

M. David Myja a soutenu sa thèse en sciences et génie des matériaux lignocellulosiques

Thèse de doctorat en sciences et génie des matériaux lignocellulosiques de M. David Myja, intitulée : « Étude de l'oxydation de la mise en pâte thermomécanique à l'échelle semi-industrielle ».

Depuis plusieurs années, de nombreuses modifications chimiques de la pâte à papier ont été étudiées. L'une d'entre elle a particulièrement retenu notre attention. La réaction d'oxydation au 4-acétamido-2,2,6,6-tétraméthylpipéridine-1-oxyl (aTEMPO) avec du bromure de sodium et de l'hypochlorite de sodium est en effet très intéressante. Cette oxydation permet d'ajouter des groupements carboxyliques à la surface des fibres de la pâte de manière sélective limitant ainsi la dégradation des fibres. La présence de ce type de groupements a plusieurs avantages dont l'augmentation du potentiel de liaison entre les fibres ou, lorsqu'ils sont présents en très grande quantité, d'au contraire, engendrer une répulsion entre les fibres en phase aqueuse. Ces deux phénomènes permettent de cibler des applications différentes. Dans un cas, il sera possible d'améliorer les résistances mécaniques du papier alors que dans l'autre, il sera possible de produire plus facilement des nanofibres qui auront l'avantage de posséder des groupements fonctionnels réactifs. Cependant, l'oxydation aTEMPO a été principalement étudiée sur la cellulose de pâte Kraft alors que la pâte produite au Québec est principalement une pâte thermomécanique (PTM) composée de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. Ce projet de recherche a ainsi eu pour objectif de mieux comprendre le fonctionnement de l'oxydation aTEMPO sur la PTM et d'étudier une mise à l'échelle semi-industrielle de cette réaction.

À l'échelle du laboratoire, il a été possible de déterminer les conditions d'oxydation optimales pour améliorer les résistances du papier ou de produire des matériaux composés de nanofibres avec les meilleures propriétés mécaniques possibles. Les résultats ont notamment mis en évidence que la production de matériaux transparent nécessite une grande quantité de groupements carboxyliques à la surface des fibres mais également une importante quantité de lignine doit être dissoute. Par ailleurs, il a également été démontré que lors de l'oxydation aTEMPO, la réaction n'est pas sélective comme lors du traitement de la pâte Kraft. Il est connu que l'hypochlorite de sodium permet de dégrader la lignine mais avec l'oxydation aTEMPO, nous avons démontré qu'il est possible d'oxyder la lignine sans la solubiliser.

Concernant les applications de la pâte oxydée et plus particulièrement sur la qualité du papier, il est possible d'améliorer la résistance du papier à la traction avec un mélange de pâte non-oxydée, faiblement oxydée et fortement oxydée. Toutefois, cela va diminuer la résistance du papier à la déchirure et également diminuer sa blancheur. Il a cependant été possible d'améliorer la blancheur du papier avec l'ajout de glaise dans le papier. La rétention est moins bonne que pour une pâte non traitée mais, pour une quantité de charge similaire dans la pâte, la résistance du papier à la rupture sera nettement supérieure en présence de pâtes oxydées.

L'oxydation aTEMPO a été mise en place à différentes étapes d'un procédé de fabrication de pâte thermomécanique. Lorsque la réaction est implantée dans l'imprégnateur des copeaux, au sein du raffineur ou lors d'un traitement à haute consistance, le pH ne peut être contrôlé ce qui engendre une diminution de la blancheur du papier par noircissement alcalin. Toutefois, le raffinage d'une pâte oxydée nécessite moins d'énergie de raffinage qu'une pâte non traitée donnant un papier de résistance à la rupture équivalente. Lorsqu'une pâte fortement oxydée est passée dans un raffineur, il est possible d'obtenir une suspension de fibres avec une importante quantité de nanofibres pour une consommation énergétique relativement faible par rapport à d'autres systèmes de dispersion.

Enfin, pour favoriser les facteurs environnementaux et économiques, une étude de recyclage du milieu réactionnel a montré qu'il serait possible de réutiliser le aTEMPO et le bromure de sodium sur plusieurs oxydations successives. Cependant, l'oxydation forte engendre une forte augmentation du carbone organique total en solution ce qui va diminuer l'efficacité des oxydations suivantes.

Mots clés : Pâte thermomécanique, Oxydation, 4-acétamido-TEMPO, Papier, Nanofibres

Thèse de doctorat soutenue le 16 mai 2019

M. Robert Lanouette, Ph. D., directeur de recherche

Professeur, Département de génie chimique
Université du Québec à Trois-Rivières

M. Éric Loranger, Ph. D., codirecteur de recherche

Professeur, Département de génie chimique
Université du Québec à Trois-Rivières

M. François Brouillette, Ph. D., président du jury

Professeur, Département de chimie, biochimie et physique
Université du Québec à Trois-Rivières

M. Lotfi Toubal, Ph. D., évaluateur interne

Professeur, Département de génie mécanique
Université du Québec à Trois-Rivières

M. Ahmed Koubaa, Ph. D., évaluateur externe

Professeur, Unité d'enseignement et de recherche en sciences appliquées
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue