

ÉTUDE DE LA SIGNATURE TRIBOLOGIQUE MULTIECHELLE DE L'ANGLE D'HELICE SUR L'USINABILITE DES AGROCOMPOSITES A RENFORT TISSE DE FIBRES DE LIN

F. Chegdani, S. Mezghani, M. El Mansori

Arts et Métiers ParisTech, MSMP – EA7350, Rue Saint Dominique, BP508, 51006, Châlons-en-Champagne

MOTS CLES

Composites à fibres naturelles, Usinage, Rugosité de surface, Frottement, Analyse multiéchelle.

INTRODUCTION

L'utilisation des fibres végétales comme renfort pour les matériaux composites constitue un vrai challenge écologique, économique et technologique pour les industriels ainsi que pour les chercheurs scientifiques. En effet, les fibres végétales possèdent un potentiel économique grâce à leur faible coût de production par rapport aux fibres de verre [1], un potentiel écologique grâce à leur faible impact environnemental et leur recyclabilité[2]. En plus, certains types de fibres végétales peuvent concurrencer les fibres synthétiques de verre couramment utilisées en industrie en termes de propriétés mécaniques [3]. Toutefois, les conditions des procédés d'usinage et de finition de ces agrocomposites sont encore mal maîtrisées à cause du caractère naturel des fibres végétales ainsi que leur structure microcellulaire complexe [4]. De plus, analyser l'usinage des agrocomposites nécessite la prise en compte de l'échelle d'analyse qui est indéniablement liée à l'échelle de contact entre l'outil de coupe et la matière [5], [6] comme le montre la Figure 1. En effet, et pour étudier le comportement des fibres végétales lors de la coupe, on distingue l'échelle macroscopique où le contact est entre l'arête de coupe et la structure globale du composite (fibres, matrice et interfaces), l'échelle mésoscopique où le contact est entre l'arête de coupe et un faisceau de fibres élémentaires et l'échelle microscopique où le contact est entre l'arête de coupe et une fibre élémentaire.

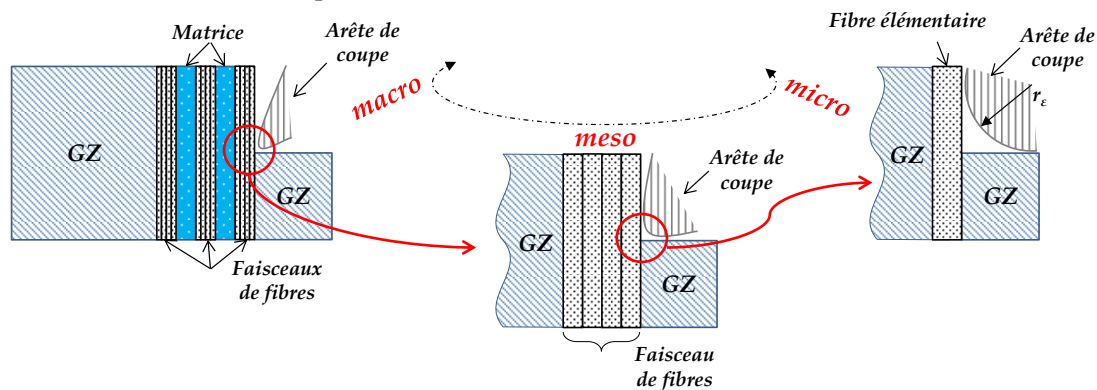


Figure 1 : Principales échelles caractéristiques pour un agrocomposite

PROCEDURE EXPERIMENTALE POUR LES ESSAIS DE DETOURAGE

Les essais de détournage sur les échantillons d'agrocomposites ont été effectués dans une machine cinq axes à commandes numériques. Le système de bridage des échantillons a été monté sur une table Kistler afin de mesurer les efforts de coupe (Figure 2(a)).

Trois fraises à propriétés identiques et angles d'hélice différents (0° , 20° et 40°) ont été testées comme le montre la figure 2 (b,c et d).

