

## EFFET DES PARAMÈTRES DE CONCEPTION SUR LA PERFORMANCE VIBRATOIRE DES PLANCHERS MASSIFS EN BOIS

Lin Hu, Ph.D.

Le nombre de projets de construction massive en bois s'accroît en Amérique du Nord, appuyée par une augmentation de la construction de bâtiments en bois de grande hauteur et de grande superficie à vocation commerciale en bois. La construction massive en bois est un terme générique qui englobe une grande variété de produits du bois épais et lourds, notamment le bois lamellé-croisé (CLT), le bois lamellé-goujonné (DLT), le bois lamellé-cloué et le bois lamellé-collé (GLT). À ce jour, les méthodes de conception à vibrations contrôlées ont surtout été élaborées pour les planchers en CLT. Toutefois, il est difficile de dire si ces méthodes sont aussi applicables aux autres types d'assemblage massif en bois.

### Ajout d'une chape de béton

Il est de pratique courante, en Amérique du Nord, d'ajouter une chape de béton sur un plancher massif en bois de façon à améliorer sa performance acoustique; cependant, son incidence sur la performance aux vibrations de planchers massifs en bois demeure inconnue. Afin de mieux comprendre ces effets, FPInnovations a entrepris des études visant à étudier les effets d'une chape de béton sur la performance aux vibrations de planchers massifs en bois. Ultimement, ces recherches visent à élaborer une méthode de conception pour le contrôle des vibrations de planchers sur un plus vaste éventail de planchers massifs en bois présentant différents détails de construction, notamment l'ajout d'une chape de béton.

Des essais en laboratoire ont été réalisés sur un plancher en DLT composé de huit panneaux d'une épaisseur de 175 mm et d'une largeur de 610 mm, posés côte-à-côte et attachés les uns aux autres. Chaque panneau de DLT était fabriqué à partir de bois de sciage assemblé sur chant et laminé mécaniquement à l'aide de goujons en bois de feuillus. Un

contreplaqué de 12,5 mm a été cloué sur le dessus du plancher en DLT de manière à former un plancher de base DLT-contreplaqué. Les échantillons de plancher ont été construits en utilisant différents détails de construction, soit quatre côtés simplement appuyés (SSSS ou « *Supported-Supported-Supported-Supported* ») et seulement deux extrémités appuyées (portée simple, SFSF ou « *Supported-Free-Supported-Free* ») (figure 1).



a) Panneau de plancher « SFSF » dont les côtés ne sont pas appuyés



a) Panneau de plancher « SSSS » dont tous les côtés sont appuyés

**Figure 1. Panneaux de plancher « SFSF » et « SSSS » sans revêtement, soumis aux essais modaux de vibration**

Deux épaisseurs de béton (38 mm et 100 mm) et des portées de planchers allant de 6,50 m à 7,58 m ont été étudiées. La chape de béton a été coulée sur le plancher de base à travers un panneau de fibre de bois de 12,5 mm placé sur le dessus du plancher sans fixations mécaniques et couvert d'une pellicule coupe-vapeur en plastique. Les fréquences naturelles fondamentales et les flèches maximales au centre du plancher sous une charge concentrée de 1 kN ont été mesurées. La performance aux vibrations de plancher a également été subjectivement évaluée par 20 personnes. Le tableau 1 fournit les principaux résultats.

On a constaté que l'ajout d'une chape de béton de 38 mm et de 100 mm d'épaisseur sur le plancher de base de 187,5 mm d'épaisseur permet d'améliorer sa performance aux vibrations. L'amélioration était indiquée par une augmentation des fréquences, une réduction de la flèche et de meilleures évaluations. Pour les deux épaisseurs de revêtement, les rapports de densité surfacique de béton et le plancher de base étaient d'environ 1,0 et 2,5 respectivement. L'ajout d'une chape de béton de 100 mm d'épaisseur n'a pas influencé la fréquence pour la portée de 6,50 m; cela signifie que, si on augmentait la quantité de béton coulée sur le plancher, on pourrait s'attendre à obtenir une fréquence réduite, ce qui

