

---

# Investigations numériques et expérimentales de l'amortissement des composites à fibres naturelles lin/époxy

Laëtitia Duigou<sup>\*†1</sup>, Saber Mahmoudi, Antoine Kervoelen<sup>2</sup>, Guillaume Robin<sup>3</sup>, El Mostafa Daya<sup>4</sup>, and Jean-Marc Cadou<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Univ. Bretagne Sud, Institut de Recherche Dupuy de Lôme, UMR CNRS 6027 (IRDL) – Université de Bretagne Sud : Ruede Saint-Maudé BP92116 56321 Lorient Cedex - France, Université de Bretagne Sud : Ruede Saint-Maudé BP92116 56321 Lorient Cedex - France – France

<sup>2</sup>UBS - IRDL – IRDL – France

<sup>3</sup>Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3) – Université de Lorraine, Université Henri Poincaré - Nancy I, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz, Arts et Métiers ParisTech, CNRS : UMR7239 – Ile du Saulcy 57045 METZ CEDEX 01, France

<sup>4</sup>Université de Lorraine (UL) – Université de Lorraine - LEM3 (UMR7239) – 34 cours Léopold - CS 25233 - 54052 Nancy cedex, France

<sup>5</sup>Université Bretagne Sud UBS/IRDL (Institut de Recherche Dupuy de Lôme) – Université de Bretagne Sud (UBS) – Rue de Saint-Maudé BP92116 56321 Lorient Cedex, France

## Résumé

Les structures composites sont présentes dans de nombreux domaines : les sports nautiques, l'aéronavale, l'aéronautique, le transport ferroviaire, l'industrie de l'automobile, mais aussi dans le domaine des énergies renouvelables tel que les éoliennes. Cette diversité d'utilisation des composites réside dans leurs propriétés caractéristiques notamment la réduction du niveau vibratoire et sonores et leur important rapport masse/rigidité. Ce rapport leur offre un pouvoir attractif dans l'industrialisation, notamment dans les transports, ce qui permet une économie d'énergie significative. Il existe plusieurs types de composites : les composites classiques à fibre de carbone, de verre ou de kevlar, et désormais les composites à base de fibres naturelles comme le lin ou le chanvre. Le but de la présente étude est d'investiguer le comportement vibratoire et les performances d'amortissement de structures composites naturelles à matrice époxy renforcé de fibres de lin (Flax Fibers Reinforced Epoxy FFRE). L'identification des propriétés mécaniques est effectuée via des tests de traction permettant ainsi de déterminer les modules longitudinal, transversal et de cisaillement et le coefficient de Poisson pour un pli. Ensuite, trois types de plaques composites sont élaborés dont les fibres de lin sont orientées à 0°, 45° et 90° et utilisés dans les essais dynamiques afin d'identifier leurs fréquences propres et leur amortissement modal. Dans le but d'étudier le comportement vibratoire amorti, on suppose une représentation complexe constante de la rigidité et les facteurs de perte sont supposés constants et identifiés à partir du premier mode de vibration expérimental. Ainsi, les amortissement (E<sub>tak</sub>) du pli sont considérés

---

\*Intervenant

†Auteur correspondant: Laetitia.duigou@univ-ubs.fr

constants et sont introduits dans les modules de Young tels que :  $E_k = E_0 (1 + i E_{tak})$ . La technique d'homogénéisation est utilisée pour obtenir la loi viscoélastique de la structure composite. La résolution de l'équation dynamique non linéaire résultant est effectuée à l'aide de la méthode numérique asymptotique (ANM). Cette méthode associe une méthode de perturbation d'ordre élevé et une technique d'homotopie. La méthode des éléments finis est appliquée et l'élément fini coque iso-paramétrique Q8 utilisé. Les résultats expérimentaux montrent que l'amortissement modal est plus important lorsque les fibres de lin sont orientées à 90°. En comparant les résultats numériques et expérimentaux, la modélisation par éléments finis proposée permet d'estimer les fréquences propres amorties avec précision. Cependant, les facteurs d'amortissement modaux prédites sont surestimés par rapport aux facteurs expérimentaux. Nous concluons que la modélisation actuelle devrait être améliorée en tenant compte la dépendance de l'amortissement en fonction de la fréquence.

**Mots-Clés:** vibrations, amortissement, composites lin/époxy, méthode asymptotique numérique