



HAL
open science

Suivi d'endommagement par fissuration du bois vert via la modélisation numérique et la microtomographie à rayons X.

Germice Jordy Mambili Lebonjui, Rostand Moutou Pitti, Eric Badel, Joseph Gril

► To cite this version:

Germice Jordy Mambili Lebonjui, Rostand Moutou Pitti, Eric Badel, Joseph Gril. Suivi d'endommagement par fissuration du bois vert via la modélisation numérique et la microtomographie à rayons X.. 7e Journées du GDR 3544 Sciences du bois, GDR 3544 BOIS., Nov 2018, Cluny, France. pp.320. hal-01939975

HAL Id: hal-01939975

<https://hal.science/hal-01939975>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Sur la fissuration du bois vert par modélisation numérique et microtomographie à rayons X

MAMBILI LEBONGUI Germice Jordy^{1,3}, MOUTOU PITTI Rostand^{1,3}, BADEL Eric²,
GRIL Joseph^{1,2}, TOUSSAINT Evenlyne¹

¹Université Clermont Auvergne, CNRS, SIGMA Clermont, Institut Pascal, F-63000 Clermont Ferrand, France

²Université Clermont Auvergne, INRA, PIAF, F-63000 Clermont–Ferrand, France,

³CENAREST, IRT, BP 14070, Libreville, Gabon

⁴Université des Sciences et Techniques de Masuku, EPM, Franceville, Gabon

rostand.moutou_pitti@uca.fr

Mots clefs : Bois vert, fissuration, éléments finis, microtomographie à rayons X

Contexte et objectifs

Dans ses utilisations comme élément de structure, le bois est généralement usiné et mis en œuvre après séchage. L'utilisation de bois encore vert (jamais séché en dessous du point de saturation des fibres) permettrait de réduire les coûts d'exploitation en réduisant le temps et les traitements nécessaires au séchage du bois. Toutefois, la maturation cellulaire ainsi que le retrait accompagnant le séchage ultérieur, du fait des précontraintes que ces phénomènes induisent dans le matériau, conduisent à des déformations mais également à l'apparition de fissures dans les pièces de bois. Ces effets sont considérablement amplifiés en cas de présence du bois de réaction (Gardiner et al 2014). L'objectif de ce travail est d'étudier le comportement à la rupture, à l'état vert et au cours du premier séchage, de divers types de bois. Afin de prendre en compte la géométrie réelle du front de fissure dans l'analyse des résultats, il est prévu d'utiliser des techniques innovantes de type microtomographie à rayons X (μ CT).

Matériel et méthodes

Un sapin (*Abies alba*) de diamètre (sur écorce et à hauteur de poitrine) 80 cm et hauteur 19 m et un peuplier (*Populus nigra*) de diamètre 115 cm et hauteur 28 m, présentant chacun une forte inclinaison à la base, ont été choisis pour l'étude. Après vérification de la présence de bois de réaction au moyen de mesures périphériques des déformations résiduelles, les arbres ont été abattus en juillet 2018 et débité en billons (Fig. 1a) puis en planches (Fig. 1b) dans les zones identifiées comme du bois normal ou de réaction sur la section transversale.

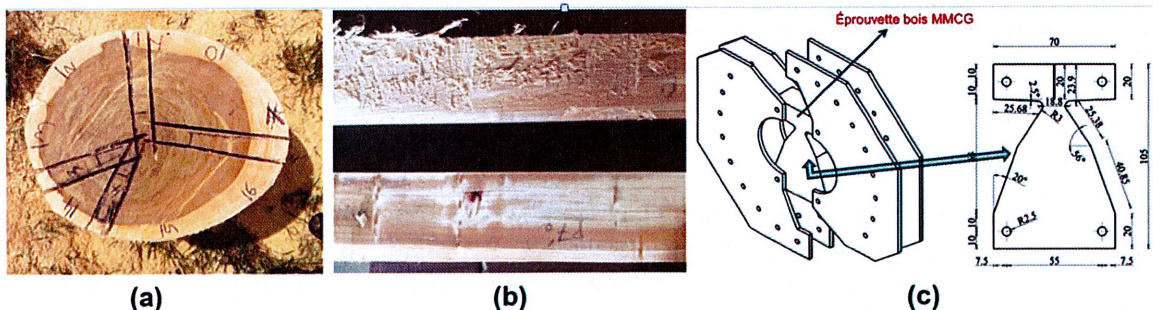


Fig. 1 : (a) Lieu de prélèvements des échantillons du bois vert sur la grume; (b) Poutrelles extraites ; (c) Essais mécaniques via l'éprouvette MMCG

Dans le cas du peuplier, la bille de pied étant creuse, seule la partie située au delà de 5 m de hauteur, correspondant à une branche maîtresse ayant pris le relai du tronc, a été utilisée. Après stockage durant 2 mois dans une chambre froide, enveloppées dans de la cellophane et des chiffons humides, les planches ont été usinées sous forme d'éprouvettes de fissuration de type Mixed-Mode Crack Growth (MMCG) (Moutou Pitti et al. 2010). Cette éprouvette permet d'obtenir conjointement une propagation de fissure en mode I, II et mixte. Le montage MMCG est constitué de l'éprouvette en bois et d'un système d'acier Arcan, Fig. 1c. L'ensemble est placé dans une presse électromécanique afin de mesurer l'avancée de la fissure surfacique en mode d'ouverture par corrélation d'image numérique.

