



Construire des bâtiments à partir du bois d'essences feuillues du Québec?

Par Alexandre Morin-Bernard, ing.f., étudiant à la maîtrise en sciences du bois, Pierre Blanchet, ing.f., Ph. D., Christian Dagenais, ing., Ph. D., et Alexis Achim, ing.f., Ph. D.



Territoires où les résultats s'appliquent.

Cet Avis de recherche forestière présente le sujet de l'affiche gagnante du 1^{er} prix catégorie 2^e cycle au concours d'affiches universitaires Gustave-Clodomir-Piché dans le cadre du Carrefour Forêts 2019.

L'utilisation du bois pour la construction de bâtiments est en forte hausse au Québec. En remplaçant des matériaux comme l'acier ou le béton, les produits de bois d'ingénierie, dont le bois lamellé-collé, permettent de diminuer l'empreinte écologique des bâtiments (Thormark 2006). À ce jour au Québec, ces produits sont exclusivement composés de bois d'espèces résineuses, mais les espèces feuillues génèrent un intérêt grandissant.

Un bois lamellé-collé composé d'espèces feuillues du Québec

Le bois lamellé-collé est composé d'un empilement de lamelles de longueurs variables, aboutées puis collées les unes aux autres à l'aide d'un adhésif à haute résistance. Il est utilisé en tant que poutres, colonnes ou arches dans les bâtiments à structure de bois. La demande croissante pour ce produit, motivée par ses avantages écologiques et son attrait esthétique, rend possible une diversification de l'offre. Les produits de bois à usage structural sont traditionnellement fabriqués à partir d'espèces résineuses. Pourtant, la structure anatomique des feuillus leur confère une densité généralement plus élevée et une résistance mécanique impressionnante. De plus, l'apparence distinctive des feuillus constitue un atout de taille.

L'objectif de ce projet est d'évaluer la faisabilité technique d'un bois lamellé-collé composé d'espèces feuillues du nord-est de l'Amérique du Nord, soit le chêne blanc (*Quercus alba*), le frêne d'Amérique (*Fraxinus americana*), le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*). Ces espèces ont été sélectionnées selon des critères variables qui comprennent notamment la résistance mécanique, l'apparence et la disponibilité.

Le développement d'un nouveau produit de bois d'ingénierie structural

L'utilisation de nouvelles espèces dans un produit d'ingénierie structural introduit une certaine incertitude. Par exemple, la densité élevée des bois d'espèces feuillues, qui leur confère leur résistance, est d'autre part susceptible de limiter la pénétration de l'adhésif dans les cellules du bois, compromettant ainsi la résistance des assemblages. Cette densité provoque également des changements dimensionnels majeurs lors de variations du taux d'humidité, ce qui exerce une contrainte importante sur la ligne de colle (Frihart et Hunt 2010).

Lorsqu'elle est soumise à une charge, une poutre en bois lamellé-collé tend à fléchir, ce qui génère un effort de compression sur la face supérieure et un effort de traction sur la partie inférieure (σ) (figure 1). La poutre étant composée de plusieurs lamelles, il s'exerce également une contrainte de cisaillement (τ) entre chacune d'entre elles, cette contrainte étant maximale au centre de la poutre. La résistance dépend donc des caractéristiques de la matière première, mais également de la résistance des lamelles une fois aboutées ainsi que de la qualité du collage entre celles-ci (Dietsch et Tannert 2015). Le projet est divisé en quatre phases d'essais, soit 1) la sélection des paramètres de collage, 2) la sélection des paramètres d'aboutage, 3) la caractérisation de la matière première et 4) l'assemblage et la mise à l'essai de poutres pleine grandeur. Le projet permettra de déterminer la résistance de poutres composées des essences étudiées, fabriquées selon les paramètres identifiés comme les plus performants lors des trois premières phases d'essais.

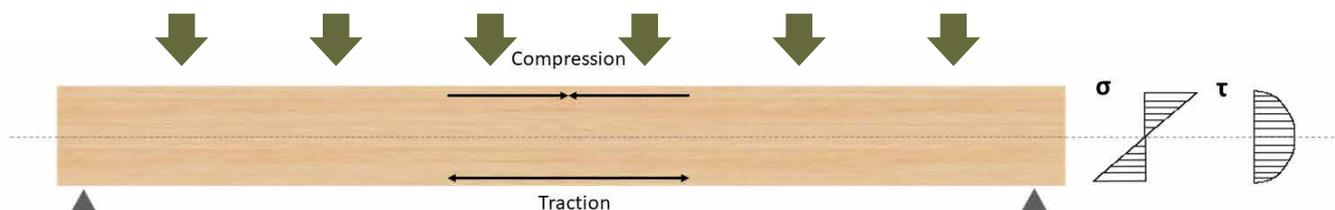


Figure 1. Contraintes subies par une poutre soumise à une charge uniforme.

