



## **Méthode de prédiction de la performance acoustique pour les bâtiments légers en bois**

C. Guigou Carter<sup>a</sup>, M. Villot<sup>a</sup> et N. Balanant<sup>b</sup>

<sup>a</sup>CSTB, 24 Rue Joseph Fourier, 38400 Saint Martin D'Hères, France

<sup>b</sup>Groupe QUALITEL, 82 Rue de la Victoire, 75009 Paris, France  
catherine.guigou@cstb.fr

Ce travail fait le point sur la méthode de prédiction de la performance acoustique pour les bâtiments légers en bois ; cette méthode devrait être intégrée dans une future version des normes EN 12354. Les mesurages pour évaluer les différents paramètres d'entrée du modèle sont décrits et discutés. L'utilisation de la méthode des éléments finis pour estimer les isolements vibratoires de jonction est aussi évoquée. Dans le cadre du projet Acoubois (acoustique des constructions bois), la méthode de prédiction permettant d'évaluer la performance acoustique du bâtiment est testée. Des mesures sur site couvrant les tiers d'octave 50 à 5000 Hz sont aussi réalisées. Une comparaison entre mesures et prédictions en termes d'isolement aux bruits aériens et de niveau de bruit de choc, est présentée pour évaluer la validité du modèle de prédiction. Enfin, une méthode de prédiction simplifiée, basée sur les indices globaux des séparatifs, est présentée.

## 1 Introduction

Dans le cas des constructions légères bois à ossature, la méthode de prédiction décrite dans les normes NF EN 12354-1 et -2 [1-2] (SEA du premier ordre), permettant de prédire la performance acoustique du bâtiment sur la base de la performance des éléments du bâtiment, ainsi que les mesures normalisées en laboratoire ont besoin d'être reconsidérées [3]. La méthode la plus directe est d'établir une base de données d'isolement latéral mesuré pour différentes combinaisons de parois et de jonctions. La mesure de l'isolement latéral pour un chemin spécifique peut être effectuée dans un laboratoire dédié en utilisant la méthode intensimétrique ou en masquant les éléments associés aux autres chemins latéraux éléments que celui évalué. Cette méthode directe de prédiction est utilisée par le NRC au Canada [4-5]. Elle a l'avantage d'utiliser des données mesurées. Cependant une difficulté majeure de cette approche est l'extension vers les basses fréquences comme il est très délicat de masquer à ces fréquences les chemins latéraux non voulus. Un autre problème est qu'il n'est pas possible de prédire la performance de constructions qui n'ont pas été déjà testées. Une deuxième méthode pour calculer les isolements latéraux pour les constructions légères est d'étendre la méthode existante des normes NF EN 12354. En effet cette méthode est déjà largement utilisée pour les bâtiments à structures lourde. La méthode a besoin d'être modifiée pour prendre en compte les spécificités des structures légères à ossature, c'est-à-dire des champs vibratoires non-uniformes, une atténuation relativement importante (pertes internes élevées) et des champs non-résonants [6]. De nombreux travaux ont été menés pour adapter la méthode existante européenne [6-10]. De plus, vu le nombre important de paramètres d'entrée nécessaires et la grande variété des parois en ossature bois, une approche semi-empirique a été proposée en regroupant des parois et des jonctions entre parois en un plus petit nombre de catégories chacune représentée par des paramètres caractéristiques [6-7]. Les discussions dans le cadre du réseau COST Action FP0702 entre les différents pays européens sur les travaux et les projets concernant les bâtiments à structure légère ont été assez productives et ont réussi à aboutir à une proposition d'une méthode de prédiction pouvant être intégrée dans une norme européenne.

De nombreuses mesures en laboratoires et sur site ont été et sont en cours d'être effectuées sur des bâtiments à structure légère et sur des parois utilisées le plus couramment. Ceci est effectivement le cas dans le cadre du projet français Acoubois. Ainsi la méthode proposée pourra être testée dans des situations de plus en plus réalistes.

La première partie de cet article (Section 2) présente la méthode de prédiction adaptée aux bâtiments à structure légère, incluant le facteur de correction associé au facteur

de rayonnement, et l'isolement vibratoire normalisé moyenné dans les deux directions. Dans une seconde partie (Section 3), l'évaluation de l'isolement vibratoire normalisé moyenné dans les deux directions, associé aux jonctions basée sur des mesures, la classification et la modélisation numérique sont présentées. Une autre partie (Section 4) introduit des comparaisons entre des mesures in-situ et des simulations en termes d'isolement aux bruits aériens et de niveau de bruit d'impact, à partir de 50 Hz. Une dernière partie (Section 5) introduit les bases d'une méthode simplifiée en cours de développement.