pourrait diminuer la performance vibratoire. Ces résultats suggèrent également que la chape de béton de 100 mm d'épaisseur coulée sur le plancher de base de 187,5 mm présentant un rapport de densité de surface de 2,5 représenterait un point tournant entre un effet positif et un effet négatif dans la performance vibratoire d'une chape de béton sur un plancher de base. FPInnovations prévoit approfondir ses recherches afin de valider ces observations dans un objectif de développement d'une méthode de conception à vibrations contrôlées pour un plus vaste éventail de planchers massifs en bois présentant différents détails de construction, notamment des chapes de béton. De plus amples renseignements sont disponibles dans le rapport de FPInnovations (2020) intitulé *Expanding Wood Use Towards 2025: Floor Vibration Performance* (disponible en anglais seulement).

### Exigences minimales de rigidité en flexion pour les poutres d'appui

Il est courant pour une construction massive en bois d'avoir recours à un système de poutres et poteaux où les planchers massifs en bois sont appuyés sur des poutres (figure 2). Il n'existe cependant aucune méthode de conception à vibrations

**Tableau 1. Attributs de performance aux vibrations du plancher de base en bois lamellé-goujonné (DLT)-contreplaqué avec différents détails de construction**

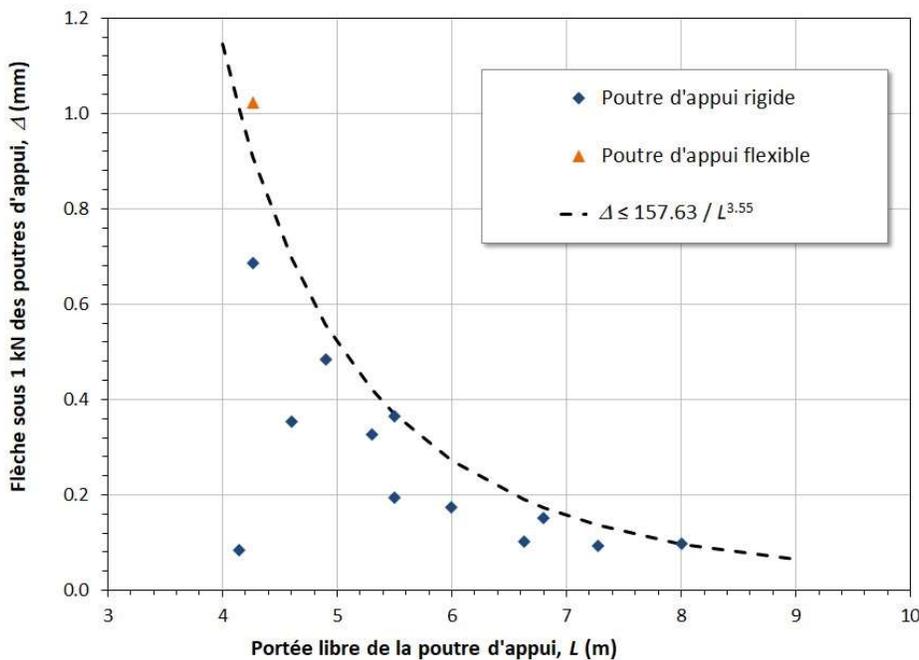
Détails de construction et ID	Portée (m)	Type d'appui	Rapport de densité surfacique du béton/ plancher de base <sup>(1)</sup>	Fréquence (Hz)	Flèche sous 1 kN (mm)	Échelle d'évaluation subjective <sup>(2)</sup>
F1 : Plancher de base <sup>(1)</sup>	7,58	SSSS	0,00	6,57	1,01	1,4
F2 : F1 avec chape de béton de 38-mm	7,58	SSSS	0,97	7,69	0,48	2,4
F3 : = F2	6,50	SSSS	0,97	9,85	0,38	3,6
F4 : = F3 avec chape de béton de 100-mm	6,50	SFSF	2,50	8,00	0,11 <sup>(3)</sup>	4,0
F5 : = F4	6,50	SSSS	2,50	9,85	0,12 <sup>(3)</sup>	> 4,0

Notes :

- (1) Le plancher de base était composé d'une structure en DLT de 175 mm couverte d'un contreplaqué de 12,5 mm cloué sur le dessus
- (2) Échelle d'évaluation : 1 signifie Plancher définitivement pas acceptable alors que 5 signifie Plancher définitivement acceptable; 3 et 4 correspondent à des planchers marginaux
- (3) Les valeurs de 0,11 et 0,12 peuvent être interprétées comme une flèche négligeable.



