber based lightweight buildings & elements* dont le volumineux rapport, disponible sur le site du CSTC, reste toujours à l'heure actuelle une des références les plus détaillées sur le sujet.

Les bureaux d'études acoustiques restent également des acteurs incontournables dans le secteur, leur expertise développée sur des bâtiments réalisés permettant d'optimiser les nouvelles constructions. Certains bureaux offrent désormais une expertise très pointue sur le sujet et peuvent accompagner les architectes et constructeurs au développement de projets à très hautes performances acoustiques tout en optimisant les coûts constructifs.

On restera finalement prudent sur les informations fournies pour les matériaux seuls et mentionnées sur certains sites où les sources des résultats sont vagues ou ne sont pas mentionnées. Certaines valeurs sont parfois surestimées et, comme on l'a vu, les performances acoustiques sont le résultat d'un système dans son ensemble, pas uniquement des éléments qui le constituent.

Conclusions et perspectives

Comme on l'aura constaté en abordant les différentes thématiques ci-avant, la conception et la réalisation de bâtiments en structure bois acoustiquement efficaces ne s'improvise pas. Plus une paroi est lourde, plus elle permet d'isoler le bruit. Dans les constructions en bois légères, on est à l'opposé de ce principe physique. Heureusement, on pourra compter dans ces constructions trop légères sur l'autre grand principe de l'isolation acoustique : l'effet masse-ressort-masse (ou double paroi). Celui-ci nous permettra de concevoir et réaliser des complexes de parois acoustiquement performants. Mais tant la conception que la mise en œuvre de ces systèmes demandent une bien plus grande attention que les systèmes lourds : la distance entre les parois, leurs caractéristiques physiques, le choix de l'absorbant, la complète désolidarisation des éléments,... sont autant de paramètres qui participeront tous ensemble à un résultat final efficace.

L'indice d'affaiblissement, et donc la conception des parois séparatives, est bien évidemment importante mais, comme vu précédemment, la gestion des transmissions latérales l'est tout autant. Parois et planchers interrompus entre maisons mitoyennes, doublages des parois et membranes résilientes dans les structures entre étages, l'isolement acoustique doit toujours se voir en trois dimensions, l'isolement entre deux locaux n'étant pas le seul fait de la voie directe, chaque nœud constructif compte.

Cependant, si on optimise la composition des parois en respectant les principes décrits ci-avant, si on s'assure bien que chaque nœud constructif limite les transmissions latérales et si, au final tous ces concepts sont correctement exécutés sur le chantier, on peut aujourd'hui concevoir et construire des immeubles en bois multi-résidentiels, des immeubles de bureaux ou des établissements scolaires prêts à rencontrer les critères de confort acoustique d'aujourd'hui et même les critères de demain. Ces derniers seront sans aucun doute plus exigeants, sur le confort en basses fréquences notamment.

On devra parfois accepter que ce soient les contraintes acoustiques qui fixent les épaisseurs des parois et non les critères de stabilité ou d'isolation thermique. Encore plus que dans tout autre projet de construction de bâtiment, une approche multidisciplinaire, intégrant la réflexion acoustique, sera indispensable dès les premières esquisses. Mais comme on l'a vu tout au long de cette fiche technique, l'isolement acoustique repose sur des matériaux couramment utilisés : plaques de plâtre, laine minérale, profilés métalliques... **pas de matériaux rares ou particulièrement coûteux, c'est simplement le design de leur assemblage qui garantira le résultat final. Une conception acoustique réfléchie du futur bâtiment en bois permettra ainsi d'offrir un confort acoustique réel aux occupants tout en limitant les coûts constructifs.**

Si un haut niveau de confort acoustique dans les constructions en bois restait problématique il y a encore quelques années, l'évolution des techniques et des connaissances sur le sujet montrent qu'il est aujourd'hui parfaitement réaliste de combiner construction bois, budget maîtrisé et réel confort acoustique.



Les partenaires



**Centre d'information
et d'animation du bois
dans la construction**

Ligne Bois est un centre d'information et d'animation qui valorise le matériau bois dans la construction, les aménagements intérieurs et extérieurs, auprès des particuliers, des professionnels et des pouvoirs publics. C'est, par ailleurs, un groupement professionnel composé de bureaux d'architecture, bureaux d'études et entreprises bois.