## 2 Description de la méthode de prédiction

Le modèle suivant a été élaboré dans le cadre du réseau COST Action FP0702, et basé sur des travaux précédents [6-8]. Il est en cours de discussion dans le groupe de travail de normalisation européen CEN TC126/WG2. La prédiction des chemins de transmission latérale est rappelée dans cette section. Suivant la méthode de prédiction de la norme NF EN 12354 [9], l'indice d'affaiblissement acoustique latéral  $R_{ij}$  et le niveau de bruit de choc normalisé pour un chemin latéral  $L_{n,ij}$  entre la paroi  $i$  dans le local d'émission et la paroi  $j$  dans le local de réception s'expriment comme

$$R_{ij} = \frac{R_i^* + R_j^*}{2} + \frac{D_{vs,ij} + D_{vs,ji}}{2} + 10 \log \frac{S_s}{\sqrt{S_i S_j}}, \quad (1)$$

$$L_{n,ij} = L_{n,ii} - \frac{R_j^* - R_i^*}{2} - \frac{D_{vs,ij} + D_{vs,ji}}{2} - 10 \log \sqrt{\frac{S_i}{S_j}}, \quad (2)$$

où  $R_i^*$  et  $R_j^*$  sont les indices d'affaiblissement des parois  $i$  et  $j$ , l'exposant \* indiquant que seules les transmissions résonantes doivent être prises en compte (voir paragraphe suivant),  $D_{vs,ij}$  est l'isolement vibratoire de jonction entre les parois  $i$  et  $j$ , lorsque l'élément  $i$  est sollicité mécaniquement,  $S$  les surfaces des parois ( $S_s$  pour la paroi séparative entre les deux locaux) et  $L_{n,i}$  le niveau de bruit d'impact normalisé de la paroi  $i$ . Pour simplifier les expressions, l'effet des doublages est omis.

La correction de l'indice d'affaiblissement mesuré en laboratoire  $R$  comprenant à la fois les transmissions résonantes et les transmissions forcées a été proposée par le CSTB [6-8] ; elle est basée sur le facteur de rayonnement de la paroi obtenu pour une excitation aérienne, noté  $\sigma_a$  et celui pour une excitation structurale noté  $\sigma_s$ . Elle s'écrit

$$R^* = R + 10 \log \left[ \frac{\sigma_a (1 - \sigma_s)}{\sigma_s (1 - \sigma_a)} \right] \approx R + 10 \log \left( \frac{\sigma_a}{\sigma_s} \right), \quad (3)$$

Cette correction est plus importante pour les fréquences en dessous de la fréquence critique de la paroi considérée. Elle peut être évaluée sur la base de mesures en laboratoire sur différents types de parois (verticales et horizontales) [6-7].

## 2.1 Isolement vibratoire de jonction

L'isolement vibratoire de jonction  $D_{vs,ij}$  peut être mesuré sur site, en laboratoire pour différents types de jonctions pour bâtir une base de données. Le CSTB a proposé d'utiliser des classes de jonctions un isolement vibratoire de jonction moyen pouvant être utilisé dans le modèle de prédiction [6-8]. Ces classes sont en cours de révision suite aux mesures effectuées sur site dans le cadre du projet Acoubois. Une modélisation par élément fini peut aussi être utilisée pour déterminer l'isolement vibratoire d'une jonction [10].

Un nouvel invariant est défini ; il correspond à l'isolement vibratoire normalisé moyenné dans les deux directions s'exprime comme

$$\bar{D}_{v,ij,n} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10 \log \left[ \frac{l_{ij}}{\sqrt{S_{m,i} S_{m,j}}} \right], \quad (4)$$

où  $l_{ij}$  représente la longueur de la jonction entre les parois  $i$  et  $j$ ,  $S_{m,i}$  et  $S_{m,j}$  les surfaces de mesurage (plus petites ou égales à la surface des parois  $i$  et  $j$ ).

Sur la base de cette expression, l'indice d'affaiblissement acoustique latéral  $R_{ij}$  et le niveau de bruit de choc normalisé pour un chemin latéral  $L_{n,ij}$  entre la paroi  $i$  dans le local d'émission et la paroi  $j$  dans le local de réception peuvent s'écrire comme

$$R_{ij} = \frac{R_i^* + R_j^*}{2} + \bar{D}_{vs,ij,n} - 10 \log \frac{l_{ij}}{S_s}, \quad (5)$$

$$L_{n,ij} = L_{n,ii} - \frac{R_j^* - R_i^*}{2} - \bar{D}_{vs,ij,n} + 10 \log \frac{l_{ij}}{S_i}, \quad (6)$$

## 2.2 Facteur de rayonnement et facteur de correction

Le facteur de correction pour l'indice d'affaiblissement acoustique  $R$  s'exprime à partir du facteur de rayonnement (ou efficacité de rayonnement) obtenu pour une excitation aérienne, noté  $\sigma_a$  et celui pour une excitation structurale noté  $\sigma_s$ . A l'heure actuelle, il n'existe pas de norme de mesure pour le facteur de rayonnement. Une proposition devrait voir le jour sur la base d'une méthode de mesure en laboratoire utilisée au CSTB. Le facteur de rayonnement peut en effet être obtenu à partir de

$$10 \log \sigma = L_p - 6 - L_v + 10 \log(A/S) \quad (7)$$

où  $L_p$  est le niveau de pression moyenné spatio-temporellement dans le local de réception,  $L_v$  est le niveau vibratoire moyenné sur la surface de la paroi,  $A$  l'aire d'absorption équivalente et  $S$  la surface de la paroi. L'excitation peut être soit aérienne, soit structurale uniformément distribué sur la surface de la paroi.

