

# Étude expérimentale et numérique du comportement hygromécanique d'un panneau de bois. Application à la conservation des tableaux peints sur bois du patrimoine

**Citation for published version (APA):**

Gauvin, C. A. F., Jullien, D., Dupré, J-C., Doumalin, P., Obataya, E., & Gril, J. (2014). *Étude expérimentale et numérique du comportement hygromécanique d'un panneau de bois. Application à la conservation des tableaux peints sur bois du patrimoine.*

**Document status and date:**

Published: 01/01/2014

**Document Version:**

Accepted manuscript including changes made at the peer-review stage

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# **Étude expérimentale et numérique du comportement hygromécanique d'un panneau de bois.**

## **Application à la conservation des tableaux peints sur bois du patrimoine.**

GAUVIN Cécilia<sup>1</sup>, JULLIEN Delphine<sup>1</sup>, Jean-Christophe DUPRE<sup>2</sup>, Pascal DOUMALIN<sup>2</sup>,  
Eiichi OBATAYA<sup>3</sup>, GRIL Joseph<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Mécanique et de Génie Civil (LMGC)  
CNRS UMR 5508, Université Montpellier 2, France

<sup>2</sup>Institut Pprime, UPR 3346, CNRS, University of Poitiers, Poitiers, France

<sup>3</sup>Laboratory of Biomaterials Engineering,  
Graduate School of Life and Environmental Sciences, Tsukuba University, Japan  
[cecilia.gauvin@univ-montp2.fr](mailto:cecilia.gauvin@univ-montp2.fr)

**Mots clés :** bois, corrélation d'image, hygromécanique, panneaux peints, transfert hydrique et chaleur, caractérisation du vieillissement

### **Contexte de l'étude**

De nombreux objets en bois ancien posent des difficultés de conservation et de restauration. En plus des problèmes liés au vieillissement naturel du bois, la conservation et la restauration des panneaux peints sont des exercices délicats de mise en œuvre, à cause des phénomènes complexes d'échanges hydriques asymétriques entre le milieu ambiant et la couche picturale pour une face, et le milieu ambiant et le revers du tableau pour l'autre face. Certains restaurateurs d'objets du patrimoine ont parfois cherché à éliminer la courbure du panneau par humidification et pression progressive, afin d'aplanir et renforcer le panneau « plat » ; ou encore simplement en amincissant le panneau puis en le collant sur un support rigide. Entre manipulations malheureuses et stockage dans des conditions non contrôlées, cela a parfois eu pour conséquence l'écaillage et la perte partielle de la couche picturale de certains d'entre eux, sans oublier l'initiation de fissures. En effet, les objets du patrimoine ainsi manipulés sont des témoins précieux à la fois d'un art, d'une époque et d'un comportement à long terme du matériau considéré.

### **Simulations numériques**

Afin d'aider au mieux les acteurs du patrimoine à prédire le comportement des panneaux de bois peints, nous adaptons des outils numériques de simulation d'échanges hydriques et de chaleur (Perré, 1999) à cette problématique. Nous pouvons ainsi décrire les gradients d'humidité et de chaleur dans une planche 3D lors d'une variation d'humidité relative et/ou de température.

### **Caractérisation du vieillissement du bois**

Le lien avec le matériau a été conservé. Nous avons pu étudier les propriétés physiques et hygromécaniques du vieux bois. En effet, le bois ancien possède des caractéristiques en termes de retrait/gonflement ou encore d'humidité d'équilibre différentes d'un bois fraîchement coupé (Obataya, 2007, Matsuo, 2011). La question est : « comment reproduire de façon accélérée les propriétés du vieux bois sur du bois non vieilli ? » Effectivement si nous arrivons à reproduire ce matériau particulier qu'est le vieux bois et qui compose notre objet d'étude, le panneau peint, nous pouvons alors adapter nos modèles hygromécaniques. Nous avons donc effectué une série de traitements hygro-thermiques afin d'accélérer le « vieillissement » du bois. Puis, nous comparons les différences de propriétés physiques avant et après traitement.

## **Expérimentation sur réplique de panneau peint**

Le sujet du comportement des panneaux peints a déjà fait l'objet de 3 thèses de doctorat auparavant (Marcon, 2009, Colmars, 2011 et Froideveaux, 2012). Ces auteurs ont mis en évidence des mécanismes mécanosorptifs et ont établi des modèles de comportement adaptés aux panneaux peints. La question, maintenant, est de confirmer ces modèles par des expérimentations. Nous avons donc choisi de reproduire étape par étape la fabrication d'un panneau peint : de la planche unique à l'assemblage de planches contraint par d'éventuels renforts. À chacune de ces étapes, le comportement hygromécanique de l'objet est mesuré par méthode de corrélation d'image (Gauvin, 2014).

## **Remerciements**

Je tiens à remercier Eiichi Obataya pour m'avoir accueillie dans son laboratoire au Japon dans le cadre d'un séjour d'été de *Japanese Society for the Promotion of Science* (JSPS), et Patrick Perré pour nous avoir ouvert librement son code de calcul de transfert hydrique et chaleur : Transpore.

## **Références**

Colmars, J. (2011) Hygromécanique du matériau bois appliquée à la conservation du patrimoine culturel: Étude sur la courbure des panneaux peints. Thèse de doctorat, Université de Montpellier 2.

Froideveaux, J. (2012) Wood and paint layers aging and risk analysis of ancient panel painting, PhD, Université Montpellier 2.

Gauvin, C., Jullien, D., Doumalin, P., Dupré, J.-C. and Gril, J. (2014) Image correlation to evaluate the influence of hygrothermal loading on wood. *Strain*, Vol 50, Issue 5, p. 428

Marcon, B. (2009) Hygromécanique des panneaux en bois et conservation du patrimoine culturel. Thèse de doctorat, Université Montpellier 2, Università degli studi di Firenze.

Matsuo et al. (2011) Aging of wood: Analysis of color changes during natural aging and heat treatment, *Holzforschung*, pp. 65:361.

Obataya, E. (2007) Characteristics of aged wood and Japanese traditional coating technology for wood protection", Actes de la journée d'étude Conserver aujourd'hui : les "vieillissements" du bois – Cité de la Musique.

Perré P. and Turner I. W. (1999) A 3-D version of TransPore: a comprehensive heat and mass transfer computational model for simulating the drying of porous media, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 42, no. 24, pp. 4501-4521.