

SUIVI DE LA TENSION ET DES FORCES DE CONTACT AU NIVEAU DES FILS DE CHAÎNE LORS DU PROCÉDE DE TISSAGE INTERLOCK 3D

C. Bessette¹, M. Tournalias¹, M. Decrette¹, J.-F. Osselin¹,
F. Charleux², D. Coupé³ et M.-A. Bueno¹

1. Université de Haute-Alsace, Mulhouse, Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT EA 4365), Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud Alsace.

2. Safran Aircraft Engines, Rond point René Ravaut - Réau, 77550 Moissy Cramayel

3. Safran Composites, 33 avenue de la Gare, 91760 Itteville, France

MOTS CLES

Tissage 3D, Usure, Fils

INTRODUCTION ET CONTEXTE

De plus en plus de pièces sont réalisées en matériaux composites, notamment pour un gain de masse. C'est particulièrement le cas dans l'aéronautique où le tissage 3D, en particulier l'Interlock 3D, est une solution de plus en plus adoptée pour fabriquer le renfort de ces matériaux et ainsi réduire les risques de délaminage par rapport aux renforts 2D, utilisés habituellement pour des composites stratifiés [1]. C'est le cas des aubes FAN LEAP. Ces renforts 3D sont donc produits en tissant directement une structure multicouche dont le liage est réalisé par des fils tissés sur l'épaisseur totale de la structure. Cependant, à ce jour, la productivité de l'opération de tissage de ces matériaux reste à améliorer en réduisant les interventions au cours de leur fabrication et en augmentant la cadence. Diverses études sont menées en ce sens et ont pu mettre en évidence que les phénomènes d'interactions entre les fils et les frottements avec les pièces du métier à tisser engendraient des dégradations des fils qui se retrouvent dans les tissus obtenus [2].

L'objectif de cette étude est donc de contribuer à une meilleure compréhension des sollicitations subies par les fils de chaîne lors du procédé de tissage Interlock 3D par l'analyse des tensions subies par ces fils et des interactions entre ces fils au niveau du harnais (commandant les mouvements des fils). Les situations favorables à l'endommagement des fils doivent être identifiées afin d'être évitées.

EXPERIMENTATION

Cette étude, essentiellement expérimentale, est menée suivant deux axes : l'évolution de la tension d'un fil de chaîne et l'évolution des forces normales entre les fils de chaîne lors du cycle de tissage. Un métier à tisser a été instrumenté pour l'occasion afin d'évaluer ces phénomènes au niveau du harnais (zone particulièrement exigeante où les fils de chaîne sont pilotés afin de permettre l'insertion du fil de trame selon l'armure du tissu choisie) : un tensiomètre est placé en amont du harnais et un capteur développé pour cette étude est placé juste après le harnais pour la mesure des forces normales. Il s'agit d'une lame métallique précontrainte dont les déformations dans le plan sont mesurées. Lors de leurs mouvements, les fils se croisent et déforment cette lame. Il est ainsi possible de suivre les interactions qui se produisent, radialement aux fils (Fig. 1). L'étude expérimentale est réalisée en définissant un motif d'entrecroisement des fils spécifiques (armure). Cela permet de mettre en œuvre différentes cinématiques de croisement des fils les uns par rapport aux autres en se plaçant dans une situation de 16 fils en interaction, correspondant aux 16 fils d'une colonne du harnais. Les fils utilisés pour l'étude sont des fils de verre-E de 600 tex (1 tex=1g/1000m de fil).

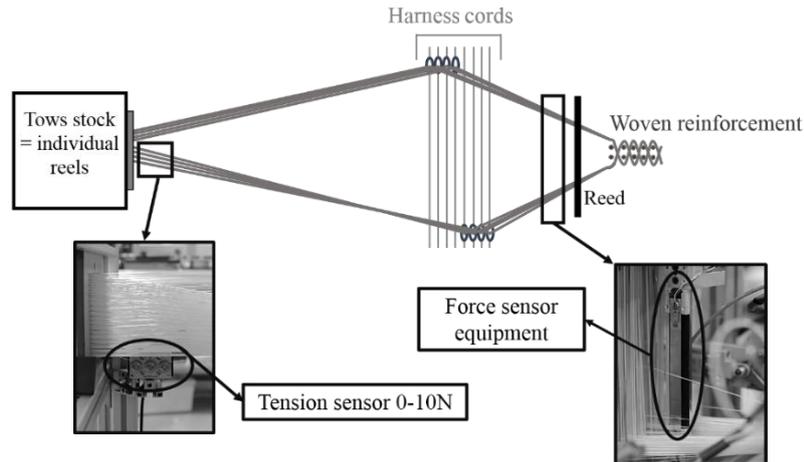


Figure 1: Métier à tisser instrumenté.

RESULTATS ET CONCLUSIONS PRINCIPALES

Les premiers résultats ont permis de lier les évolutions de la tension aux différentes étapes du cycle de tissage. Plusieurs points ont été particulièrement étudiés. Lors d'un croisement, les évolutions d'un fil en mouvement ou sans mouvement sont mises en parallèle à travers les tensions qu'il subit. Lors de la montée des fils, les efforts de tension subis par le fil sont supérieurs à ceux subis lors de la descente. La tendance est similaire sur l'évolution des forces interfils. Un lien entre les dégradations du fils (jusqu'à sa rupture), en fonction de l'évolution de la tension subie par ce fil est fait par une analyse spectrale au cours d'essais de tissage sur plusieurs dizaines de cycles de croisement (Fig. 2). L'évolution de la force de contact présente des similitudes avec la tension du fil mais est davantage sensible au nombre de fils en mouvement pendant le cycle de tissage. Au final les situations de croisements à éviter ou à privilégier sont identifiées.

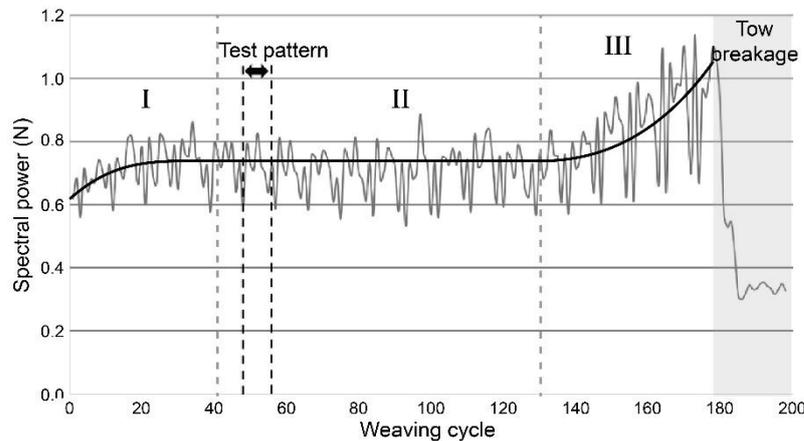


Figure 2: Evolution de la puissance spectrale de la tension au cours des cycles de tissage

Références

- [1] R. B. Ladani, K. Pingkarawat, A. T. T. Nguyen, C. H. Wang, A. P. Mouritz (2018), « *Delamination toughening and healing performance of woven composites with hybrid z-fibre reinforcement* », *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, **110**, pp. 258-267.
- [2] M. Decrette, S. Mourad, J.-F. Osselin, J.-Y. Drean (2015), « *Jacquard UNIVAL 100 parameters study for high-density weaving optimization* », *Journal of Industrial Textiles*