

Offre de thèse (also available in english p3)

Surcyclage de polycondensats: vers des alternatives plus écoresponsables

Laboratoire : Unité de Catalyse et de Chimie du Solide (UCCS, UMR CNRS 8181)
Sites de Villeneuve d'Ascq et de Lens

Encadrants Philippe Zinck (Directeur de thèse)
Audrey Huret (co-encadrante)
Stéphane Manuel (co-encadrant)

Financement Région Hauts-de-France
Université de Lille

Date de démarrage : Septembre 2026

Contexte et objectifs

Le recyclage des matières plastiques est devenu aujourd'hui une problématique de première importance. Il permet notamment de réduire l'empreinte carbone des matériaux polymères et de lutter contre la pollution plastique. De plus, il peut être moteur de création d'emploi, puisque de nombreux secteurs industriels ont vocation à introduire une part de polymères recyclables dans leurs produits.

Le recyclage ou la valorisation des matières plastiques en fin de vie se font aujourd'hui de manière majoritaire par incinération, voie mécanique ou par différents types de dépolymérisations. L'incinération produit des gaz à effet de serre et des composés toxiques pour l'homme et l'environnement. Le recyclage mécanique des polymères conduit à une diminution de la masse molaire et à une chute des propriétés d'usage. On utilise d'ailleurs le terme décyclage ou « downcycling » en anglais. Le recyclage par dépolymérisation est une voie intéressante. Si l'on prend le cas des polyesters, qu'il soit chimique ou enzymatique, il permet de retrouver les masses molaires et les propriétés initiales du polymère après repolymérisation.

Cependant, ces stratégies ne peuvent pas mettre fin à la crise environnementale actuelle associée aux plastiques anthropiques. Des analyses de scénarios montrent en effet que la mise en œuvre des solutions les plus drastiques dans les prochaines années sur la base de connaissances et technologies disponibles à l'heure actuelle ne pourront pas conduire à la gestion de l'ensemble des déchets plastiques produits.

Le surcyclage, également appelé « upcycling » en anglais, pourrait apporter des éléments de solution à ce problème. Il s'agit de la transformation de déchets plastiques en produits à haute valeur ajoutée. Nous avons dans ce domaine développé une approche de surcyclage de déchets plastiques en polymères de spécialités via le projet SURCYPOL (2023-2025) financé par la région Hauts-de-France dans le cadre du dispositif Economie Circulaire et

Nouveaux Modèles de Développement. Les surcyclats formés dans ce projet peuvent conduire à des applications en tant qu'élastomères thermoplastiques ou encore dans le domaine des plastiques pour l'optique. L'approche que nous avons développée passe cependant par l'utilisation de solvants toxiques et de monomères conventionnels, non recyclés. L'objectif de cette thèse résolument inscrite dans l'écoconception consiste à évaluer 3 stratégies différentes, éventuellement de manière combinée, pour améliorer le caractère écoresponsable de notre approche, à savoir :

- (i) l'utilisation de solvants peu toxiques
- (ii) l'emploi de la mécanochimie pour activer cette réaction de surcyclage, qui pourrait idéalement permettre de s'affranchir de l'utilisation de solvants
- (iii) l'emploi de co-monomères issus de la pyrolyse catalytique comme alternatives écoresponsables aux produits commerciaux non recyclés. Ces monomères seront fournis par un autre partenaire du projet.

Rémunération : 2300 € brut mensuels

Profil recherché

Titulaire d'un master ou diplôme d'ingénieur en chimie, science des polymères ou dans un domaine connexe au 1^{er} septembre 2026, la/le candidat(e) aura un gout prononcé pour les thématiques relevant du développement durable. Une première expérience en chimie des polymères / polymérisation serait un plus.

Pour candidater

Les candidats intéressés enverront un CV détaillé ainsi que leurs relevés de notes de master à philippe.zinck@univ-lille.fr, audrey.huret@univ-lille.fr et stephane.menuel@univ-artois.fr

Thesis Offer

Upcycling polycondensation plastics: toward more sustainable approaches

Laboratory : Unité de Catalyse et de Chimie du Solide (UCCS, UMR CNRS 8181)
Villeneuve d'Ascq and Lens department

Advisors Philippe Zinck (PhD director)
Audrey Huret (co-advisor)
Stéphane Menuel (co-advisor)

Funding Région Hauts-de-France
Université de Lille

Starting date : September 2026

Context and objectives

Plastic recycling has become a major issue today. In particular, it helps reduce the carbon footprint of polymer materials and combat plastic pollution. What's more, it can be a driver for job creation, as many industrial sectors are looking to introduce a proportion of recyclable polymers into their products.

The recycling or recovery of end-of-life plastics is currently carried out mainly by incineration, mechanical means, or various types of depolymerization. Incineration produces greenhouse gases and compounds that are toxic to humans and the environment. Mechanical recycling of polymers leads to a decrease in molar mass and a decline in performance properties. This process is referred to as "downcycling." Recycling by depolymerization is an interesting approach. In the case of polyesters, whether chemical or enzymatic, it allows the molecular weights and initial properties of the polymer to be recovered after repolymerization.

However, these strategies cannot put an end to the current environmental crisis associated with anthropogenic plastics. Scenario analyses show that even implementing the most drastic solutions in the coming years, based on currently available knowledge and technologies, will not be enough to manage all the plastic waste produced.

Upcycling could provide part of the solution to this problem. This involves transforming plastic waste into high value-added products. In this field, we have developed an approach to upcycling plastic waste into specialty polymers through the SURCYPOL project (2023-2025), funded by the Hauts-de-France region as part of the Circular Economy and New Development Models initiative. The upcycled materials produced in this project can be used in applications such as thermoplastic elastomers or plastics for optics. However, the approach we have developed involves the use of toxic solvents and conventional, non-recycled monomers. The objective of this thesis, which is firmly rooted in eco-design, is to evaluate three different

strategies, possibly in combination, to improve the eco-responsibility of our approach, namely:

- (i) the use of low-toxicity solvents
- (ii) the use of mechanochemistry to activate this upcycling reaction, which could ideally eliminate the need for solvents
- (iii) the use of co-monomers derived from catalytic pyrolysis as eco-friendly alternatives to non-recycled commercial products. These monomers will be supplied by another project partner.

Salary: 2300 € gross monthly

The candidate

Holding a master's degree or engineering degree in chemistry, polymer science, or a related field by September 2026, and having a strong interest in topics related to sustainable development. Initial experience in polymer chemistry/polymerization would be a plus.

To apply

Interested candidates should send a detailed CV and their master's degree transcripts to philippe.zinck@univ-lille.fr, audrey.huret@univ-lille.fr et stephane.menuel@univ-artois.fr