

Caractérisation par analyse vibratoire des propriétés viscoélastiques d'échantillons de bois dans leur diversité naturelle

Al FAY Alaa¹, JULLIEN Delphine¹, CORN Stéphane², ARNOULD Olivier¹, LANGBOUR Patrick³

¹ Equipe Bois, LMGC, Univ. Montpellier, CNRS, Montpellier, France

² Equipe DMS, LMGC, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, CNRS, Ales, France

³UR, BioWooEB, CIRAD, Montpellier, France

alaa.m.fay@hotmail.com

Mots clés : bois; analyse modale; viscoélasticité; modèle prédictif; base de données; diversité

Contexte et objectifs

Le bois représente une grande classe de matériaux polyvalents pour la mécanique à l'égal des métaux sur différents critères tels que le tonnage de production mondiale annuelle ou la grande diversité des propriétés techniques de base. Le niveau de densité des bois est de 5 à 10 fois inférieur à celui des métaux, du fait de leur structure cellulaire dont les parois sont constituées essentiellement de couches de nano-composites à fibres longues. Cela fait du bois l'un des matériaux les plus performants pour de nombreuses applications. Néanmoins, le comportement très anisotrope, viscoélastique, varié et variable des bois peut constituer une difficulté pour le dimensionnement et l'utilisation des pièces. Actuellement, les fiches techniques existantes dans les bases de données sont incomplètes pour la sélection des matériaux, or elles sont nécessaires pour les applications haut de gamme et performantes.

Comme tous les bois sont globalement constitués des mêmes éléments chimiques et structuraux en nombre assez restreint, cela donne une grande cohérence à leur comportement mécanique qui peut ainsi être approché par quelques paramètres seulement comme la masse volumique ou le module spécifique dans le sens longitudinal. En 1987, D. Guitard et F. El Amri ont réalisé un état de l'art des connaissances sur les paramètres élastiques orthotropes des bois. Ils ont proposé, sur la base des mesures effectuées sur différents échantillons par différentes méthodes et différents laboratoires, une modélisation statistique des coefficients élastiques basée sur la densité seule, ne couvrant pas toute la gamme de densité des bois.

En parallèle, les avancées significatives dans l'analyse du comportement des matériaux à l'aide d'outils dérivés de l'analyse vibratoire, couplées à la modélisation et au calcul numérique performant, ouvrent de nouvelles perspectives pour l'acquisition rapide et multidirectionnelle des propriétés viscoélastiques sur un échantillon unique. Le développement et la mise en œuvre de ces techniques, très intéressantes pour les matériaux naturellement variables (Fogue et al, 2019) et anisotropes et comme le bois, devraient permettre de compléter les fiches techniques « bois » existantes.

Cette thèse, qui vient tout juste de commencer, à caractère expérimental et numérique, s'inscrit dans la lignée des travaux d'A. Burgers (2016) et les collaborations en cours entre les équipes Bois et DMS du LMGC et de l'IES (Université de Montpellier) sur la caractérisation « rapide » et non destructive de la plupart des constantes élastiques du comportement orthotrope d'échantillons de bois par analyse vibratoire et ultrasonore (Longo et al, 2017; Alkadri et al, 2020). Les principaux objectifs sont de développer ces mesures afin d'exploiter l'amortissement fréquentiel (ou l'atténuation temporelle des signaux) dans le but de les relier à un comportement viscoélastique orthotrope de l'échantillon, adapté aux différents domaines d'utilisation des bois.

Travail prévu

Les expériences seront basées sur une sélection d'échantillons de la xylothèque du CIRAD, qui permettra d'explorer la diversité des bois. Cela permettra d'enrichir la base de données bois du CIRAD et d'approfondir les relations existantes entre les différents paramètres viscoélastiques des bois. Le développement d'outils de caractérisation et de modèles pertinents devrait permettre de compléter rapidement des bases de données et des fiches techniques de composants en bois, et ainsi favoriser l'utilisation plus systématique du bois en lieu et place d'autres matériaux présentant un bilan écologique moins favorable.

Remerciements

Cette thèse est cofinancée par le Labex NUMEV et l'Ecole Doctorale I2S de l'Université de Montpellier.

Références

Alkadri A., Jullien D., Arnould O., Rosenkrantz E., Langbour P., Hovasse L., Gril J. (2020) Hygromechanical properties of grenadilla wood (*Dalbergia melanoxylon*), *Wood Science and Technology*, 54, pages 1269–1297.

Burgers A. (2016) Caractérisations physico-mécaniques de bois « sans défauts » pour la conception mécanique : application aux pins de la région méditerranéenne française, Thèse de doctorat, Université de Montpellier.

Guitard D., El Amri F. (1987) Modèles prévisionnels de comportement élastique tridimensionnel pour les bois feuillus et le bois résineux, *Annales des Sciences Forestières*, 44(3), 335–358.

Longo R., Laux D., Pagano S., Delaunay T., Le Clézio E., Arnould O. (2018) Elastic characterization of wood by Resonant Ultrasound Spectroscopy (RUS): a comprehensive study, *Wood Science and Technology*, 52, pages 383–402.

Fogue-Djombou Y., Corn S., Clerc L., Salze D., Garcia-Diaz E. (2019) Freeze-thaw resistance of limestone roofing tiles assessed through impulse vibration monitoring and finite element modeling in relation to their microstructure, *Construction and Building Materials*, 205, 2019, 656-667.