

Offre de stage : analyse expérimentale des transferts thermo-hydrauliques dans des biocomposites à base de mycélium - stage de 6 mois

**Stage de 6 mois, fin de cursus école d'ingénieurs ou master M2.
Début souhaité : entre février et mars 2026.**

Contexte

Les biocomposites à base de mycélium représentent aujourd'hui une voie prometteuse pour la conception de matériaux durables et à faible impact environnemental. Obtenus par la croissance contrôlée d'un réseau fongique au sein de résidus lignocellulosiques, ces matériaux présentent une structure légère, une porosité élevée, une capacité d'isolation intéressante et un comportement hygroscopique marqué. Grâce à ces propriétés, ils attirent une attention croissante dans les secteurs du bâtiment, de l'emballage biosourcé et du design éco-responsable.

Malgré cet intérêt croissant, leur comportement thermo-hydraulique reste encore peu étudié. Les matériaux fibreux de faible densité montrent en effet que des variations rapides d'humidité relative peuvent générer des phénomènes transitoires importants : diffusion de vapeur, condensation interne, variations de température induites par l'adsorption et redistribution locale de l'humidité. Ces mécanismes influencent directement les performances thermiques et la stabilité dimensionnelle des matériaux biosourcés.

Afin de mieux comprendre et de quantifier ces phénomènes dans le cas spécifique des biocomposites mycéliens, la Chaire de Biotechnologie de CentraleSupélec conduit actuellement un programme de recherche dédié au développement et à la caractérisation de matériaux à base de mycélium. Ce programme s'inscrit dans le cadre d'un projet ANR JCJC, dont l'un des objectifs est de mettre en place des outils expérimentaux et numériques permettant de caractériser finement la réponse transitoire de ces biocomposites et de mieux prédire leur comportement en conditions réelles.

Sujet de stage

Le stage porte sur l'étude expérimentale du comportement thermo-hydraulique de biocomposites à base de mycélium. Dans un premier temps, le ou la stagiaire sera chargé(e) de fabriquer les matériaux en préparant les substrats lignocellulosiques, en assurant leur inoculation puis en contrôlant la croissance du mycélium jusqu'au séchage final. Cette phase permettra de disposer d'échantillons reproductibles et adaptés aux essais.

Le travail sera ensuite dédié au développement et à la réalisation d'une série d'essais thermo-hydrauliques inspirés d'une méthodologie proposée pour la caractérisation de matériaux isolants hygroscopiques (Perré et al., 2018)¹. Il s'agira notamment de concevoir une configuration expérimentale permettant de s'approcher d'un transfert unidimensionnel (confinement latéral du matériau, positionnement judicieux des capteurs et système de pesée en continu), puis de soumettre les biocomposites à des variations rapides et contrôlées d'humidité relative dans une chambre climatique. Ces sollicitations auront pour but de provoquer des régimes transitoires marqués, au cours desquels on pourra observer la diffusion de vapeur, les échanges d'humidité entre air et matériau, les pics de température liés à l'adsorption ainsi que de possibles phénomènes de condensation interne.

L'évolution de la température et de l'humidité au cœur du matériau sera suivie en continu grâce à des capteurs intégrés (température/humidité relative) et au suivi de la variation de masse. Les données enregistrées feront l'objet d'un traitement approfondi : analyse des cinétiques de réponse, dynamique de la réponse du matériau à l'excitation imposée, décalage entre l'humidité au centre du double panneau et l'évolution de la masse, comparaison de différentes formulations de biocomposites, etc. L'objectif de cette étude est d'analyser en détail la réponse des biocomposites mycéliens lors de ces sollicitations, d'identifier les mécanismes dominants, de quantifier l'importance du non-équilibre local et de rapprocher les observations des comportements déjà décrits pour d'autres matériaux biosourcés.

¹ Perré P., Challanonnex A., Colin J., 2019 - On the importance of heat and mass transfer coupling for the characterization of hygroscopic insulation materials, Int. J. Heat Mass Transfer, 133: 968-975.

