

## Valorisation de drêche de microbrasserie en adhésifs pour le bois

Alex Mary

Vous pouvez consulter l'article [ici](#) [1]

Au Québec, le bois est une ressource abondante et renouvelable qui séduit de plus en plus le secteur de la construction, tant pour ses avantages écologiques que pour son esthétisme attrayant. Cependant, l'utilisation d'adhésifs à base de composés pétrochimiques dans la fabrication d'éléments structurels en bois pose un défi environnemental. En réduisant la dépendance aux adhésifs d'origine pétrolière, il sera possible de contribuer favorablement au positionnement environnemental des matériaux à base de bois.

### Des adhésifs pour le bois à partir de protéines

Le secteur du bâtiment représente près de 40 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES), ce qui a un impact majeur sur les changements climatiques [2]. Pour remédier à cette situation, une des stratégies recommandées par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est d'augmenter l'utilisation du bois dans la construction des bâtiments. Le bois est une ressource renouvelable exploitée de manière durable au Québec, capable de stocker temporairement du carbone dans les structures des bâtiments. [3]. Cependant, les adhésifs actuellement utilisés pour ces structures sont des adhésifs synthétiques qui dépendent fortement des ressources fossiles [4]. Ce projet a pour objectif de réduire les émissions de GES provenant de l'industrie de la construction en développant des adhésifs biosourcés. Les ressources sélectionnées sont des protéines qui présentent un potentiel d'amélioration de l'adhérence au bois.

### Développement d'adhésifs biosourcés

Les adhésifs polyuréthanes offrent une alternative aux adhésifs qui émettent du formaldéhyde. Les polyuréthanes à deux composants sont constitués d'au moins un prépolymère isocyanate et d'un polyalcool. Ces adhésifs sont capables de coller différents matériaux, émettent peu de composés organiques volatils (COV) et peuvent former des liaisons hydrogène et covalentes avec le bois. Cependant, la plupart de ces adhésifs sont dérivés de la pétrochimie. Plusieurs études ont été menées pour augmenter la proportion de composants d'origine biologique dans ces adhésifs, en particulier en utilisant des protéines. Les protéines sont des macromolécules biologiques connues pour améliorer l'adhérence de l'adhésif au substrat en bois. [5].



Ainsi, les isocyanates peuvent réagir non seulement avec les groupes hydroxyles présents dans le polyalcool, mais également avec les groupes amines des acides aminés des protéines.

### Caractérisation des protéines

Cette étude porte sur les drêches de microbrasserie comme source de protéines. Ces drêches ont été traitées dans des conditions légèrement alcalines pour obtenir des concentrés de protéines, qui seront nommés DMPC dans cette étude. Afin de mieux comprendre le comportement du concentré de protéines au sein d'un système adhésif polyuréthane, il était essentiel d'étudier ses propriétés. Les analyses de masse moléculaires sont présentées à la Figure 1. Un poids moléculaire d'environ 40 kDa ne constitue pas un obstacle à la formulation de l'adhésif, car des études antérieures ont démontré que des adhésifs à base de protéines d'un poids moléculaire pouvant atteindre 100 kDa peuvent être formulés. [6]. En fait, le fait d'avoir des protéines plus petites permet de favoriser l'incorporation des protéines dans l'adhésif et de minimiser la viscosité finale du système. Les analyses thermiques montrent que les concentrés de protéines se dégradent après 300°C, cependant, comme les adhésifs sont utilisés à froid, il n'y a aucun risque de dégradation du concentré de protéines une fois qu'il est incorporé (Figure 2).

