

Offre de stage : Développement et caractérisation de films biodégradables et bioactifs à partir de ressources renouvelables

Contexte

La récente prise en compte des facteurs environnementaux et économiques dans l'élaboration des matériaux contraint les industriels à développer de nouveaux matériaux ayant un impact négatif moindre sur l'environnement et pour lesquels les coûts des matières premières et de fabrication sont modérés. Environ 41 % de la production de plastique est actuellement utilisée dans l'industrie de l'emballage, l'utilisation de biopolymères et de biocomposites dans ce domaine apparaît comme une excellente alternative. Dans ce contexte, le développement des biomatériaux biodégradables à base de chitosan est une possible réponse à cette stratégie d'innovation, plus économe en ressources et plus compétitive tout en garantissant la protection de l'environnement.

Le chitosan est un biopolymère d'origine naturelle obtenu par la désacétylation de la chitine, qui est le polysaccharide le plus abondant sur Terre après la cellulose. Elle se trouve dans l'exosquelette des crustacés, et peut être extrait des déchets de crevettes, crabes, etc. En plus de d'avoir une origine naturelle, ce biopolymère est biodégradable, biocompatible, possède un faible pouvoir allergène et toxique ainsi que des propriétés antibactériennes. Ces caractéristiques lui permettent d'être utilisées dans diverses applications dans l'industrie alimentaire, l'agriculture, les domaines biomédical et pharmaceutique, le traitement de l'eau ou encore l'industrie du textile.

Par ailleurs, le chitosan peut être renforcé par d'autres biomasses ou polymères naturels, tels que des polysaccharides, des protéines ou les fibres naturelles, dans le but d'améliorer ses propriétés mécaniques et physiques. En effet, les fibres naturelles, sont de plus en plus utilisées en tant que renforts dans les matériaux composites (à matrice polymère) grâce à leurs performances en termes de densité, propriétés mécaniques et thermiques. La similitude des structures chimiques du chitosan avec celles des fibres de chanvre composés de cellulose prédit leur compatibilité et l'obtention d'un matériau homogène.

La méthode de fabrication qui sera utilisée dans cette étude est la cuisson-extrusion. Trois opérations interviennent dans le processus : la cuisson qui apporte l'énergie, le mélange permettant l'homogénéisation du milieu, puis l'extrusion qui pousse la matière au travers d'une filière.

Ce procédé est particulièrement connu dans l'industrie agro-alimentaire, dans le milieu de la plasturgie, de la papeterie ; mais permet aussi d'effectuer des fractionnements poussés via l'extrusion réactive.

Les extrudats obtenus via le processus peuvent ensuite être valorisés la fabrication de biomatériaux, alternatives prometteuses pour, entre autres, des applications dans l'emballage.

Sujet de stage

Dans le cadre de son développement, la Chaire de Biotechnologie de CentraleSupélec a récemment acquis une extrudeuse bi-vis afin d'élargir son potentiel en termes de matières premières valorisables et applications/produits finis. De plus, d'autres outils et équipements permettent de caractériser les fractions obtenues (composition, structure, propriétés mécaniques, thermiques, morphologie 2D à 3D, interaction avec différents solvants, etc.).

Ce projet de stage a pour but de développer des films de chitosan seul ou renforcé, avec l'ajout notamment de fibres végétales, par un procédé de cuisson-extrusion.

L'objectif est de maîtriser les capacités et les performances de l'outil d'extrusion par une phase exploratoire la plus complète possible dans l'obtention de films biodégradables et biosourcés. L'utilisation du chitosan dans un composite permettra d'obtenir de nouveaux biomatériaux qu'il faudra caractériser et évaluer sous différents aspects à l'aide des outils analytiques à disposition au laboratoire.

Le stage s'articulera autour des points suivants :

- Optimisation des conditions opératoires (vitesse des vis, température des zones, ratio solvant/matière première) pour l'élaboration de matériaux,

- Caractérisation globale des matériaux : l'élaboration d'éprouvettes permettra leur analyse structurale, mécanique, thermique, etc.
- Etude comparative des matériaux obtenus, avec ou sans ajout de fibres végétales, selon les conditions opératoires mises en œuvre et détermination de l'incidence des paramètres sur le produit fini.

La compréhension des mécanismes d'extrusion et l'incidence de la variation des paramètres sur les caractéristiques du matériau obtenu nous permettront à terme d'anticiper les réactions in-situ par une ouverture vers la modélisation. Les fractions collectées seront caractérisées par des analyses, afin de pouvoir comparer les modes opératoires et définir les conditions optimales associées aux performances souhaitées (résistance mécanique, stabilité thermique, étanchéité, etc.)

Profil et compétences attendues

- Diplôme d'ingénieur ou de Master (M2) en Génie des Procédés, bioprocédés ou sciences des matériaux, avec des connaissances en sciences du vivant
- Connaissances en biologie animale, végétale et en chimie analytique
- Notions en extrusion,
- Des compétences en matériaux et les équipements de caractérisation.
- Qualités recherchées : rigueur, autonomie, qualité de rédaction, capacité d'adaptation et d'initiative. Bon niveau d'anglais. Meticulosité souhaitée (manipulations d'outils mécaniques sensibles).
- Capacité à travailler en équipe.

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 :

- Caractérisation & conversion des lignocellulosiques,
- 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 & visualisation plus particulièrement orienté vers la modélisation du vivant et le passage à l'échelle industrielle.

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, idéalement, entre janvier et mars 2023. Gratification selon le barème en vigueur.

