



**HAL**  
open science

## Etude expérimentale du comportement hygromécanique du Douglas à l'échelle du cerne

Marie Bonnet, Sabine Caré, Michel Bornert, Rebecca Alcantara, Patrick  
Aimedieu, Cédric Montero

► **To cite this version:**

Marie Bonnet, Sabine Caré, Michel Bornert, Rebecca Alcantara, Patrick Aimedieu, et al.. Etude expérimentale du comportement hygromécanique du Douglas à l'échelle du cerne. 5èmes journées du GDR Sciences du Bois - Les usages du bois : enjeux et opportunités, Nov 2016, Bordeaux, France. hal-01493358

**HAL Id: hal-01493358**

**<https://hal.science/hal-01493358v1>**

Submitted on 21 Mar 2017

**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.

## Etude expérimentale du comportement hygromécanique du Douglas à l'échelle du cerne

BONNET Marie<sup>1</sup>, CARE Sabine<sup>1</sup>, BORNERT Michel<sup>1</sup>, ALCANTARA Rebecca<sup>1</sup>, AIMEDIEU Patrick<sup>1</sup>, MONTERO Cédric<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Navier, UMR 8205, Ecole des Ponts, IFSTTAR, CNRS, UPE, Champs-sur-Marne, France

<sup>2</sup>Laboratoire de Mécanique et de Génie Civil (LMGC), Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France

marie.bonnet@enpc.fr, sabine.care@ifsttar.fr

**Mots clés :** Angle des microfibrilles, corrélation d'images volumiques, diffraction aux rayons X, Douglas, gonflement, microtomographie aux rayons X, variabilité

### Contexte

Lorsque l'Humidité Relative (HR) varie, le bois se déforme de manière anisotrope à l'échelle macroscopique. Afin d'optimiser l'utilisation du bois dans ses applications et d'améliorer les modèles de prédiction de son comportement hygromécanique, il est nécessaire d'identifier les éléments microstructuraux à chaque échelle qui ont une influence notable.

Cette étude porte sur l'échelle du cerne dans lequel un gradient de microstructure existe et qui peut être divisé en deux constituants, le bois initial (BI) et le bois final (BF) (Figure 1), qui ont un comportement hygromécanique différent du fait de leur spécificité microstructurale.

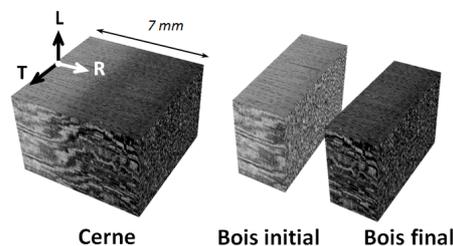


Fig. 1 : Echelle d'analyse de l'étude. Images obtenues par microtomographie aux rayons X de laboratoire à une résolution de 8 µm

Ainsi, l'objectif de ce travail est d'étudier le comportement hygromécanique du BI et du BF isolés, ainsi que celui du cerne complet. Une approche à l'échelle globale est dans un premier temps utilisée afin de caractériser leur comportement hygromécanique. En particulier, la variabilité inter-cernes est étudiée. Ce travail est ensuite complété par une approche à l'échelle locale pour établir des liens avec la microstructure.

### Matériaux et méthodes

Cette étude est menée sur un barreau de Douglas provenant de la forêt d'Ecouves (Orne, France) et âgé de 58 ans. Des échantillons de BI et BF (3x10x8 mm<sup>3</sup> (R,T, L)) ont été prélevés dans différents cernes du duramen afin d'étudier la variabilité inter-cernes. En particulier, l'étude du comportement hygromécanique est effectuée dans un cerne situé à la transition entre le bois juvénile et bois mature.

