

Sommaire Recherche et développement



Valeur
au
bois

RDS 2009-05-F

Accroître la dureté et la stabilité dimensionnelle du bois au moyen de la densification et de l'imprégnation

Le bois durci et imprégné est un nouveau matériau très prometteur pour l'industrie du bois. En effet, ce nouveau matériau possède des caractéristiques particulières que ne possède pas le bois d'origine, et se prête donc à des applications différentes.

Le procédé classique normalement utilisé pour durcir et modifier le bois consiste à imprégner celui-ci de polymère(s) ou de produits chimiques qui remplissent les vides des cellules ligneuses ou qui réagissent chimiquement avec le bois (on parle ici de polymérisation). Le comblement des vides rend le bois plus dur, et la polymérisation en réduit la perméabilité, ce qui entraîne une plus grande stabilité dimensionnelle du bois. L'imprégnation des produits chimiques et la polymérisation subséquente se font lot par lot. Il s'ensuit une capacité de production limitée, d'où des coûts d'exploitation élevés. Tout cela pourrait expliquer pourquoi peu d'entreprises du Canada s'adonnent à la modification du bois.

Le but de ce projet était de définir les propriétés de la pruche occidentale, de l'érable rouge, du tremble, du sapin baumier, du mélèze laricin et du pin blanc après imprégnation et durcissement, et de cerner et recommander des utilisations finales appropriées pour chaque nouveau matériau. Le projet visait précisément les objectifs suivants : 1) élaborer un procédé économique pour accroître la dureté et la stabilité dimensionnelle du bois; 2) évaluer l'effet de différents produits chimiques et de différents procédés de traitement sur la dureté du bois; 3) évaluer la performance des divers échantillons de bois traité pour différentes applications.



Méthode

Six essences de bois (tremble, sapin baumier, érable rouge, mélèze laricin, pruche occidentale, pin blanc) ont été soumises à différents procédés : précompression, compression sous presse à chaud, imprégnation chimique, postcompression sous presse à chaud. Ces quatre procédés étaient combinés à une imprégnation de résine phénol-formaldéhyde (PF), de résine mélamine-urée-formaldéhyde (MUF) et de méthylacrylate de méthyle (MMA). Les échantillons traités étaient ensuite étudiés sous les angles suivants : rétention et répartition chimique, qualité de la surface des échantillons, stabilité dimensionnelle, dureté, résistance mécanique, qualité de la ligne d'adhérence, résistance à l'arrachement, résistance à l'usure, émission de composés organiques volatils (COV) et résistance à la moisissure et à la pourriture.

Tableau 1 : Dureté (en MPa) des échantillons de différentes essences soumis à divers traitements.

	Témoin	Trait1	Trait2	Trait 3	Trait4	Trait5	Trait6	Trait7	Trait8
Tremble	2,22	4,04	2,3	7,97	12,34	6,43	3,23	3,09	2,09
Érable rouge	3,98			11,31			5,04	6,01	4,73
Sapin baumier	1,19			2,96	4,36		1,50	1,18	1,19
Pin blanc	1,48			3,46			1,86	1,44	1,56
Mélèze laricin	2,20			2,77			3,79	2,65	2,94
Pruche occidentale	1,48			4,99			3,13	1,74	2,49

Note : Trait1 Résine PF imprégnée par compression et séchée par compression sous presse à chaud
 Trait2 Résine PF imprégnée par compression et séchée dans un four à micro-ondes
 Trait3 Imprégnation de MMA
 Trait4 Imprégnation de MMA suivie de compression sous presse à chaud
 Trait5 Imprégnation de MMA par procédé sous vide
 Trait6 Imprégnation de résine PF à faible poids moléculaire par procédé sous vide
 Trait7 Imprégnation de résine PF à poids moléculaire élevé par procédé sous vide
 Trait8 Imprégnation de résine MUF par procédé sous vide

