

Frottement entre fibres et fils de carbone

M. TOURLONIAS^a, M.-A. BUENO^a

a. Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT),
Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace, Université de Haute-Alsace,
11 rue Alfred Werner, 68093 MULHOUSE

Résumé :

Les pièces composites renforcées de carbone sont fréquemment utilisées dans l'industrie actuelle. Lors de la fabrication de ces renforts, souvent tissés, des frottements se produisent et peuvent générer des défauts dans la pièce finale. Le frottement orthogonal entre fils de carbone et entre les fibres individuelles est étudié afin de mettre en évidence les phénomènes mis en jeu et les liens pouvant être établis entre fibres et fils.

Abstract :

Nowadays composite pieces reinforced with carbon are often used in industry. During the manufacturing of these reinforcements that are often weaved, friction phenomena occur which can induce damages in the finished piece. The orthogonal friction between carbon yarns and individual carbon fibres is studied in order to highlight phenomena that occur and the link that can be established between fibres and yarns.

Mots clefs : frottement, fil, fibre, carbone

1 Introduction

De nos jours, de nombreuses pièces mécaniques sont constituées de matériaux composites afin d'optimiser leurs propriétés mécaniques selon les contraintes auxquelles elles sont soumises, mais également pour des raisons de gain de masse. Ces pièces sont souvent renforcées par des fibres de carbone fréquemment sous forme de tissus. Lors de l'obtention de ces tissus de renfort, des défauts peuvent se produire. Les frottements entre les fils et les composants métalliques du métier à tisser peuvent en être la cause, mais également les frottements entre les fils eux-mêmes [1].

Cette étude porte sur le frottement entre les fils mais également entre les fibres elles-mêmes et principalement dans un mouvement orthogonal comme il peut se produire entre les fils de chaîne et de trame, lors de l'insertion de cette dernière ou lorsque le peigne vient la frapper contre le tissu déjà réalisé.

L'étude du frottement est réalisée en faisant évoluer différents paramètres expérimentaux et en faisant l'analogie entre les comportements au frottement fil/fil et fibre/fibre dans la même cinématique.

2 Expérience

2.1 Echantillons testés

L'étude porte donc sur des échantillons de fils de carbone utilisés pour la fabrication de renfort de composites. Il s'agit de fils 3K fabriqués par l'entreprise Toho Tenax Europe GmbH. Cela signifie qu'un fil contient 3000 filaments de carbone par section. Chaque filament a un diamètre de $7 \mu\text{m}$ et le module de Young est de 240 GPa.

Selon les essais, ce sont 2 échantillons de fils qui sont testés ou bien 2 fibres individuelles, prélevées au sein de ces fils.

2.2 Dispositif expérimental

Les mesures sont réalisées au moyen d'un nanotribomètre NTR2 (CSM Instrument Company, Peseux, Switzerland). Les tests, réalisés au moyen de ce tribomètre frotteur-disque, sont de type alternatif. Un fil ou une fibre sont placés radialement sur le disque en rotation et le second échantillon est placé orthogonalement au premier (par rapport à sa position centrale lors d'un cycle). Du fait de la distance entre le fil ou la fibre orthogonaux et le centre de rotation du disque, l'angle d'oscillation n'excède pas $\pm 10^\circ$. Le frottement se produit alors sur une distance de 3,4 mm pour un déplacement latéral maximal de 0,15 mm. Le mouvement entre les deux éléments frottants peut être considéré comme orthogonal. Les essais sont réalisés à une position verticale constante des deux échantillons et les forces normales et tangentielles sont acquises au moyen de capteurs capacitifs de limite 100 mN. Le coefficient de frottement peut ainsi être déterminé en tout point des cycles successifs de frottement.

Afin de respecter cette configuration expérimentale, des porte-échantillons spécifiques ont été développés au laboratoire, permettant de maintenir les échantillons de fibres ou de fils.

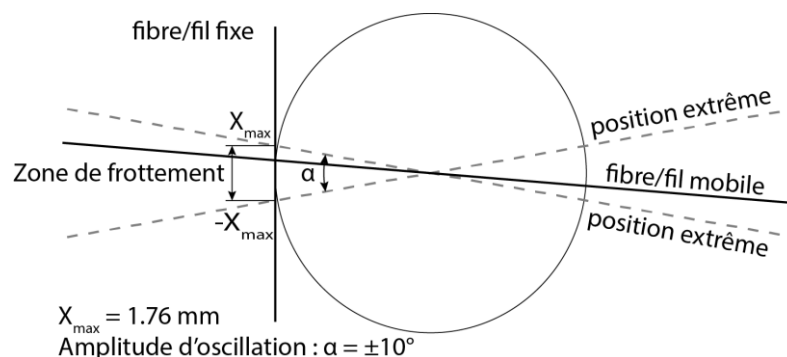


Figure 1 : Schéma de la cinématique expérimentale

3 Résultats et discussion

Il est intéressant de suivre l'évolution de la force normale moyenne calculée sur chaque cycle au cours d'un test de frottement. Cette évolution montre une décroissance initiale qui traduit un réarrangement fibreux dans le cas du frottement de fils. Ce phénomène n'est pas présent lors du frottement fibre-fibre.

En figure 2 sont représentés les cycles moyens déterminés au cours d'essais complets du coefficient de frottement lors d'essais fibre-fibre et fil-fil. Il est intéressant de noter une symétrie des valeurs mesurées entre l'aller et le retour des cycles de frottement et une valeur de coefficient de frottement légèrement supérieure lors du contact fil-fil qui peut provenir de certaines interactions entre les structures des fils qui n'existent pas à l'échelle de la fibre unitaire. Aucune rupture de fibre ne se produit au cours de cet essai.

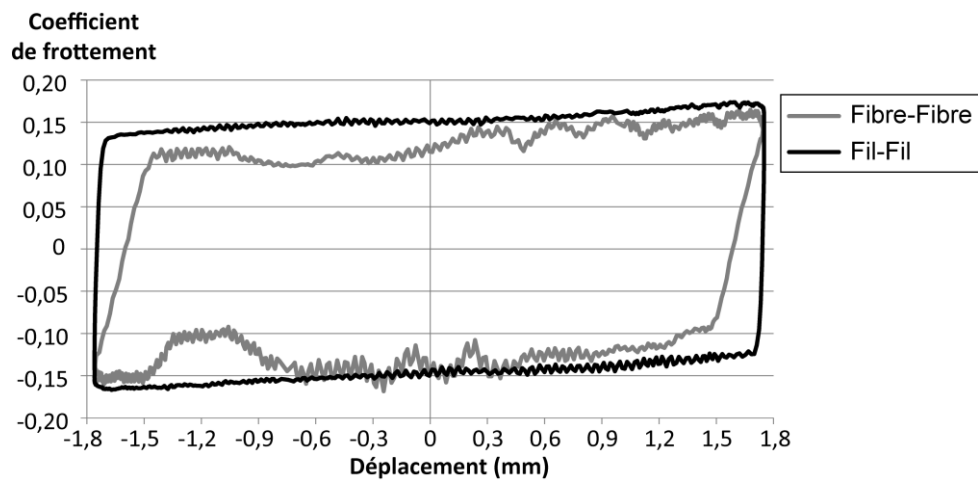


Figure 2 : Cycles moyens de coefficient de frottement au cours d'un essai fibre - fibre et fil - fil.

Références

- [1] E. Archer, S. Buchanan, A.T. McLhagger, J.P. Quinn, The effect of 3D weaving and consolidation on carbon fiber tows, fabrics, and composites, *J. Reinf. Plast. Compos.*, (2010), 29 (20), 3162-3170.