Offre de thèse de doctorat – Projet TATTOO (Financement ADEME)
PhD offer – TATTOO Project (ADEME funding)

Sujet : Valorisation de co-produits de lin pour les composites structuraux : étude expérimentale et modélisation du comportement thermo-hygro-mécanique de renforts fibreux « secs »

Contexte partenarial : Dans le cadre d'un projet National (financement ADEME), le projet TATTOO (Technical flAx indusTry for sTructural cOmpOsites) regroupe la société Teillage Vandecandelaere (DEPESTELE) et les laboratoires : GeM (Ecole Centrale de Nantes et Nantes Université) et ABTE (Université de Caen Normandie).

Contexte industriel et technologique : Depuis une quinzaine d'années, l'utilisation des fibres naturelles dans des pièces composites structurelles a mis en évidence des verrous de production des fibres à faible coût et consommation énergétique. Dans un contexte de décarbonation, notamment, de l'industrie du transport et de l'énergie, les impacts environnementaux des composites à base de fibres naturelles doivent être améliorés tout en répondant à l'intensification de leur utilisation comme fibre technique alors que la demande de l'industrie textile n'a jamais été aussi forte. Si les applications non-structurelles sont nombreuses, leur utilisation dans des applications structurelles nécessite une parfaite connaissance des cartes matières/procédé et un accompagnement d'ingénierie pour le développement de solutions industrielles.

Objectifs du projet TATTOO : Le projet vise à développer une nouvelle voie d'exploitation de gisements non valorisés de fibres techniques de lin afin de fabriquer des rovings (Fig. 1) et des renforts fibreux pouvant être mis en œuvre dans différentes technologies composites (par exemple dépose automatisée ou moulage par injection). Les composites à base de fibres de lin sont destinés à la fabrication de pièces techniques structurelles dont les impacts environnementaux seront minimisés. Le projet vise également à la compréhension des comportements hydriques et mécaniques du lin durant toutes les étapes de transformation : passages de la paille au roving puis à la préforme, jusqu'à sa processabilité en composite structurel. Toutes les données recueillies lors de la fabrication de pièces composites alimenteront des modèles numériques qui permettront l'accompagnement des utilisateurs industriels dans leurs développements.

Fig. 1 Roving de fibre de lin [Depestele]

Offre de thèse de doctorat – Projet TATTOO (Financement ADEME)
PhD offer – TATTOO Project (ADEME funding)

Missions et objectifs scientifiques de la thèse de doctorat :

Pleinement intégré.e dans le projet TATTOO, le.la doctorant.e conduira ses travaux de recherche dans le but d'évaluer les propriétés et le comportement thermo-hygro-mécanique de renforts fibreux (à différentes échelles : de la tige au roving) simulant les effets induits par la phase de conditionnement des renforts avant imprégnation avec une résine. Les objectifs seront donc de :

- Déterminer et modéliser les effets de la température et de l'humidité sur les propriétés mécaniques des fibres en régime transitoire et en régime stationnaire (cyclage hygro-thermiques).
- Déterminer et modéliser l'effet de chargements mécaniques sur les propriétés hygroscopiques des fibres (teneur en eau, coefficient de diffusion, gonflement).
- Déterminer et modéliser les phénomènes de gonflement/retrait des fibres dans différents environnements hygro-thermiques
- Etablir une relation entre la composition des fibres, leur état de surface et leurs propriétés hygroscopiques

Le.la doctorant.e aura la responsabilité de la réalisation des essais expérimentaux et du développement des bancs de mesure, l'analyse des résultats et la modélisation des comportements observés.

En parallèle le.la doctorant.e aura pour mission de participer au projet TATTOO (réunions techniques) et de communiquer sur ses résultats (conférences/articles).

Références

Célino, A., Fréour, S., Jacquemin, F., Casari, P. (2014). The hygroscopic behavior of plant fibres: a review. Frontiers in Chemistry. 1, 43.

Célino, A., Gonçalves, O., Jacquemin, F., Fréour, S. (2014). Qualitative and quantitative assessment of water sorption in natural fibres using ATR-FTIR spectroscopy. Carbohydrate Polymers, 101, 163-170.

Moyens expérimentaux et outils numériques :

Pendant la durée des travaux, le.la doctorant.e aura accès aux équipements des plateformes expérimentales de transformation, de mesures mécaniques et physico-chimiques, et numériques du laboratoire. Lien1. Lien2.

Profil du Candidat :

- Titulaire d'un diplôme de Master ou Ingénieur en Mécanique, Ingénierie Mécanique ou Matériaux
- Connaissances et goût pour les matériaux agro-sourcés, les matériaux composites, la modélisation multiphysique, l'expérimentation, les analyses physico-chimiques, lla simulation numérique et le travail en projet multi-partenarial.
- Français et Anglais courant

Conditions d'embauche :

- Contrat doctoral de 3 ans (Nantes Université – Ecole Centrale Nantes)
- Inscription à l'Ecole Doctorale SIS (Nantes Université – Ecole Centrale Nantes)
- Démarrage Octobre ou Novembre 2025

Offre de thèse de doctorat – Projet TATTOO (Financement ADEME)
PhD offer – TATTOO Project (ADEME funding)

Encadrement de thèse et localisation : Les travaux seront dirigés par Frédéric Jacquemin (Pofesseur des Universités – Nantes Université) et co-encadrés par Mael Péron (Maître de Conférences – Nantes Université) et Amandine Célino (Maîtresse de Conférences – Nantes Université) et menés au laboratoire GeM (Nantes Université – Ecole Centrale Nantes).

