

Compréhension des mécanismes de transfert de liquide dans le bois

Meng Zhou, Denis Courtier-Murias, Pamela Françoise Faure, Stéphane Rodts, Sabine Caré, Philippe Coussot

▶ **To cite this version:**

Meng Zhou, Denis Courtier-Murias, Pamela Françoise Faure, Stéphane Rodts, Sabine Caré, et al.. Compréhension des mécanismes de transfert de liquide dans le bois. 5èmes journées annuelles du GDR3544 Sciences du Bois, 2016, Bordeaux, France. hal-01711394

HAL Id: hal-01711394
https://enpc.hal.science/hal-01711394

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.

Compréhension des mécanismes de transfert de liquide dans le bois

ZHOU Meng[1], COURTIER-MURIAS Denis[1], FAURE Paméla[1], RODTS Stéphane[1], CARE Sabine[1], COUSSOT Philippe[1]

[1]Université Paris-Est, Laboratoire Navier, ENPC-IFSTTAR-CNRS, 2 allée Kepler, 77420 Champs-sur-Marne, France
meng.zhou@ifsttar.fr

Mots clefs : eau, huile, imbibition, IRM, perméabilité, peuplier

Introduction

Le bois est un matériau de construction très sensible à la présence d'eau, qui peut induire des déformations importantes et des désordres dans la structure. En raison de sa structure inhomogène et anisotrope, ainsi que des interactions complexes entre l'eau et le bois, les transferts d'eau sous forme liquide ont été beaucoup étudiés mais sont encore mal appréhendés [Siau 1984]. Les modèles proposés aujourd'hui ne nous permettent pas de décrire correctement les phénomènes d'imbibition, soit parce qu'il manque encore des tests appropriés à différentes échelles, soit à cause de notre méconnaissance des mécanismes à l'origine de la perméabilité intrinsèque du bois.

Compte tenu de cette complexité il paraît utile d'observer au cours du temps lors d'une imbibition, la distribution spatiale de l'eau dans ses différents états à l'intérieur du bois. Des méthodes non-destructives, telles que la neutronographie [Marjan et al, 2014] ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) [Almeida et al, 2008] ont été ponctuellement utilisées pour étudier la distribution d'eau dans le bois. Ici nous utilisons l'IRM disponible au Laboratoire Navier avec une bonne résolution spatiale et temporelle, ce qui nous permet de visualiser la dynamique des transferts et de quantifier les évolutions de la teneur en liquide dans un feuillu au cours de l'imbibition.

Matériaux et méthodes

De façon à comprendre l'origine de la perméabilité d'un peuplier nous nous intéressons à l'imbibition de deux types de liquide. Nous utilisons ainsi de l'eau et de l'huile de silicone, liquide apolaire n'ayant pas d'effet sur le gonflement du bois et dont on peut facilement faire varier la viscosité. Les échantillons de peuplier sont prélevés dans le duramen sur 10 cm de longueur, et 4 x 1.8 cm dans le plan transversal. La partie inférieure de l'échantillon (préconditionnée à 55% HR) est immergée dans l'eau sur une profondeur de quelques millimètres. Les faces latérales de l'échantillon sont imperméabilisées pour éviter des effets de bord.

Pour les mesures IRM nous utilisons un spectromètre imageur bas champ DBX 24/80 de Bruker opérant à 0,5 T avec une fréquence de 20 MHz pour le proton et une puissance de gradient de 50 mT/m. La bobine utilisée permet un champ de vision jusqu'à 20 cm. La distribution spatiale du liquide est mesurée avec une séquence d'écho de spin et une résolution d'environ 0,5 mm. La dynamique de l'imbibition d'eau est suivie pendant 3 jours, alors que l'imbibition d'huile de silicone est suivie pendant un jour.

