

## Peut-on avoir confiance en les valeurs des propriétés mécaniques des fibres individuelles de lin?

Marie Grégoire<sup>1</sup>, Emmanuel De Luycker<sup>2</sup>, Pierre Ouagne<sup>3</sup>

1: Laboratoire Génie de Production (LGP)  
INP-ENIT, Univ. de Toulouse  
47 Avenue d'Azereix, 65016, Tarbes  
marie.gregoire@enit.fr

2: Laboratoire Génie de Production (LGP)  
INP-ENIT, Univ. de Toulouse  
47 Avenue d'Azereix, 65016, Tarbes  
emmanuel.de-luycker@enit.fr

3 : Laboratoire Génie de Production (LGP)  
INP-ENIT, Univ. de Toulouse  
47 Avenue d'Azereix, 65016, Tarbes  
pierre.ouagne@enit.fr

Les composites renforcés par des fibres végétales font l'objet de nombreux travaux tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale. Dans ce cadre, on cherche à évaluer le potentiel de renforcement de ces fibres via différents essais dont des tests de performances mécaniques. Ces essais sont réalisés lorsque c'est possible et lorsque les fibres sont assez longues sur des fibres individuelles et non sur des fibres techniques afin d'éviter les erreurs dues à la taille des faisceaux de fibres et aux fibres qui potentiellement ne participeraient pas à l'effort mécanique. Une norme a donc été mise au point [1]. Cette norme a été à l'origine principalement prévue pour l'évaluation des propriétés de traction des fibres individuelles de lin et de chanvre. Dans cette norme, il est recommandé de fixer les fibres individualisées au préalable sur des cadres en papier et d'effectuer un certain nombre de mesures de diamètres locaux au microscope optique afin d'évaluer un diamètre moyen en considérant que la fibre peut être représentée par un modèle cylindrique. L'évaluation d'un diamètre moyen est indispensable pour pouvoir évaluer les propriétés de contrainte à la rupture et de rigidité (module élastique) qui sont utilisées lorsque qu'on souhaite comparer les performances des fibres par exemple ou pour la conception de composite si on considère que les fibres sont individualisées au sein du composite.

Cependant, on peut montrer que les fibres individuelles ne possèdent généralement pas des sections circulaires comme le montre la Figure 1 pour des fibres de lin oléagineux.

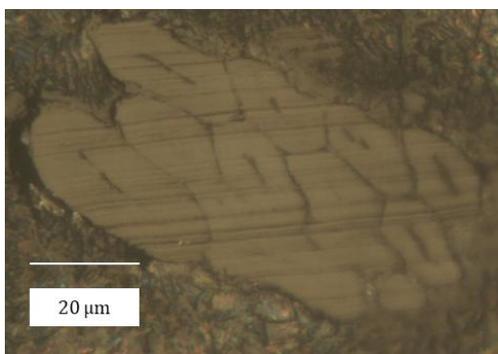


Fig. 1: Fibres de lin oléagineux au sein d'un faisceau

De plus, la Figure 2 montre que la section des fibres peut aussi être variable selon l'axe long de la fibre. De ce fait, il est donc recommandé par la norme d'effectuer au moins trois mesures de diamètre afin d'obtenir un diamètre moyen puis une section moyenne via un modèle circulaire.

---

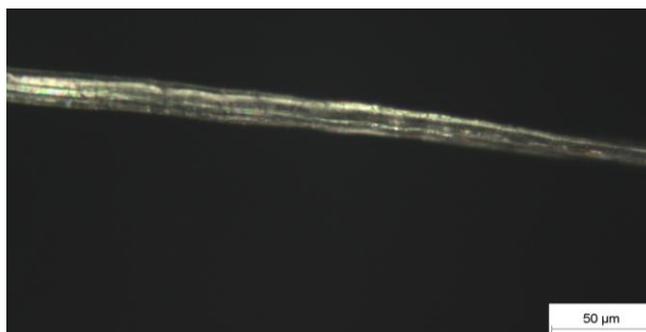


Fig. 2: Vue au microscope optique de la section d'une fibre individuelle

Cependant, si on considère que les fibres ne sont pas circulaires comme c'est le cas de celles montrées dans la Figure 1, il est probable qu'une erreur importante soit effectuée lorsqu'on estime la section de la fibre car si on travaille avec une fibre très allongée comme celles montrées sur la Figure 1, on peut supposer que celle-ci aura de fortes chances d'être posée sur sa plus grande surface comme l'illustre la Figure 3. Dans ce cas, les mesures de diamètre seront principalement effectuées sur le grand diamètre de la fibre et cela aura pour conséquence de très largement surestimer la section de la fibre et donc de sous-estimer par la même occasion les propriétés de contrainte à rupture et de rigidité des fibres.



Fig. 3: Fibres posées sur leur grand ou petit diamètre.

Nous avons donc cherché à vérifier cela pour deux lots de lin provenant d'une part de tiges de lin oléagineux et d'autre part de lin textile. Nous avons effectué dans un premier temps des mesures ponctuelles de diamètre le long de la fibre pour une orientation à  $0^\circ$  et à  $90^\circ$  au microscope optique. Il apparaît que 79% des fibres présentent des diamètres plus élevés pour une orientation à  $0^\circ$  qu'à  $90^\circ$  pour le lin oléagineux cultivé dans le sud-ouest de la France. Pour les fibres provenant de lin textile Normand, 69% des fibres présentent des diamètres plus élevés à  $0^\circ$  qu'à  $90^\circ$ . De plus, on peut voir sur la Figure 1 que les grands diamètres et petits diamètres peuvent varier du simple au double (entre 12 et 27  $\mu\text{m}$  pour l'une des fibres). Les erreurs possibles concernant les évaluations de section de fibre peuvent donc être très importantes et peuvent très fortement minimiser les valeurs des propriétés mécaniques des fibres individuelles. Des différences de section de 20% et 15% ont été relevées selon si les mesures ont été effectuées à  $0^\circ$  ou à  $90^\circ$  pour les lots de lin oléagineux et textile respectivement.

Afin de d'étayer avec plus de détails ces premiers résultats, les mêmes fibres ont été analysées via le système de mesure automatisé de section de fibre FDAS de l'entreprise Dia-Stron. Les profils de fibre seront présentés et les variations de section obtenues via des mesures au microscope optique et en utilisant le modèle circulaire, ou via une analyse plus élaborée de la section via le système automatisé et un modèle elliptique comme proposé par Tomasson et al. [2] sera discuté afin d'estimer la différence qu'il y a pour chaque lot selon la technique de mesure utilisée. Cela pourra peut-être amener à reconsidérer une bonne partie des mesures effectuées dans le passé via la technique de mesure de section proposée dans la norme et à rehausser les valeurs des propriétés obtenues par le passé.

## Références

- [1] NF T25-501-2 Mars 2015. Fibres de renfort - Fibres de lin pour composites plastiques - Partie 2 : détermination des propriétés en traction des fibres élémentaires.
- [2] J.L. Thomason <sup>†</sup>, J. Carruthers, J. Kelly, G. Johnson. Fibre cross-section determination and variability in sisal and flax and its effects on fibre performance characterisation. *Comp. Sci and tech.* **71**, 1008-1015 (2011).