

RECYCLAGE DES RÉSIDUS PAPETIERS POUR LA PRODUCTION DE PANNEAUX DE FIBRES

Sébastien Migneault, *ing.jr., Ph.D.*

Doctorat en sciences du bois (Université Laval) et bénéficiaire d'une bourse d'études de RECYC-QUÉBEC

INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Les résidus solides provenant du traitement des eaux usées des usines de pâtes et papiers sont appelés boues (Smook, 2002). Les papetières du Québec produisent annuellement environ 1 850 000 tonnes humides de boue (MDDEP, 2007). Les pratiques actuelles de gestion de ces résidus (valorisation énergétique, enfouissement, valorisation agricole) sont sujettes à des restrictions législatives grandissantes, sont polluantes, font face à l'opposition populaire et ont, en plus, une faible valeur économique (Amberg, 1984). Le recyclage des résidus industriels pour la production de produits commerciaux représente une avenue intéressante afin d'optimiser l'utilisation des ressources forestières et de réduire la charge environnementale.

De 1995 à 2005, la consommation de panneaux de fibres de moyenne densité (MDF) a connu la plus grande croissance parmi la famille des panneaux agglomérés en Amérique du Nord et dans le monde (Industrie Canada, 2006). La boue primaire (BP) est riche en fibres de bois et représente donc une source d'approvisionnement pour les fabricants de panneaux MDF. La résine la plus utilisée pour la production de panneaux MDF et de panneaux de particules est l'urée-formaldéhyde (UF). L'UF est peu dispendieuse et facile d'utilisation, mais elle est critiquée pour ses émissions toxiques élevées de formaldéhyde (Industrie Canada, 2006). La boue secondaire (BS) a des propriétés adhésives et pourrait donc être utilisée pour réduire la teneur en UF dans les panneaux MDF.

Ainsi, l'objectif général est d'évaluer la faisabilité de produire des panneaux MDF en utilisant des fibres vierges, de la BP et de la BS issues de différents procédés papetiers.

DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE

Des BP et BS furent échantillonnées dans trois usines couvrant trois procédés de mise en pâte communs : thermomécanique (PTM), chimico-thermomécanique (PCTM) et kraft. Les boues furent ensuite défibrées et séchées à l'usine pilote de panneaux MDF de FPInnovations (Québec, Québec) puis caractérisées en termes de propriétés physiques et de composition chimique. Ces boues furent utilisées pour la fabrication de trois dispositifs expérimentaux de panneaux de fibres. Les panneaux furent caractérisés en termes de propriétés physiques, mécaniques et d'émission de formaldéhyde afin d'évaluer leur potentiel de recyclage pour la production de panneaux à faible teneur en résine. La performance des panneaux fut comparée aux normes de qualité de l'industrie.

RÉSULTATS

Les caractéristiques physiques et chimiques des boues varient selon le procédé de mise en pâte et le type de boue. La composition chimique démontre que la BP est une source de fibres de bois (cellulose et lignine) pour la fabrication de panneaux. La BP contient aussi de la matière

inorganique (impuretés ou contaminants). La BP kraft contient des fibres plus longues que les BP PTM et PCTM, mais a aussi la teneur en matière inorganique la plus élevée. La BS est riche en protéines et pourrait être utilisée comme composante adhésive dans les panneaux. En effet, avant 1950-1960 les adhésifs pour panneaux composites étaient à base de protéines.

Des échantillons de panneaux de boue (mélanges BS-BP, pas de fibres ni résine UF) furent formés par pressage à chaud afin d'étudier les propriétés adhésives de la BS. Une augmentation de la cohésion interne (IB) des panneaux jusqu'à 90 % et une diminution du gonflement en épaisseur (GE, après 24 heures en immersion dans l'eau) jusqu'à 92 % furent observées avec l'augmentation de la teneur en BS. Ce résultat démontre que la BS forme des liens adhésifs entre les fibres. Les boues de source PCTM ont produit les panneaux de meilleure qualité tandis que les boues kraft ont produit des panneaux de faible intégrité. Les différences entre les propriétés des panneaux de boue furent expliquées par la composition chimique des boues, principalement la teneur en matière inorganique, en protéines et en lignine, ainsi que par la longueur des fibres.

