

Offre de Thèse – octobre 2024

Nouvelle voie de synthèse pour produire une membrane nanofibreuse à base de polyuréthane par électrospinning et photopolymérisation – application à la filtration liquide

Mots clés : polymère, photopolymérisation, électrospinning, filtration

Lieu d'exercice : LPIM (Mulhouse) et ICPEES (Strasbourg)

Contact : Anne-Sophie Schuller, Emeline Lobry

e-mail : anne-sophie.schuller@uha.fr ; elobry@unistra.fr

Merci de fournir un CV et une lettre de motivation ainsi que ses notes de Master/école d'ingénieur

Présentation des laboratoires

Le **Laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaires (LPIM)** à Mulhouse a une longue et solide expérience dans le domaine de la photochimie moléculaire et des polymères, favorisant l'émergence de matériaux et de revêtements innovants (<https://www.uha.fr/fr/uha-1/organisation/laboratoires/lpim-ur-4567.html>). L'**Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé (ICPEES)** est une unité mixte de recherche (UMR 7515) sous la cotutelle du CNRS et de l'Université de **Strasbourg**. Les travaux se feront au sein de l'équipe PolyFuN qui possède une expertise reconnue dans le domaine de l'électrospinning (<https://icpees.unistra.fr/en/polymer-engineering/electrospinning/> pour plus d'information).

Contexte et objectifs

Le projet de thèse vise à développer une membrane haute performance pour la filtration liquide dont la taille des pores se situe entre 50 et 500 nm afin de couvrir différentes applications. L'électrospinning est un procédé permettant la fabrication de matériaux nanofibreux trouvant des applications dans des domaines aussi variés que les renforts mécaniques, les filtres, les capteurs ou encore le biomédical. Le principe du procédé repose sur la propulsion d'un jet d'une solution visqueuse de polymère grâce à l'action d'un champ électrique intense. L'utilisation conjointe de l'électrofilage et de la photopolymérisation permettra de produire des membranes nanofibreuses combinant les avantages environnementaux des deux procédés (pas de solvant, température ambiante, faible consommation d'énergie) et les propriétés exceptionnelles des fibres électrofilées. Des oligomères de polyuréthane acrylate (PUA) seront sélectionnés en raison de leur large utilisation, de leurs propriétés mécaniques et résistance chimique excellentes.

L'objectif est de développer des formulations photopolymérisables en adaptant leurs cinétiques et leurs propriétés rhéologiques aux contraintes du procédé d'électrofilage. En ajustant les propriétés macromoléculaires des oligomères et les conditions (paramètres photo-physiques et procédé), on souhaite contrôler les propriétés structurales des mats. Les membranes seront entièrement caractérisées ainsi que leurs performances de filtration ou de diffusion.

Le travail consistera à :

- Développer et optimiser des formulations photopolymérisation à base de PU.
- Etudier les cinétiques et caractériser les propriétés rhéologiques afin d'adapter les formulations aux contraintes du procédé d'électrospinning.
- Etudier l'influence des paramètres du procédé d'électrospinning et d'irradiation sur les propriétés structurales des membranes obtenues.
- Caractériser les propriétés de filtration liquide des membranes.

Compétences recherchées

- Master ou équivalent en chimie des polymères. Des compétences complémentaires en science des matériaux polymères seront un atout.
- Des connaissances en photopolymérisation seront un plus.
- Travail expérimental rigoureux.
- Autonomie et force de proposition.
- Capacité à travailler en équipe et à communiquer (thèse sur deux laboratoires).

Techniques et compétences qui seront développées

- Photopolymérisation.
- Electrospinning.
- Développement de méthodes expérimentales (photorhéologie, spectroscopie infrarouge, photo DSC, analyse mécanique dynamique DMA).
- Microscopies (électronique à balayage).

Candidature

Le démarrage de la thèse est prévu en octobre 2024.

