

Offre de thèse de doctorat à l'ICGM : Recyclage de métaux critiques de batteries Li-ion par extraction au CO₂ supercritique assistée par polymères (POLYCRICRI)

Contexte : La gestion contrôlée des ressources en métaux stratégiques des batteries lithium-ion (LIB) est devenue une urgence de premier plan en raison de l'augmentation exponentielle de leur utilisation ces dernières années. Le but de ce projet POLYCRICRI financé par l'ANR est de proposer une nouvelle approche innovante de recyclage des métaux critiques, plus propre et moins énergivore. Ce travail est une collaboration de l'ICGM, expert en chimie des matériaux (dont polymères, batteries, fluides supercritiques, chimie computationnelle), avec la société [SNAM](#), leader européen du recyclage de batteries rechargeables, la société [INOVERTIS](#) pour l'analyse du cycle de vie et l'association [IFS](#) pour la communication et l'expertise en technologies fluides supercritiques.

Objectifs : Les travaux de cette thèse visent à explorer une nouvelle approche de recyclage des métaux critiques (Co, Li, Ni, Mn) contenus dans les LIBs. L'approche est basée sur l'utilisation du **CO₂ supercritique (scCO₂) assisté par des polymères** composés d'unités CO₂-philes pour conférer la solubilité des polymères, et d'unités complexantes pour permettre aux polymères d'interagir avec les ions métalliques [1]. Les polymères visés seront synthétisés par polymérisation radicalaire contrôlée ou par télomérisation. La méthode proposée s'inspire de résultats prometteurs obtenus sur des composés modèles pour le cobalt et le lithium [2-3]. Les métaux récupérés seront réutilisés pour la synthèse de nouveaux matériaux de cathode dont les performances seront évaluées électrochimiquement dans des batteries Li-ion. Les polymères complexants seront régénérés pour un nouveau cycle d'extraction. Ce projet contribue à l'économie circulaire des métaux critiques.

Profil du candidat : Le candidat ou la candidate devra justifier d'un master ou équivalent en chimie des polymères assorti d'une solide expérience en chimie organique, en physico-chimie des polymères, d'un fort intérêt pour l'innovation, et de très bonnes capacités de communication (anglais requis), forte motivation, curiosité, autonomie. Des connaissances en chimie du solide et/ou des batteries Li-ion, ainsi qu'une appétence pour les procédés, incluant les technologies fluides supercritiques, seront appréciées.

Laboratoire d'accueil : La thèse se déroulera principalement à l'Institut Charles Gerhardt de Montpellier (1919 route de Mende, 34000 Montpellier, France) et plus précisément au sein des départements [D2](#) (Chimie et Matériaux Macromoléculaires) et [D4](#) (Chimie des Matériaux, Nanostructures, Matériaux pour l'Energie). Le doctorant ou la doctorante sera également amené(e) à réaliser une partie du projet chez SNAM (Viviez). Encadrants de la thèse : [Patrick LACROIX-DESMAZES](#) et Cécile BOUILHAC. Ecole doctorale [EDSCB](#). Salaire brut mensuel d'environ 2300€/mois (employeur CNRS).

Durée : Le contrat sera de 36 mois, avec une date de démarrage à définir, à partir du 05/01/2026.

Candidature : Soumettre CV, lettre de motivation, notes des cinq dernières années (Licence et Master) et au moins 2 contacts et/ou lettres de recommandation sur <https://emploi.cnrs.fr/Offres/Doctorant/UMR5253-PATLAC-002/Default.aspx>. Pour plus de précision, contacter patrick.lacroix-desmazes@umontpellier.fr and cecile.bouilhac@umontpellier.fr

[1] J. Vauloup et al., *The Journal of Supercritical Fluids* **2026**, 229, 106794. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2025.106794>

[2] J. Vauloup et al., *Waste Management* **2024**, 181, 199-210. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.03.018>

[3] R. Mondal et al., *Chemical Engineering Journal Advances* **2025**, 24, 100883. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.100883>

PhD thesis offer at ICGM: Recycling critical metals from Li-ion batteries using polymer-assisted supercritical CO₂ extraction (POLYCRICRI)

Context: Controlled management of strategic metal resources in lithium-ion batteries (LIB) has become a pressing issue due to the exponential increase in their use in recent years. The aim of this ANR-funded POLYCRICRI project is to propose a new, innovative approach to recycling critical metals that is cleaner and less energy-intensive. This work is a collaboration between [ICGM](#), an expert in materials chemistry (including polymers, batteries, supercritical fluids, and computational chemistry), [SNAM](#), the European leader in rechargeable battery recycling, [INOVERTIS](#) for life cycle analysis, and [IFS](#) for communication and expertise in supercritical fluid technologies.

Objectives: This thesis aims to explore a new approach to recycling critical metals (Co, Li, Ni, Mn) contained in LIBs. The approach is based on the use of **supercritical CO₂ (scCO₂) assisted by polymers** composed of CO₂-philic units to confer solubility to the polymers, and complexing units to allow the polymers to interact with metal ions [1]. The target polymers will be synthesized by controlled radical polymerization or telomerization. The proposed method is based on promising results obtained on model compounds for cobalt and lithium [2-3]. The recovered metals will be reused for the synthesis of new cathode materials, whose performance will be evaluated electrochemically in Li-ion batteries. The complexing polymers will be regenerated for a new extraction cycle. This project contributes to the circular economy of critical metals.

Candidate profile: The candidate must have a master's degree or equivalent in polymer chemistry, combined with solid experience in organic chemistry and the physical chemistry of polymers, a strong interest in innovation, and very good communication skills (English required), strong motivation, curiosity, and autonomy. Knowledge of solid-state chemistry and/or Li-ion batteries, as well as an appetite for processes, including supercritical fluid technologies, would be appreciated.

Host laboratory: The thesis will mainly be carried out at the Charles Gerhardt Institute in Montpellier (1919 route de Mende, 34000 Montpellier, France), specifically within departments [D2](#) (Macromolecular Chemistry and Materials) and [D4](#) (Materials Chemistry, Nanostructures, Materials for Energy). The doctoral student will also be required to carry out part of the project at SNAM (Viviez). Thesis supervisors: [Patrick LACROIX-DESMAZES](#) and Cécile BOUILHAC. [EDSCB](#) Doctoral School. Gross monthly salary of approximately €2,300/month (employer: CNRS).

Duration: The contract will be for 36 months, with a start date to be determined, from January 5, 2026.

Application: Submit your CV, cover letter, scores from the last five years (Bachelor's and Master's degrees) and at least two contacts and/or letters of recommendation on <https://emploi.cnrs.fr/Offres/Doctorant/UMR5253-PATLAC-002/Default.aspx>. For more information, please contact patrick.lacroix-desmazes@umontpellier.fr and cecile.bouilhac@umontpellier.fr

[1] J. Vauloup *et al.*, *The Journal of Supercritical Fluids* **2026**, 229, 106794. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2025.106794>

[2] J. Vauloup *et al.*, *Waste Management* **2024**, 181, 199-210. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.03.018>

[3] R. Mondal *et al.*, *Chemical Engineering Journal Advances* **2025**, 24, 100883. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.100883>