

CARATIRISATION D'UN MATÉRIAU BIO-COMPOSITE À RENFORT DE JUTE

DJEBLOUN Youcef¹, HECINI Mabrouk², HARBOUCHE Faiez³

¹Laboratoire de Génie Energétique et Matériaux LGEM, Université de Biskra, youcefdjebloun@gmail.com

²Laboratoire de Génie Mécanique LGM, Université de Biskra, mhecini@univ-biskra.dz

³Département de Génie Mécanique, Université de Biskra, yacinemoliya3@gmail.com

RÉSUMÉ

La révolution industrielle a connu un progrès dans tous les domaines, ce qui a mené à l'apparition d'un nouveau type d'industrie qui s'appelle: industrie des matériaux bio-composites. Ce dernier est utilisé dans le domaine de transport, emballages et génie civil.

Plusieurs recherches ont été effectuées dans le but d'améliorer la qualité de ce type de matériau. Il s'agit de réaliser des essais et des modélisations pour répondre aux besoins de l'industrie du transport où la précision des résultats est importante pour des raisons sécuritaires.

L'objectif de ce travail de recherche est la caractirisation mécanique d'un matériau bio-sourcé constitué d'une résine polyester renforcée par des fibres jutes, et mis en oeuvre par la procédé moulage au contact.

Mots Clés: *Bio-composite, fibre végétale, Jute, Résine polyester, essais mécaniques.*

NOMENCLATURE

Symboles :

E module d'élasticité Gpa

Lettres grecques :

ϵ_r déformation de rupture %

σ_r contrainte de rupture Mpa

Indices / Exposants :

PT tissu de masse surfacique 195g/m²

GT tissu de masse surfacique 390g/m²

1. INTRODUCTION

L'utilisation industrielle des fibres date du début du XXe` siècle avec la fabrication de sièges d'avion, de réservoirs de carburant ou autres boîtiers électroniques à partir des fibres végétales renforçant une résine polymère. Avec l'avènement des fibres synthétiques moins sensibles à la température et à l'humidité, les fibres naturelles sont quasiment abandonnées. Aujourd'hui, le souci de dégager une image plus écologique et de réaliser des gains de masse et d'énergie conduit au renouveau de l'utilisation des fibres naturelles. Les constructeurs d'automobiles se sont engagés les premiers et suivis d'autres secteurs : transports, loisirs et bâtiments.

Le développement de matériaux composites à base de fibres naturelles présente de nombreux avantages du fait de leur biodégradabilité, faible coût, faible masse volumique et qu'elles sont dérivées d'une ressource naturelle renouvelable. Différents types de fibres végétales sont utilisés comme renfort dans des matériaux composites, telles que le palmier dattier, le sisal, le lin, le jute, le chanvre, le alfa et d'autres fibres naturelles. Ces fibres

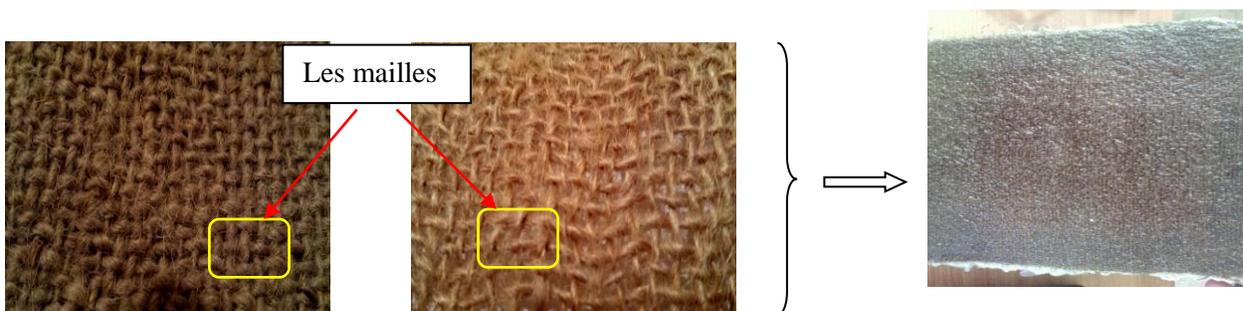
constituent par ailleurs une alternative intéressante pour remplacer les fibres synthétiques notamment les fibres de verre. En revanche, ces fibres présentent une non-uniformité dans leurs caractéristiques liée à leur origine (diamètre non constant de la fibre, longueur variable, angle micro-fibrillaire et son taux de cellulose), entraînant le plus souvent une dispersion de leurs propriétés mécaniques [1],[2].