Des mesures sur des parois simples (soit des demi séparatifs soit des planchers, c'est-à-dire des plaques sur ossature bois) montrent que ce terme correctif peut être approximé en le prenant égal à :

- +10 dB dans la gamme de fréquences inférieures à la fréquence critique de l'élément considéré
- 0 dB au-delà (à et au-dessus de la fréquence critique).

Des mesures plus récentes sur des systèmes de double paroi semblent indiquer qu'une limitation de la correction à 4 dB soit plus appropriée ; une correction nulle pour ces systèmes a même été proposée. Pour les panneaux bois massifs, la correction serait entre 2 et 6 dB. Des recherches

sont en cours pour évaluer les facteurs de rayonnement par des méthodes de prédiction.

## 3 Evaluation de l'isolement vibratoire de jonction

### 3.1 Mesure

La mesure consiste à exciter une des parois ( $i$ ) de la jonction considérée, de déterminer sa vitesse moyenne ainsi que la vitesse moyenne des autres parois ( $j$ ) formant la jonction, l'isolement vibratoire de la jonction, noté  $D_{v,ij}$  est alors la différence entre le niveau moyen de vitesse vibratoire de la paroi émission et celui de la paroi réception.

Quand la paroi émission est un plancher, une machine à chocs normalisée est placée en 3 positions différentes. La source étant stationnaire, les niveaux vibratoires moyens des parois émission et réception sont mesurés successivement et l'isolement est alors la différence des niveaux moyens de chaque paroi. En chaque point et pour chaque position de machine à chocs, le niveau de vitesse est obtenu par moyennage temporel sur 20s ; en chaque point, les niveaux obtenus pour toutes les positions de machine à chocs sont ensuite ajoutés énergétiquement. Quand la paroi émission est verticale, l'excitation est faite avec un marteau et les niveaux de vitesse sont mesurés par couples, un capteur sur la paroi émission et l'autre en réception. En chaque point le niveau de vitesse est obtenu par moyennage temporel sur 20s, pendant lesquelles l'opérateur frappe toute la surface de la paroi au rythme de 2 frappes par seconde environ. L'isolement vibratoire est alors la moyenne arithmétique des isolements obtenus par couple. Les vitesses vibratoires du plancher et des parois verticales sont mesurées sur au moins 9 positions d'accéléromètres (voir Norme ISO 10848-1 [11]), mais généralement plutôt environ 12 positions pour une paroi de l'ordre de 10 m<sup>2</sup> (voir par exemple Figure 1).

Les mesures sont généralement effectuées pour les tiers d'octave entre 50 et 5000 Hz.

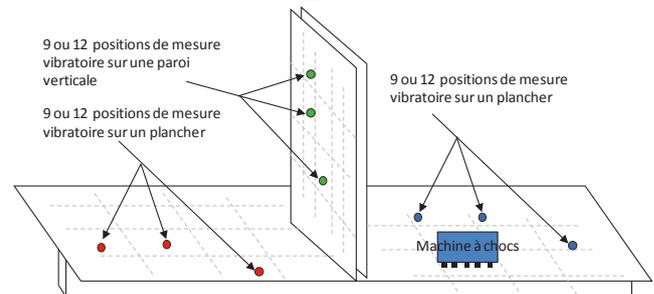


Figure 1: Evaluation de l'isolement vibratoire de jonction.

La Figure 2 présente l'isolement vibratoire normalisé moyenné dans les deux directions pour une jonction en T entre deux appartements d'une maison en bande ; les solives du plancher sont perpendiculaires à la paroi verticale. Des mesures ont été effectuées sur la même jonction dans deux bâtiments différents ; elles incluent le problème de reproductibilité de la mesure et de la mise en œuvre. Des différences peuvent être observées entre les deux jonctions évaluées ; plus le chemin de transmission est complexe plus les différences augmentent.

La figure 4 monte l'effet de l'orientation des solives par rapport à la façade sur l'isolement vibratoire. Dans les basses fréquences (en dessous du tiers d'octave 125 Hz), le chemin filant par la façade devient plus important lorsque

les solives sont parallèles à la façade comme l'énergie vibratoire reste principalement dans la façade ; une partie de l'énergie vibratoire de la paroi de façade excitée peut être plus facilement transmise au plancher quand les solives sont perpendiculaires à la paroi verticale.

