

VIEILLISSEMENT ENVIRONNEMENTAL ACCÉLÉRÉ ET PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES FIBRES ISSUES DU CHANVRE

Camille François ^{*(1,2,3)}, Sabine Hanana ^(1,4), Vincent Placet ⁽¹⁾, Stéphane Fontaine ⁽²⁾, Laurent Plasseraud ⁽³⁾, Sylvie Pourchet ⁽³⁾

⁽¹⁾ FEMTO-ST – Département Mécanique Appliquée, Université de Bourgogne Franche-Comté, 24 rue de l'Épitaphe, 25000 Besançon

⁽²⁾ DRIVE – Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports, 49 rue Melle Bourgeois, 58027 Nevers Cedex

⁽³⁾ ICMUB – Université de Bourgogne Franche-Comté UFR Science Mirande, 9 Avenue Alain Savary, 21078 Dijon Cedex

⁽⁴⁾ LASEM – ENI Sfax, Soukra km 4, 3038 Sfax, Tunisie

^(*) *camille.francois@u-bourgogne.fr*

Mots-clés : Fibre de chanvre, Vieillissement accéléré, propriétés mécaniques

RESUME

Ce travail a pour objectif de caractériser l'influence d'un vieillissement environnemental accéléré sur les propriétés mécaniques de fibres extra-xylémiennes issues du chanvre. Le protocole de vieillissement accéléré proposé dans cette étude consiste en des cycles de 24h comprenant une phase d'immersion de 12h dans une eau distillée à 70°C et une phase de séchage de 12h dans une étuve contrôlée à 50°C. Les résultats montrent une perte de masse significative et une diminution des propriétés de rigidité et de résistance en traction de l'ordre de 50% après 30 cycles de vieillissement.

INTRODUCTION

Pour des applications extérieures, les matériaux sont soumis à d'importantes variations de température et d'humidité pouvant induire une dégradation des propriétés physiques, dont la cinétique dépend directement de la nature des matériaux. Le développement récent des matériaux biosourcés dans de nombreux secteurs industriels (transport, bâtiment, loisir...), impliquant notamment des applications extérieures, questionne quant à leur durée de vie. Les fibres végétales, utilisées comme renfort dans ces matériaux composites, sont effectivement sensibles à l'humidité. Cette affinité pour l'eau se traduit par des variations dimensionnelles, pouvant altérer la résistance à l'interface entre les fibres et la matrice organique, et ainsi les performances du matériau composite. Une exposition prolongée des fibres végétales à l'humidité peut également conduire à la dégradation de certains polymères constituant leurs parois par l'action des enzymes secrétées par des micro-organismes. Pour ces raisons, il apparaît primordial d'étudier, de caractériser et de prédire la durabilité des composites biosourcés, c'est-à-dire de prendre en compte leur capacité à conserver leurs propriétés initiales lorsqu'ils sont soumis à des conditions hygrothermiques variant au cours du temps. La bibliographie récente a permis d'apporter quelques premiers éléments de caractérisation et de compréhension des mécanismes de vieillissement (Le Duigou et al., 2013, 2014, 2015, Mokhotu & Jacob John, 2015, Scida et al., 2013). Un certain nombre d'efforts a également été consenti ces dernières années pour développer des procédés de traitement des fibres végétales permettant de réduire leur pouvoir hygroscopique. Si des résultats prometteurs ont été obtenus, il demeure néanmoins que la plupart de ces procédés présente un impact environnemental pénalisant l'apport bénéfique des fibres végétales.

Le travail proposé dans cette communication s'inscrit dans un programme de recherche visant à développer un traitement physique respectueux de l'environnement et permettant de réduire l'affinité des fibres végétales à l'eau et ainsi d'améliorer leur durabilité. L'efficacité d'un tel traitement peut être évaluée en mesurant le pouvoir hygroscopique et l'évolution des propriétés des fibres sur le long-terme après traitement. L'évaluation de la durabilité des fibres requiert nécessairement l'utilisation de protocoles de vieillissement accélérés pour caractériser sur des temps courts le comportement observé dans des conditions réelles (temps plus longs). Cette communication se focalise ainsi sur le développement d'un tel protocole et sur la caractérisation de l'évolution des propriétés mécaniques au cours du temps (vieillissement accéléré) de fibres extra-xylémiennes de chanvre.