Les plaques stratifiées à base de jute font l'objet d'un certain nombre de travaux. Les matrices les plus utilisées sont les thermoplastiques tels que le polyéthylène (PE) [3],[4], le polypropylène (PP) [5],[6], le polystyrène (PS) [7],[8], le polychlorure de vinyle (PVC) [9],[10] et le polyester [11],[12],[13] pour des raisons économiques. Le choix d'une résine polymère structurale ne pose pas de problème d'approvisionnement mais constitue un frein à la recyclabilité de l'ensemble. Cependant, les résines labellisées écologiques ou naturelles ne répondent pas au cahier des charges du produit final en raison des faibles propriétés mécaniques qui les caractérisent. De plus, elles sont rigides et cassantes comme la polylactone, PLA avec le jute [14], se dissolvent dans l'eau comme le polysaccharose naturel, TPS [15]. De plus, la migration de l'eau dans la résine peut mener à une perturbation de l'interface fibre/matrice [16]. L'influence des séquences d'empilement sur les propriétés mécaniques (traction, flexion et cisaillement interlaminaire) des composites hybrides tissés non traités de jute/polyester a été étudiée expérimentalement par Sabeel et al [11]. Les résultats montrent que les propriétés mécaniques du stratifié peuvent être améliorées par l'incorporation de fibre de verre. Les essais d'absorption d'eau réalisés sur un matériau composite à base de renfort en jute-fibre de verre et d'une résine polyester isophthalique par Sabeel [12] montrent que l'absorption d'eau diminue avec l'augmentation du taux massique des fibres de verre dans le matériau. Ceci s'explique par le fait, que les fibres de verre imperméables agissent en tant que barrières et empêchent le contact direct entre le jute et l'eau [12],[8]. Les travaux d'Alvarez et al [13] montrent que les études relatives à la dégradation thermique du composite de type jute/vinylester sont encore limitées pour ces matériaux, et ceci, en dépit de leur développement dans le domaine de l'automobile.

Dans l'attente d'une résine écologique plus performante, notre choix s'est porté sur une résine thermodurcissable de type polyester. La méthode d'élaboration du stratifié dite par moulage au contact présente beaucoup d'avantages. Elle est simple de conception et économique, elle permet aussi de manufacturer des plaques (stratifiés) de grandes dimensions. Le but ici est de déterminer les propriétés mécaniques du stratifié jute/polyester. Pour cela, des essais mécaniques de type de traction sont réalisés sur des éprouvettes normalisées.

2. METHODE EXPERIMENTALE

L'élaboration du stratifié jute/polyester est réalisée par la méthode dite 'moulage au contact'. Le type de tissu de jute utilisé est d'une masse surfacique de 390g/m² figure (a) et de 195g/m² figure (b) est préparé et découpé aux dimensions 350x350 mm². Les séquences d'empilements étudiées sont de type trois couches de tissu [0° : 90°]S. Les plaques de stratifié jute/polyester sont découpées avec une scie en diamant suivant la norme NF EN ISO 527-1 (figure 2).



(a). tissu GT

(b). tissu PT

FIGURE 2. plaques élaborées

FIGURE 1. tissu de jute

Pour calculer le taux de fibres et taux de résine, nous utilisons la méthode suivante :

$$\text{fraction massique de la fibre} = \frac{\text{poid de fibre}}{\text{poid de plaque élaboré}} \times 100$$

Pour l'identification des propriétés mécaniques (déformation de rupture, contraintes de rupture et modules d'Young), des éprouvettes de stratifié jute/polyester sont soumises à l'essai de traction sur une machine d'essais de type Zwick dotée d'un capteur de 100 KN avec une vitesse d'essai de 2 mm/min. (figure 3)



FIGURE 3. essais de traction

Les éprouvettes utilisées sont de forme rectangulaire selon la norme ASTM D 3518-76. (figure 4)



FIGURE 4. éprouvette de traction avec talon

3. RESULTATS

Les essais de traction effectués sur les éprouvettes montrent un comportement élastique sur une bonne partie de la courbe charge-déplacement (figure 5) avant l'apparition d'une rupture nette. Nous sommes donc en présence d'un comportement rigide.