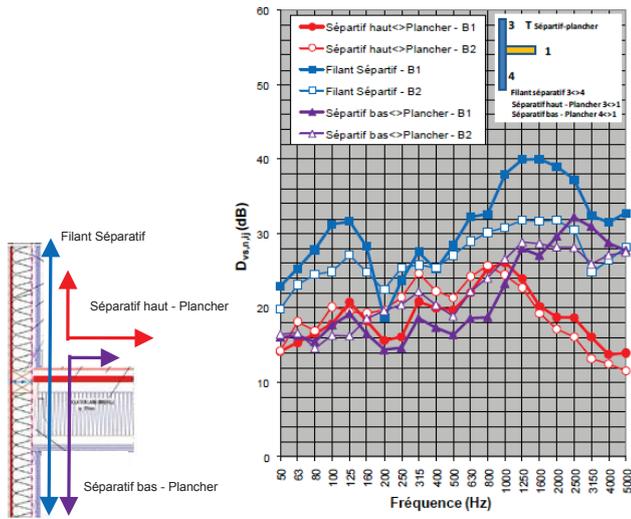


Figure 2: Jonction en T entre un plancher et une paroi séparative.

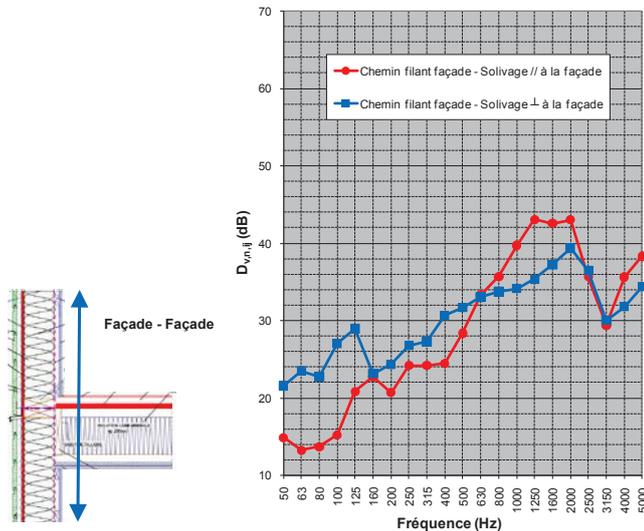


Figure 3: Jonction en T entre un plancher et une façade ; effet de la direction du solivage.

### 3.2 Modélisation par éléments finis

Une approche utilisant une modélisation par éléments finis a été proposée pour évaluer l'isolement vibratoire d'une jonction, pour éviter la caractérisation de jonctions sur site qui est relativement longue et difficile. Les résultats sont prometteurs [10]. L'effet de différents paramètres comme l'orientation des solives de plancher, la position relative entre les ossatures verticales (montants) et horizontales (solives), le type d'excitation (aérienne ou structurale) a été étudié sur l'isolement vibratoire. Une paramétrique a été menée sur une jonction en T et a permis la définition d'intervalle dans lesquels les résultats mesurés étaient escomptés rentrer.

### 4 Evaluation de la méthode de prédiction

Une comparaison entre mesure et prédiction est donnée pour la transmission horizontale des bruits aériens et pour la

transmission horizontale et verticale des bruits d'impact. La paroi séparative est composée de 2 murs sur simple ossature (plaque OSB 12 d'un côté et plaque de plâtre BA13 du côté logement) séparés par une cavité de 20 mm. Le plancher inclut une chape flottante sèche avec un revêtement de sol plastique et un plafond suspendu (plaques de plâtre et isolant). Il faut noter que l'isolement acoustique aux bruits aériens a été mesuré sur site en suivant la méthode proposée dans la norme ISO/WD 16283 [12] pour les pièces en dessous de 25 m<sup>3</sup>.

La Figure 4 montre l'isolement horizontal aux bruits aériens évalué dans 3 situations différentes : (I1) entre un séjour et une cuisine, (I2) entre deux chambres et (I3) entre une chambre et une salle de bain de deux logements adjacents. La transmission principale est associée au chemin direct par la paroi séparative double. Le Tableau 1 donne le niveau global correspondant ; les indices globaux des mesures et des prédictions présentent des différences plus importantes lorsque les basses fréquences sont prises en compte. On notera que les niveaux de la réglementation acoustique française sont bien respectés.

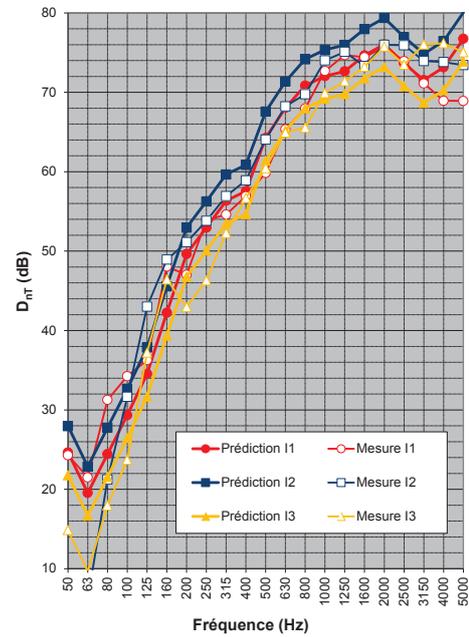


Figure 4: Isolement acoustique aux bruits aériens – Comparaison prédiction-mesure.

