



# NOTE DE RECHERCHE

OCTOBRE 2015 • N°10.

## AMÉLIORATION DES PERFORMANCES TECHNIQUES DU BOIS DE PIN BLANC ET DE PIN TORDU TRAITÉ AVEC UNE SOLUTION D'ACIDE CITRIQUE ET GLYCÉROL

**Résumé :** Dans un contexte international où l'appel à l'utilisation de matières premières issues de sources renouvelables se fait insistant, le bois se présente une fois de plus comme un matériau de grand intérêt. La stabilité dimensionnelle, la pourriture et l'action des UV du soleil sur le matériau représentent des problématiques qui interpellent encore aujourd'hui, les scientifiques du domaine. L'amélioration des performances techniques du produit lambris par le biais d'un traitement avec une solution acide citrique - glycérol représente une piste très intéressante. Les résultats des essais de stabilité dimensionnelle nous indiquent une amélioration supérieure à 53% par rapport aux échantillons témoins. Suite à ces résultats, des analyses par spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF) et par microscopie électronique à balayage (MEB) ont été effectuées pour mieux les discuter. La spectroscopie IRTF présente des pics entre les longueurs d'onde 1720-1750  $\text{cm}^{-1}$ . Ceux-ci indiquent la formation de liaisons esters entre les molécules de bois et le traitement. Les images de la MEB montrent que la solution de traitement polymérise et se condense dans la structure du bois. L'essai de sorption indique une humidité d'équilibre (HE) des échantillons traités inférieure à celle des échantillons témoins. Pour les essais de biodégradation, le traitement améliore la résistance à la dégradation fongique par rapport aux échantillons témoins.

**Applications potentielles et retombées industrielles :** Les travaux de recherche se réalisent dans un contexte de partenariat industriel avec l'entreprise Maibec, leader dans la production de bardage en bois massif. Ce partenariat permettra à cette entreprise de se démarquer par l'innovation sur un marché toujours plus compétitif.

### INTRODUCTION

Le bois est un matériau qui gagne en popularité dans les constructions non résidentielles et multirésidentielles<sup>1</sup>. Comme matériau biodégradable, le bois présente des propriétés physico-chimiques qui, en fonction du milieu de mise en service, représentent des problématiques (stabilité dimensionnelle, pourriture et action des UV/soleil). Depuis les années 40, de nombreux traitements ont été proposés pour parier ces problèmes, dont l'utilisation de résine à base de formaldéhyde<sup>2</sup>, de diméthyloldihydroxyéthylèneurea (DMDHEU), d'anhydrides cycliques et non cycliques et de produit à base de silicone<sup>3</sup>. Certains traitements produisent des résultats intéressants, mais en raison de la complexité des procédés et de leurs coûts, ceux-ci restent cloisonnés au niveau des laboratoires. Depuis les années 90, la question environnementale constitue un autre élément très important dans l'élaboration de nouveaux procédés. La réaction chimique entre le glycérol et l'acide citrique produit un polymère riche en liaisons ester<sup>4</sup>. L'utilisation du glycérol (coproduit de l'industrie du biodiesel) et de l'acide citrique, deux produits biosourcés, écoresponsable et non toxique pour la santé humaine, se présente comme un avantage pour le traitement du bois.

### I. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les planches de bois de Pin blanc (*Pinus strobus* L.) et de pin tordu (*Pinus contorta* D.) ont été fournies par Maibec, Saint-Pamphile, Québec. L'acide citrique et l'acide chlorhydrique proviennent de Sigma-Aldrich Co., St Louis, MO, USA. Le glycérol provient de Rothsay

Biodiesel, Ville Ste-Catherine, QC, Canada. Les souches de champignon 103 A *Irpex lacteus* pour la pourriture blanche et la souche 120 AM *Postia placenta* pour la pourriture brune ont été fournies par FPIinnovations, Québec, QC, Canada pour les essais de biodégradations.

- Les planches de bois de différentes dimensions (en fonction des essais), conditionnées à une teneur en humidité de 8% sont usinées pour la préparation des échantillons. Ils sont ensuite reconditionnés avant traitement. Le traitement consiste en deux phases : une phase d'imprégnation et une phase de polymérisation et de condensation.
- La solution de traitement est constituée d'acide citrique/glycérol crue/eau, ratio massique 3/1/1. La réaction chimique est catalysée à l'acide chlorhydrique (36-37%).
- L'imprégnation consiste à disposer les échantillons dans le cylindre d'imprégnation et y ajouter la solution glycérol-acide citrique. Une fois le cylindre fermé, nous y appliquons un vide (720 mbar pendant 30 minutes) suivi d'une pression (200-400psi pendant 2-4h en fonction de l'espèce de bois et des dimensions des échantillons). À la fin de cette première phase, les échantillons sont disposés dans l'étuve pour polymérisation et condensation.
- Après polymérisation en étuve, les échantillons sont disposés dans un dessiccateur contenant du  $\text{P}_2\text{O}_5$  pour refroidissement. Cette étape est suivie d'un nettoyage et d'un reconditionnement des échantillons à une teneur en humidité de 8% avant essais.

- La détermination de la stabilité dimensionnelle des échantillons traités et des échantillons témoins est effectuée avec des essais de sorption à la vapeur d'eau. L'appareil utilisé est le VTI-SA + *vapor sorption analyser* (TA Instruments, USA). Les conditions climatiques de la chambre d'essai étaient : température constante de 25°C et humidité relative variable de 5-95%

- Les essais de biodégradation ont été effectués sur la base de la norme AWWA E10 de 2012 "Standard method of testing wood preservatives by Laboratory Soil-Black Cultures".