Contacts

Pr. Pedro Augusto : pedro.augusto@centralesupelec.fr

Pr. Rafik Balti : rafik.balti@centralesupelec.fr

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

Dr. Sylvain Foret : sylvain.foret@centralesupelec.fr

Sites web

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

Laboratoire LGPM : lgpm.centralesupelec.fr/

CEBB : www.cebb-innovation.eu

Internship offer : Development and characterisation of biodegradable and bioactive films from renewable resources

Context

The recent consideration of environmental and economic factors in the development of materials is forcing manufacturers to develop new materials that have less negative impact on the environment and for which raw material and manufacturing costs are moderate. As approximately 41% of plastic production is currently used in the packaging industry, the use of biopolymers and biocomposites in this field appears to be an excellent alternative. In this context, the development of chitosan-based biomaterials is a possible response to this strategy of innovation, which is more resource-efficient and competitive while guaranteeing environmental protection.

Chitosan is a biopolymer from natural origin obtained by the deacetylation of chitin, which is the most abundant polysaccharide on Earth after cellulose. It is found in the exoskeleton of crustaceans, being obtained from waste of shrimps, crabs, etc. In addition to its natural origin, this biopolymer is biodegradable, biocompatible, has a low allergenic and toxic power and antibacterial properties. These characteristics allow it to be used in various applications in the food industry, agriculture, the biomedical and pharmaceutical fields, water treatment or the textile industry.

Moreover, chitosan can be reinforced with other biomasses or natural polymers, such as polysaccharides, proteins or natural fibres, in order to improve its mechanical and physical properties. Indeed, natural fibres are increasingly used as reinforcements (polymer matrix) in composite materials due to their performance in terms of density, mechanical and thermal properties. The similarity of the chemical structures of chitosan with those of vegetable fibres composed of cellulose predicts their compatibility and the achievement of a homogeneous material.

This internship will study the production of bio-based materials from chitosan and vegetable fibres, thus reusing and valorising two by-products as a new material to substitute traditional plastics, towards the sustainable development.

The manufacturing method that will be used in this study is cooking-extrusion. Three operations are involved in the process: cooking, which provides energy, mixing, which homogenises the medium, and extrusion, which pushes the material through a die. This process is particularly well known in the food, plastics and paper industries, but it can also be used to carry out advanced fractionation via reactive extrusion.

The extrudates obtained through the process can then be used to manufacture biomaterials, promising alternatives for applications in packaging.

Internship topic

As part of its development, the CentraleSupélec Biotechnology Chair recently acquired a twin-screw extruder in order to expand its potential in terms of recoverable raw materials and applications/finished products. In addition, other tools and equipment are used to characterise the fractions obtained (composition, structure, mechanical and thermal properties, 2D to 3D morphology, interaction with different solvents, etc.).

The aim of this internship project is to develop chitosan films, alone or reinforced, with the addition of plant fibres in particular, by a cooking-extrusion process.

The objective is to master the capacities and performances of the extrusion tool through an exploratory phase as complete as possible in obtaining biodegradable and biosourced films. The use of chitosan in a composite will make it possible to obtain new biomaterials that will have to be characterized and evaluated under various aspects using the analytical tools available in the laboratory.

The internship will be based on the following points:

- Optimization of operating conditions (screw speed, zone temperature, solvent/raw material ratio) for the development of materials,

- Global characterization of materials: the development of test specimens will allow their structural, mechanical and thermal analysis, etc.
- Comparative study of the materials obtained, with or without the addition of vegetable fibres, according to the operating conditions implemented and determination of the impact of the parameters on the finished product.

The understanding of the extrusion mechanisms and the impact of the variation of the parameters on the characteristics of the material obtained will eventually allow us to anticipate the *in-situ* reactions through an opening towards modelling. The fractions collected will be characterised in order to be able to compare the operating modes and define the optimal conditions associated with the desired performances (mechanical resistance, thermal stability, waterproof, etc.).

Profile and expected skills

- Engineering degree or Master's degree (M2) in Process Engineering, bioprocesses or materials sciences, with knowledge of life sciences,
- Knowledge of animal, plant biology and analytical chemistry,
- Knowledge of extrusion,
- Skills in materials and characterization equipment,
- Qualities: rigor, autonomy, writing skills, ability to adapt and take initiative. Good level of English. Meticulousness desired (handling of mechanical tools),
- Ability to work in a team.

Host laboratory

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

- Characterisation & conversion of lignocellulosics,
- Bioprocessing,
- Separative techniques.

Backed by the Process and Materials Engineering Laboratory (LGPM), the Chair ensures a close link between its parent institution, CentraleSupélec, and the region's economic and academic players, by putting its R&D expertise at the service of innovative projects. CentraleSupélec, with its training of high-level general engineers, has strong expertise in modelling applied to (bio)process engineering and (bio)materials. In addition to experimental approaches, the three thematic axes of the Chair are naturally based on a foundation of skills in Modelling, Simulation & Visualisation, particularly oriented towards the modelling of living organisms and the transition to industrial scale.

Practical details

The internship will take place at the European Centre for Biotechnology and Bioeconomics (CEBB) in Pomacle (Marne, 51). The internship will last 6 months and can start between January and March 2023. Gratification according to the current salary scale.

Contacts

Pr. Pedro Augusto : pedro.augusto@centralesupelec.fr

Pr. Rafik Balti : rafik.balti@centralesupelec.fr

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

Dr. Sylvain Foret : sylvain.foret@centralesupelec.fr

Websites

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

LGPM Laboratory: lgpm.centralesupelec.fr/

CEBB : www.cebb-innovation.eu