Table 1: Isolement acoustique aux bruits aériens – Indices globaux.

	D <sub>nT,w</sub> +C	D <sub>nT,w</sub> +C <sub>50-3150</sub>
	Mesure / Prédiction	
Cas I1	58 / 55 dB	54 / 51 dB
Cas I2	59 / 59 dB	35 / 54 dB
Cas I3	52 / 52 dB	43 / 48 dB

La Figure 5 montre le niveau de bruit de choc en transmission horizontale et verticale : (C1h) entre deux chambres adjacentes et (C2v) entre un séjour et une chambre superposés de deux logements distincts. Les prédictions sont en relatif bon accord avec les mesures. Le Tableau 2 donne le niveau global correspondant. On notera que les niveaux de la réglementation acoustique française sont bien respectés.

Les différentes prédictions effectuées montrent que globalement des différences jusqu'à 5 dB sont obtenues

entre prédiction et mesure sur les indices globaux. Pour pouvoir prédire la performance acoustique du bâtiment il est nécessaire d'avoir la performance acoustique des différentes parois. Prédire la performance des parois non évaluées en laboratoire reste encore un challenge important à lever.

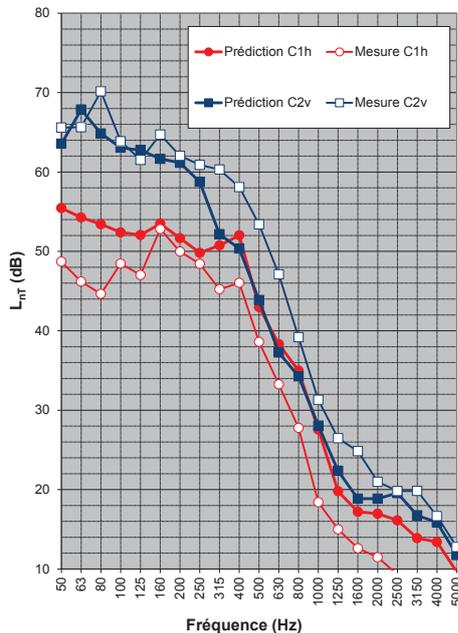


Figure 5: Niveau de bruit de choc – Comparaison prédiction-mesure.

Table 2: Niveau de bruit de choc – Indices globaux.

	Horizontal C1h	Vertical C2v
	Measurement / Prediction	
$L'_{nT,w}$	42 / 46 dB	56 / 54 dB
$L'_{nT,w+C_I}$	43 / 45 dB	56 / 54 dB
$L'_{nT,w+C_{I,50-3150}}$	44 / 48 dB	58 / 60 dB

## 5 Méthode simplifiée

La prédiction de la performance des séparatifs à ossatures est délicate. Il en découle que la prédiction de la performance des bâtiments est encore plus difficile aujourd'hui, malgré les progrès réalisés sur la méthode prédictive présentée ici.

Afin de favoriser le développement de la construction bois, il est proposé un ensemble d'exemples de solutions, basé en partie sur des résultats en laboratoire, et sur des extrapolations minimales.

En effet, compte-tenu de l'ensemble de variantes possibles pour la composition d'une paroi à ossatures bois, il n'était pas réaliste de tester l'ensemble des combinaisons possibles.

La méthode simplifiée comporte deux étapes :

- l'évaluation des performances acoustiques des séparatifs : valeurs globales de l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré  $R_w(C;C_{tr})$  et du niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé  $L_{n,w}$

- l'évaluation des performances acoustiques in-situ d'un bâtiment : valeurs globales de l'isolement acoustique standardisé  $D_{nT,w}(C;C_{tr})$  et niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé  $L'_{nT,w}$

### 5.1 Au niveau des parois

Pour chaque élément de paroi, le principe consiste à déterminer ses performances ( $R_w+C_{tr}$ ,  $R_w+C$ ,  $L_{n,w}$ ) à partir d'une configuration de base, à laquelle on applique des corrections forfaitaires pour chaque variante à la configuration de base. Les corrections apportées par les variantes sont plafonnées pour chaque type de paroi.

- Façades : indice d'affaiblissement vis-à-vis de l'extérieur

$$R_w+C_{tr} = [R_w+C_{tr}]_{base} + \Delta[R_w+C_{tr}]_{variante\ 1} + \Delta[R_w+C_{tr}]_{variante\ 2} + \Delta[R_w+C_{tr}]_{variante\ 3} + \dots$$

- Murs séparatifs : indice d'affaiblissement vis-à-vis de l'intérieur

$$R_w+C = [R_w+C]_{base} + \Delta[R_w+C]_{variante\ 1} + \Delta[R_w+C]_{variante\ 2} + \Delta[R_w+C]_{variante\ 3} + \dots$$

- planchers : indice d'affaiblissement vis-à-vis de l'intérieur et niveau de bruit de chocs

$$R_w+C = [R_w+C]_{base} + \Delta[R_w+C]_{variante\ 1} + \Delta[R_w+C]_{variante\ 2} + \Delta[R_w+C]_{variante\ 3} + \dots$$

$$L_{n,w} = [L_{n,w}]_{base} - \Delta[L_{n,w}]_{variante\ 1} - \Delta[L_{n,w}]_{variante\ 2} - \Delta[L_{n,w}]_{variante\ 3} - \dots$$

#### Exemple pour une façade

La configuration de la façade est montrée à la Figure 6 ; elle correspond à un mur sur ossature avec un contreventement extérieur. La performance acoustique de base de la façade est de  $[R_w+C_{tr}]_{base} = 35$  dB.

