



NOTE DE RECHERCHE

OCTOBRE 2014 • N°11.

FABRICATION DE PAPIER ULTRARÉSISTANT PAR UNE MÉTHODE DE CHIMIE VERTE

Dans le but d'élaborer un nouveau matériau ultrarésistant à base de pâte à papier Kraft, une approche de réticulation des fibres de cellulose en une seule étape a été mise au point. La pâte Kraft prétraitée dans un milieu aqueux de soude ou de chlorure de sodium est mise à réagir avec du 1,3-dibromopropane. Les propriétés mécaniques des fibres modifiées sont ensuite déterminées avec des méthodes normalisées. Des résultats intéressants concernant les propriétés mécaniques ont été obtenus.

INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie, un changement important des habitudes de consommation de médias imprimés a pris place à l'échelle mondiale. Une numérisation importante de l'économie a mené à une baisse considérable de la consommation de papiers journaux et papiers d'impression. Ceci n'a pas manqué de toucher sévèrement l'industrie québécoise des pâtes et papiers qui est largement basée sur la production de ces grades de papiers. En revanche, le marché des papiers spécialisés, tels les cartons et papiers d'emballage, résiste mieux à l'épreuve du temps. Il est donc important de trouver de nouvelles façons de valoriser les installations disponibles sur le territoire du Québec par le développement de nouveaux produits papetiers tels les papiers d'emballage ultrarésistants. Des travaux antérieurs ont exploré la réticulation sélective des fibres lignocellulosiques par la réaction de 1,3-cycloaddition dipolaire de Huisgen catalysée par le cuivre (CuAAC), une réaction de chimie verte¹. Ces travaux ont démontré des rendements intéressants pour la synthèse d'un des intermédiaires, la propargylcellulose obtenue par la réaction du bromure de propargyle sur la cellulose en phase aqueuse². Nous poursuivons actuellement l'étude de la réactivité de molécules bromées en phase aqueuse par une réticulation non sélective des fibres de pâte Kraft effectuée avec des dibromures d'alcane. Nous rapportons ici les résultats pour le premier cas étudié, le 1,3-dibromopropane.

I. MATÉRIEL ET MÉTHODE

• Les essais ont été effectués sur une pâte Kraft de résineux blanchie obtenue d'une usine située au Québec. La méthode développée au laboratoire débute avec un prétraitement de la pâte Kraft. Une masse de 25 g de pâte est dispersée dans une solution aqueuse de NaOH ou de NaCl. Le mélange est ensuite mis à congeler pour une nuit. La décongélation s'effectue ensuite à température ambiante et le mélange est dilué avec de l'eau déminéralisée avant l'ajout des réactifs. On obtient ainsi une suspension de fibre à 2% m/m dans une solution aqueuse de NaOH ou NaCl à 5% m/m.

• La réaction de réticulation de la pâte s'effectue en une seule étape. Cinq équivalents de 1,3-dibromopropane sont ajoutés au mélange de pâte prétraitée. Le mélange est laissé sous agitation mécanique pendant une semaine.

• La réaction chimique attendue entre le 1,3-dibromopropane et la cellulose est illustrée sur la Figure 1.

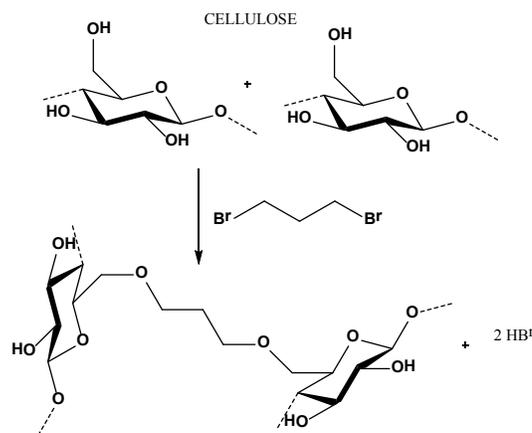


Figure 1. Réaction du 1,3-dibromopropane avec la cellulose en milieu aqueux.

• Étant donné la formation de bromure d'hydrogène (HBr) lors de la réaction de réticulation, un essai a été réalisé en présence d'un agent de neutralisation, le carbonate de potassium, à un dosage de 1 équivalent de K_2CO_3 /équivalent de HBr.

• Afin d'évaluer les propriétés mécaniques, des feuilles de 1,2 g ont été préparées selon la méthode normalisée TAPPI T205 SP-02 avec des mélanges de fibres vierges et réticulées contenant 25 ou 50% de fibres réticulées. Les indices de déchirure, d'éclatement, d'élongation et de rupture ont été mesurés pour les différents mélanges de pâtes selon la méthode normalisée TAPPI T220 SP-96. Les mêmes tests ont été répétés pour des mélanges contenant 25 ou 50% de fibres n'ayant pas subi la réaction de réticulation, mais ayant subi le prétraitement dans une solution de NaOH ou NaCl.

II. RÉSULTATS ET DISCUSSION

• En conditions alcalines (NaOH), une dégradation importante des fibres survient lors du prétraitement. Après la réaction de réticulation, aucun rehaussement significatif des propriétés mécaniques n'est observé (Figure 2).