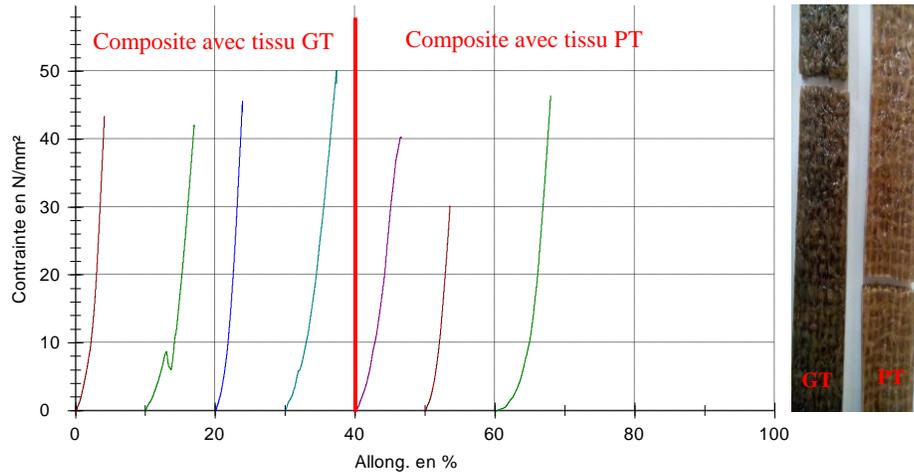


FIGURE 5. Courbe charge déplacement en traction du composite.

Les propriétés mécaniques en traction des composites élaborés jute/polyester sont rassemblées dans le tableau 1.

Plaques	Taux de fibres	ϵ_r (%)	σ_r (MPa)	E (GPa)
Résine seule	0	0.12	18.05	2.87
Composite à PT	19.88	6.05±2.25	38.97±8.21	11.50±1.91
Composite à GT	20.60	5.57±1.83	47.27±3.53	13.73±4.34

TABLEAU 1. Caractérisation mécanique du composite en traction.

La figure 6 montre la variation entre le module élastique et la contrainte à la rupture en fonction de type de tissu du jute.

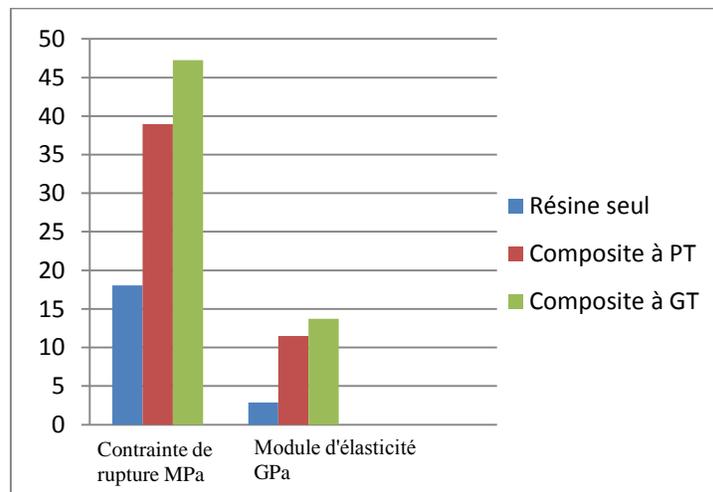


FIGURE 6. variation des propriétés mécaniques en fonction de type de tissu.