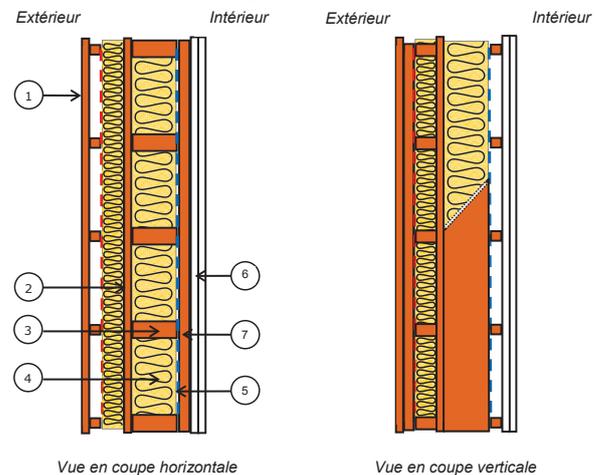


Figure 6: Configuration de la façade.

- ① Bardage bois 21 mm (assemblage rainure-langue), liteaux bois ménageant une lame d'air de 25 mm minimum, pare-pluie et isolant rigide ou semi-rigide en laine minérale de 60 mm minimum entre ossatures bois, ou

- Bardage bois 21 mm, liteaux bois de 25 mm mini, pare-pluie :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +0$  dB (dans ce cas un renfort d'isolation intérieure peut être requis pour les exigences thermiques)

- Enduit sur polystyrène expansé de 60 mm sous AT :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +0$  dB

- ② Panneau de contreventement OSB 12 mm

- ③ Ossature bois 145x45 mm<sup>2</sup> minimum, avec entraxe de 400 mm minimum, ou

- Ossature de 180 mm :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +1$  dB
  - Ossature de 220 mm :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +2$  dB
  - Ossature de 260 mm :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +3$  dB
  - Entraxe de 600 mm :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +1$  dB
- ④ Isolant semi-rigide en laine minérale ou isolant bio-sourcé d'épaisseur égale à celle de l'ossature (140 mm minimum)
- ⑤ Pare vapeur
- ⑥ Parements constitués de 2 BA13, ou
- 1 BA13 :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = -3$  dB
  - 1 BA13 dB :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = -1$  dB
  - 1 BA15 F :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = -2$  dB
  - 1 BA18 :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = -1$  dB
  - 2 BA18 :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +1$  dB
  - 2 BA13 dB :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +2$  dB
- ⑦ Tasseaux horizontaux ménageant une lame d'air de 25 mm minimum, ou
- Tasseaux horizontaux intégrant une laine minérale ou un isolant bio-sourcé de 45 mm,
- en l'absence d'isolation extérieure en laine minérale :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +0$  dB
- en présence d'isolation extérieure en laine minérale :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +1$  dB
- Tasseaux verticaux ménageant une lame d'air de 25 mm mini :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = -1$  dB
  - Profilés métalliques horizontaux ossature bois :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +3$  dB
  - Fourrures métalliques avec appui ponctuel intermédiaire, intégrant une laine minérale ou un isolant bio-sourcé de 45 mm :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +14$  dB
  - Montants métalliques de 48 mm indépendants de l'ossature bois, intégrant une laine minérale ou un isolant bio-sourcé de 45 mm :  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +16$  dB
- Les corrections apportées par les variantes peuvent se cumuler, avec un maximum plafonné à  $\Delta[R_w+C_{tr}] = +16$  dB

### Exemple pour un double séparatif

La configuration de ce double séparatif est montrée à la Figure 7 ; elle correspond à un mur double sur ossature avec un contreventement intérieur entre les ossatures. La performance acoustique de base de ce double séparatif est de  $[R_w+C]_{base} = 57$  dB.

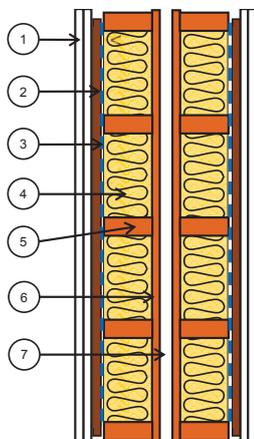


Figure 7: Configuration du double séparatif.