Ensuite, les trois sources de BP furent utilisées pour fabriquer des panneaux MDF collés à l'UF typiques de l'industrie. Différentes proportions des fibres de bois furent remplacées par de la BP dans les panneaux. Un dispositif où les facteurs sont la proportion de boue (0 %, 25 %, 50 %, 75 %) et le procédé papetier (PTM, PCTM, kraft) fut utilisé. Les panneaux contenant 25 % de boue rencontrent les normes de qualité de l'industrie en termes de propriétés physiques et mécaniques. La boue PTM a produit les panneaux avec les meilleures propriétés tandis que la boue kraft a produit des panneaux de faible qualité. L'ajout de boue dans les panneaux a eu un effet négatif sur toutes les propriétés mesurées. À partir de 50 % de boue, le GE des panneaux ne rencontre pas la norme de qualité de l'industrie. L'effet le plus important observé est donc la résistance à l'humidité des panneaux. Une forte corrélation entre les propriétés des panneaux et la teneur en matière inorganique des boues fut observée. La quantité de matière inorganique (ou non fibreuse ou contaminant) est donc la caractéristique dominante de la BP.

L'expertise développée dans les deux premiers dispositifs fut utilisée afin de produire des panneaux MDF à faible teneur en adhésif UF à l'aide du pouvoir adhésif de la BS. La teneur en résine fut réduite du tiers et remplacée par de la BS. Ici, la proportion totale de boue demeure fixe à 50 % de la masse du panneau. Les panneaux furent fabriqués selon un dispositif expérimental où les facteurs sont la teneur en résine (normale 12 %, réduite 8 %), la teneur en BS (faible 5 %, élevée 15 %) et deux procédés de mise en pâte (PTM, PCTM). Le procédé kraft fut rejeté basé sur la base des résultats précédents. Tel que obtenu précédemment, l'ajout de boue dans les panneaux a un effet négatif sur les propriétés des panneaux. Ici toutefois, cet effet fut annulé pour la CI avec l'apport adhésif de la BS. Ce résultat est prometteur et est inédit dans la littérature scientifique. Le pH et la capacité tampon élevés des boues ont possiblement nui à la performance (réticulation) de la résine UF.

L'utilisation de la boue dans les panneaux MDF a permis de réduire les émissions toxiques de formaldéhyde jusqu'à 68 % en comparaison avec le panneau témoin. Ceci est le résultat le plus prometteur de l'étude puisque les normes visant la réduction des émissions de formaldéhyde pour les produits MDF sont de plus en plus sévères et difficiles à rencontrer.

CONCLUSIONS

À la suite des travaux effectués et dans une optique de recyclage des résidus papetiers pour la production de panneaux MDF, nous tirons les conclusions suivantes :

- Les caractéristiques des boues varient selon le procédé papetier. La boue PTM est la moins contaminée (la plus faible teneur en matière inorganique) et donc la plus intéressante pour la production de panneaux MDF. La boue kraft est la plus contaminée.
- Les caractéristiques des boues varient selon le type de boue (BP ou BS). La BP est une source de fibres tandis que la BS pourrait être utilisée comme agent liant pour la production de panneaux MDF.
- Les propriétés adhésives de la BS ont permis d'augmenter la CI et de réduire le GE des panneaux de boue sans adhésif synthétique.
- Presque toutes les propriétés mesurées des panneaux MDF furent négativement affectées par l'ajout de boue. La propriété la plus négativement affectée est le GE.
- Il fut possible de remplacer jusqu'à 25 % des fibres par de la boue dans les panneaux tout en rencontrant les normes de qualité minimales de l'industrie pour MDF pour applications intérieures. L'effet le plus important observé est la résistance à l'humidité des panneaux.
- Toutes les propriétés des panneaux diminuent proportionnellement à la teneur en matière inorganique dans les boues.
- L'ajout de boues dans les panneaux MDF eut un seul effet positif : une réduction jusqu'à 68 % des émissions de formaldéhyde par rapport au panneau témoin (sans boue). Ceci est le résultat le plus prometteur de l'étude puisque les normes visant la réduction des émissions de formaldéhyde pour les produits MDF sont de plus en plus sévères et difficiles à rencontrer.
- Le pH et la capacité tampon élevés des boues ont possiblement nui à la performance (réticulation) de la résine UF.

RÉFÉRENCES

- MDDEP (2007). Bilan annuel de conformité environnementale, secteur pâte et papiers, 2006. Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, Canada. 221 pp.
- Smook GA (2002). Handbook for pulp & paper technologists, 3rd edition. Angus Wilde publications, Vancouver BC, Canada. 419 pp.
- Industrie Canada (2006). Carte routière technologique : Panneaux dérivés du bois. <http://www.ic.gc.ca> (en ligne le 16 octobre 2009).
- Amberg HR (1984). Sludge dewatering and disposal in the pulp and paper industry. J Water Pollut Control Fed 56(8):962-969.