Les résultats obtenus permettront d'alimenter les travaux du projet ANR JCJC dédiés à la compréhension et à la modélisation multi-échelle des transferts couplés chaleur–masse dans les biocomposites mycéliens, et pourront servir de base à la poursuite du sujet dans le cadre d'une thèse.

Profil et compétences attendues

- Diplôme d'ingénieur ou de master (M2) en génie des procédés, bioprocédés ou génie des matériaux, avec des connaissances en sciences du vivant
- Connaissances en transferts de chaleur et de masse, matériaux poreux et/ou comportement hygroscopique des matériaux.
- Notions en microbiologie ou culture de micro-organismes (idéalement mycélium ou champignons filamenteux).
- Des compétences en techniques de laboratoire seront appréciées (préparation d'échantillons, mise en œuvre de protocoles expérimentaux, utilisation de capteurs, acquisition et traitement de données).
- Qualités recherchées : rigueur, autonomie, qualité de rédaction, capacité d'adaptation et d'initiative. Bon niveau d'anglais.
- Capacité à travailler en équipe au sein d'un environnement de recherche pluridisciplinaire.

Laboratoire d'accueil

La Chaire de Biotechnologie de CentraleSupélec, inaugurée en novembre 2010 et hébergée par le Centre Européen de Biotechnologie et de Bioéconomie (CEBB), intervient dans trois domaines d'expertise :

- Matériaux biosourcés
- Biotransformation
- Techniques séparatives.

Adossée au Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux (LGPM), la Chaire assure un lien étroit entre son établissement de tutelle, CentraleSupélec, et les acteurs économiques et académiques du territoire, en mettant son expertise de R&D au service de projets innovants. CentraleSupélec, avec sa formation d'ingénieurs généralistes de haut niveau, dispose d'une forte expertise en modélisation appliquée au génie des (bio)procédés et aux (bio)matériaux. En complément des approches expérimentales, les trois axes thématiques de la Chaire s'appuient donc naturellement sur un socle de compétences en modélisation, simulation.

Modalités pratiques

Le stage aura lieu au sein du Centre Européen de Biotechnologie et de Bioéconomie (CEBB) à Pomacle (Marne, 51). D'une durée de 6 mois, le stage pourra commencer entre février et mars 2026.

Gratification selon le barème en vigueur. La ou le stagiaire retenu€ pourra postuler pour prolonger en thèse sur un sujet en lien avec ce stage (financement acquis dans le cadre d'un projet ANR).

Contacts

Dr. Brahim Mazian : brahim.mazian@centralesupelec.fr

Pr. Patrick Perré : patrick.perre@centralesupelec.fr

Sites web

Chaire de Biotechnologie : www.chaire-biotechnologie.centralesupelec.fr

Laboratoire LGPM : lgpm.centralesupelec.fr/

CEBB : www.cebb-innovation.eu

Internship offer: experimental analysis of thermo-hydric transfers in mycelium-based biocomposites – 6-month internship

Six-month internship, final year of engineering school, or Master's degree (M2).

Preferred start date: between February and March 2026.

Context

Mycelium-based biocomposites represent a promising pathway for developing sustainable, low-impact materials on the environment. Produced through the controlled growth of a fungal network within lignocellulosic residues, these materials exhibit a lightweight structure, high porosity, interesting insulation properties, and marked hygroscopic behavior. Thanks to these characteristics, they are attracting increasing attention in the building sector, bio-based packaging, and eco-responsible design. Despite this growing interest, their thermo-hydric behavior remains insufficiently studied. Low-density fibrous materials are known to undergo significant transient phenomena when exposed to rapid variations in relative humidity: vapor diffusion, internal condensation, temperature variations induced by adsorption, and local redistribution of moisture. These mechanisms directly influence the thermal performance and dimensional stability of bio-based materials. To better understand and quantify these phenomena in the specific case of mycelium biocomposites, the Biotechnology Chair of CentraleSupélec is currently conducting a research program dedicated to the development and characterization of mycelium-based materials. This program is part of an ANR JCJC project, one of whose objectives is to develop experimental and numerical tools to finely characterize the transient response of these biocomposites and improve the prediction of their behavior under real-world conditions.