Le défi du collage des bois d'espèces feuillues : résultats des premiers essais

Très peu de travaux ont été réalisés jusqu'ici sur le collage des espèces feuillues disponibles au Québec et les études réalisées sur des espèces apparentées ont montré que les résultats peuvent fortement varier d'une espèce à l'autre et en fonction de l'adhésif utilisé (Aicher, Ahmad et Hirsch 2018). La première phase expérimentale du projet a permis d'évaluer la capacité de différents adhésifs à former un lien résistant et durable avec les essences de bois étudiées. Des échantillons prélevés sur des assemblages réalisés avec les quatre espèces et cinq adhésifs ont été soumis à des essais de résistance au cisaillement. Certains échantillons ont été testés dans des conditions sèches et les autres après qu'ils eurent été complètement saturés d'eau, atteignant ainsi leur gonflement maximal. Deux paramètres étaient mesurés, soit la force maximale exercée avant rupture (f_v) et le taux de défaillance dans le bois. Une défaillance à 100 % dans le bois (figure 2b) indique que le lien adhésif est plus résistant que le bois lui-même et donc que l'assemblage permet de tirer pleinement profit de la résistance de la matière première. Une défaillance à l'interface de deux lamelles (figure 2a), dans la ligne de colle, indique que le lien adhésif était l'élément limitant dans l'assemblage.

Les résultats obtenus (figure 3) ont permis de constater que la force à laquelle se produisait la rupture était relativement semblable pour chacun des adhésifs, tant dans des conditions sèches qu'humides. La résistance en conditions humides était toutefois de loin inférieure à celle en conditions sèches (figure 3, a et b). Les taux de défaillance dans le bois étaient fortement variables (figure 3, c et d). Dans des conditions sèches, plusieurs



Figure 2. Taux de défaillance dans le bois de 0 % (a) et 100 % (b).

adhésifs (EPI, MF, PUR 2C) ont fourni des résultats équivalents, avec une rupture se produisant le plus souvent entièrement dans la fibre du bois. Ces adhésifs conviennent à un produit structural utilisé dans des conditions sèches. Toutefois, seul un adhésif (MF) a conservé un taux de défaillance dans le bois comparable après le test dans des conditions humides. Dans le cas des autres adhésifs, la présence d'humidité ainsi que le gonflement du bois ont occasionné un grand nombre de défaillances dans la ligne de colle. Ces adhésifs ne sont donc pas appropriés pour le collage structural des espèces étudiées dans le contexte d'une utilisation extérieure ou en présence de fortes variations du taux d'humidité.

Les implications pour la construction en bois au Québec

À terme, les résultats de ce projet pourraient permettre une plus grande utilisation des espèces feuillues dans la fabrication de produits d'ingénierie structuraux. Cette offre élargie encouragera le choix du matériau bois dans une plus grande variété de projets de construction en plus de fournir de nouveaux débouchés pour des espèces non valorisées à leur plein potentiel.

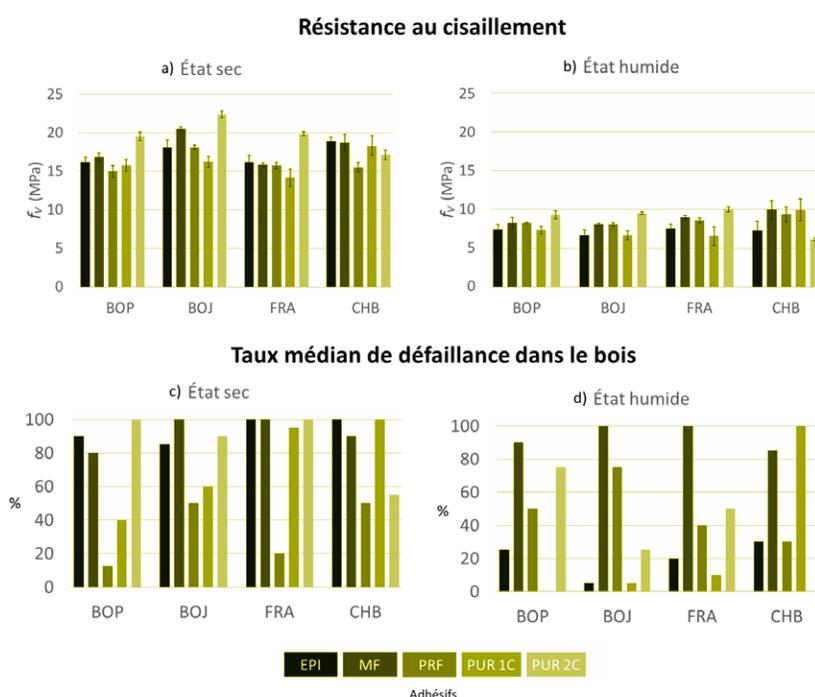


Figure 3. Résultats des essais de résistance au cisaillement. *EPI = Émulsion isocyanate et polymère, MF = Mélamine-formaldéhyde, PRF = Phénol-résorcinol formaldéhyde, PUR 1C = Polyuréthane mono-composante, PUR 2C = Polyuréthane bi-composante.

Pour en savoir plus

Aicher, S., Z. Ahmad et M. Hirsch, 2018. *Bondline shear strength and wood failure of European and tropical hardwood glulams*. European Journal of Wood and Wood Products 76(4): 1205-1222.

Dietsch, P., et T. Tannert, 2015. *Assessing the integrity of glued-laminated timber elements*. Construction and Building Materials 101: 1259-1270.

Frihart, C.R., et C.G. Hunt, 2010. *Wood Handbook, Chapter 10: Adhesives with Wood Materials- Bond Formation and Performance*. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory: 10-1 - 10-24.

Thormark, C., 2006. *The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building*. Building and Environment 41(8): 1019-1026.

Les liens Internet de ce document étaient fonctionnels au moment de son édition.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Direction de la recherche forestière
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-7994
Télécopieur : 418 643-2165

Courriel : recherche.forestiery@mffp.gouv.qc.ca
Internet : www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

ISSN : 1715-0795

Forêts, Faune
et Parcs

Québec