

Contribution de la mécanique de la rupture et des techniques ultrasonores pour l'inspection et la surveillance des ouvrages en bois

Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Limoges, spécialité Génie Civil

Présentée et soutenue publiquement par **Jérôme Sonagnon AFOUTOU** le 12 décembre 2023 à 9h00 à l'amphithéâtre du Campus Universitaire d'Egletons.

Résumé

Les techniques de construction et de restauration respectant l'environnement passent aussi par la promotion du bois et de ses dérivées. L'utilisation et la durée de vie résiduelle des structures en bois sont souvent mises en cause par les problématiques liées à la fissuration. Dans le but d'apporter des outils pour la compréhension des cinétiques de fissuration dans les structures en bois, ce mémoire traite du monitoring des ouvrages bois en service et, plus particulièrement, du suivi du front de fissure dans l'épaisseur. Une approche numérique a permis de modéliser le front de fissure volumique. Ces structures étant généralement sous sollicitations complexes, une procédure de découplage de modes de rupture, via l'intégrale M, permet de quantifier la contribution de chaque mode élémentaire de rupture dans le processus de fissuration. La vision 3D permet de mettre en exergue l'influence de chaque mode de rupture et surtout d'avoir leur distribution le long du front de fissure. Pour prendre en compte les gradients d'humidité interne dans les sections transversales des éléments de structure, une formulation mathématique de l'intégrale A est développée. D'un autre côté, l'approche expérimentale repose sur le modèle empirique de Hankinson 3D développé et validé sur la base des mesures de vitesses de propagation d'ondes ultrasonores. Une procédure d'optimisation, grâce au couplage des formules analytique et empirique de vitesses de propagation d'ondes dans un milieu orthotrope, permet de déterminer la totalité des composantes de la matrice de rigidité du matériau bois, et ce, uniquement à partir des ondes de compression et d'un seul échantillon de bois. Sur la localisation des sources acoustiques, des algorithmes développés ont permis de localiser avec succès des sources d'émission avec des hypothèses d'orthotropie cartésienne. Enfin, une réflexion est entamée dans le cas d'une orthotropie cylindrique.

Membres du jury

Rapporteurs

M. Djimédo Kondo, Professeur, Institut Jean le Rond d'Alembert, Sorbonne Université,

Mme. Nathalie Godin, MCF-HDR, Laboratoire de MATÉriaux Ingénierie et Science, INSA Lyon,

Examineurs

Mme. Xiaojing Gong, Professeur, Institut Clément Ader, Université Toulouse III,

M. Rostand Moutou Pitti, MCF-HDR, Institut Pascal, Université Clermont Auvergne,

M. Éric Rosenkrantz, MCF-HDR, Institut d'Electronique et des Systèmes, Université de Montpellier,

M. Frédéric Dubois, Professeur, Unité de Recherche Génie Civil, Diagnostic & Durabilité, Université de Limoges, Directeur de thèse

Visioconférence publique : <https://bbb.unilim.fr/b/fre-8fi-wh1-fwz>