

# COMPORTEMENT VIBRATOIRE ET ACOUSTIQUE DE PLANCHERS BOIS SUR ENTRAITS PORTEURS

## ETUDE BASÉE SUR DES MESURES IN SITU

### VIBRATIONS AND ACOUSTIC BEHAVIOR OF TIMBER FLOORS – STUDY BASED ON IN SITU MEASUREMENTS

Le confort des personnes perçu face aux vibrations mécaniques et acoustiques est prépondérant dans la définition de la qualité d'un bâtiment.

En particulier, pour les planchers bois, il convient de s'assurer :

- ✓ d'une part, du confort psycho-sensoriel vibratoire pour le marcheur ou une autre personne présente sur le plancher,
- ✓ d'autre part, du confort acoustique en basses fréquences dans les pièces adjacentes résultant du rayonnement du plancher et des transmissions latérales via les murs et les volumes couplés.

Dans ce contexte, FCBA a mené, en 2017, une étude pour illustrer le lien entre, d'une part, des grandeurs mécaniques et acoustiques des planchers bois et des volumes environnants et, d'autre part, les classes de confort vibratoire et acoustique.

Les mesures ont été réalisées in-situ pour un plancher sur entrants porteurs avec panneaux de particules d'une maison d'habitation maçonnée, avant et après la pose des éléments de second œuvre (cf. figure 1). Ces travaux ont été financés par le CODIFAB.

Perceived comfort facing mechanical vibrations and acoustic radiations at low frequencies is predominant in defining the quality of a building. In particular, walking as a source of excitation and movement of wooden floors can generate: - Vibratory discomfort for the walker or someone else present on the floor, - Acoustic discomfort at low frequencies in adjacent parts, resulting from the influence of the floor itself and lateral transmissions.

In this context, the current study, led by FCBA and funded by CODIFAB, allowed to illustrate the relation between mechanical and acoustic parameters and comfort human classes.

## Contexte

En ce qui concerne le confort vibratoire, selon l'Eurocode 5, les planchers en bois soumis à la marche d'une personne, doivent satisfaire les exigences aux états limites ultimes et de service dont ceux de vibrations (NF EN 1995-1-1 §7.3.3). Mais, cette vérification des critères de vibrations peut poser des problèmes car son champ d'application est incomplet, notamment pour leur application aux planchers bois sur entrants porteurs. En effet, d'une part, ces critères d'acceptabilité de l'Eurocode 5 sont donnés uniquement pour des planchers dont la fréquence propre est supérieure à 8 Hz et d'autre part, la méthode proposée pour la détermination de la fréquence fondamentale est limitée au plancher rectangulaire traditionnel dont les quatre cotés sont simplement appuyés. Ceci ne reflète pas le cas des planchers sur entrants porteurs.



Figure 1 :  
en haut : plancher  
sur entrants porteur  
avant la pose des éléments de second œuvre. Une charge  
statique 300kg est positionnée à mi portée d'un entrant pour  
mesurer la flèche induite / à droite : même plancher après la  
pose des éléments de second œuvre.

En ce qui concerne le confort acoustique en basses fréquences, la prédiction de la performance acoustique nécessite des caractéristiques non évaluées à ce jour, tels que les facteurs de réduction vibratoire. En France, à ce jour, ces effets acoustiques en basses fréquences ne sont pas pris en compte dans les exigences réglementaires. Mais, le CERQUAL a récemment décidé d'intégrer dans son référentiel de nouvelles exigences pour les bruits de choc : désormais, les mesures sont intégrées de 50 à 3150Hz : c'est-à-dire prenant en compte les basses fréquences.

Ainsi, par manque de méthodes de vérification, certaines configurations de planchers peuvent être soit rejetées, surdimensionnées ou être source d'inconfort. Nombreux sont les témoignages d'inconfort sur des planchers légers en Europe.

Cette étude avait pour objectif :

- ✓ d'obtenir des données expérimentales de grandeurs mécaniques et acoustiques des planchers bois et des volumes environnants : raideur statique du plancher, fréquence propre du plancher, amplitudes d'accélération verticales induites par la marche, niveau sonore incluant les basses fréquences de la pièce située en-dessous du plancher, coefficients de transmission latérale entre le plancher et les parois verticales.
- ✓ d'illustrer le lien entre ces grandeurs physiques (obtenues expérimentalement pour cette présente étude) et les classes de confort vibratoire et acoustique.

