

Comportement de la cellulose lors d'essais de flexion sur échantillons macroscopiques de bois

C. MONTERO¹, B. CLAIR¹, J.ZIMMERMANN¹, A. VAN DER LEE², J.GRIL¹

¹ Laboratoire de Mécanique et Génie Civil (LMGC), Université Montpellier 2, CNRS, CC 048 Place Eugène Bataillon, 34095 MONTPELLIER cedex 5

² Institut Européen des Membranes (IEM), UMR5635, CNRS – ENSCM – Université Montpellier 2
300 av. Professeur Emile Jeanbrau 34000 MONTPELLIER

Résumé :

Le bois est formé d'un réseau de cellulose dans une matrice de lignine et d'hémicellulose. La cellulose est l'élément rigidifiant du bois. Mais comment est elle sollicitée, quelle part de l'effort supporte t-elle réellement ? Des essais de flexion sous diffraction de rayons X ont permis un suivi de la déformation de la cellulose parallèlement à celle macroscopique de l'échantillon. Des avancées sur le comportement en traction/compression de la cellulose dans le domaine élastique sont proposées.

Abstract :

Wood is made up with a cellulose framework in a lignin and hemicellulose matrix. Cellulose is the rigidifying element of wood. But how cellulose is involved? How much effort is it really bear? Some bending experiments under X-ray diffraction allow to follow the cellulose strain at both nanoscopic and macroscopic level. Some interesting progress on the traction and compression of cellulose in elastic domain are proposed.

Mots clefs : bois, comportement de la cellulose, diffraction de rayons X

Le matériau bois présente une forte hétérogénéité liée à des conditions de symétrie orthotropes dépendantes de la croissance de l'arbre et de son environnement. Ses propriétés mécaniques uniques proviennent de sa nature cellulaire ainsi que de l'arrangement composite des fibres constituées de fibrilles de cellulose incluses dans une matrice de lignine et d'hémicellulose. La cellulose est l'élément rigidifiant du bois. Nous souhaitons caractériser quelle est la contribution de la cellulose dans le comportement macroscopique du matériau ? Quelle quantité d'effort supporte t-elle réellement ?

Le haut degré de cristallinité de la cellulose des microfibrilles permet d'acquérir une information *in situ* de sa déformation par diffraction des rayons X (DRX). Cette technique permet de révéler des informations sur la structure cristalline, la composition chimique ainsi que les propriétés physiques des matériaux. L'utilisation de cette technique sur des échantillons de bois soumis à des essais de flexion permet de suivre la déformation des plans cristallographiques de la cellulose soumis à une déformation macroscopique à la fois en traction et en compression.

La déformation nanoscopique est établie en comparant la distance des plans cristallographiques (004) entre l'état avant chargement et l'état fléchi macroscopique. La déformation macroscopique appliquée à l'échantillon est mesurée par des jauges de déformation sur chaque face. Des échantillons de peuplier et de hêtre (L = 50 x R = 3 x T = 1 mm) sont observés à différents niveaux de déformation macroscopique durant des expériences de flexion 4 points afin de solliciter la cellulose à la fois en tension et en compression. Des diffractogrammes sont réalisés à plusieurs positions depuis la face tendue jusqu'à la face comprimée. La position moyenne du pic de diffraction associé aux plans (004) est calculée à partir de chaque diffractogramme. Une méthode originale d'analyse a été mise au point pour prendre en compte l'intensité du signal de diffraction et ainsi déterminer la position et la géométrie de l'échantillon. La position de l'échantillon à l'état déformé permet la comparaison entre la déformation mesurée par des jauges et la déformation calculée par la déflexion de l'échantillon. La position de l'axe neutre est aussi observée durant les essais et comparée entre les échelles nanoscopique et macroscopique. La section des échantillons est observée afin de déterminer la contribution de la géométrie de l'échantillon et son anatomie dans la mesure de la distance des plans cristallographiques.

Nos résultats expérimentaux confirment que la cellulose suit la déformation macroscopique appliquée à l'échantillon. Nous discuterons du rapport entre la déformation macroscopique appliquée et la déformation nanoscopique mesurée de la cellulose.