## II. RÉSULTATS ET DISCUSSION

- Les résultats des essais de sorption indiquent que les échantillons traités ont une humidité d'équilibre plus basse (réduit plus de 50 %) par rapport aux échantillons témoins, et ceci, pour les deux espèces de bois. Compte tenu de la montée en température dans la phase de polymérisation, pour éliminer l'idée du bois torréfié, des échantillons ayant suivi les mêmes étapes, à l'exception de l'étape d'imprégnation, ont été préparés et soumis aux essais de sorption. Ces échantillons sont nommés « échantillon chauffé à 180°C ». Les échantillons chauffés à 180°C présentent une HE similaire à celle des témoins (Figures 1 et 2).

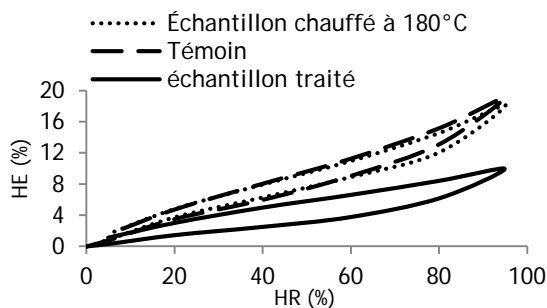


Figure 1. Courbe de sorption des échantillons de Pin tordu.

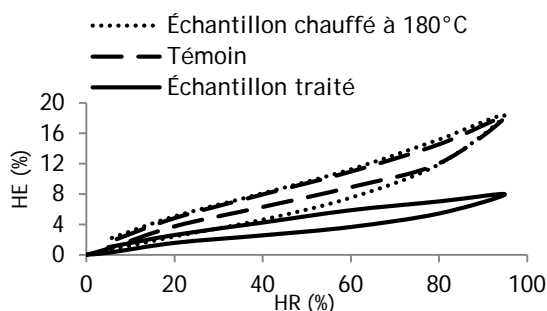


Figure 2. Courbe de sorption des échantillons de Pin Blanc.

Les essais de biodégradation effectués indiquent un effet du traitement sur la résistance aux attaques par les champignons testés. L'analyse par perte de masse

(Figure 3) montre que l'action des champignons sur les échantillons témoins est supérieure par rapport aux échantillons traités. La dégradation et la déformation des échantillons témoins sont visibles à l'œil nu tandis que ceux traités ne présentent aucune dégradation, ni déformation.

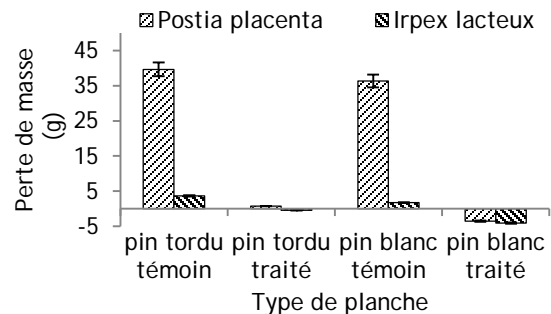


Figure 3. Analyse de la perte de masse des échantillons de bois exposés aux champignons *Irpex lacteus* (pourriture blanche) et *Postia placenta* (pourriture brune).

## III. CONCLUSIONS

- Les résultats démontrent qu'un traitement utilisant une solution d'acide citrique et glycérol améliore la stabilité dimensionnelle des échantillons et augmente leur résistance aux champignons lignivores.

- Les liaisons chimiques (esters) formées entre les molécules de la solution d'imprégnation et le bois, ainsi que le remplissage des espaces inter et intracellulaires, constituent les mécanismes qui portent à l'amélioration de la performance du bois.

- L'utilisation du glycérol et de l'acide citrique, deux produits de source renouvelable et non toxique pour la santé humaine représente une réelle opportunité pour l'industrie du lambris.

Remerciements : les auteurs remercient le Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG) du Canada et FPInnovations, pour le financement de ce projet de recherche (RDCPJ 386935).

<sup>1</sup> Zeitler Fletcher, S., De Jager, C. (2014). Summary report: Survey of international tall wood buildings from Forestry Innovation Investment and Binational Softwood Lumber Council, 37.

<sup>2</sup> Lukowsky, D. (2002). Influence of the formaldehyde content of waterbased melamine formaldehyde resins on physical properties of scots pine impregnated therewith. Holz als Roh- und Werkstoff, 60 (5), 349-355.

<sup>3</sup> Sebe, G., De Jéso, B. (2000). The dimensional stabilisation of maritime pine sapwood (pinus pinaster) by chemical reaction with organosilicon compounds. Holzforschung. 54(5), 474-480.

<sup>4</sup> Halpern, J. M., Urbanski, R., Weinstock, A. K., Iwig, D. F., Mathers, R. T., Von Recum, H. A. (2013). A biodegradable thermoset polymer made by esterification of citric acid and glycerol. Society for biomaterials, 11.

Auteur: Gatien Géraud Essoua M.Sc.,

Pour plus d'informations: Pierre Blanchet, professeur agrégé

[pierre.blanchet@sbf.ulaval.ca](mailto:pierre.blanchet@sbf.ulaval.ca) ; (418) 656-7954

Centre de recherche sur les matériaux renouvelables, Pavillon Gene-H.-Kruiger,  
2425 rue de la Terrasse, Université Laval, Québec, Qc, Canada G1V 0A6

<http://www.materiauxrenouvelables.ca>