Les actions de Ligne Bois sont diversifiées et consistent en l'organisation de rencontres entre acteurs afin de favoriser les contacts et les synergies entre professionnels, la mise en place de journées de visites, de voyages d'études, de conférences, de formations, la publication d'ouvrages didactiques et d'architecture mettant en valeur des réalisations en bois, la rédaction d'articles de presse, la mise à disposition d'aides à l'innovation accordées aux professionnels... autant d'outils qui permettent à Ligne Bois de soutenir et d'accompagner le développement de tout un secteur.

Rue Nanon, 98 | B - 5000 Namur | T +32 (0)81 39 06 46 | www.lignebois.be



**Interprofession de
la filière forêt-bois
Hauts-de-France**

Fibois Hauts-de-France est l'interprofession de la filière forêt-bois en Hauts-de-France. Chargée d'animation, elle regroupe tous les professionnels de la filière – propriétaires et exploitants forestiers, scieurs, menuisiers, charpentiers, constructeurs bois, etc. – dont elle assure la stratégie de développement autour de la structuration de filières courtes et la valorisation d'essences locales.

À ce titre, l'interprofession développe des actions au bénéfice des professionnels : accompagnement technique, actions collectives d'information, de formation et/ou de mise en réseau, aide à l'innovation, etc. Elle assume également le rôle d'observatoire économique du secteur.

Rue Émile Zola, 34 bis | F - 59650 Villeneuve d'Ascq | T +33 (0)3 75 14 01 70 | www.bois-et-vous.fr



**Association de
développement et
de promotion du bois**

Hout Info Bois est un organisme d'information technique et de promotion valorisant le bois et son utilisation. Par le biais de publications, de formations, de conférences, Hout Info Bois accompagne les architectes, les professionnels du bois, les designers et le grand public qui souhaitent des informations générales ou plus techniques sur le bois.

Hout Info Bois informe sur la filière forêt-bois et ses activités, les essences de bois, leurs usages, l'entretien, les techniques de mise en œuvre, la conception, ... Hout Info Bois met l'ensemble de ces ressources techniques sur l'ingénierie bois à disposition des architectes et professionnels.

Rue Royale, 163 | B - 1210 Bruxelles | T +32 (0)2 219 27 43 | www.houtinfobois.be



**Association de
développement
de la construction
durable**

Savoir Faire & faire savoir est une association qui vise la transmission de savoir-faire en matière de construction et de rénovation durable. Ses différents objectifs sont la promotion, la formation et l'initiation au développement durable, à la qualité de vie, aux économies d'énergie et à la conception d'habitats performants, respectueux de l'homme et de l'environnement.

Savoir Faire & faire savoir développe également des actions de sensibilisation et de formation auprès d'un réseau de professionnels de l'écoconstruction (charpentiers, constructeurs bois, menuisiers, architectes, bureaux d'études, acteurs du secteur public, enseignants et formateurs...).

Rue Julien Mullie, 19 | B - 7711 Dottignies | T +32 (0)470 50 88 60 | www.savoirfaireetfaresavoir.be

WOODWIZE

**Centre
sectoriel des
secteurs bois**

Woodwize est le centre sectoriel belge des entreprises des secteurs bois. Il dispose à ce titre d'une connaissance approfondie de l'ensemble de la filière bois et partage ces informations avec les employeurs, les travailleurs, les professeurs et les apprentis.

Sur la base des besoins en formation et des nouvelles compétences nécessaires au sein du secteur bois, Woodwize élabore des programmes de formation dans de nombreuses disciplines et contribue, par ce biais, à un travail sûr et durable dans toutes les entreprises de la filière bois. En tant que centre national, il assure également les contacts avec les opérateurs d'actions et de formations sur le versant flamand.

Allée Hof ter Vleest, 3 | B - 1070 Bruxelles | T +32(0)25 58 15 51 | www.woodwize.be

Fiche technique

Confort acoustique des constructions bois

Edition septembre 2019. Toute reproduction interdite