Résultats

Les résultats (tableau 1) indiquent que le procédé d'imprégnation précompression augmentait de 6 % la teneur en résine PF du tremble. Après compression sous presse à chaud, le tremble affichait une dureté de 4,04 MPa (Trait1), ce qui est près de deux fois la dureté des échantillons non traités (2,22 MPa). Le séchage des échantillons de tremble imprégnés de résine dans un four à micro-ondes a donné une dureté de 2,3 MPa (Trait2). Toutefois, l'observation en laboratoire a indiqué que certains des échantillons de tremble commençaient à brûler après sept minutes de séchage, alors que dans d'autres échantillons, la résine n'était pas encore sèche, ce qui signifie que l'énergie des micro-ondes n'était pas répartie également. L'utilisation d'un four à micro-ondes pour le séchage des échantillons imprégnés a donc été jugé inappropriée dans les circonstances.

Par suite du traitement au MMA à 100 %, c'est l'érable rouge qui a montré la plus grande dureté, suivi par le tremble, le pin rouge, la pruche occidentale et le pin blanc; le sapin baumier et le mélèze laricin étaient les moins durs (Trait3). Par ailleurs, le tremble, le pin rouge et la pruche occidentale traités se sont révélés plus durs que l'érable rouge non traité (3,98 MPa). Cela démontre tout le potentiel du procédé d'imprégnation au MMA, qui permet de remplacer des essences coûteuses (feuillus) par des essences sous-utilisées (résineux). Les résultats ont aussi montré qu'après la polymérisation du MMA, une nouvelle compression sous presse à chaud accroissait la dureté du bois, notamment dans le cas du tremble (Trait4).

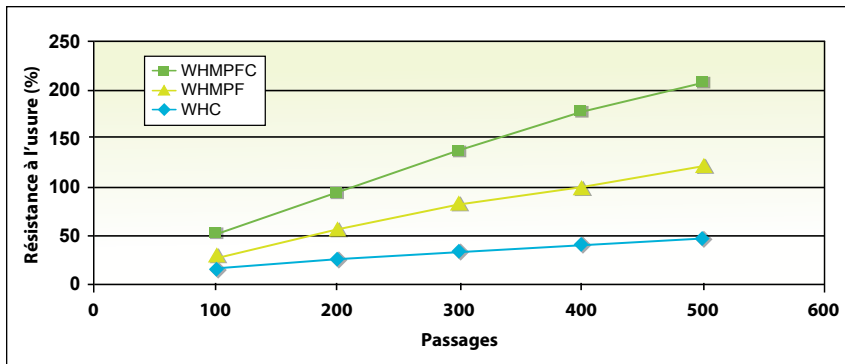
Parmi les échantillons de tremble soumis au même procédé, c'est le traitement au MMA qui a produit la plus grande dureté, suivi de la résine PF à faible poids moléculaire et de la résine PF à poids moléculaire élevé; la résine MUF à 100 % donnait la dureté la moins grande, si on compare les échantillons de tremble soumis aux Trait5 à Trait8 (procédé sous vide). Parmi les échantillons traités à la résine PF à faible poids moléculaire, l'érable rouge avait la plus grande dureté, suivi du mélèze laricin, de la pruche occidentale et du pin blanc; le sapin baumier avait la moins grande dureté, ce qui indique que la dureté du bois traité était fonction d'interactions entre les caractéristiques du bois et les paramètres du procédé (Trait6).

L'utilisation de la résine PF à faible poids moléculaire se traduisait normalement par une plus grande dureté que l'utilisation d'une résine PF à poids moléculaire élevé (Trait6 et Trait7).

Si l'on compare la dureté des échantillons traités à la résine MUF (Trait8) avec celle des échantillons traités à la résine PF à poids moléculaire faible ou élevé, on constate que la dureté des échantillons traités à la résine MUF était faible et variait peu. Sauf pour l'érable rouge traité à la résine MUF et aux résines PF, et pour le mélèze laricin traité à la résine PF à faible poids moléculaire, aucun des échantillons de quelque essence traités à la résine n'était plus dur que l'érable rouge non traité.