RESULTATS

Des lots de fibres industrielles issues du chanvre ont été testées avant vieillissement et au cours d'un vieillissement accéléré, après 10, 20 et 30 jours d'exposition. Le mode opératoire repose sur le principe d'équivalence temps-température-humidité, visant à accélérer le vieillissement en exposant les fibres dans des gammes de température et d'humidité dépassant les niveaux observés dans des conditions d'utilisation réelle et en utilisant des chargements hygrothermiques cycliques. La première étape de ce protocole consiste à immerger les fibres de chanvre dans de l'eau distillée à 70°C pendant 12 heures. La seconde consiste à sécher les fibres à l'étuve à 50°C pendant 12 heures. Ces deux étapes sont répétées pendant 30 jours. Le premier indicateur de dégradation choisi est la perte de masse qui est mesurée une fois par jour après la phase de séchage. Des lots de 10 à 20 fibres ayant subi différents séjours de vieillissement sont également testés en traction à une vitesse de 5 $\mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

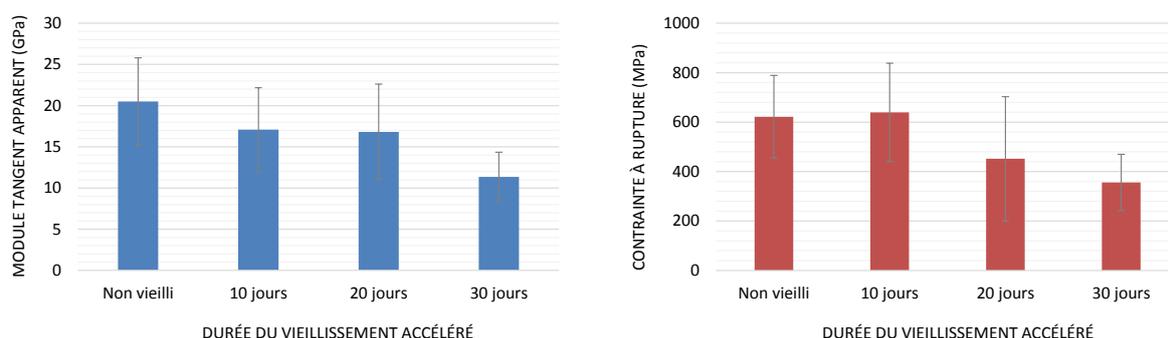


Fig.1 Evolution des propriétés mécaniques en traction des fibres de chanvre en fonction du temps de vieillissement accéléré

Le vieillissement accéléré des fibres de chanvre influence significativement les propriétés mécaniques en traction (Fig. 1). Le module d'Young et la contrainte à rupture sont divisés par deux après les 30 jours de vieillissement accéléré. Les mécanismes à l'origine de cette dégradation peuvent être nombreux (plastification, hydrolyse des polymères de la paroi végétale...) et sont en cours de caractérisation.

CONCLUSION

Les propriétés mécaniques des fibres de chanvre apparaissent comme étant largement altérées par ce vieillissement accéléré qui constitue une approche préliminaire à l'étude plus générale de la prévision de la durabilité des composites biosourcés. En effet, il demeure nécessaire d'optimiser ce protocole de vieillissement à l'échelle des fibres et notamment d'évaluer sa capacité à reproduire un vieillissement réel obtenu pour des temps plus longs dans des conditions d'utilisation des pièces en biocomposite en extérieur. D'autres grandeurs telles que les propriétés de surface ou encore les propriétés microstructurales seront caractérisées par la suite afin d'identifier et de mieux comprendre les mécanismes majeurs de dégradation.

REFERENCES

- Le Duigou A., Davies P., Baley C. (2013) Exploring durability of interfaces in flax/epoxy micro-composites. *Composites : Part A* **48**, 121-128.
- Le Duigou A., Bourmaud A., Davies P., Baley C. (2014) Long term immersion in natural seawater of Flax/PLA biocomposite. *Ocean Engineering* **90**, 140-148.
- Le Duigou A., Bourmaud A., Baley C. (2015) In situ evaluation of flax fibre degradation during water ageing. *Industrial Crops and Products* **70**, 204-210.
- Mokhotu T.H., Jacob John M. (2015) Review on hygroscopic aging of cellulose fibres and their biocomposites. *Carbohydrates Polymers* **131**, 337-354.
- Scida D., Assarar M., Poilane C., Ayad R. (2013) Influence of hygrothermal ageing on the damage mechanisms of flax-fibre reinforced epoxy-composite. *Composites: Part B* **48**, 51-58.