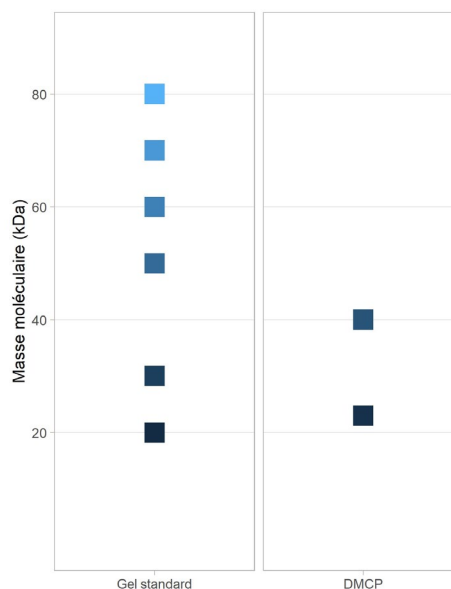


Figure 1 : Masses moléculaires du concentré de protéines à partir de drêche de microbrasserie

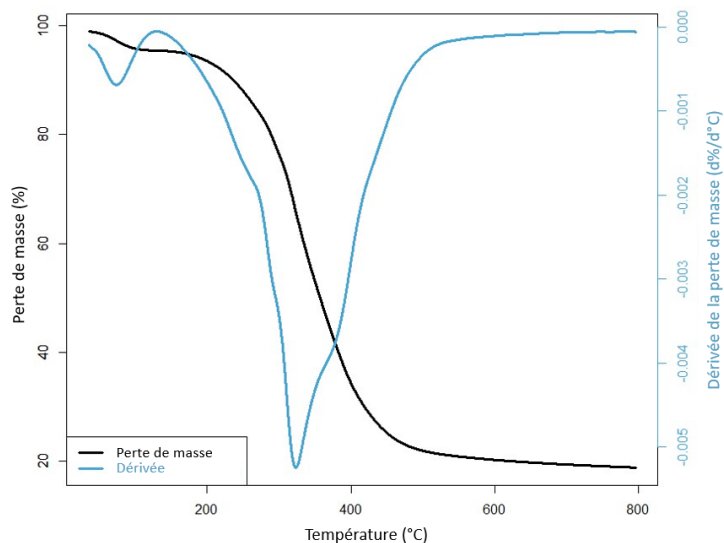


Figure 2 : Analyses thermiques du concentré de protéines à partir de drêche de microbrasserie

### Incorporation des protéines dans un adhésif polyuréthane

Les protéines sont incorporées dans les systèmes adhésifs en remplaçant une partie des groupes OH des polyalcools par une fraction des groupes amines des protéines. Les taux d'incorporation varient de 5 %, 10 %, 15 % à 20 %. Ces adhésifs sont désignés sous le nom de PU-DMCP, en référence au concentré DMCP. Pour évaluer la réaction de polymérisation des adhésifs en temps réel, nous avons utilisé la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (Figure 3). Les adhésifs à base de protéines ont montré des taux de conversion similaires à celui de l'adhésif pétrochimique de référence, ce qui suggère que l'incorporation de protéines a peu d'impact sur ce paramètre.

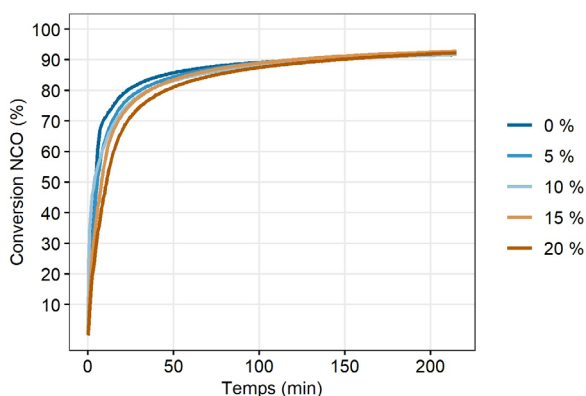


Figure 3 : Taux de conversion de la bande d'isocyanate en fonction du temps pour les adhésifs PU-DMCP à différentes teneurs en protéines

Les analyses mécaniques ont été réalisées dans le but de déterminer le point de rupture des adhésifs utilisés pour le collage du bois lors de tests de cisaillement. L'analyse a révélé qu'il n'y avait pas de fibres présentes à la surface de l'échantillon fracturé. Ceci suggère que la force d'adhérence de l'adhésif était inférieure à la force de cohésion du bois (*Picea mariana*, Mill.), entraînant ainsi une défaillance. Cependant, la Figure 4 démontre que l'incorporation de protéines dans les adhésifs augmente la capacité de charge maximale que la structure en bois peut supporter avant d'atteindre son point de rupture.

