

Analyse comparative du vieillissement en immersion de matériaux composites lin/polyester et verre/polyester

Guilherme APOLINARIO TESTONI ^{1*}, Patrick IENNY ¹, Stéphane CORN ¹, Romain LEGER ¹, Anne BERGERET ¹, Jean-Marc HAUDIN ²

¹ Centre des Matériaux des Mines d'Alès, 6 Avenue de Clavières, 30319 Alès Cedex

² Centre de Mise en Forme des Matériaux, 1 rue Claude Daunesse, 06904 Sophia Antipolis

*Guilherme.Apolinario@mines-ales.fr

RESUME :

Les propriétés mécaniques des composites à matrice polyester renforcés par des fibres unidirectionnelles de lin (CRFL) sont fortement affectées par le vieillissement en immersion, comparativement à celles des composites traditionnels polyester/verre (CRFV). Cette étude vise à mettre en place des essais permettant d'évaluer les propriétés initiales des biocomposites ainsi que leur évolution au cours du vieillissement hydrothermique.

MOTS CLES :

Composite biosourcé ; performances mécaniques ; analyse vibratoire ; vieillissement en immersion.

INTRODUCTION

L'incorporation de fibres naturelles dans les matrices polymériques présente divers avantages en comparaison aux fibres synthétiques usuelles (verre). Outre les enjeux environnementaux et les aspects liés à la santé, les fibres d'origine végétale (lin, chanvre, etc.) permettent d'obtenir des composites aux propriétés mécaniques spécifiques très intéressantes ($E/\rho_{\text{CRFV}}=12$ GPa et $E/\rho_{\text{CRFL}}=11$ GPa) [1-2].

Toutefois, ces composites biosourcés présentent quelques inconvénients, parmi lesquels une durabilité limitée en milieu humide du fait notamment, du caractère hydrophile des renforts naturels, ce qui les rendent inadaptés pour de nombreuses applications [3].

MATERIAUX ET METHODES

La matrice est un polyester insaturé isophtalique DCPD (dicyclopentadiène) fournie par CrayValley ($E = 3,4$ GPa et $\sigma_{\text{rup}} = 40$ MPa). Plusieurs renforts unidirectionnels (UD) ont été utilisés : des fibres de verre (Chomarar) et des fibres de lin (Biorenforts et Chomarar) dont les caractéristiques fabricants sont rassemblées dans le Tableau 1 (gauche). Les composites réalisés par infusion sous vide et dont les caractéristiques morphologiques sont regroupées dans le Tableau 1 (droite) sont découpées sous forme d'éprouvettes plates (type 4 - NF EN2747).

Tableau 1. Caractéristiques des renforts UD et des composites réalisés par infusion sous vide

	Renforts				Composite			
	(g/m ²)	e (mm)	E (GPa)	σ_{rup} (MPa)	nb plis	e (mm)	ρ (g/cm ³)	V_F (%)
FV	408 ± 5	0,4	72	1840	6	2,06 ± 0,12	1,90 ± 0,04	56
FL (Br)	400 ± 13	1,4	-	300	6	5,61 ± 0,18	1,27 ± 0,01	26
FL (Ch)	670 ± 7	0,4	50	720	4	4,16 ± 0,09	1,35 ± 0,01	51

Plusieurs échelles de caractérisation sont observées. Des essais de traction à rupture (vitesse de déformation de 1 %/min) sont réalisés sur les tissus. Les propriétés mécaniques des composites sont évalués par analyse vibratoire et par des essais statiques. Afin d'étudier la durabilité des composites, ces derniers sont plongés dans un bain thermostaté. Leurs masses et leurs propriétés mécaniques sont

suivies au cours du vieillissement par les techniques décrites précédemment.

L'analyse vibratoire est une technique rapide et non destructive qui repose sur l'identification des pics de résonance. Le module élastique correspondant au mode traction-compression est identifié par recalage fréquentiel à l'aide d'un calcul de structure par éléments finis (Figure 1).

