



Etude des mécanismes de sorption dans le bois par Résonance Magnétique Nucléaire

Leila Rostom, Sabine Caré, Denis Courtier-Murias, Marie Bonnet, Stéphane Rodts

► To cite this version:

Leila Rostom, Sabine Caré, Denis Courtier-Murias, Marie Bonnet, Stéphane Rodts. Etude des mécanismes de sorption dans le bois par Résonance Magnétique Nucléaire. 6èmes journées annuelles du GDR3544 Sciences du bois, Nov 2017, Nantes, France. hal-01711386

HAL Id: hal-01711386

<https://enpc.hal.science/hal-01711386>

Submitted on 17 Feb 2018

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 des mécanismes de sorption dans le bois par Résonance Magnétique Nucléaire

ROSTOM Leila, CARE Sabine, COURTIER-MURIAS Denis, BONNET Marie,
RODTS Stéphane

Laboratoire Navier, UMR 8205, Ecole des Ponts, IFSTTAR, CNRS, UPE,
Champs-sur-Marne, France
leila.rostom@enpc.fr

Mots clés : Bois final, bois initial, Douglas, sorption, hystérèse, résonance magnétique nucléaire.

Contexte et objectif

L'utilisation du bois dans la construction peut présenter un atout en termes de structures innovantes et d'enjeux environnementaux. Les recherches actuelles au sein du laboratoire Navier tentent de mieux comprendre l'effet de l'humidité sur les propriétés mécaniques du bois et des structures en bois. En effet, ce matériau est sensible aux variations climatiques (température, humidité relative) et ses propriétés peuvent être altérées en condition d'usage et induire des désordres dans les structures, du fait notamment des variations dimensionnelles. Il est donc nécessaire de mieux comprendre les comportements du bois en conditions variables d'hygrométrie. Ce travail vise à étudier le comportement hygroscopique du bois en sorption/désorption, mis en lien avec sa structure, par la technique de relaxométrie par Résonance Magnétique Nucléaire. Cette technique non destructive et non invasive permet de suivre les états de l'eau dans le bois au cours de variations hygrométriques.

Matériaux et méthodes

L'étude est menée sur un bois résineux, le pin Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Trois échantillons de bois initial et de bois final de dimensions 3x10x8 mm³ (R, T, L) ont été prélevés dans un barreau issu d'un plateau de cœur. Ils sont prélevés dans le même cerne et proches les uns des autres pour limiter la variabilité entre les échantillons.

Ils sont conditionnés à différentes humidités relatives comprises entre 2 et 99% HR au cours d'un cycle complet d'humidification-séchage. Les teneurs en eau sont mesurées à différentes humidités relatives d'équilibre par relaxométrie du proton (RMN ¹H) en 2D (cartes T₁-T₂) sur un instrument BRUKER Minispec (champ magnétique de 0,5 Tesla). Les cartographies obtenues sont utilisées pour la localisation de l'eau adsorbée sur les parois cellulaires du bois et pour le calcul de la teneur en eau liée dans le bois. Un suivi cinétique est également effectué entre deux niveaux d'humidité relative d'équilibre (basses et hautes humidités relatives).

Résultats

Les essais de relaxométrie du proton en 2D permettent d'obtenir des cartographies qui révèlent la présence de deux pics particuliers correspondant à des types d'eau liée différents (B et C) ou plus précisément à de l'eau liée adsorbée sur des polymères différents (Fig. 1). Dans le cadre d'une étude ultérieure réalisée en adsorption [Bonnet 2017a, Bonnet 2017b], des hypothèses ont été proposées quant à leur localisation dans la paroi cellulaire, à savoir

dans deux environnements distincts : les zones lamellaires (« zone B ») et les zones lenticulaires (« zone C ») en lien avec des énergies d'absorption différentes.

Les mesures par RMN permettent d'obtenir les isothermes des différentes eaux liées détectées (Fig. 2). Ces isothermes montrent une teneur toujours plus élevée en eau B qu'en eau C dans les parois cellulaires du bois, pour le bois d'été, quelle que soit l'humidité relative. Tandis qu'une inversion se produit pour le bois de printemps vers les hautes humidités relatives. Une hystérèse de sorption est mise en évidence pour ces deux types d'eau liée mais semble plus marquée pour l'isotherme de l'eau liée C que de l'eau liée B.

Les mesures de cinétique entre 2 humidités relatives montrent un comportement différent pour les 2 types d'eau liée, en adsorption ou en désorption et en fonction de la tranche d'humidité relative (basses ou hautes humidités). Par exemple le processus d'absorption est plus rapide pour l'eau liée C que pour l'eau liée B lors de l'adsorption entre 23 et 44% d'humidité relative.

Des discussions quant à l'hydrophilie et l'accessibilité des sites de sorption sont proposées pour les deux types d'eau liée, notamment pour expliquer l'hystérèse.

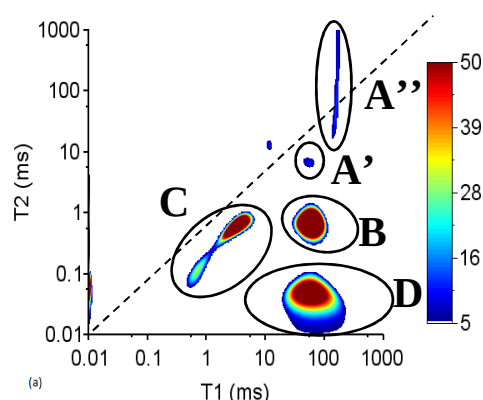


Fig. 1 : Cartographie T1T2 de la teneur en eau dans le bois d'été en cycle d'adsorption (B et C : eau liée – D polymère – A' et A'' : eau liquide ou artefact)

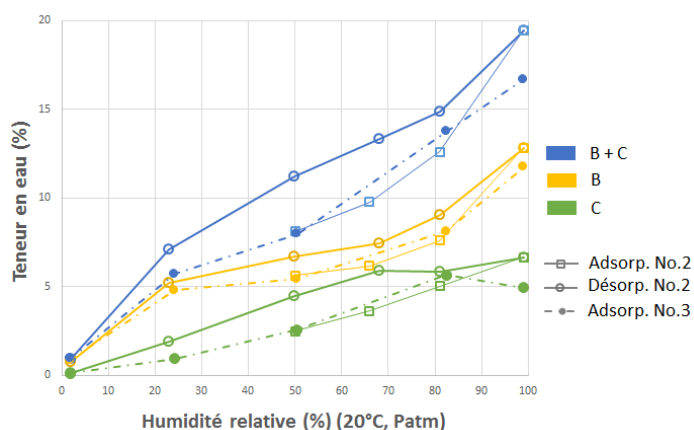


Fig. 2 : Teneur en eau des différents types d'eau liée (B+C, B et C) dans le bois d'été mesurés par RMN

Référence

Marie B. (2017) Analyse multi-échelle du comportement hygromécanique du bois : mise en évidence par relaxométrie du proton et mesures de champs volumiques de l'influence de l'hétérogénéité au sein du cerne. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est.

Bonnet M., Courtier-Murias D., Faure P., Rodts S., Care S. (2017) NMR determination of sorption isotherms in earlywood and latewood of Douglas fir. Identification of bound water components related to their local environment. *Holzforschung*, 71(6) : 481-490.