Pour candidater :

Veuillez adresser vos candidatures avec :

- CV
- Une lettre de motivation
- Deux lettres de recommandations
- les relevés de notes des niveaux Licence L3, Master M1 et M2 ou bien des 3 années d'école d'ingénieur)

À adresser à : amandine.celino@univ-nantes.fr

Offre de thèse de doctorat – Projet TATTOO (Financement ADEME)
PhD offer – TATTOO Project (ADEME funding)

Topic: Recycling flax co-products for structural composites: experimental study and modelling of the thermo-hygro-mechanical behaviour of 'dry' fibre reinforcements

Partnership context: As part of a National project (ADEME funding), the TATTOO project (Technical flAx indusTry for sTructural cOmpOsites) brings together the company Teillage Vandecandelaere (DEPESTELE) and the laboratories: GeM (Ecole Centrale de Nantes and Nantes University) and ABTE (University of Caen Normandie).

Industrial and technological context: For about fifteen years, the use of natural fibers in structural composite parts has highlighted production barriers for low-cost and energy-consuming fibers. In a context of decarbonization, particularly in the transport and energy industry, the environmental impacts of composites based on natural fibers must be improved while responding to the intensification of their use as technical fibers while demand from the textile industry has never been higher. While non-structural applications are numerous, their use in structural applications requires perfect knowledge of material/process maps and engineering support for the development of industrial solutions.

Objectives of the TATTOO project: The project aims to develop a new way of exploiting unvalued side-products from technical flax fibres' production in order to manufacture rovings (Fig. 1) and fibre reinforcements that can be implemented in different composite technologies (e.g. automated deposition or injection moulding). Composites based on flax fibres are intended for the manufacture of structural technical parts whose environmental impacts will be minimised. The project also aims to understand the behaviors of water transfer and mechanical of flax fiber during the transformation steps: from stem to roving then to preform, up to its structural composite processability. All the data collected during manufacturing will feed numerical models which will support industrial users in their developments.

Fig. 1 Flax fiber roving [Depestele]

Missions and scientific objectives of the PhD thesis:

Fully integrated into the TATTOO project, the PhD student will conduct his/her research work with the aim of evaluating the properties and thermo-hygro-mechanical behaviour of fibre reinforcements (at different scales: from rods to roving) simulating the effects induced by the conditioning phase of the reinforcements before impregnation with a resin. The objectives will therefore be to:

Offre de thèse de doctorat – Projet TATTOO (Financement ADEME)
PhD offer – TATTOO Project (ADEME funding)

- Determine and model the effects of temperature and humidity on the mechanical properties of fibres in transient and stationary conditions (hygro-thermal cycling).
- Determine and model the effect of mechanical loading on the hygroscopic properties of fibres (water content, diffusion coefficient, swelling).
- Determine and model fibre swelling/shrinkage phenomena in different hygro-thermal environments.*
- Establish a relationship between fibre composition, surface condition and hygroscopic properties.

The PhD student will be responsible for carrying out experimental tests and developing measurement benches, analysing the results and modelling the observed behaviour.

In parallel, the PhD student will participate in the TATTOO project (technical meetings) and communicating on his/her results (conferences/articles).

References

Célino, A., Fréour, S., Jacquemin, F., Casari, P. (2014). The hygroscopic behavior of plant fibres: a review. Frontiers in Chemistry. 1, 43.

Célino, A., Gonçalves, O., Jacquemin, F., Fréour, S. (2014). Qualitative and quantitative assessment of water sorption in natural fibres using ATR-FTIR spectroscopy. Carbohydrate Polymers, 101, 163-170.

Experimental labs and digital tools:

During the work, the doctoral student will have access to the equipment of the experimental platforms for processing, mechanical and physicochemical measurements, and digital tools of the laboratory. Link1. Link2.

Candidate's profile:

- Must have graduated with a Master's degree or equivalent in Mechanics, Mechanical Engineering or Materials
- Knowledge and interest in composite materials, bio-based materials, multi-physics modelling, multi-physics experimentation, numerical simulation, physico-chemical analysis and working within a multi-partner project
- Fluent in French and English

Hiring conditions:

- 3-year PhD contract (Nantes Université – Ecole Centrale Nantes)
- Registration at the SIS Doctoral School (Nantes Université – Ecole Centrale Nantes)
- Starting October or November 2025

PhD advisement and location: The PhD study will be advised by Frédéric Jacquemin (Prof) and Amandine Célino et Mael Péron (assoc Prof) and carried out at the GeM Laboratory (Nantes Université – Ecole Centrale Nantes).

To apply:

Please send your applications with

- CV
- One cover letter
- Two letters of recommendation

Offre de thèse de doctorat – Projet TATTOO (Financement ADEME)
PhD offer – TATTOO Project (ADEME funding)

- Grades transcripts of the last year of Bachelor's and 2 years of Master's studies

to: amandine.celino@univ-nantes.fr