4. CONCLUSION

L'objectif de ce travail était la caractérisation d'un matériau bio-composite jute/polyester. Le comportement mécanique du composite élaboré a été testé en traction à différents types de tissu jute (masse surfacique 195 et de 390g/m²). Cette étude a permis de conclure que :

- Les propriétés mécaniques (déformation, contraintes à la rupture et le module d'élasticité) du matériau varient en fonction de type de tissu jute ;
- Le meilleur résultat des propriétés mécaniques a été observé quand le type de masse surfacique est égal à 390g/m² ;
- L'augmentation de la masse surfacique de tissu conduit à la diminution de la déformation à la rupture.

REFERENCES

- [1] B. Ringuette, matériaux composites a base de fibres de chanvre, l'université laval, 2011.
- [2] C. Magniont, Contribution à la formulation et à la caractérisation d'un écomatériau de construction à base d'agroressources, l'université de Toulouse, juin 2010.
- [3] R. G. Raj, B. V. Kokta, C. Daneault, Wood flour as a low-cost reinforcing filler for polyethylene, *studies on mechanical properties Journal of Materials Science*, 25, 1851-1855, 1990
- [4] D. Harper, Michael Wolcott, Interaction between coupling agent and lubricants in wood-polypropylene composites, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 35(3), 385-394, 2004.
- [5] I. bon Aranberri-Askargorta, T. Lampke, A. Bismarck, Wetting behavior of flax fibers as (reinforcement for polypropylene, *Journal of Colloid and Interface Science*, 263 (2), 580-589, 2003.
- [6] A. Karmarkar, S.S. Chauhan, J. M. Modak, M. Chanda, Mechanical properties of wood-fiber reinforced polypropylene composites: Effect of a novel compatibilizer with isocyanate functional group, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 38 (2), 227-233, 2007.
- [7] J. B. Naik, S. Mishra, Esterification Effect of Maleic Anhydride on Surface and Volume Resistivity of Natural Fiber/Polystyrene, *Composites Polymer-Plastics Technology and engineering* 46(5), 537- 540, 2007.
- [8] Sy Trek Sean, Composites from Newsprint Fiber and Polystyrene, *Polymer-Plastics Technology and engineering*, 46(4), 421 - 425, 2007.
- [9] T. J. Keener, R. K. Stuart and T. K. Brown, Maleated coupling agents for natural fibre composites, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 35 (3), 357-363, 2004.
- [10] H. Jiang, D. P. Kamdem, Development of poly(vinyl chloride)/wood composites, *A literature review Journal of Vinyl and Additive Technology*, 10 (2), 59-69, 2004.
- [11] K. Sabeel Ahmed, S.Viyayarangan. Tensile, flexural and interlaminar shear properties of woven jute and jute-glass fabric reinforced polyester composites, *Journal of materials processing technology*, 207, 330-335, 2008.

- [12] K. Sabeel A, S.Viyayarangan, C. Rajput, Mechanical behavior of isothalic polyester-based untreated woven Jute and glass fabric hybrid composites, *Journal of reinforced plastics and composites*, 25(15), 1549-1569, 2006.
- [13] V. Alvarez, E. Rodriguez, A. Vázquez, Thermal degradation and decomposition of Jute/Vinylester composites, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 85 (2), 383–389, 2006.
- [14] D. Placketta, T. Løgstrup Andersenb, W. Batsberg Pedersenc, L. Nielsenc, Biodegradable composites based on l-poly lactide and jute fibres, *Composites Science and Technology*, 63, 1287–1296, 2003.
- [15] M. Wollerdorfer, B. Herbert, Influence of natural fibres on the mechanical properties of biodegradable polymers, *Industrial Crops and Products*, 8 ,105–112, 1998.
- [16] K. Van de Velde, P. Kiekens , Biopolymers, overview of several properties and consequences on their applications, *Polymer Testing*, 21, 433–442, 2002.
- [17] A. Mir, R. Zitoune, F. Collombet, B. Bezzazi, Caractérisation mécanique et thermomécanique d'un stratifié Jute/époxy, *JNC 16 2009*, Toulouse France, 2009.
- [18] N. Berrou, S. Lakhdar, B. Guerira, Y. Djeboun, Elaboration et caractérisation mécanique d'un Bio-composite 'PVC-fibre de palmier dattier', *2^{ème} journées Euro-maghrébines sur les bio-composites*, Biskra, 2014.