

## **Offre de thèse – ANR JCJC MOCOMBIO-MEMPHYS**

### ***Mise en Œuvre de COMposites BIO-sourcés à fibres de lin – étude Multi-Echelle et Multi-PHYSiques***

La production de pièces en matériaux composites à fibres de lin permettrait de limiter l'impact environnemental des industries navale, automobile et aéronautique. Ces pièces sont néanmoins le siège de phénomènes complexes et couplés au cours du procédé (déformations thermiques, de transformation de la matrice et hygroscopiques des fibres, développement des propriétés mécaniques de la matrice...) [1, 2]. Ceux-ci impactent directement la santé finale de la pièce (géométrie, performances mécaniques) à travers le développement de contraintes résiduelles [3] et hygroscopiques [4]. Il apparaît nécessaire de mesurer et prédire le comportement du matériau au cours du procédé afin d'estimer l'état mécanique initial de la pièce. A ce jour aucune étude n'a pris en compte la totalité de ces phénomènes pour estimer les contraintes et déformations issues du procédé.

A ce titre, le projet MOCOMBIO-MEMPHYS vise à améliorer la compréhension du comportement de ces matériaux composites au cours du procédé. Pour cela, une approche de caractérisation multi-physique est envisagée, incluant l'étude de l'impact de la polymérisation, de la température et de la teneur en eau sur le comportement mécanique du matériau. Les techniques de caractérisation incluront des essais mécaniques conventionnels (traction, flexion) et dynamiques (DMA), des mesures de dilatation thermique et de retrait de polymérisation (TMA, dilatomètres), du suivi hygrométrique (pesée, DVS) et des mesures par DSC. Les lois de comportement alors identifiées serviront d'entrée à un outil de prédiction du développement des contraintes et déformations résiduelles de pièces composites à l'échelle des plis, basé sur de précédents travaux [3,4]. Les résultats provenant de cet outil seront comparés à des mesures de la déformation de pièces réelles afin de valider le modèle. Une approche de modélisation multi-échelles est également envisagée afin d'estimer l'état de contraintes à l'échelle des constituants. Les résultats issus de ce projet permettront de répondre à différentes problématiques scientifiques actuellement peu traitées dans la littérature, ainsi que de fournir aux fabricants de pièces composites des recommandations quant à la mise en œuvre de pièces en composite à fibres de lin. La maîtrise du procédé permettra ainsi de limiter les taux de rebut et d'améliorer l'impact environnemental des secteurs industriels concernés.

#### **Profil recherché**

Titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou d'un master dans le domaine des matériaux, de la mécanique ou des procédés de mise en œuvre des composites, la personne recrutée possède idéalement des compétences en techniques de fabrication de matériaux composites (infusion, RTM, thermocompression), en caractérisation mécanique standard (traction, flexion, DMA ...) et en mécanique des milieux continus. Elle aura si possible reçu une formation aux méthodes numériques, notamment à la méthode des éléments finis pour la résolution de problèmes mécaniques et thermiques.

En plus de ses compétences scientifiques, elle doit montrer une bonne capacité de travail en équipe mais également une certaine autonomie. La maîtrise de l'anglais technique est également recherchée, afin de lire et rédiger des articles scientifiques. De bonnes capacités d'analyse et de synthèse sont également attendues. Plusieurs communications orales seront envisagées pour diffuser les résultats de ces travaux lors de conférences nationales ou internationales.

#### **Laboratoire d'accueil et équipe encadrante**

Les travaux de thèse auront lieu au sein de l'Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique (GeM – UMR CNRS 6183), sur le site de Saint-Nazaire. Ils seront encadrés par Amandine Céline, Sylvain Fréour et Mael Péron. Cette équipe sera complétée par le recrutement de deux stagiaires de Master au cours de la thèse.

## **Contrat**

La thèse débutera à l'automne 2023 et sera financée dans le cadre de l'ANR Jeune Chercheur pour une durée de 36 mois. La rémunération sera de 2044 € brut/mois, d'après l'arrêté du 26/12/2022. Pour compléter l'activité de recherche de la thèse, des enseignements pourront être donnés à l'IUT de Saint-Nazaire.

## **Candidature**

Les candidatures devront être constituées d'un CV, d'une lettre de motivation, d'un document de 1 page présentant le projet de fin d'études réalisé (stage en entreprise, projet en laboratoire...) et, si vous le souhaitez, d'une ou plusieurs lettres de recommandations. Elles devront être déposées sous forme d'un document PDF unique au lien suivant :

<https://uncloud.univ-nantes.fr/index.php/s/5wEFbdJFzgrMbKx>

Les candidatures feront l'objet d'une pré-sélection avant un entretien en visioconférence. Pour toute information complémentaire, vous pouvez contacter M. Mael PERON :

[mael.peron@univ-nantes.fr](mailto:mael.peron@univ-nantes.fr)

## **Références**

- [1] Péron M., Mesure et modélisation des phénomènes de retraits anisotropes dans les matériaux composites durant leur mise en forme, Thèse de doctorat, Université de Nantes, 2016.
- [2] Céline A., Fréour S., Jacquemin F., Casari P., The hygroscopic behavior of plant fibers: a review, *Frontiers in Chemistry*, 1, 2014, p. 1-12.
- [3] Péron M., Jacquemin F., Casari P., Orange G., Bikard J., Bailleul J.-L., Boyard N., Measurement and prediction of residual strains and stresses during the cooling of a glass fibre reinforced PA66 matrix composite, *Composites Part A*, 137, 2020.
- [4] Péron M., Céline A., Jacquemin F., Le Duigou A., Hygroscopic stresses in asymmetric biocomposite laminates submitted to various relative humidity conditions, *Composites Part A*, 134, 2020, online.