## Principaux résultats

### En ce qui concerne le confort vibratoire

Le plancher a été sollicité de façon dynamique à l'aide d'une part, d'un marteau d'impact (cf. Figure 2) et d'autre part, par la marche des opérateurs. Les accéléromètres positionnés aux différents points du plancher ont permis de déterminer les accélérations verticales induites par ces sollicitations, ainsi que les fréquences propres du plancher et les amortissements associés.

Les mesures de mises en vibration du plancher et les analyses ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- ✓ *l'amortissement de ces structures s'avère être de l'ordre de 3%-4% donc supérieur à la valeur proposée par l'Eurocode 5 à savoir 1% ; Une prise en compte d'une valeur d'amortissement de 3% serait favorable pour la vérification des vibrations des planchers bois.*

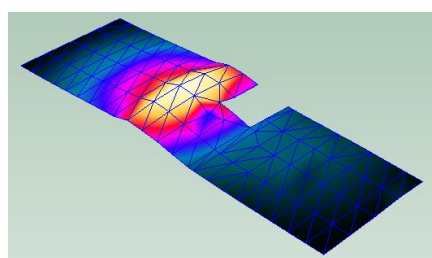
- ✓ pour le calcul de la première fréquence propre du plancher, la seule formule de l'Eurocode 5 donnée pour une poutre sur appuis pourrait s'appliquer aux planchers sur entrails porteurs *en considérant une poutre sur appuis équivalente dont la longueur serait égale à environ 1,2 fois la longueur entre potelets de l'entrait.*

Pour le plancher testé, la première fréquence propre estimée est inférieure à 8 Hz. Dans ce cas, il n'existe pas, à ce jour, de règles simplifiées de vérification du confort vibratoire dans l'Eurocode 5.

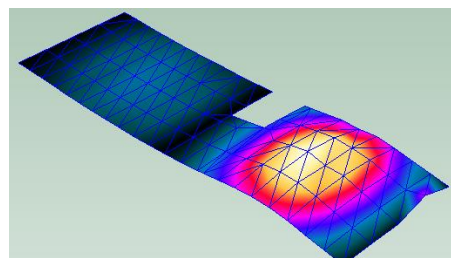
Nous avons donc proposé, sur la base des valeurs expérimentales d'accélération du plancher, une illustration de classement du confort vibratoire sur la base de la norme ISO 10 137. Pour cela, nous avons comparé d'une part, les courbes seuils pour deux niveaux de confort et d'autre part, les accélérations verticales mesurées sur le plancher sur entrails porteurs avec les éléments de second œuvre lorsqu'il est soumis à la marche de l'opérateur de 75 kg. Ces courbes sont présentées simultanément sur le graphe de la figure 3.

On constate que les valeurs expérimentales des accélérations des planchers soumis à la marche d'une personne de 75 kg remplissent l'exigence basse en résidentiel du confort vibratoire.

Il est à noter que cette approche serait à mener d'une part, avec un pas de marcheur normalisé comme proposé dans la norme ISO 10 137 et d'autre part, avec l'accélération "critique" du plancher. Ceci pourrait être fait via le développement d'un modèle numérique du comportement mécanique dynamique temporel du plancher.



Mode 1



Mode 2

Figure 2 : Détermination des modes propres du plancher via les mesures d'impact au marteau pour le plancher sans élément de second œuvre.