- ① Parements constitués de 2BA13, ou
- 1 BA13 :  $\Delta[R_w+C] = -7$  dB
  - 1 BA13 dB :  $\Delta[R_w+C] = -4$  dB

- 1 BA15 F :  $\Delta[R_w+C] = -6$  dB
  - 1 BA18 :  $\Delta[R_w+C] = -3$  dB
  - 2 BA18 :  $\Delta[R_w+C] = +4$  dB
  - 2 BA13 dB :  $\Delta[R_w+C] = +3$  dB
- ② Tasseaux horizontaux ménageant une lame d'air de 25 mm minimum, ou
- Tasseaux verticaux en bois de 25 mm minimum :  $\Delta[R_w+C] = -3$  dB
  - Profilés métalliques horizontaux ossature bois :  $\Delta[R_w+C] = +6$  dB
- ③ Pare-vapeur
- ④ Isolant semi-rigide en laine minérale ou isolant bio-sourcé d'épaisseur égale à celle de l'ossature
- ⑤ Ossature bois 120x45 mm<sup>2</sup> minimum, avec entraxe de 600 mm minimum, ou
- Ossature de 100 mm :  $\Delta[R_w+C] = -3$  dB
  - Ossature de 145 mm :  $\Delta[R_w+C] = +3$  dB
  - Entraxe de 400 mm :  $\Delta[R_w+C] = -3$  dB
- ⑥ Panneau de contreventement OSB 12 mm minimum
- ⑦ Vide d'air de 20 mm, ou
- Vide d'air de 40 mm :  $\Delta[R_w+C] = +3$  dB,
- Il est possible de cumuler 2 corrections maximum, , dont la somme sera plafonnée à  $\Delta[R_w+C] = +2$  dB

### Exemple pour un plancher simple ossature

La configuration de ce plancher simple ossature est montrée à la Figure 8. La performance acoustique de base de ce plancher est de  $[L_{n,w}]_{base} = 52$  dB et  $[R_w+C]_{base} = 62$  dB.

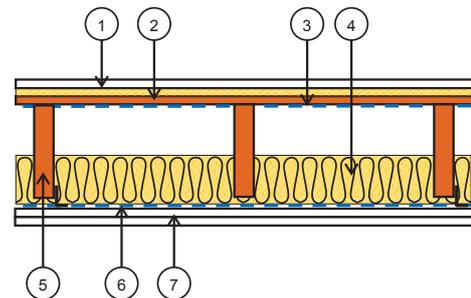


Figure 8: Configuration du plancher simple ossature.

- ① Revêtement de sol
- Chape sèche en plâtre fibre-gypse de 20 mm, en une ou deux couches, sur isolant en laine de roche ou fibre de bois (sous avis technique) présentant une amélioration  $\Delta L_w \geq 19$  dB (mesuré sur béton de 14 cm)
- Avec un revêtement de sol souple  $\Delta L_w \geq 19$  dB (mesuré sur BA 14 cm) :  $\Delta[L_{n,w}] = 0$  dB et  $\Delta[R_w+C] = 0$  dB
- Autres revêtements :  $\Delta[L_{n,w}] = -2$  dB et  $\Delta[R_w+C] = 0$  dB
- Chape humide sur sous-couche acoustiques certifiées CSTBat présentant une amélioration  $\Delta L_w \geq 19$  dB (mesuré sur béton de 14 cm)
- Avec un revêtement de sol souple  $\Delta L_w \geq 19$  dB (mesuré sur BA 14 cm) :  $\Delta[L_{n,w}] = +4$  dB et  $\Delta[R_w+C] = +2$  dB
- Autres revêtements :  $\Delta[L_{n,w}] = +2$  dB et  $\Delta[R_w+C] = +2$  dB
- ② 2. Panneau OSB de 18 mm minimum
- ③ Pare-vapeur
- ④ Isolant en laine minérale ou isolant bio-sourcé de 100 mm minimum entre les solives
- ⑤ Solives bois ou poutres en I, 220x45 mm<sup>2</sup> minimum, avec entraxe de 400 mm minimum
- ⑥ Pare-vapeur

⑦ Plafond suspendu avec fourrures fixées au pas de 600 mm par 800 mm (fixation une solive sur deux) avec parements constitués de 2 BA13, ou

- 1 BA15 F :  $\Delta[L_{n,w}] = -2$  dB et  $\Delta[R_w+C] = -2$  dB,
- 1 BA18 :  $\Delta[L_{n,w}] = -1$  dB et  $\Delta[R_w+C] = -1$  dB

Les corrections apportées par les variantes peuvent se cumuler, avec un maximum plafonné à  $\Delta[R_w+C] = +7$  dB

## 5.2 Au niveau du bâtiment

Le principe d'une évaluation simplifiée repose sur une relation simple entre la performance acoustique globale des séparatifs et la performance acoustique globale mesurée in-situ entre deux locaux.