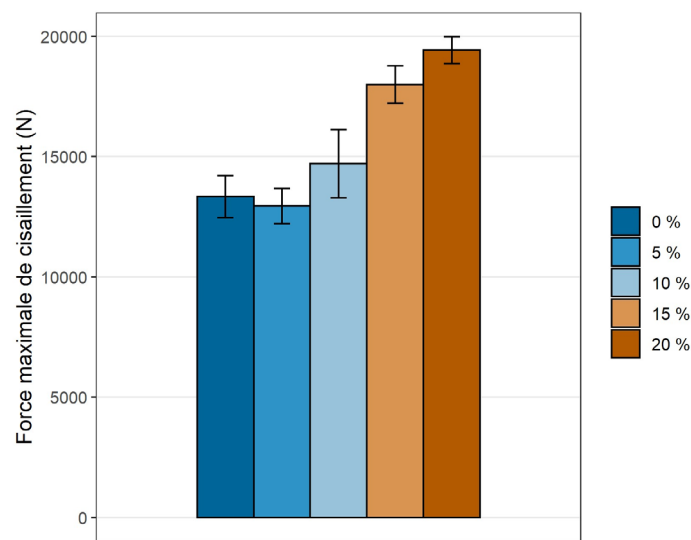


Figure 4 : Force maximale de cisaillement avant rupture des adhésifs PU-DMCP à différentes teneurs en protéines

### Impacts sur la construction en bois au Québec

L'incorporation de protéines dans un adhésif polyuréthane présente plusieurs avantages, tels que la valorisation des coproduits industriels et l'augmentation de la composante biosourcée de l'adhésif. Cela permet également de traiter un aspect crucial des caractéristiques environnementales des matériaux composites structuraux. Les résultats démontrent une amélioration des propriétés des adhésifs grâce à cette incorporation de produits biosourcés par rapport aux adhésifs sans protéines ajoutées. Ce projet sera bénéfique pour le secteur de la construction, car les panneaux en bois ainsi produits auront des taux d'émissions faibles, contribuant ainsi à positionner le Québec en tant que leader dans la lutte contre les changements climatiques.

## Bibliographie

- [1] Mary, A., Blanchet, P., and Landry, V. (2023). Polyurethane Wood Adhesives from Microbrewery Spent Grains, in *Bio-Based Building Materials. ICBBM 2023. RILEM Bookseries*, Amziane, S., Merta, I., and Page, J., Eds., Springer , pp. 14–28.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-33465-8\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-33465-8_2)
- [2] Programme des Nations Unies pour l'environnement (2020). Rapport 2020 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions – Résumé analytique. Nairobi.
- [3] Stevanovic, T., and Perrin, D. (2009). Chimie et analyse des produits naturels, in *Chimie du bois*, Presses polytechniques et universitaires romandes, pp. 3–46.
- [4] Gui, C., Zhu, J., Zhang, Z., and Liu, X. (2016). Research Progress on Formaldehyde-Free Wood Adhesive Derived from Soy Flour, in *Adhesives - Applications and Properties*, InTech, pp. 187–200. <http://dx.doi.org/10.5772/65502>.
- [5] Yang, I., Kuo, M., Myers, D. J., and Pu, A. (2006). Comparison of protein-based adhesive resins for wood composites. *Journal of Wood Science*, 52, 6, 503–508,  
<https://doi.org/10.1007/s10086-006-0804-5>.
- [6] Jenkins, C. L., Meredith, H. J., and Wilker, J. J. (2013). Molecular weight effects upon the adhesive bonding of a mussel mimetic polymer. *ACS Appl Mater Interfaces*, 5, 11, 5091–5096,  
<https://doi.org/10.1021/am4009538>

