



**HAL**  
open science

# Prédiction de la diffusivité thermique et massique du bois par la méthode Lattice Boltzmann

Mehdi Ayouz, Patrick Perre

► **To cite this version:**

Mehdi Ayouz, Patrick Perre. Prédiction de la diffusivité thermique et massique du bois par la méthode Lattice Boltzmann. 2èmes Journées du GDR 3544 Sciences du Bois, Nov 2013, Champs sur Marne, France. hal-01824577

**HAL Id: hal-01824577**

**<https://hal.science/hal-01824577>**

Submitted on 16 Jul 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.

A18

## Prédiction de la diffusivité thermique et massique du bois par la méthode Lattice Boltzmann

AYOUZ Mehdi, PERRE Patrick

Ecole Centrale Paris  
Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux (LGPM)  
Grande Voie des Vignes, Châtenay-Malabry, France  
[mehdi.ayouz@ecp.fr](mailto:mehdi.ayouz@ecp.fr)

### Mots-clés

Anatomie, structure, traitement d'image, propriété équivalente.

### Résumé

Dans un contexte de réduction de l'empreinte carbone, les matériaux de construction issus de la biomasse présentent le double intérêt de capturer le carbone et de le stocker durablement dans les constructions. Des travaux de recherche sont réalisés depuis plusieurs années afin de caractériser les matériaux du point de vue thermo-hydrigue et modéliser leur réponse sous différentes contraintes (température, humidité relative, etc.). La simulation numérique du phénomène de diffusion a été réalisée dans un milieu poreux hétérogène par la méthode de Lattice Boltzmann (LBM) (Succi 2001, Mohamad, 2007). La méthode développée a été validée sur un réseau rectangulaire divisé en deux sous-domaines de conductivités thermiques différentes (Ayouz, Perré 2013).

Le code de calcul a ensuite été utilisé pour prédire la conductivité thermique équivalente et la diffusivité massique de l'épicéa dans les deux directions transverses du bois (radiale and tangentielle). Afin de prendre en compte la structure anatomique réelle de l'agencement cellulaire, le calcul est effectué sur un réseau hétérogène généré à partir d'une image obtenue par microscopie électronique à balayage environnementale (Fig. 1).

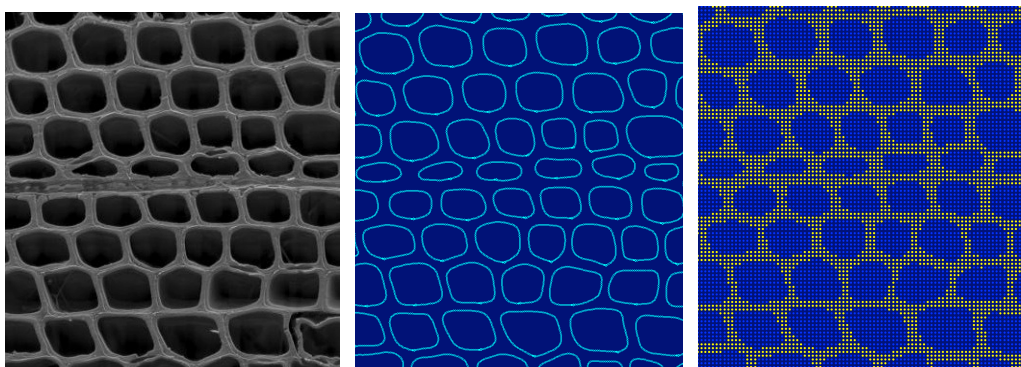


Fig. 1. Génération du réseau hétérogène à partir d'une image ESEM d'épicéa (extraction des contours des lumens et grille utilisée pour le calcul ( $\epsilon_s = 0.4$ )).

La méthode LBM permet de calculer le champ de température dans le volume élémentaire représentatif (Fig. 2) et d'en déduire la propriété macroscopique équivalente. Les valeurs de conductivités thermiques obtenues, dans les deux directions tangentielle et radiale, sont assez proches des valeurs théoriques obtenues pour la même proportion des phases placées en parallèle. Ceci est conforme au résultat escompté pour une structure hétérogène dans laquelle c'est la phase connexe qui est la plus diffusives. En cohérence avec cette explication, des conclusions opposées sont obtenues dans le cas de la diffusivité massique.

Les résultats sont en bon accord avec des prédictions obtenues avec des méthodes numériques classiques (Perré et Turner, 2001). Ce travail est une première étape pour modéliser le couplage chaleur-masse dans les milieux poreux hétérogènes à trois dimensions avec description de la morphologie de pores par tomographie-X. Grâce à la flexibilité de la méthode LBM pour prendre en compte des géométries complexes, cette méthode peut facilement s'appliquer à n'importe quel plan ligneux.

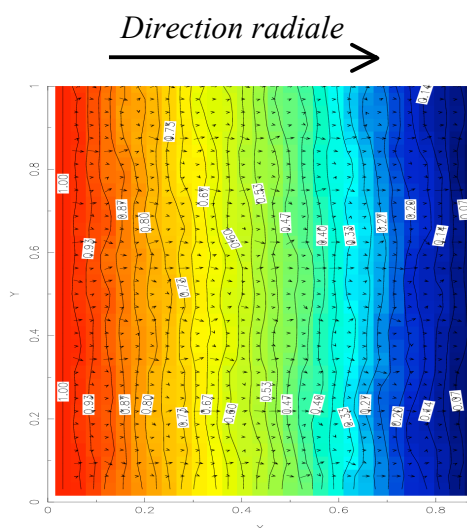


Fig.2. Champ de température 2-D en régime stationnaire et flux de chaleur associé.

## Références

Ayouz M., Perré P., Numerical simulation of diffusion in porous media using the Lattice Boltzmann Method, Eurodrying'2013, paper P35, 8 pages, 2013.

Mohamad A.A., Applied Lattice Boltzmann Method for Transport Phenomena, Momentum, Heat and Mass Transfer, Sure Print, Calgary, 2007.

Perré P., *MeshPore* : a software able to apply image-based meshing techniques to anisotropic and heterogeneous porous media, Drying technology Journal, 2005, 23: 1993-2006.

Perré P., Turner I., Determination of the material property variations across the growth ring of softwood for use in a heterogeneous drying model. Part II : use of homogenisation to predict bound water diffusivity and thermal conductivity, Holzforschung, 2001, 55: 417-425.

Succi S., The Lattice Boltzmann Equation for Fluid Dynamics and Beyond. Clarendon Press, Oxford, 2001.