Afin de suivre l'évolution du front de fissure lors des phases de propagation, une technique d'imagerie 3D très prometteuse ou microtomographie à rayons X (μ CT) (Hamdi et al. 2015) sera utilisée. Les coupes transversales consécutives reconstruites fournissent une visualisation 3D à haute résolution du volume étudié ; cela permet ainsi des mesures morphologiques des paramètres de la microstructure telle que la porosité, la surface effective ou le diamètre de la fibre dans un matériau hétérogène. Dans ce travail, les résultats de suivi tridimensionnel du front de fissure seront validés par analyse d'image.

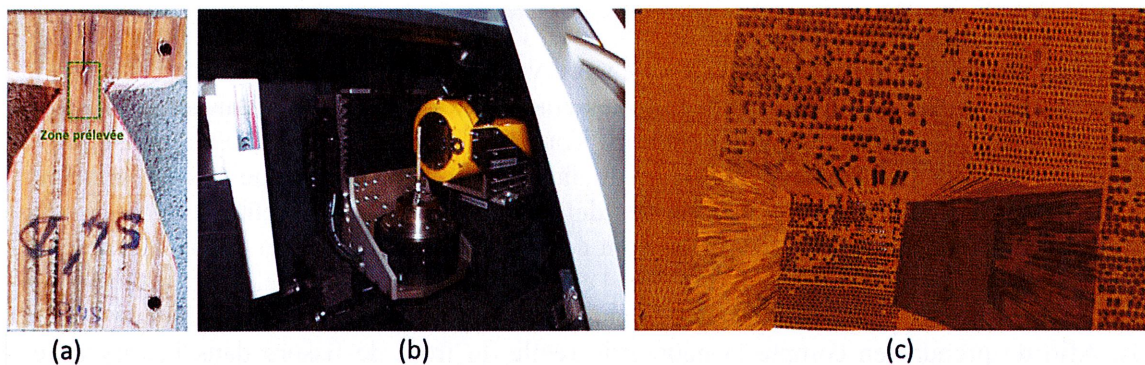


Fig. 2 : (a) Eprouvette en bois de sapin ; (b) Microtomographe à Rayons X ; (c) Volume 3D de la région d'intérêt et traitement d'image (Dalla-Salda et al. 2015).

La Fig. 2 présente le protocole d'analyse d'image par μ CT. Afin de suivre le processus de croissance des fissures dans l'échantillon de bois vert, la μ CT est utilisée pour obtenir des images 3D du bois autour de la pointe de la fissure. Le calcul expérimental des taux de restitution d'énergie pour différentes longueurs de fissure, sur les faces extérieures et perpendiculaires à la direction de propagation de la fissure, permettra la validation des résultats obtenus par modélisation numérique. En perspective, une analyse statique des champs de déformations de l'éprouvette MMCG à la pointe de la fissure sera conduite via une modélisation sous le logiciel Ansys. Pour la modélisation, un maillage adaptatif fin de 1 mm de dimension sera choisi avec des conditions limites réalistes. A terme, le taux de restitution d'énergie obtenu en mode d'ouverture de fissure sera comparé à celui mesuré via la technique μ CT et la corrélation d'images.

Remerciements

Les auteurs souhaitent vivement remercier le CNRS pour son soutien financier à ce travail dans le cadre du projet PEPS « ingénierie verte » RUMO, Seif Eddine Hamdi pour sa contribution à l'élaboration du projet, Joseph Gril pour la mise à disposition de son peuplier et Ludovic Martin pour celle de son sapin.

Références

Hamdi S.E., Delisée C., Malvestio J., Da Silva N., Le Duc A., Beaugrand J. (2015) X-ray computed microtomography and 2D image analysis for morphological characterization of short lignocellulosic fibers raw materials: A benchmark survey, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 76,1-9.

Moutou Pitti R., Dubois F., Octavian P. (2011) A proposed mixed-mode fracture for wood under creep loadings. *International Journal of Fract.* 167(2), 195-205.

Schniewind A.P., Pozniak, R.A. (1971) On the fracture toughness of Douglas fir wood, *Engineering Fracture Mechanics*, 2(3), 223–230.

Dalla-Salda G., Fernández M.E., Sergent A.S., Rozenberg P., Badel E. and Martinez-Meier A. (2014) Dynamics of cavitation in a Douglas-fir tree-ring: transition-wood, the lord of the ring? *Journal of Plant Hydraulics* 1, e-0005

