

PROPRIÉTÉS DYNAMIQUES DE BÂTIMENTS EN BOIS DE GRANDE HAUTEUR SOUMIS À DES VIBRATIONS CAUSÉES PAR LE VENT

Samuel Cuerrier Auclair, ing, M.Sc.

En raison de la légèreté de la construction en bois, le vent induit des vibrations de plus grande amplitude par rapport aux bâtiments construits avec des matériaux plus lourds tels que l'acier et le béton [1]. Des vibrations excessives des bâtiments peuvent causer de l'inconfort aux occupants ainsi que des dommages aux matériaux de finition et aux équipements du bâtiment. Ces types de vibrations ne sont pas des problèmes de sécurité mais peuvent affecter l'acceptation par le marché des bâtiments en bois de moyenne à grande hauteur. La méthode de conception fournie dans le Code national du bâtiment du Canada (CNB) exige les fréquences naturelles et les rapports d'amortissement comme paramètres d'entrée. Cependant, il y a peu de données disponibles pour les bâtiments en bois de moyenne à grande hauteur.

Par conséquent, FPInnovations a lancé un projet de recherche pluriannuel pour mesurer les fréquences naturelles et les taux d'amortissement des bâtiments en bois de moyenne et grande hauteur afin d'élargir la base de données et de valider ou d'adapter les équations existantes pour estimer les fréquences naturelles. Deux immeubles de grande hauteur en bois équipés d'un anémomètre et d'accéléromètres sont également surveillés en permanence pour étudier comment le vent excite le bâtiment.

Objectif

Dans le but d'améliorer la compréhension des bâtiments en bois massif de grande hauteur, les fréquences naturelles et les taux d'amortissement de certains bâtiments en bois massif de moyenne et grande hauteur seront mesurés. Les fréquences propres mesurées seront comparées à l'équation simple donnée dans la

sous-section 4.1.8 du CNB pour prédire la période latérale fondamentale de vibration pour les murs de cisaillement et autres structures. Des mesures de surveillance à court et à long terme seront effectuées pour surveiller le comportement des grands bâtiments en bois sous la charge du vent.

Qu'est-ce que le ratio d'amortissement?

Le ratio d'amortissement, ζ , est une variable critique qu'un ingénieur doit connaître lors de la conception d'une structure pour des charges dynamiques (par exemple des séismes et des charges de vent). Un rapport d'amortissement plus élevé entraîne une diminution des mouvements du bâtiment et réduit ainsi le risque de mouvement perceptible de la part des occupants. La figure 1 montre graphiquement comment une oscillation libre décroît en fonction du ratio d'amortissement.

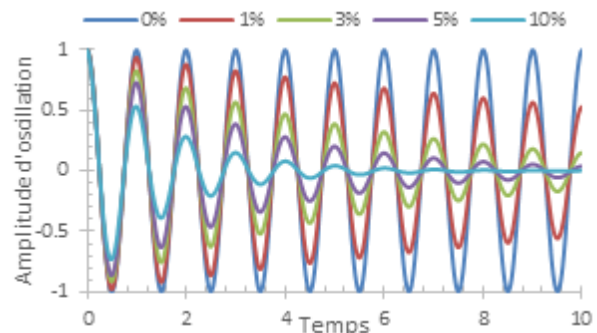


Figure 1. Décroissement d'une oscillation libre pour différent ratio d'amortissement

Méthodes

Les fréquences naturelles d'un bâtiment et le taux d'amortissement sont mesurés à partir de méthodes d'essai de vibration ambiante (AVT) qui sont effectuées en une seule journée de mesure. Cela permet de mesurer plusieurs bâtiments. La méthode AVT utilise la charge ambiante, comme le trafic et le vent, comme excitation du bâtiment. Par conséquent, aucun dispositif spécial n'est nécessaire pour créer une charge artificielle. La figure 2 montre une mesure d'AVT sur le bâtiment Origine en cours de réalisation.

Afin de mieux comprendre le comportement des bâtiments de grande hauteur en bois sous la charge du vent, deux bâtiments sont constamment surveillés : Arbora à Montréal et Origine à Québec. Les accéléromètres et anémomètres sont situés au sommet des bâtiments et les accéléromètres sont situés au niveau du sol.