Internship topic

The internship focuses on the experimental study of the thermo-hydric behavior of mycelium-based biocomposites. In the first phase, the intern will be responsible for fabricating the materials by preparing the lignocellulosic substrates, inoculating the mycelium, and monitoring its growth until the final drying stage. This step will ensure the production of reproducible samples suitable for testing.

The work will then consist in developing and performing a series of thermo-hydric tests inspired by a methodology proposed for the characterization of hygroscopic insulating materials (Perré et al., 2018)². This will involve designing an experimental setup that approximates one-dimensional transfer (lateral confinement of the material, appropriate positioning of sensors, and a continuous weighing system), and exposing the biocomposites to rapid and controlled variations in relative humidity within a climatic chamber. These conditions aim to generate marked transient regimes during which vapor diffusion, moisture exchanges between air and material, temperature peaks associated with adsorption, and possible internal condensation phenomena can be observed.

The evolution of temperature and humidity within the material will be monitored continuously using integrated sensors (temperature/relative humidity) along with mass variation measurements. The recorded data will be subjected to detailed analysis, including response kinetics, the dynamic behavior of the material under the imposed excitation, discrepancies between internal humidity and overall mass changes, and comparisons between different biocomposite formulations. The objective of this study is to thoroughly analyze the response of mycelium biocomposites during these solicitations, identify dominant mechanisms, quantify the importance of local non-equilibrium, and relate the observations to behaviors previously described for other bio-based materials.

The results obtained will contribute to the ANR JCJC project dedicated to understanding and multiscale modeling of coupled heat–moisture transfer in mycelium-based biocomposites, and may serve as a foundation for continuing the work within a PhD thesis.

² Perré P., Challanonnex A., Colin J., 2019 - On the importance of heat and mass transfer coupling for the characterization of hygroscopic insulation materials, Int. J. Heat Mass Transfer, 133: 968-975.

Required profile and skills

- Engineering degree or Master's degree (M2) in process engineering, bioprocesses, or materials science, with background knowledge in life sciences.
- Knowledge of heat and mass transfer, porous materials and/or hygroscopic behavior of materials.
- Basic knowledge in microbiology or microbial cultivation (ideally mycelium or filamentous fungi).
- Laboratory skills are appreciated (sample preparation, implementation of experimental protocols, use of sensors, data acquisition and processing).
- Desired qualities: rigor, autonomy, strong writing skills, adaptability and initiative. Good level of English.
- Ability to work in a team within a multidisciplinary research environment.

Host laboratory

The Biotechnology Chair of CentraleSupélec, inaugurated in November 2010 and hosted by the European Center for Biotechnology and Bioeconomy (CEBB), operates across three areas of expertise:

- Biobased materials
- Biotransformation
- Separation techniques.

Affiliated with the Laboratory of Process and Materials Engineering (LGPM), the Chair maintains a close link between its parent institution, CentraleSupélec, and both academic and industrial stakeholders in the region, by providing its R&D expertise to support innovative projects. CentraleSupélec, with its high-level general engineering program, has strong expertise in modeling applied to (bio)process engineering and (bio)materials. Complementing experimental approaches, the Chair's three thematic areas naturally rely on a solid foundation of competencies in modeling and simulation.

Practical information

The internship will take place at the European Center for Biotechnology and Bioeconomy (CEBB) in Pomacle (Marne, 51). The 6-month internship is expected to start between February and March 2026. Compensation will be in accordance with the applicable national guidelines. The selected intern will have the opportunity to apply for a continuation as a PhD candidate on a topic related to this internship (funding already secured through an ANR project).

Contacts

Dr. Brahim Mazian : brahim.mazian@centralesupelec.fr

Pr. Patrick Perré: patrick.perre@centralesupelec.fr

Websites

Chair of Biotechnology: www.chaire-biotechnologie.centralesupelec.fr

LGPM Laboratory: lgpm.centralesupelec.fr/

CEBB : www.cebb-innovation.eu