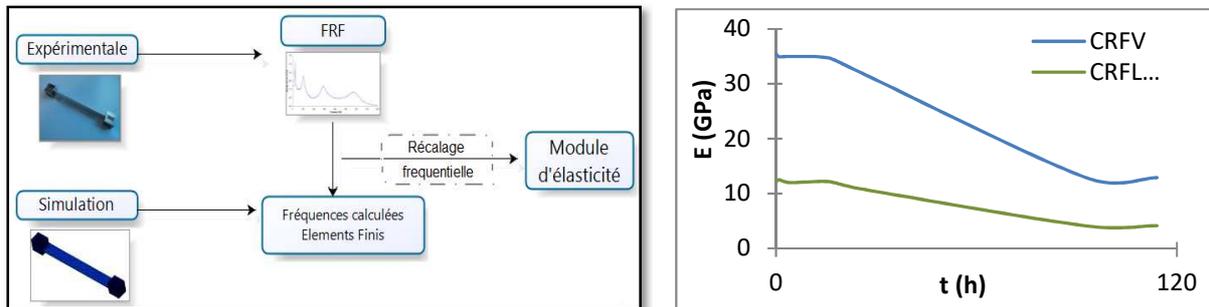


Figure 1 : Schéma de détermination du module d'élasticité par analyse vibratoire

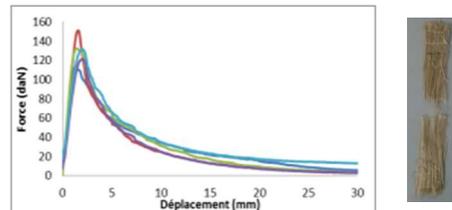
Exemple de suivi du module d'élasticité au cours du vieillissement en immersion.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le Tableau 2 regroupe les caractéristiques des tissus en fibre de verre et en fibre de lin :

Tableau 2. Caractéristiques des tissus en traction

Tissu	Pente (N/mm)	Force max. (N)
Verre	1028 ± 12	-
Lin (Ch)	698 ± 151	420 ± 90
Lin (Br)	102 ± 15	130 ± 16



A des fins de comparaison avec la méthode statique, le module d'Young identifié sur la base du mode propre longitudinal est présenté dans le Tableau 3, montrant ainsi le bon accord entre ces deux techniques expérimentales.

Tableau 3. Propriétés mécaniques des CRFV et CRFL.

Composite	Propriétés	E_{AVib} (GPa)	E_{Stat} (GPa)	σ_{rup} (MPa)	A (%)
CRFV		34,20 ± 1,27	36,48 ± 1,32	587,0 ± 14,7	1,39 ± 0,02
CRFL (Br)		21,56 ± 1,85	14,39 ± 1,75	194,9 ± 13,1	1,33 ± 0,12
CRFL (Ch)		24,65 ± 1,58	19,53 ± 1,78	201,4 ± 5,7	1,04 ± 0,21

CONCLUSIONS

Cette étude a permis de mettre en place une méthodologie d'analyse de matériaux composites biosourcés. Les caractérisation des CRFV et les CRFL avant vieillissement hydrothermique montrent des valeurs de module d'élasticité comparables entre les essais par analyse vibratoire et les essais statiques. Des essais couplés hydro-thermiques en analyse vibratoire et hydro-thermo-mécanique en fluage feront partie de la suite de l'étude du comportement en immersion des composites biosourcés.

REFERENCES

- [1] Assarar, M., Scida, D., El Mahi, A., Poilâne, C. and Ayad, R. (2010) Influence of water ageing on mechanical properties and damage events of two reinforced composite materials: Flax-fibres and glassfibres. *Mater Design* 32, 788-795.
- [2] Liang, S., Gning, P.B. and Guillaumat, L. (2012) A comparative study of fatigue behaviour of flax/epoxy and glass/epoxy composites. *Comp Sci Tech.* 72, 535-543.
- [3] Scida, D., Assarar, M., Poilâne, C. and Ayad, R. (2013) Influence of hygrothermal ageing on the damage mechanisms of flax-fibre reinforced epoxy composite. *Comp Part B: Eng*, 48, 51-58.