Résultats

Les courbes d'imbibition obtenues par pesée hydrostatique (figures non présentées ici) montrent que les deux liquides (l'eau et l'huile de silicone) semblent pénétrer dans le bois

selon une loi de Washburn « apparente » (masse d'eau pénétrée proportionnelle à la racine du temps écoulé). Cependant, l'eau pénètre beaucoup moins rapidement que l'huile de silicone en dépit (pour l'eau) d'une plus forte tension superficielle et d'une plus faible viscosité. Ceci suggère que l'eau rencontre un effet de blocage particulier.

La Fig. 1 montre l'image d'une tranche de 2 mm située au sein de l'échantillon. Des mesures de profils de teneur en liquide le long de l'axe longitudinal à différents temps permettent une approche plus quantitative du phénomène (Fig. 2 et 3). Chaque point d'un profil correspond ici à la teneur en liquide imbibé dans une fine tranche d'échantillon horizontale située à une certaine hauteur. L'huile de silicone avance beaucoup plus vite en hauteur que l'eau, en revanche l'eau pénètre deux fois plus en quantité pour une hauteur donnée. En outre nous constatons que les liquides montent dans le milieu non seulement verticalement, mais ils continuent aussi de remplir inexorablement le matériau à des niveaux inférieurs.

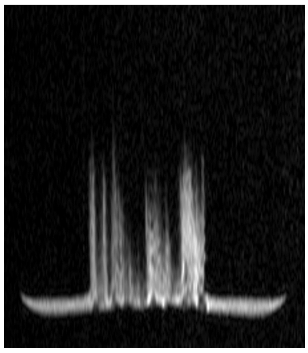


Figure 1 : Image par IRM d'une tranche de 2mm du bois imbibé d'eau, après 3 jours d'imbibition

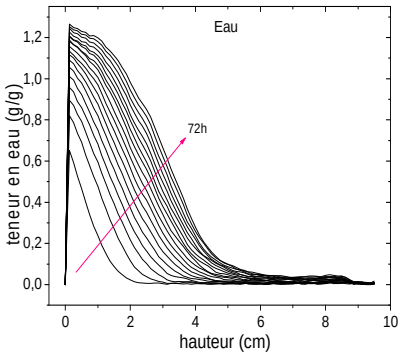


Figure 2: Distribution de teneur en eau le long de l'axe longitidunal, les profils sont présentés toutes les 4 heures

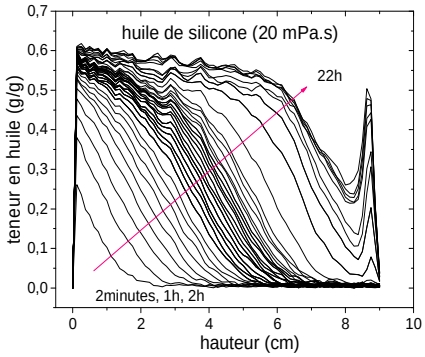


Figure 3: Distribution de teneur en huile de silicone long de l'axe longitidunal : au début profils toutes les 2 minutes, puis toutes les heures et enfin toutes les 2 heures.

Conclusions

Les observations montrent que la dynamique d'imbibition est différente entre l'eau et l'huile de silicone. Pour mieux comprendre les transferts dans le bois, des mesures IRM fournissent une nouvelle approche à la fois qualitative et quantitative. On constate que le modèle de Washburn (s'appuyant sur la loi de Darcy) ne s'applique pas directement. Les modèles d'imbibition capillaire en milieu poreux complexe ne semblent pas non plus permettre de décrire les phénomènes observés. Nous cherchons actuellement à confronter plus complètement un modèle de transfert à relier la structure anatomique du bois (une distribution étalée de la géométrie des pores, par exemple).

Références

J.F.Siau, Transport Processes in Wood, 74. Springer-Verlag, New York (1984).

S-G.Marjan, P.Vontobel, E.Lehmann et al, Liquid uptake in Scots pine sapwood and hardwood visualized and quantified by neutron radiography, Materials and Structures, 47, 1083-1096 (2014).

G. Almeida, S. Leclerc, P. Perré, NMR imaging of fluid pathways during drainage of softwood in a pressure membrane chamber, International Journal of Multiphase Flow,34, 312–321 (2008).