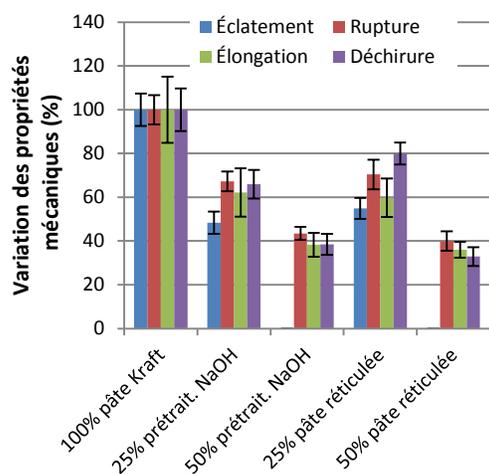


Figure 2. Propriétés mécaniques des feuilles préparées avec les fibres prétraitées au NaOH. (Barres d'erreurs = ± 1 écart-type)

• En conditions salines (NaCl), une faible dégradation des fibres est observée suite au prétraitement (Figure 3). Après la réaction de réticulation, on observe clairement un rehaussement important des propriétés mécaniques. Dans la plupart des cas, ce rehaussement dépasse même les propriétés mécaniques de la pâte Kraft initiale.

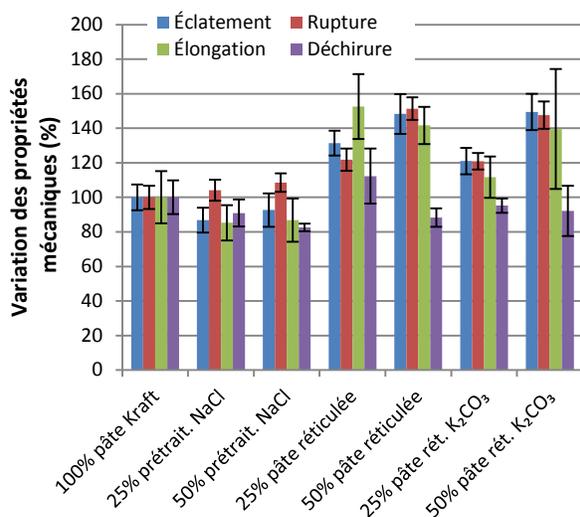


Figure 3. Propriétés mécaniques des feuilles préparées avec les fibres prétraitées au NaCl. (Barres d'erreurs = ± 1 écart-type)

• Aucune technique d'analyse n'a permis d'évaluer le degré de substitution de la réaction puisque la structure chimique exacte du produit obtenu est encore inconnue. L'absence d'hétéroatomes sur la chaîne utilisée ne facilite pas l'analyse.

• Par contre, en milieu NaOH, une perte significative d'intensité de la bande OH et une augmentation d'intensité des bandes CH et C-O sont observables en infrarouge (Figure 4). Bien qu'il ne s'agisse que d'une preuve indirecte, cette analyse suggère qu'il y ait eu substitution de fonctions alcool par des fonctions éther.

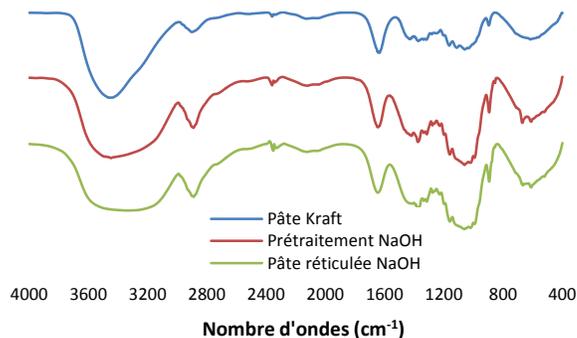


Figure 4. Spectres infrarouges pour la pâte Kraft, les fibres prétraitées au NaOH et les fibres modifiées.

III. CONCLUSIONS

• La réaction de réticulation en une seule étape en milieu NaCl aqueux permet un rehaussement des propriétés mécaniques des feuilles de papier, allant jusqu'à 40% lorsque la moitié des fibres de pâte Kraft sont substituées par des fibres modifiées.

• L'ajout d'un agent neutralisant (K_2CO_3) afin de contrôler l'acidité du milieu réactionnel n'a pas d'effet significatif sur les propriétés mécaniques comparativement aux fibres réticulées sans K_2CO_3 . Le contrôle de l'acidité du milieu réactionnel n'est donc pas un facteur déterminant dans l'évolution des propriétés mécaniques.

• Plusieurs avenues sont encore à étudier, comme l'effet de la longueur de la chaîne de carbone utilisée, l'effet du nombre d'équivalents de réactif utilisé et l'identification d'une technique permettant de prouver la formation de liens covalents dans la structure finale des fibres.

¹ Faugeras P.A., Brouillette F. et Zerrouki R. 2014. Selective crosslinking of Kraft pulp fibres by click chemistry - Characterisation of the properties of reaction intermediates and final product, *Nordic Pulp and Paper Research Journal*, in press.

² Faugeras P.A., Elchinger P.H., Brouillette F., Montplaisir D. et Zerrouki R. 2012. Advances in cellulose chemistry - Microwave-assisted synthesis of propargylcellulose in aqueous medium. *Green Chem.* 14:598-600.

Auteurs: Guillaume Nourry B.Sc., Rachida Zerrouki Ph.D. et François Brouillette Ph.D.

Pour plus d'informations: François Brouillette, professeur titulaire

Francois.Brouillette@uqtr.ca ; (819) 376-5011 poste 4507

Centre de recherche sur les matériaux lignocellulosiques, Université du Québec à Trois-Rivières,
3351 boul. des Forges, C.P. 500, Trois-Rivières, Qc, Canada G9A 5H7

<http://www.materiauxrenouvelables.ca>