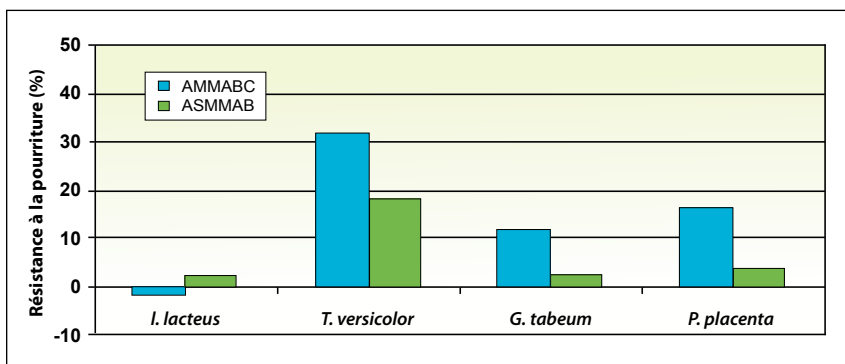
L'imprégnation d'un mélange de MMA et de résine PF diminuait la résistance à l'usure des échantillons, tandis qu'une compression sous presse à chaud supplémentaire augmentait la résistance à l'usure de l'échantillon traité, comparativement aux échantillons témoins (figure 1).

Normalement, les faces résistaient mieux à la moisissure que les côtés. La croissance de moisissure survenait plus tard et celle-ci était moins abondante après sept semaines d'incubation sur les échantillons témoins que sur les échantillons traités à la résine MUF et au Bardac, un produit commercial de préservation du bois; mais au bout de neuf semaines, la moisissure apparaissait plus rapidement et elle était plus abondante que sur les échantillons traités au MMA et au Bardac. La compression sous presse à chaud a retardé la croissance de moisissure sur les échantillons traités à la résine MUF et au Bardac.



WHMPFC : Échantillon imprégné de MMA+résine PF et compression sous presse à chaud
 WHMPF : Échantillon imprégné de MMA+résine PF et compression à chaud
 WHC : Échantillon témoin de pruche occidentale

Figure 1 : Résistance à l'usure de différents échantillons de pruche occidentale.



AMMABC : Tremble imprégné de MMA+Bardac par pré- et post- compression sous presse à chaud
 ASMMAB : Tremble imprégné de MMA+Bardac par précompression sous presse à chaud

Figure 2 : Résistance à la pourriture du tremble traité.

L'effet de la compression sous presse à chaud sur la résistance à la pourriture des échantillons de tremble traités dépendait des champignons utilisés. Dans les échantillons traités au MMA et au Bardac (figure 2), par exemple, la précompression suivie d'une compression sous presse à chaud a augmenté la résistance à la pourriture due au champignon filamenteux *T. versicolor*, mais ce traitement n'a produit aucune résistance à l'autre champignon filamenteux, *I. lacteus*. Il a quelque peu amélioré la résistance aux champignons responsables de la carie brune, *G. trabeum* et *P. placenta*. La précompression du tremble traité au MMA et au Bardac sans compression sous presse à chaud a réduit la résistance du tremble aux trois champignons, mais a eu tendance à augmenter la résistance à *I. lacteus*.

Pour le même procédé d'imprégnation, c'est sur l'érable rouge que le traitement était le plus efficace, suivi du tremble et de la pruche occidentale; à l'inverse, c'est sur le pin blanc que le traitement était le moins efficace. Cette expérience a révélé que le pin blanc, le sapin baumier et le mélèze laricin ne sont pas des essences à soumettre au procédé d'imprégnation chimique, tandis que ce procédé, selon les paramètres utilisés, accroît la dureté de l'érable rouge, du tremble et de la pruche occidentale.

La variation du procédé d'imprégnation (vide et pression) dans la même essence de bois (tremble) montre que, à partir d'un certain degré de rétention chimique, une augmentation du degré de rétention n'augmente pas la dureté du bois. Le principal facteur influant sur l'augmentation de la dureté du bois s'est révélé être le degré de vide.