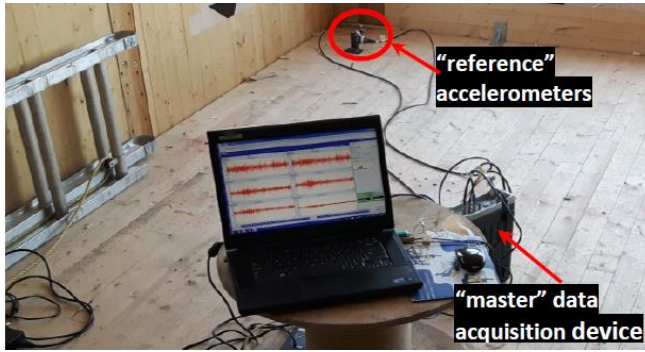


Figure 2. Mesure d'AVT sur le bâtiment Origine à Québec

Résultats d'AVT

Une forte corrélation peut être observée entre l'équation simple du CNB pour prédire la fréquence naturelle fondamentale et la fréquence naturelle mesurée, sauf pour le bâtiment CSN (figure 3). Le bâtiment CSN était cependant le premier grand bâtiment contemporain en bois massif construit au Canada. Des hypothèses conservatrices ont donc été utilisées, ce qui peut expliquer cette différence.

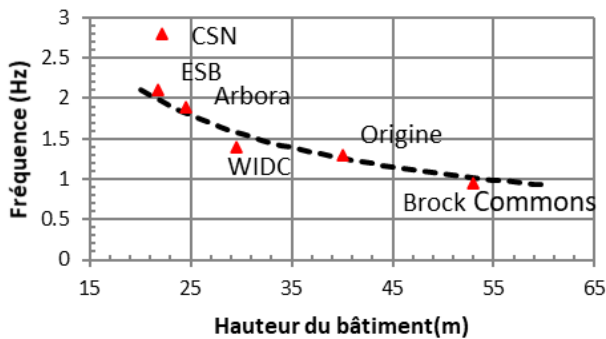


Figure 3. Résultats d'AVT en comparaison avec l'équation du CNB

Résultats préliminaires de la surveillance

Une tendance entre l'accélération maximale mesurée et la vitesse du vent peut également être observée (figure 4). De plus, l'accélération maximale n'a jamais dépassé la limite indiquée dans le CNB. Un taux d'amortissement préliminaire de 2,5 % a été extrait avec un algorithme de décomposition en mode empirique à filtre variable dans le temps (TVF-EMD) (figure 5) qui se situe dans la plage attendue pour ce type de bâtiments de grande hauteur en bois.

Prochaines étapes

Des simulations de la dynamique des fluides (CFD) et des essais de soufflerie seront effectués sur les bâtiments surveillés. Le taux d'amortissement sera extrait pour différentes vitesses de vent afin de proposer un rapport d'amortissement pour les futurs bâtiments de grande hauteur en bois à construire. Certains principes de conception lorsque des essais en soufflerie sont nécessaires pour les grands bâtiments en bois massif seront également définis.

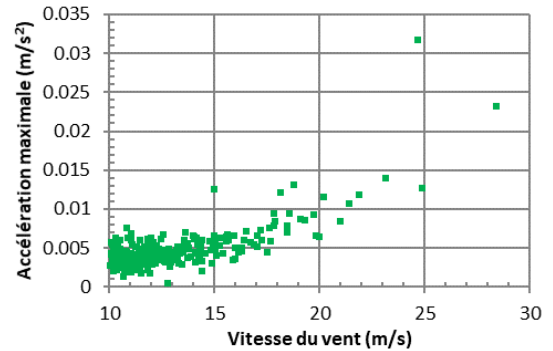


Figure 4. Les pics d'accélération mesurés pour différentes vitesses de vent sur le bâtiment Arbora à Montréal

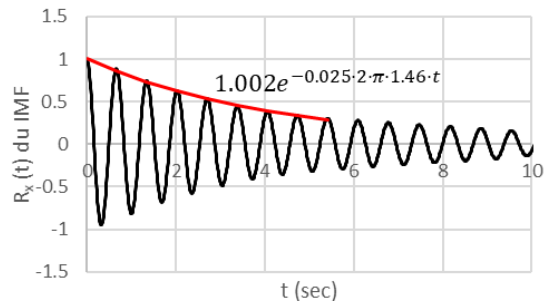


Figure 5. Extraction du ratio d'amortissement avec la fonction d'autocorrélation provenant de l'algorithme TVF-EMD

Références

- [1] M. Johansson, A. Linderholt, Å. Bolmsvik, K. Jarnerö, J. Olsson and T. Reynolds, *Building higher with light-weight timber structures - the effect of wind induced vibration*, in Inter.noise, San Francisco, California, 2015
- [2] Cuerrier Auclair, S., 2020. *Expanding wood use towards 2025: Assessment and monitoring of high-rise timber building vibration*. FPIInnovations preliminary report, Natural Resources Canada. Quebec, Quebec

En savoir plus

Samuel Cuerrier-Auclair | M.Sc., ing
(418) 781-6704
samuel.cuerrier-auclair@fpinnovations.ca

Suivez-nous sur :



fpinnovations.ca