



# NOTE DE RECHERCHE

NOVEMBRE 2014 • N°13.

## L'ÉCOCONCEPTION D'ADHÉSIFS À BASE DE TANINS AUTOCONDENSÉS : UNE SOLUTION ÉCONOMIQUE VIABLE?

Les tanins sont des composants chimiques que l'on retrouve en abondance dans l'ensemble des espèces végétales. Dans la recherche d'adhésifs à faible trace environnementale, les tanins constituent une option de choix. Le tanin, bien qu'issu de résidus de l'industrie forestière, est relativement coûteux, soit dans l'ordre de 1 900\$/tonne. Ce travail explore les aspects économiques du développement d'adhésifs à base de tanins autocondensés. Il a été remarqué que les coûts de production élevés de l'adhésif sont largement dus au prix du tanin. Toutefois, cette étude démontre qu'à 1 900\$/tonne d'extraits de tanins secs, la production industrielle d'adhésifs à base de tanins autocondensés pourrait s'avérer profitable au Canada.

### INTRODUCTION

Les adhésifs employés pour le bois, essentiellement d'origine pétrochimique, posent des problèmes environnementaux. Dans la recherche d'une alternative, l'autocondensation d'adhésifs à base de tanins s'avère être prometteuse pour la production d'adhésifs à faible trace environnementale.

Les adhésifs à base de tanins autocondensés sont des colles écologiques synthétisés à partir de tanin et d'eau. Ils ont été développés par l'équipe du Professeur A. Pizzi<sup>1</sup>. Ils ont notamment été explorés dans les travaux de Wieland<sup>1</sup> portant sur les adhésifs respectueux de l'environnement utilisés pour la fabrication de panneaux dérivés du bois à faible émission de formaldéhyde.

Le but de ce travail est de déterminer les aspects économiques liés au développement d'adhésifs de tanins autocondensés. Sur la base de la valeur environnementale de ce produit ainsi que sa valeur ajoutée à la ressource forestière, nous émettons l'hypothèse que l'écoconception de ces adhésifs est économiquement viable.

### I. MATÉRIEL ET MÉTHODE

• Cette étude a été réalisée avec, comme modèle de référence, une usine de production d'adhésif urée formaldéhyde. Nous avons défini les différents paramètres nécessaires à une production industrielle d'adhésifs à base de tanin autocondensé, à savoir, les paramètres d'investissement, les paramètres de production et les frais généraux. Les paramètres d'investissement, composés du capital fixe et du fonds de roulement, ont été estimés selon la méthode du facteur de puissance appliqué au ratio de capacité d'industries similaires<sup>2</sup>.

• Les paramètres de production, constitués de matières premières, de la maintenance, des réparations et de l'énergie, ont été déterminés à partir des caractéristiques du réacteur et de l'équation de synthèse de l'adhésif de tanins autocondensés<sup>1</sup> pour une production de 60 000 tonnes.

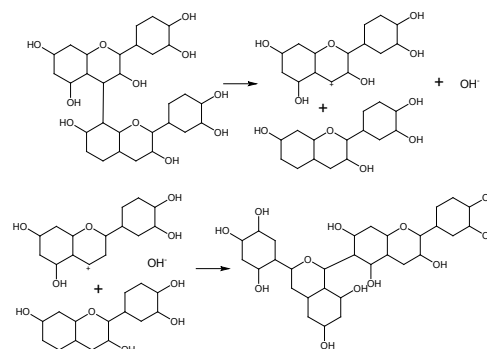


Figure 1 : Équation de réaction en milieu alcalin de tanins autocondensés<sup>1</sup>

• Les frais généraux de l'entreprise regroupant les dépenses d'administration, la distribution, le marketing, la recherche et le développement, et les taxes et assurances sont donnés dans les rapports définis par les études de Peters et Timmerhaus<sup>2</sup> portant sur les coûts d'industries de procédés chimiques.

• Une estimation des revenus encourus au prix égal à l'adhésif urée formaldéhyde, soit 1 000\$ CAD/tonne, a été effectuée pour une production annuelle de 60 000 tonnes d'adhésifs de tanins autocondensés.

### II. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Selon les paramètres définis, les résultats obtenus ont permis de déterminer les différents coûts rencontrés dans la production d'adhésifs de tanins autocondensés. Le Tableau 1 donne les coûts en investissement pour une telle industrie.

Tableau 1 : Coûts d'investissement

Éléments	Coûts (M\$ CAD)
Unité industrielle	14,18
Fonds de roulement	1,418
<b>Coûts d'investissement</b>	<b>15,60</b>

- Le Tableau 2 illustre l'ensemble des coûts directs de production liés à la fabrication d'adhésifs de tanins autocondensés.