L'étude du comportement hygromécanique à l'échelle globale consiste à déterminer les isothermes de sorption des échantillons et les déformations associées dans les directions

principales du bois. La teneur en eau est obtenue par pesée et les déformations à l'aide d'un comparateur. La localisation des déformations dans la microstructure du bois est obtenue par la technique de corrélations d'images volumiques appliquées aux images 3D de microtomographie aux rayons X de laboratoire d'échantillons équilibrés à différentes HR. Enfin, l'Angle des Microfibrilles (AMF) est déterminé par diffraction des rayons X, car il a une influence notable sur le comportement hygromécanique du bois et nécessite donc d'être mesuré pour une meilleure compréhension des mécanismes de déformation.

## Résultats

Pour une teneur en eau donnée, les déformations volumiques des échantillons dépendent de leur densité et AMF. Ainsi, plus la densité du bois est élevée, plus les déformations volumiques sont importantes (e.g. le BF se déforme plus que le BI). Lorsque l'AMF diminue, les déformations volumiques augmentent (Figure 2). Enfin, la différence de microstructure d'un cerne à l'autre (Figure 3) induit une variabilité du comportement hygromécanique.

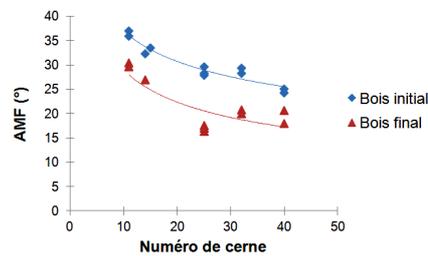
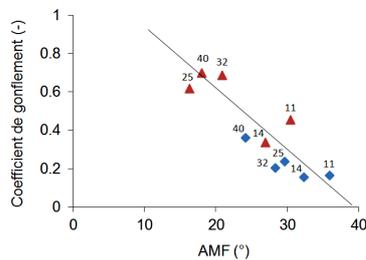


Fig. 2 : Evolution du coefficient de gonflement vs. AMF. Le numéro de cerne des échantillons est indiqué.

Fig. 3 : Evolution de l'AMF du BI et BF vs. numéro de cerne

Les déformations locales mettent en évidence une hétérogénéité de la composante tangentielle qui pourrait être corrélée avec la présence des rayons ligneux. La confirmation de ce résultat nécessite une étude similaire à l'échelle des cellules avec des images de résolution plus fine.

Par ailleurs, une évolution des déformations du cerne selon la direction radiale est mise en évidence pour les composantes radiale et tangentielle (Figure 4). Le couplage du bois initial et du bois final induit une modification de leur comportement hygromécanique.

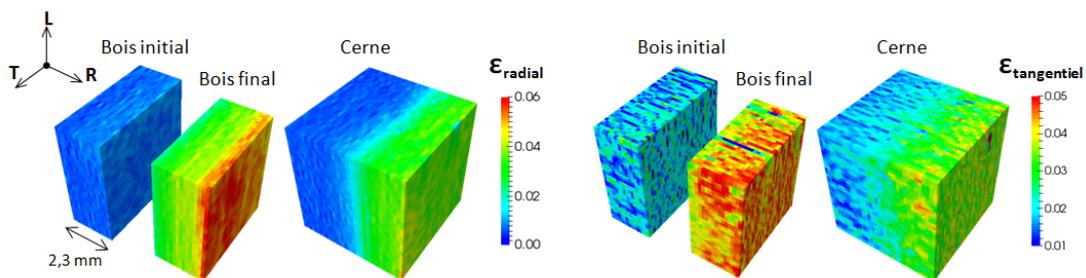


Fig. 4 : Déformations locales des bois initial et final isolés et du cerne induites par une variation d'HR de 44% à 97% HR (états équilibrés). Gauche : composante radiale. Droite : composante tangentielle.

## Remerciements

Nous remercions l'INRA de Nancy pour nous avoir fourni notre matériau d'étude, en particulier Julien Ruelle (LERFoB Nancy). Nous remercions aussi le GDR Sciences du Bois qui nous a permis de mettre en place la collaboration avec le LMGC Montpellier pour effectuer les mesures d'AMF.