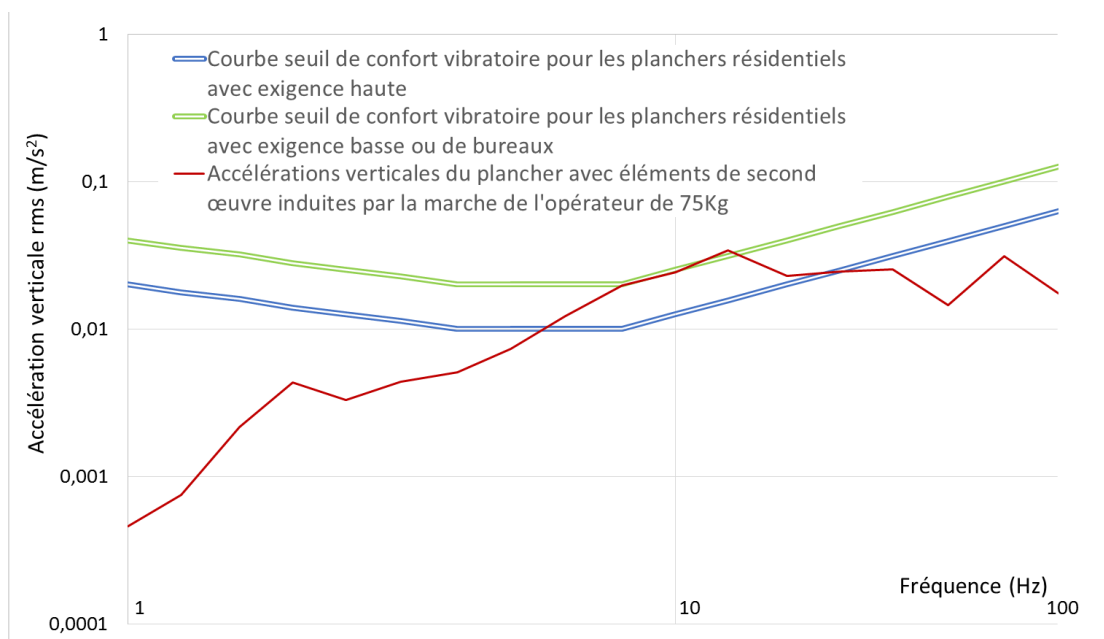


Figure 3 : valeurs expérimentales des accélérations verticales RMS obtenues pour le plancher sur entrants porteurs soumis à la marche d'une personne de 75kg et courbes seuil en accélérations RMS issues de la bibliographie (ISO 10 137) pour deux niveaux de confort.

### En ce qui concerne le comportement acoustique

En France, aucune exigence réglementaire de niveau de bruit de chocs n'est applicable entre deux pièces situées à l'intérieur d'un même logement. Tel est le cas pour toute l'Europe, mis à part la Belgique.

Toutefois, à titre de comparaison, l'objectif réglementaire visé pour le niveau de bruit au choc entre deux logements séparés est  $L'_{nT,w} \leq 58$  dB. A cette valeur limite s'applique, en général, une tolérance de 3 dB pour tenir compte des incertitudes de mesures.

Dans le cas présent, la valeur obtenue  $L'_{nT,w}$  de 59 dB serait conforme avec l'application de la tolérance de mesure.

Concernant le terme d'adaptation des basses fréquences  $C_{1,50-2500}$ , celui-ci peut être introduit pour tenir compte des pics de niveaux à des fréquences isolées (basses), par exemple dans le cas des planchers à solives en bois, ou de planchers nus en béton.

Si ces effets doivent être pris en compte dans des exigences, ceux-ci peuvent être écrits comme la somme de  $L'_{nT,w}$  et  $C_{150-2500}$ . Dans le cas testé, cela serait défavorable au résultat car l'augmentant de + 6 dB.

Le résultat des mesures acoustiques de niveaux de bruit de chocs est donc le suivant :

$$L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$$

Entre 2 chambres séparées par le plancher sans revêtement.....59 dB.....+6 dB

Par ailleurs, les facteurs de réduction vibratoire  $K_{ij}$  pour les trois chemins de passages latéraux ont été mesurés. Ils sont assez élevés (cf. Figure 4) ce qui signifie que les transmissions latérales sont faibles. Ceci paraît normal pour une structure porteuse en parpaings doublés en plâtre sur ossature métallique indépendante et une charpente posée sur une sablière en appuis sur les murs de façade et libre sur les murs pinions.

Avec les valeurs par tiers d'octave des  $K_{ij}$  pour chacun des 11 chemins de passage vibratoire et la mesure en laboratoire  $L_n$  du plancher (non prévue dans cette étude), il serait possible de déterminer la courbe du niveau de bruit de chocs standardisé  $L'_{nT}$ . De ces valeurs, il est possible de déterminer le niveau du bruit de chocs standardisé pondéré  $L'_{nT,w}$  et le coefficient correctif  $C_{1,50-2500}$  pour les basses fréquences (entre 50 et 2500 Hz). Cette méthode de calcul basée sur la connaissance des  $K_{ij}$  et des performances acoustiques du plancher, proposée par la norme EN 12354 permet, en phase de conception, de calculer le comportement acoustique au bruit d'impact d'un plancher tenant compte de ses liaisons mécaniques (transmissions latérales). Cette méthode peut également s'appliquer à l'isolement acoustique au bruit aérien (non visé dans le cadre de cette étude).

Cette mesure des facteurs de réduction vibratoire  $K_{ij}$  est, à notre connaissance, la première sur une structure mixte Bois / Maçonnerie. Elle vient renforcer nos connaissances et notre besoin en caractéristiques des jonctions pour fournir des paramètres d'entrée des modèles acoustiques.