Par exemple, pour le bruit aérien intérieur, il s'agit de déterminer le paramètre « TL » dans la formule suivante :

$$D_{nT,A} = [R_w+C] + 10 \log(0,32 V/S) - TL \quad (8)$$

avec

- $D_{nT,A}$  : isolement acoustique entre deux locaux
- $[R_w+C]$  : indice d'affaiblissement du séparatif
- $V$  : volume du local de réception
- $S$  : surface du séparatif

Théoriquement, le terme TL caractérise les transmissions latérales, mais il englobe également les défauts ou différences de mise en œuvre par rapport à la valeur mesurée en laboratoire.

Pour les niveaux de bruit de choc, la formule s'écrit :

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} + 15 - 10 \log V + TL + K \quad (8)$$

avec

- $L_{n,w}$  : niveau de bruit de choc du plancher avec son revêtement de sol
- $V$  : volume du local de réception
- $TL$  : transmissions latérales et mise en œuvre in-situ
- $K$  : correction pour une transmission « horizontale » ou « diagonale »

Afin d'obtenir une estimation du terme TL pour les opérations mesurées in-situ, les performances  $[R_w+C]$  et  $L_{n,w}$  de chaque composant est déterminé, ainsi que les volumes  $V$  et la surface des séparatifs pour le bruit aérien. Ce travail reste à finaliser.

## 5 Conclusion

Ce travail a fait le point sur la méthode de prédiction de la performance acoustique pour les bâtiments légers en bois ; cette méthode est en cours de discussion dans le groupe de travail CEN TC126/WG2 pour une intégration dans la future version des normes EN 12354. Les mesurages pour évaluer les différents paramètres d'entrée du modèle comme l'isolement vibratoire de jonction et le facteur de rayonnement, ont été présentés. L'utilisation de la méthode des éléments finis pour estimer les isolements vibratoires de jonction a fait l'objet de travaux qui sont prometteurs.

Dans le cadre du projet Acoubois (acoustique des constructions bois), la méthode de prédiction permettant d'évaluer la performance acoustique du bâtiment est testée. Des mesures sur site couvrant les tiers d'octave 50 à 5000 Hz sont aussi réalisées. Une comparaison entre mesures et prédictions en termes d'isolement aux bruits aériens et de niveau de bruit de choc, est présentée pour évaluer la validité du modèle de prédiction. Les différentes prédictions effectuées sur les nombreuses opérations prises en compte dans le projet Acoubois restent encore à

finaliser ; pour l'instant globalement des différences jusqu'à 5 dB sont obtenues entre prédiction et mesure sur les indices globaux. Pour pouvoir prédire la performance acoustique du bâtiment il est nécessaire d'avoir la performance acoustiques des différentes parois. Prédire la performance des parois non évaluées en laboratoire reste encore un challenge important à lever.

Enfin, une méthode de prédiction simplifiée, basée sur les indices globaux des séparatifs, est présentée. Pour les parois, des exemples sont donnés ; le principe consiste à partir d'une performance de base d'une paroi à appliquer des corrections forfaitaires en fonction de possibles variantes. Les bases de la méthode simplifiée pour le bâtiment sont données mais restent à finaliser.

## Remerciements

Les auteurs remercient la DHUP, le CODIFAB et l'ADEME ainsi que leur organisme respectif pour le financement de ces travaux, en partie inclus dans le projet Acoubois.

## Références

- [1] European Standard EN 12354-1: Building acoustics, Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 1: Airborne sound insulation between rooms. CEN, Belgium, 2000.
- [2] European Standard EN 12354-2: Building acoustics, Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms. CEN, Belgium, 2000.
- [3] Villot M., Guigou-Carter C. Measurement methods adapted to wood frame lightweight constructions, *Journal of Buildings Acoustics* 13(3) (2006) 189-198.
- [4] Quirt J. D. Controlling air-borne and structure-borne sound in buildings. *Proceedings of Inter-noise 2009*.
- [5] Nightingale T, Zeitler B., Schoenwald S., King F. A hierarchy of flanking transmission paths in lightweight wood frame construction. *Proceedings of Inter-noise 2009*.
- [6] Villot M., Guigou-Carter C. Predicting sound insulation in wood frame buildings. *Proceedings of Inter-noise 2009*.
- [7] Guigou-Carter C., Villot M., Wetta R. Comparison of measured and predicted sound insulation in wood frame light weight buildings. *Proceedings of Inter-noise 2010*.
- [8] Guigou-Carter C., Villot M. Prediction method adapted to wood frame lightweight constructions, *Journal of Buildings Acoustics* 13(3) (2006) 173-188.
- [9] Gerretsen E. Possibilities to improve the modelling in EN 12354 for lightweight elements. *Proceedings of EuroNoise 2006*.
- [10] Guigou-Carter C., Coguenanff C., Bailhache S., Villot M. Modeling lighthweight junctions, *Proceedings of Internoise 2013*.
- [11] European Standard EN ISO 10848-1: Acoustics, Laboratory measurement of the flanking transmission of airborne and impact sound between adjoining rooms. Part 1: Frame document. CEN, Belgium, 2006.
- [12] European Standard project EN ISO 16283-1: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings of building elements – Field measurements – Part 1 : Airborne sound insulation, 2011.