La thèse est financée dans le cadre de l'AAP PhD HiFunMat/Matlight. Le/la candidat.e devra satisfaire les conditions d'admission aux contrats doctoraux d'établissement de son école doctorale de rattachement. En particulier, la note moyenne du master – calculée à partir des moyennes des 4 semestres – doit être au moins égale à 12/20.

Les candidats retenus suite aux entretiens seront auditionnés par le comité de l'ITI HiFunMat le mercredi 24 mai 2024 par visioconférence.

PhD offer – october 2024

New routes to obtain PU nanofibrous membrane by combination of electrospinning and photopolymerization – application to liquid filtration

Key words: polymer, photopolymerization, electrospinning, filtration

Location : LPIM (Mulhouse) et ICPEES (Strasbourg)

Contact : Anne-Sophie Schuller, Emeline Lobry

e-mail : anne-sophie.schuller@uha.fr ; elobry@unistra.fr

Please send a CV and covering letter as well as your Master's/engineering school grades.

Presentation of the labs

The **Laboratory of Photochemistry and Macromolecular Engineering (LPIM)** in **Mulhouse** has a strong background in molecular photochemistry and polymer leading to new materials and innovative coating (<https://www.uha.fr/fr/uha-1/organisation/laboratoires/lpim-ur-4567.html>). The **Institute for Chemistry and Processes for Energy, Environment and Health (ICPEES)** is a joint research unit with a partnership between the French National Research Council (CNRS) and the University of Strasbourg (Unistra). The applicant will join the PolyFun team which has a strong expertise in electrospinning (<https://icpees.unistra.fr/en/polymer-engineering/electrospinning/>).

Context and objectives

The PhD project aims to develop a high-performance membrane for liquid filtration with pore size ranging from 50 nm to 500 nm in order to cover different applications. Electrospinning is a process used to manufacture nanofibrous mats for various applications including mechanical reinforcements, filters, sensors and biomedical applications. It is based on the propulsion of a jet of a viscous polymer solution thanks to an intense electric field.

Combining solvent-free electrospinning and photopolymerization will produce nanofibrous membranes merging the environmental advantages of both manufacturing processes (no solvent, ambient temperature, low energy consumption) and outstanding properties of electrospun fibers. Polyurethane acrylate (PUA) matrix was selected due to its broad use and its excellent mechanical properties and chemical resistance.

The goal is to develop photopolymerizable formulations by adapting their kinetics and rheological properties to match with electrospinning process conditions. By tuning the oligomers macromolecular properties and the process conditions (photo physic and process parameters), it is expected to tune the structural properties of the mats. The membrane will be fully characterized (chemistry, fiber diameter, pore, mechanical properties) as well as their filtration or diffusion performance and their chemical resistance.

The different tasks consist in:

- The development and optimization of PU-based photopolymerization formulations.
- The study of the kinetics and characterization of the rheological properties in order to adapt the formulations to the constraints of the electrospinning process.
- The study of the effect of the process parameters (electrospinning parameters and irradiation) on the structural properties of the membranes obtained.
- The characterization of the liquid filtration properties of the membranes.



Hierarchical & Functional Materials for health,
environment & energy | HiFunMat

The **interdisciplinary thematic** institutes
of the University of Strasbourg & CNRS & Inserm



Skills required

- Master's degree or equivalent in polymer chemistry. Additional skills in polymer materials science would be an advantage.
- Knowledge in photopolymerization would be a plus.
- Rigorous experimental work.
- Autonomous and proactive.
- Ability to work as part of a team and to communicate (thesis to be carried out in two laboratories).

Techniques and skills to be developed

- Photopolymerization
- Electrospinning
- Development of experimental methods (photo rheology, infrared spectroscopy, photoDSC, DMA).
- Scanning electron microscopy

Application

The PhD will start in October 2024. The project is funded by ITI HiFunMat and Matlight. The candidate should have a good rank for the master's degree (the average for the 4 semesters is expected to be equal to at least 12/20). After being selected by the two supervisors, the candidate will be auditioned by the ITI HiFunMat committee on the 24th of may by visioconference.