**Figure 2. Planchers en CLT appuyés sur des poutres dans une construction à poutres et poteaux**



**Figure 3. Vérification de l'exigence minimale proposée pour la rigidité en flexion des poutres d'appui en bois dans le contrôle vibratoire des planchers**

contrôlées pour les poutres d'appui. Il est généralement reconnu que, si les poutres d'appui n'ont pas une rigidité adéquate, l'ensemble du système de plancher aura tendance à rebondir, peu importe la rigidité du plancher. Afin de comprendre l'effet des poutres d'appui sur la performance vibratoire du plancher, FPInnovations a mis au point une exigence minimale de rigidité en flexion pour les poutres d'appui comme stratégie de conception de première ligne pour réduire la vibration de plancher.

Une base de données présentant différents types de poutres d'appui en bois et leur performance vibratoire dans des bâtiments occupés a été élaborée au fil des années à partir des résultats d'essais sur le terrain et d'évaluations subjectives sur différents types de planchers, notamment des planchers massifs en bois dans des bâtiments réels de moyenne et grande hauteur en bois, et d'études en laboratoire. Des essais de marche avec des talons ont aussi été effectués sur ces poutres à appui simple. De plus, une évaluation subjective a été réalisée sur ce type de poutres de différentes portées jusqu'à ce que les évaluateurs sentent une surface « solide » lorsqu'ils posaient le talon sur les poutres. La base de données comprend les données de performance vibratoire de poutres d'appui provenant d'essais sur le terrain et en laboratoire et la rigidité en flexion  $(EI)_{beam}$  des poutres. Cette base de données a été utilisée pour obtenir l'équation de rigidité minimale de la poutre  $(EI)_{beam}$  décrite ci-dessous de sorte que l'hypothèse de conception des appuis rigides soit toujours valide :

$$(EI)_{beam} \geq F_{span} 132,17 L_{beam}^{6,55}$$

où :

$L_{beam}$  = portée libre de la poutre d'appui (m)

$F_{span}$  = 1,0 pour une poutre à portée simple, et  
≈ 0,7 pour une poutre à portée multiple.

La figure 3 illustre la vérification de l'exigence à l'aide de la base de données. De plus amples détails peuvent être obtenus en consultant le rapport de FPInnovations (2018) intitulé *Advanced Wood-based Solutions for Mid-rise and High-rise Construction: Proposed Vibration-controlled Design Criterion for Supporting Beams* (disponible en anglais seulement). Des rétroactions seront requises pour mieux valider l'exigence proposée. Il convient cependant de noter que, en plus de répondre aux exigences minimales des planchers à vibrations contrôlées, les poutres d'appui devraient également répondre aux autres exigences stipulées par les codes de construction, notamment en termes de résistance, de flexion et de fluage.

À la suite de ces résultats, le plan de travail de FPInnovations pour le développement de propositions de changements a été approuvé par le comité technique de la norme CSA O86 pour considérer ces paramètres de conception dans le cadre de son cycle de révision 2024.

## Références

Hu, L. & Omeranovic, A. (2020). *Expanding Wood Use Towards 2025: Floor Vibration Performance*, FPInnovations

Hu, L. (2018). *Advanced Wood-based Solutions for Mid-rise and High-rise Construction: Proposed Vibration-controlled Design Criterion for Supporting Beams*, FPInnovations

## Pour plus d'information

Lin Hu, Ph.D.  
Scientifique sénior, Systèmes de construction  
(418) 781-6703  
lin.hu@fpinnovations.ca

Suivez nous :



fpinnovations.ca