

Analyse de l'évolution du comportement vibratoire des immeubles de grande hauteur en bois

Janot Dorian (UGA / INP, 3SR) - Vieux-Champagne Florent (UGA, 3SR) - Boudaud Clément (ESB, LIMBHA) - Guéguen Philippe (UGE, ISTERre)

Contexte

En France, le domaine du génie civil utilise 43 % de la consommation énergétique totale et produit 23 % des émissions de GES. La réglementation environnementale RE2020 impose de diminuer l'impact des bâtiments sur le climat, notamment au niveau des matériaux de construction. Le bois se présente aujourd'hui comme un potentiel matériau de substitution aux matériaux de construction classiques. L'émergence des immeubles de grande hauteur en bois montre la faisabilité de ce type de construction (R+8) et ainsi permet de favoriser son développement à plus grande échelle de R+4 à R+6, hauteur optimale des bâtiments d'une ville pour une optimisation énergétique.

Matériel



VÉLOCIMÈTRES

4 vélocimètres Lennartz LE-3D/5s MkIII ont été installés sur le Haut-Bois pour une instrumentation en continu pendant au minimum 2 ans, permettant de mieux connaître les variations du comportement vibratoire du bâtiment.

Appareil	LE-3D/5s
Appareil frequency	50 Hz
Appareil fabricant	LENNARTZ
Couleur signal	3 analog outputs, 30 Vpp differential
Power supply	+15V - +5VDC ± 1% max 0.12V
Dimensions	194 x 104 x 104 mm (extending, 100 mm)
Poids	0.4 kg
Temperature range	+15...+40°C
Max. output I/O	± 100 mA
Dynamic range	> 140 dB



STATION MÉTÉO

Une station météo CIMA a été installée sur le bâtiment voisin du Haut-Bois, permettant de récupérer les variations des paramètres environnementaux comme le pourcentage d'humidité ambiante, la température, la vitesse et la direction du vent, etc.

Le Haut-Bois

Bâtiment structure bois
Quartier Flaubert - Grenoble



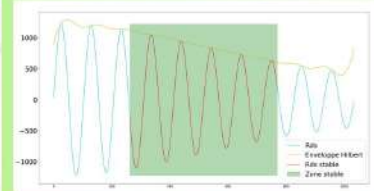
Méthode RDT

Le principe de la méthode RDT est de faire ressortir la réponse impulsionnelle d'un SDOF équivalent au mode que l'on veut étudier (Random Decrement Signature). Cette réponse est obtenue en moyennant des signaux de longueur tau avec une condition de déclenchement. On extrait ensuite l'amortissement et la fréquence avec le décrétement logarithmique.

Formule de la RDS :

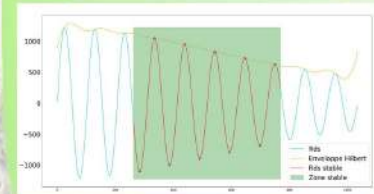
$$D_{RDS}(\tau) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} S(x_i + \tau) / S(x_i) = 0 \text{ \& } dS(x_i) > 0$$

Exemple d'une Random Decrement Signature (Signal impulsionnelle d'un SDOF équivalent)



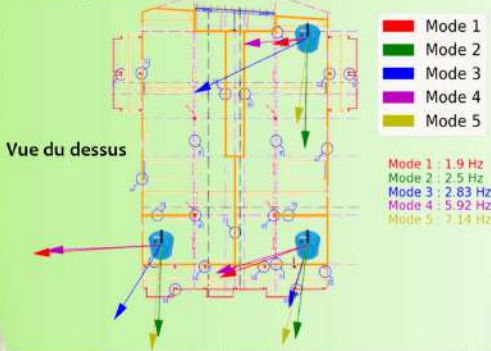
On peut ensuite retrouver l'amortissement avec la formule du décrétement logarithmique entre chaque maximum :

$$\xi = \frac{1}{n} \ln \left(\frac{s(x)}{s(x+nT)} \right)$$



Méthode FDD

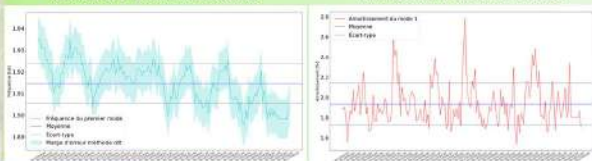
Le principe de la méthode FDD est de décomposer en valeurs singulières la matrice de densité spectrale de puissance et ainsi extraire les vecteurs propres qui sont également les vecteurs de la déformée modale.



Premiers résultats

Variation de la fréquence au cours d'une semaine

Variation de l'amortissement au cours d'une semaine



On remarque que la fréquence et l'amortissement varient au cours du temps avec des coefficients de variation de 0,5 % pour la fréquence fondamentale et 11 % pour l'amortissement. Ces paramètres varient avec des cycles journaliers (vérifiable avec une transformée de Fourier).

Liens avec la météo

Des premières corrélations peuvent être établies entre variation de fréquence et humidité/température ainsi qu'entre l'amortissement et l'intensité maximale du vent. Il faudra cependant approfondir les liens pour pouvoir s'assurer de l'impact de la météo sur les variations des paramètres dynamiques. Ces premiers graphiques ne démontrent pas un lien de cause à effet entre les variations des propriétés dynamiques et les variations de l'environnement. D'autres phénomènes peuvent également impacter la fréquence ou encore l'amortissement comme les séismes, les travaux, l'activité humaine, les endommagements locaux, etc.