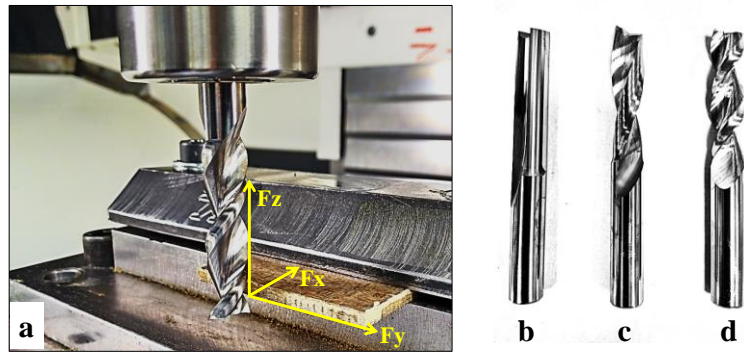


Figure 2 : montage expérimental (a) ainsi que les angles d'hélice testés : (b) 0° , (c) 20° et (d) 40° .

L'analyse de l'état de surface finie a été effectuée par microscope électronique à balayage (MEB) pour observer la qualité des surfaces et par interféromètre à lumière orange pour déterminer la topographie des surfaces. Une étude tribologique a été menée afin de déterminer le coefficient de frottement apparent entre l'outil et la matière et une étude multiéchelle de la topographie de surface usinée a été effectuée pour déterminer les échelles pertinentes à l'étude de l'usinabilité des agrocomposites.

EFFET DE L'ANGLE D'HELICE SUR L'USINABILITE DES AGROCOMPOSITES

Cette étude [7] expose les points suivants :

- Les observations MEB montrent que l'augmentation de l'angle d'hélice réduit la capacité des fibres à se cisailier en augmentant, par conséquent, les extrémités des fibres non coupées.
- L'analyse tribologique démontre que l'augmentation de l'angle d'hélice diminue fortement le coefficient de frottement apparent entre l'outil et la matière permettant, ainsi, moins d'usure pour l'outil de coupe.
- L'analyse standard de la topographie de surface montre que la rugosité de surface augmente en augmentant l'angle d'hélice de l'outil et ceci à cause des extrémités des fibres non coupées.
- L'analyse multiéchelle révèle les échelles pertinentes pour l'analyse de l'état de surface usinée des agrocomposites. Celles-ci correspondent aux échelles de la structure du renfort fibreux présent dans le matériau.

Références

- [1] D. B. Dittenber and H. V. S. GangaRao, "Critical review of recent publications on use of natural composites in infrastructure," *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, vol. 43, pp. 1419–1429, 2012.
- [2] A. Shalwan and B. F. Yousif, "In State of Art: Mechanical and tribological behaviour of polymeric composites based on natural fibres," *Mater. Des.*, vol. 48, pp. 14–24, 2013.
- [3] D. U. Shah, "Developing plant fibre composites for structural applications by optimising composite parameters: a critical review," *J. Mater. Sci.*, vol. 48, no. 18, pp. 6083–6107, Jun. 2013.
- [4] C. Baley, "Analysis of the flax fibres tensile behaviour and analysis of the tensile stiffness increase," *Compos. - Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 33, no. 7, pp. 939–948, 2002.
- [5] F. Chegdani, S. Mezghani, and M. El Mansori, "Experimental study of coated tools effects in dry cutting of natural fiber reinforced plastics," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 284, pp. 264–272, Dec. 2015.
- [6] F. Chegdani, S. Mezghani, M. El Mansori, and A. Mkaddem, "Fiber type effect on tribological behavior when cutting natural fiber reinforced plastics," *Wear*, vol. 332–333, pp. 772–779, Jan. 2015.
- [7] F. Chegdani, S. Mezghani, and M. El Mansori, "On the multiscale tribological signatures of the tool helix angle in profile milling of woven flax fiber composites," *Tribol. Int.*, Dec. 2015.