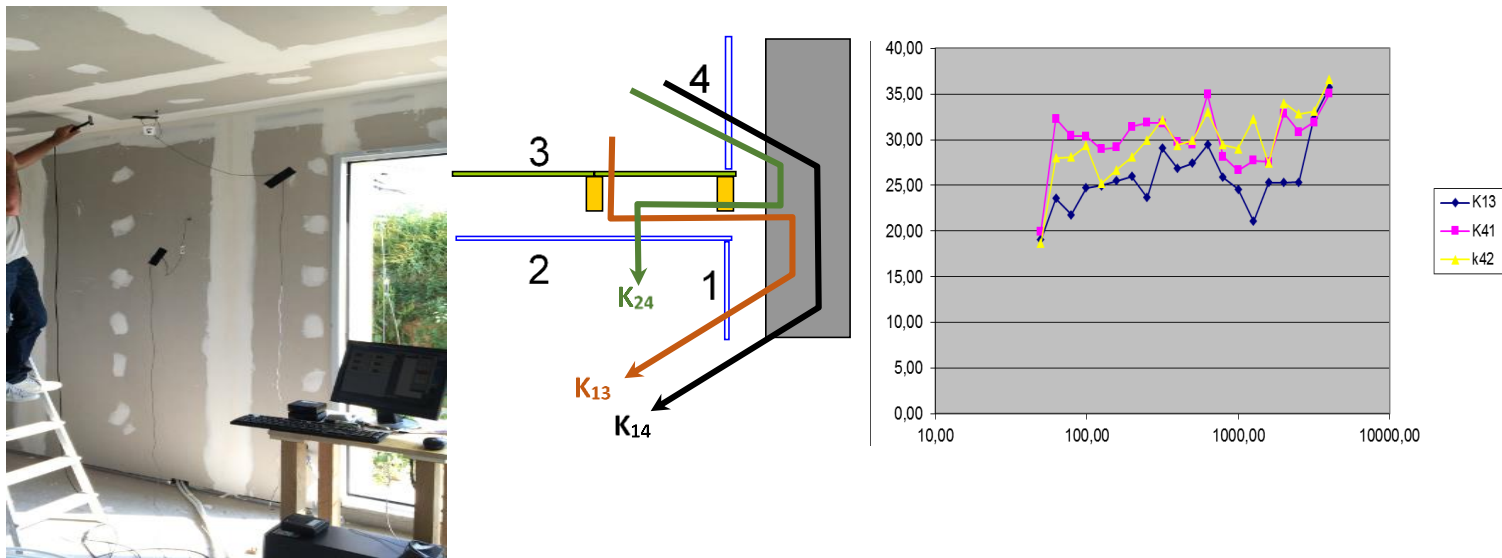


Figure 4 : acquisition des données acoustiques et courbes expérimentales des  $K_{ij}$ , facteurs de réduction vibratoire pour trois chemins de passages latéraux.

## Perspectives

Cette étude basée sur une approche expérimentale a permis d'apporter des informations nouvelles en termes de confort mécanique et acoustique notamment en basses fréquences d'un plancher bois sur entrants porteurs.

En complément d'une telle approche expérimentale, le développement d'un modèle de prédiction estimant de concert les confort vibratoire et acoustique des planchers bois soumis à la marche permettrait de disposer d'outils de conception adaptés à des systèmes constructifs réels.

Dans ce contexte, FCBA a coordonné l'élaboration d'un partenariat scientifique et technique avec l'UICB, le CSTB, le CERQUAL, l'entreprise ITECH, l'entreprise OSSABOIS et le laboratoire de recherche de Modélisation et Simulation Multi-Echelle (MSME) de l'Université Paris-Est et d'un programme de recherche (d'acronyme Wood Vibrations et d'une durée d'environ 3 ans). Mais la recherche de financement public pour mener l'étude globale est toujours en cours.

Avec le soutien financier du

**CODIFAB**  
comité professionnel de développement  
des industries françaises de l'ameublement et du bois

## Contacts

Carole FAYE ● [carole.faye@fcba.fr](mailto:carole.faye@fcba.fr)

Tél. 05 56 43 63 03

Romain BROT ● [romain.brot@fcba.fr](mailto:romain.brot@fcba.fr)

Jean-Luc KOUYOUMJI ● [jean-luc.kouyoumji@fcba.fr](mailto:jean-luc.kouyoumji@fcba.fr)

Jean-Charles DUCCINI ● [jean-charles.duccini@fcba.fr](mailto:jean-charles.duccini@fcba.fr)



Pôle Industries Bois Construction

Section Recherche

Allée de Boutaut – BP 227

33028 Bordeaux Cedex