

Rapport n° 07-020-08-R02

## **RAPPORT FINAL DU PROJET**

# **ÉVALUATION DE LA COMPATIBILITÉ DE LA RÉSINE THERMODURCIE AVEC LES FIBRES DE LIN POUR LES PANNEAUX COMPOSITES**

Préparé par :

---

**Alastair Komus**

Ingénieur, Applications des composites – stagiaire  
Composites Innovation Centre  
Manitoba Inc.

---

**Stephen Meatherall**

Ingénieur, Applications des composites – stagiaire  
Composites Innovation Centre  
Manitoba Inc.

et

Approuvé par :

---

**Sean McKay**

**Directeur général**

Composites Innovation Centre  
Manitoba Inc.

Projet parrainé par :

Schweitzer Mauduit Canada Inc., AOC, Ashland Inc., Progress Plastics and Compounds Company, Reichhold Inc., Université de Toronto, Mohini Bioproducts Inc., Alberta Research Council, Ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire Canada

Les résultats et les opinions exprimés dans ce rapport ont été judicieusement formulés et toutes les mesures ont été prises afin de fournir des résultats précis et fiables. Ni le Composites Innovation Centre, ni ses employés, ses contractuels, ses agents ou d'autres personnes agissant en leur nom ou en vertu de leur autorité n'acceptent de responsabilité vis-à-vis de tout résultat ou opinion fourni dans ce rapport.

**Rév 3.0  
25 juin 2008**

**SOMMAIRE**

Dans le rapport intitulé Évaluation du mat de fibres de lin (1) préparé par le Composites Innovation Centre, il a été déterminé qu'il était nécessaire d'étudier davantage la compatibilité entre la résine et les fibres naturelles pour améliorer la résistance aux chocs, à la traction et à la flexion, mesure nécessaire à la fabrication de pièces composites. Les fibres naturelles utilisées dans ces essais étaient des fibres de lin oléagineux de longueur courte à moyenne (2 à 10 cm) fournies pour le projet par Schweitzer-Mauduit Canada Inc. Cinq résines thermodurcies commerciales aisément disponibles ont été sélectionnées en fonction de leurs propriétés mécaniques et physiques favorables à la méthode d'infusion de résine à vide employée par l'industrie de fabrication des autobus et par ailleurs, dans le cas de quatre des cinq résines, il y existait un précédent d'affinité pour les fibres naturelles. En bout de ligne, les cinq résines retenues pour les essais étaient la résine époxy vinylester Hetron 922 INF fournie par Ashland, la résine de vinylester Hydropel R037-YDF-40 fournie par AOC, la résine de polyester non saturé Stypol 040-8086 produite par Cook Composites and Polymers (CCP) et fournie par Progress Plastics, la résine de polyester non saturé R736-APD-30 fournie par AOC et la résine de polyester non saturé PolyLite 33234 fournie par Reichhold. Étant donné l'emploi de la Stypol 040-8086 dans le programme d'évaluation du mat de fibres, nous avons choisi de l'inclure dans cette étude afin de nous fournir un point de départ. Le programme entrepris pour évaluer le liage de la fibre à la matrice ainsi que la compatibilité a inclus les essais suivants :

- Essais mécaniques : arrachement d'une fibre, cisaillement sur poutre courte combiné avec microscopie électronique à balayage (MEB) et résistance/module d'élasticité en traction
- Évaluation chimique : chromatographie gazeuse inverse vérifiée par réflectance totale atténuée – spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (ATR-FTIR)
- Évaluation visuelle : imagerie par microscopie confocale (CMI)

**Tableau 1 : Propriétés mécaniques des échantillons de lin-résine**

Description	Arrachement d'une seule fibre (MPa)	Cisaillement sur poutre courte (MPa)	Résistance à la traction (MPa)	Module d'élasticité de Young (GPa)
STYPOL 040-8086	18,5	11,59	24,73	5,84
POLYLITE 33234	16,5	11,27	26,93	5,24
HYDROPEL R037-YDF-40	65,0	13,25	31,00	5,62
R736-APD-30	34,0	12,12	34,80	5,65
HETRON 922 INF	40,0	13,20	35,15	5,19

Le Tableau 1 montre les résultats moyens des essais d'arrachement d'une seule fibre, de cisaillement sur poutre courte et de résistance à la traction. Les résines Hydropel R037-YDF-40, R736-APD-30 et Hetron 922 INF ont toutes obtenu des résultats semblables quoique Hydropel se soit montrée supérieure dans les essais d'arrachement d'une seule fibre et de cisaillement sur poutre courte. Les résultats de la PolyLite 33234 et de la Stypol 040-8086 étaient généralement inférieurs à ceux des trois autres résines. L'imagerie MEB des échantillons de lin-résine à la suite de l'essai de cisaillement a révélé qu'il restait très peu de résine liée sur les fibres individuelles ce qui indique que l'échec est dû à l'arrachement des fibres et non à la rupture des fibres.

Les constantes d'acide Lewis et de base ont été mesurées à l'aide de la chromatographie gazeuse inverse pour chacune des cinq résines et un échantillon de fibre de lin. Les valeurs obtenues indiquent

que dans chacun des cas la surface de la résine était amphotère quoique les résines Hydropel, Hetron et R736 montrent la basicité de Lewis. On a également découvert que les fibres de lin employées dans cette étude n'étaient pas amphotères et montraient la basicité de Lewis.

Pour ce qui est de l'analyse visuelle des cinq échantillons par CMI, chacun de ces derniers semblait avoir très peu de vides ou de fissures le long de l'interface résine-fibre, ce qui démontre un bon pouvoir d'imprégnation complète.

Les essais mécaniques, chimiques et visuels des cinq résines commerciales imprégnées de renfort de fibres de lin ont confirmé que les propriétés mécaniques sensiblement inférieures à celles des composites renforcées aux fibres de verre sont principalement dues au pauvre liage entre la matrice et la fibre et non à la faiblesse des fibres de lin même. Nous avons conclu qu'une recherche approfondie dans la mise au point de traitements de fibres de lin est nécessaire pour améliorer davantage la compatibilité et le liage entre la résine et la fibre.

Ce rapport est un livrable de l'initiative sur les biofibres du Composites Innovation Centre parrainé par le ministère de l'Agriculture et de l'Agro-alimentaire Canada par le truchement du Cadre stratégique pour l'agriculture (CSA) et le Programme de courtage - Science et Innovation. Le financement a également été fourni par le Composites Innovation Centre en vertu de son entente de partenariat économique avec le ministère de la Diversification de l'économie de l'Ouest et la Province du Manitoba.