



**HAL**  
open science

## Essais de compression in-situ dans la direction radiale des bois de printemps et d'été observés par microtomographie aux rayons X

Marie Bonnet, Sabine Caré, Michel Bornert, Patrick Aïmedieu, Andrew D.  
King

### ► To cite this version:

Marie Bonnet, Sabine Caré, Michel Bornert, Patrick Aïmedieu, Andrew D. King. Essais de compression in-situ dans la direction radiale des bois de printemps et d'été observés par microtomographie aux rayons X. 4èmes journées du GDR 3544 " Sciences du bois ", Nov 2015, Clermont-Ferrand, France. hal-01248732

**HAL Id: hal-01248732**

**<https://enpc.hal.science/hal-01248732>**

Submitted on 28 Dec 2015

**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.

## Essais de compression *in-situ* dans la direction radiale des bois de printemps et d'été observés par microtomographie aux rayons X

BONNET Marie<sup>1</sup>, CARE Sabine<sup>1</sup>, BORNERT Michel<sup>1</sup>, AIMEDIEU Patrick<sup>1</sup>, KING Andrew<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Navier, Université Paris-Est, Champs-sur-Marne, France

<sup>2</sup>Synchrotron SOLEIL, L'Orme des Merisiers Saint-Aubin, Gif-sur-Yvette, France

[marie.bonnet@enpc.fr](mailto:marie.bonnet@enpc.fr)

**Mots clés :** Imagerie, Tomographie aux rayons X, Corrélation d'images, Compression, Bois d'été, Bois de printemps, Douglas

### Problématique

L'évolution de la microstructure sous contraintes (e.g. mécaniques ou environnementales) de matériaux tels que le bois, peut être observée en réalisant des essais *in-situ* au sein de systèmes d'imagerie. Parmi les techniques d'imagerie disponibles, la microtomographie aux rayons X permet une analyse tridimensionnelle à différentes échelles d'observation, en donnant accès à des résolutions usuelles allant de l'ordre du cm à l'ordre du  $\mu\text{m}$  (Fig. 1).

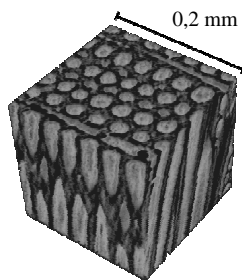


Fig. 1 : Microstructure 3D de Douglas obtenue par microtomographie aux rayons X au synchrotron SOLEIL

En couplant la microtomographie aux rayons X et la technique de la corrélation d'images, il est ici proposé de mettre en évidence les mécanismes de déformation à l'échelle cellulaire du bois de printemps et du bois d'été, soumis à un essai de compression dans la direction radiale.

### Matériaux et méthodes

L'étude a été réalisée sur du Douglas âgé de 58 ans. Un effort particulier a été mis sur l'échantillonnage afin de limiter la variabilité entre les éprouvettes et de pouvoir comparer les résultats obtenus. Ainsi, l'ensemble des éprouvettes, de section de  $1,7 \text{ mm}^2$  et de hauteur  $3,4 \text{ mm}$ , a été prélevé dans un seul cerne, situé au niveau de la transition entre le bois juvénile et le bois mature.

Les essais de compression *in-situ* ont été réalisés sous microtomographie aux rayons X sur la ligne Psiché du centre de rayonnement synchrotron SOLEIL à une résolution de  $1,3 \mu\text{m}$  dans les conditions de température et d'humidité de la ligne. 10 et 12 images respectivement ont été prises au cours de l'essai de compression du bois de printemps et du bois d'été.

Après reconstruction des images volumiques (logiciel PyHST2, ESRF), une analyse par corrélation d'images 3D a été effectuée (logiciel CMV3D, développé par Michel Bornert), qui a été suivie d'un post-traitement pour visualiser les champs de déplacement et de déformation (CAST3M, CEA).

## Résultats

Les courbes de compression mettent en évidence la différence de comportement mécanique entre le bois de printemps et le bois d'été (Fig. 2). Chaque relaxation observée sur la courbe correspond à un palier imposé pendant l'essai afin de scanner l'éprouvette.

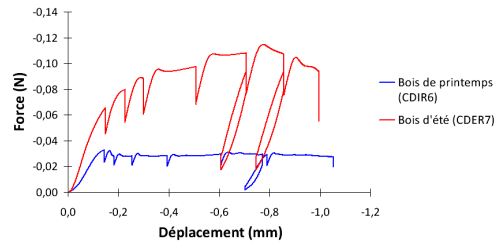


Fig. 2 : Courbes de compression des essais *in-situ*

Dans le cas du bois de printemps, l'analyse des images a permis notamment de mettre en évidence, dès le début du domaine plastique, une bande d'écrasement cellulaire (Fig. 3). Le flambement des rayons ligneux dans cette zone a aussi été observé (Fig. 4). L'apparition de ces endommagements dans la microstructure peut être corrélée à la perte de charge observée sur la courbe de compression.

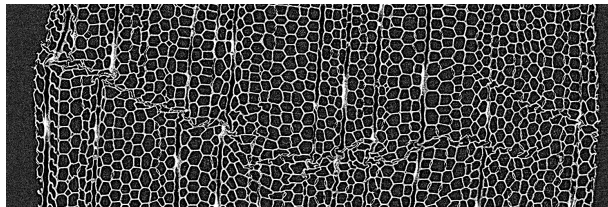


Fig. 3 : Visualisation du collapse des cellules dans le bois de printemps (palier n°2)

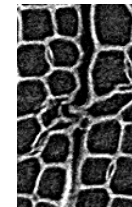


Fig. 4 : Flambement des rayons ligneux

Par ailleurs, la technique de corrélation d'images a pu être utilisée pour établir une cartographie des déformations à l'échelle des échantillons. Cette analyse sur l'éprouvette de bois d'été (Fig. 5) montre ainsi que des hétérogénéités telles que les canaux résinifères semblent avoir une influence notable sur la localisation de l'endommagement.

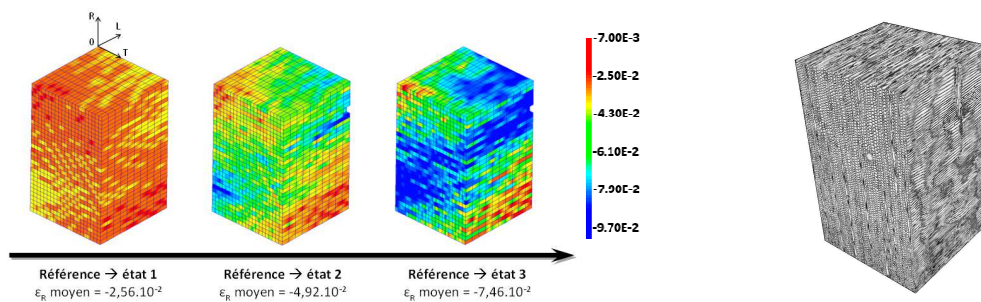


Fig. 5 : Evolution des déformations radiales de l'éprouvette de bois d'été et microstructure 3D à l'état initial

## Remerciements

Nous remercions tout particulièrement le centre de rayonnement synchrotron Soleil pour le temps de faisceau accordé sur la ligne Psiché et la disponibilité de son personnel. Nous remercions aussi l'INRA de Nancy, en particulier Julien Ruelle, LERFOB Nancy, de nous avoir fourni notre matériau d'étude. Enfin, nous remercions Cédric Montero, LMGC Montpellier, pour sa participation aux essais de microtomographie à Soleil.