Tableau 2: Coûts directs de production

Éléments	Coûts unitaires	Coûts (M\$ CAD)
Tanin	1 900,00\$/t	45,60
Eau	0,05\$/m	0,0024
Main d'œuvre	25,00\$/h	2,52
Énergie	0,07\$/Kwh	0,089
Maintenance	M\$	0,28
Brevet & R&D	0,05\$/t	0,0030
<b>Total</b>	<b>M\$</b>	<b>48,50</b>

- Les frais généraux (coûts indirects de production) sont donnés dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Frais généraux

Éléments	Coûts (M\$CAD)
Administration	0,50
Distribution	2,42
R & D	1,2
Taxes	0,28
Assurance	0,14
<b>Total</b>	<b>4,56</b>

• Nous avons constaté que la production industrielle d'adhésifs de tanins autocondensés permettrait de rencontrer un profit annuel d'environ 7 millions \$ CAD. Le profit réaliser permettrait de recouvrir les coûts d'investissement dans un délai de moins de 3 ans, selon l'étude de la méthode du délai de récupération, qui définit le temps nécessaire de recouvrement sur l'investissement selon le rapport entre les coûts d'investissements et le profit réalisé.

• Le prix élevé d'extraits de tanins secs limite énormément les profits liés à la production d'adhésifs de tanins autocondensés. Contrairement aux industries de procédés chimiques dont les coûts de matières premières représentent 40 à 60% du coût total du produit<sup>2</sup>, les coûts de tanins représenteraient environ 85 % des coûts de production de l'adhésif.

• Les frais généraux encourus démontrent des coûts élevés de distribution et commercialisation. En effet, ces coûts élevés proviennent des efforts de marketing nécessaire pour faire face à la concurrence des adhésifs d'origine pétrochimique.

• Une analyse de sensibilité réalisée dans le cadre de ce travail montre qu'une baisse du prix de tanin à

1 325\$/tonne ou une augmentation du prix de l'adhésif à base de tanin à 1 250\$/tonne permettrait de rendre cet adhésif aussi économiquement concurrentiel que l'adhésif à base d'urée formaldéhyde.

• Une étude réalisée avant celle-ci estimait le prix de l'adhésif à base de tanins autocondensés à environ 900\$/tonne sur le marché Européen<sup>1</sup>. Le prix de 1 250\$/tonne de l'adhésif à base de tanins autocondensés proposé par l'analyse de sensibilité de cette étude pourrait être atteignable en fonction de l'application visée pour cet adhésif dans l'industrie de la transformation du bois. S'il est utilisé à des fins structurales, ce prix est proche des colles qui visent de telles applications. Un moyen pouvant aussi permettre d'atteindre ce prix est celui des produits destinés à des marchés certifiés, tel que celui de la construction LEEDS.

• De plus, le prix de tanin à 1 325\$/tonne serait possible, grâce à l'abondance de cette matière première. La diminution des coûts de tanin est le véritable enjeu de la viabilité économique de ces adhésifs.

### III. CONCLUSIONS

• L'écoconception d'adhésifs à base de tanins autocondensés est une option d'économie verte, contribuant à la revalorisation de sous-produits de l'industrie forestière. Par contre, elle rencontre l'obstacle des coûts élevés d'extraits de tanin sec qui minimisent les profits enregistrés et les rendent moins concurrentiels.

• En dépit des limites de cette étude portant sur l'estimation du capital en investissement, la production d'adhésifs de tanins autocondensés au prix de l'adhésif urée formaldéhyde demeure économiquement viable.

• Leur meilleure performance environnementale amène une valeur ajoutée à ces adhésifs qui devrait permettre de les produire à un prix plus compétitif et rentable.

• L'écoconception des adhésifs à base de tanins autocondensés est à la fois une source de durabilité et une garantie de viabilité économique. D'après Fiksel, l'écoconception est l'outil qui permettra à notre civilisation de parvenir à un développement durable<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Wieland, S. 2007. Utilisation des adhésifs respectueux de l'environnement pour la fabrication des panneaux dérivés du bois à faible émission de formaldéhyde - caractérisation des paramètres de pressage - évaluation des propriétés de pressage, Thèse de doctorat Université de Nancy, [theses.sciences@scd.uhp-nancy.fr](mailto:theses.sciences@scd.uhp-nancy.fr).

<sup>2</sup>Peters, M.S. et K.D. Timmerhaus 1991. Plant design and economics for chemical engineers 4th Edition, McGraw-Hill Chemical Engineering Series.

<sup>3</sup>Fiksel, J. 2012. Design for Environment, A Guide to sustainable Product Development, 2nd Mc Graw Hill, ISBN 978-0-07-177622-6.

**Auteurs: Roland J Ekila., Robert Beauregard Ph.D. et Pierre Blanchet Ph.D.**

Pour plus d'informations: Robert Beauregard, professeur titulaire  
[Robert.Beauregard@sbf.ulaval.ca](mailto:Robert.Beauregard@sbf.ulaval.ca) ; (418) 656 7684

Centre de recherche sur les matériaux renouvelables, Pavillon Gene-H.-Kruger,  
 2425 rue de la Terrasse, Université Laval, Québec, Qc, Canada G1V 0A6  
<http://www.materiauxrenouvelables.ca>