L'étude combinée des différents produits chimiques, différentes essences de bois et différents procédés d'imprégnation a révélé que le MMA ne possédait pas d'avantage évident sur les autres produits chimiques. L'utilisation la plus efficace des différents produits chimiques pour obtenir une dureté optimale s'est révélée être la suivante :

- Résine PF : traitement par immersion ou par enduction pour le tremble, le sapin baumier, le mélèze laricin et la pruche occidentale; traitement sous vide pour l'érable rouge; traitement sous vide et sous pression pour le pin blanc.
- Résine MUF : traitement par immersion ou par enduction pour le sapin baumier et la pruche occidentale; traitement sous vide pour le mélèze laricin, le pin rouge et le pin blanc; traitement sous vide et sous pression pour le tremble.
- MMA : le tremble doit être traité sous vide.

Application des résultats

L'étude a montré que différentes essences et différents types de produits du bois nécessitent différents procédés, paramètres de procédé et produits chimiques. L'optimisation du procédé de modification du bois doit être fondée sur la situation particulière de l'usine et les matériaux choisis. Lorsque l'essence de bois et le type de produit sont définis, il est alors possible de déterminer les paramètres du procédé et les produits chimiques à utiliser.

Avantages possibles pour les fabricants

- Pour élaborer un procédé économique de mise en œuvre des concepts de modification du bois, il faut bien comprendre les besoins liés aux produits, les propriétés du bois, les produits chimiques et le procédé utilisés ainsi que leurs interactions, et utiliser cette information pour optimiser les activités de production. Ce projet a indiqué des moyens permettant d'atteindre ces fins.

Suite au verso ...



- D'après les prix pratiqués en 2007, il pourrait être financièrement avantageux de produire des revêtements de plancher en bois imprégné, comparativement aux revêtements en bois d'ingénierie, qui doivent être optimisés en usine.
- Il a aussi été déterminé que le tremble est un excellent candidat pour le procédé de modification du bois.

Remerciements

FPIInnovations – Division Forintek exprime sa gratitude à Ressources naturelles Canada – Service canadien des forêts pour l'aide financière accordée à cette recherche.

Les auteurs souhaitent remercier les personnes suivantes, qui ont agi à titre de personnes ressources pour le projet et qui y ont généreusement contribué par leurs connaissances, leur appui et leurs encouragements :

- M. Bill Love, Tembec
- M. Bruno Dufresne, Preverco
- M. Dan Price, Tolko Industries
- M. Étienne Poulin, Bois-Franc Inc.

Des remerciements tout spéciaux sont adressés à M. Pierre Blanchet, Ph. D. de Forintek, pour la coordination du projet et pour ses précieux commentaires.

Pour tout renseignement supplémentaire sur ce sujet, veuillez communiquer avec :

Hui Wan, Chercheur
FPIInnovations – Division Forintek
Tél. : 418 659-2647, poste 3809
Courriel : hui.wan@fpinnovations.ca

ou
Xiang-Ming Wang, Chercheur principal
FPIInnovations – Division Forintek
Tél. : 418 659-2647, poste 3804
Courriel : xiangming.wang@fpinnovations.ca

This R&D Summary is also available in English.

Partenaires du programme de recherche *Valeur au bois*



^{MC}FPIInnovations, son logo et Forintek sont des marques de commerce de FPIInnovations



**Valeur
au
bois**

Dans le cadre du programme *Valeur au bois*, financé par Ressources naturelles Canada, les conseillers industriels de Forintek offrent des services techniques aux entreprises de valeur ajoutée partout au Canada. Informez-vous des ateliers prévus dans votre région en consultant www.valeuraubois.ca, ou passez par le site (Support technique) pour toute demande de renseignement technique en rapport avec la transformation du bois.

Pour commander le rapport complet, adressez-vous à :

Marielle Martel
FPIInnovations – Division Forintek
Région de l'Est
publications.forintek@fpinnovations.ca
Tél. : 418 659-2647
Télé. : 418 659-2922

Helen Ramsay
FPIInnovations – Division Forintek
Région de l'Ouest
publications.forintek@fpinnovations.ca
Tél. : 604 224-3221
Télé. : 604 222-5690