Analyse et modélisation de l'étirage de rubans de fibres végétales : exemple du lin pour des applications composites

Moussa Gomina[1], Antoine Barbulée[2], Joël Bréard[3], Davy Duriatti[2]

[1]CRISMAT UMR 6508 / CNRT MATERIAUX ENSICAEN, 6 Bd Maréchal Juin, F- 14050 Caen Cedex 4
e-mail : moussa.gomina@ensicaen.fr

[2]DEPESTELE/TEILLAGE VANDECANDELAERE 5 rue de l'Eglise, F- 14540 Bourguébus

[3]LOMC UMR 6294 / CNRT MATERIAUX, Université du Havre, 53 rue Prony, F- 78058 Le Havre

Dans l'industrie des matériaux composites, il est primordial que le titre des rubans de fibres (masse en gramme d'un kilomètre de fil, exprimé en tex) soit parfaitement maîtrisé car l'équilibre du tissu en dépend. Or, dans le cas des fibres végétales, le titre du ruban en sortie de peignage fluctue selon l'approvisionnement à l'entrée. L'étirage est le processus industriel qui consiste à affiner le ruban afin d'obtenir un titre plus faible et le plus régulier possible. Un fil plus fin donne une meilleure tenue et une grande souplesse au tissu, permet une infiltration plus facile de la résine à cœur et procure une structure plus homogène au composite, ce qui améliore ses performances mécaniques et sa durée de vie.
Au cours des étirages successifs, les faisceaux de fibres sont sollicités en tension, compression et cisaillement plan, d'où une dégradation de la tenue mécanique des rubans secs, ce qui peut amener à des ruptures intempestives au cours du tissage. Il est donc important de comprendre l'évolution de la morphologie et des propriétés mécaniques des faisceaux de fibres en fonction des étirages successifs.
Dans cette étude nous avons déterminé expérimentalement les distributions des longueurs des faisceaux de fibres après chaque étirage [1]. L'analyse détaillée des variations de longueur des faisceaux avant et après chaque étirage a permis de comprendre leur mode de rupture et de déterminer la cinétique de raccourcissement. Il ressort que pour un rang d'étirage donné, la sévérité du peignage n'a pas d'influence sur les longueurs des faisceaux de fibres. De même, l'analyse des variations des sections des faisceaux avant et après chaque étirage a permis de déterminer le nombre de divisions moyen par faisceau et d'expliciter la cinétique de réduction des sections. La corrélation de ces deux cinétiques d'endommagement des faisceaux a permis de modéliser l'affinage du lin, i.e. l'évolution du rapport d'aspect des faisceaux au cours de l'étiage (Fig. 1). De façon plus concrète, l'affinage des rubans s'accompagne d'une diminution du taux d'écorces (ensemble de tissus très hydrophiles), ce qui favorisera le mouillage des fibres par le polymère pendant la mise en œuvre du composite et améliorera notablement son comportement hydrique [2]. L'analyse du comportement mécanique des rubans de fibres obtenus aux différentes étapes de l'étirage renseigne sur la sévérité de ce processus qui *in fine* réduit fortement les variabilités des propriétés rapportées par différents auteurs dans le cas des fibres unitaires [3, 4]. Ces résultats indiquent que les fibres végétales peuvent être utilisées de façon fiable pour la fabrication de pièces semi-structurelles.

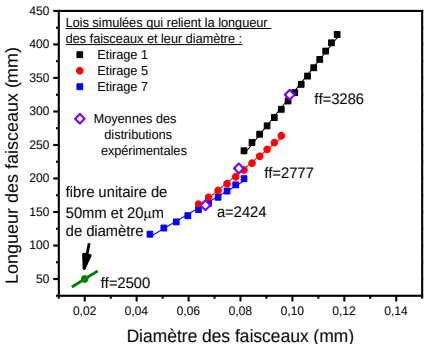

Fig. 1. Evolution du rapport d'aspect des fibres au cours de l'étirage

Remerciements

Les auteurs remercient BpiFrance pour son appui financier au projet TRAMPLIN dans le cadre du programme d'investissement d'avenir (PIAVE). Ils remercient les partenaires à ce projet, BMP, DEPESTELE, FANTEX et MFTECH pour leurs apports respectifs dans la conduite de ces travaux.

Références

[1] A. Barbulée "Compréhension des effets du défibrage sur la morphologie, les propriétés et le comportement mécanique des faisceaux de fibres de lin. Etude d'un composite dérivé lin-époxyde," Thèse de doctorat, Université de Basse-Normandie, Caen, 2015.

[2] M. Rouch, M. Gomina, A. Roy, Gg. Alise, D. Duriatti, « Influence d'un vieillissement hygrothermique sur les propriétés physiques et mécaniques d'un composite biosourcé fibres de lin-polyester insaturé ». Comptes Rendus des JNC 20 – Ecole des Ponts ParisTech – 28-30 juin 2017, France.

[3] L. Marrot, A. Lefeuvre, B. Pontoire, A. Bourmaud, C. Baley « Analysis of the hemp fiber mechanical properties and their scattering (Fedora 17). Ind. Crops Prod. (2013), 51, pp 317-327

[4] E. Trujillo, M. Moesen, L. Oserio, A.W. Van Vuure, J. Ivens and I. Verpoest, "Bamboo fibres for reinforcement in composite materials: strength Weibull analysis", Comp. Part A Appl. Sci. Manuf., 61, pp 115-125