

Titre : Développement d'un procédé innovant de recyclage et régénération du graphite des batteries lithium-ion

Contexte :

La transition énergétique nécessite des solutions durables pour gérer les ressources critiques, telles que le graphite, un composant essentiel des batteries lithium-ion. Aujourd'hui, la production de ce matériau repose principalement sur l'extraction minière, une activité à fort impact environnemental. Afin de réduire ces impacts, le recyclage du graphite apparaît comme une contribution incontournable.

Le recyclage du graphite permet de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, de réduire l'extraction de ressources naturelles non renouvelables, et de valoriser les déchets de batteries en s'inscrivant dans une économie circulaire. Toutefois, pour que le recyclage du graphite devienne une pratique généralisée, il reste des défis à relever : améliorer les techniques existantes, optimiser les procédés de séparation et régénération, et développer des infrastructures adaptées.

Objectifs du projet :

L'objectif de cette thèse CIFRE est de développer un procédé continu et innovant pour la séparation et la régénération du graphite issu des batteries lithium-ion usagées. Le doctorant travaillera sur :

- L'optimisation des processus de séparation physique, tels que la flottation, pour isoler le graphite des autres composants.
- Le développement de procédés de régénération du graphite, en cherchant à minimiser l'usage d'énergie et de produits chimiques.
- La validation du procédé par une caractérisation approfondie du graphite avant et après régénération, suivie de tests électrochimiques réalisés à l'échelle laboratoire puis pilote sur des cellules de type 18650.

Programme de recherche :

Le projet est une collaboration entre deux laboratoires, l'ICGM et GeoRessources, et SNAM, une entreprise spécialisée dans le recyclage des batteries. Le doctorant sera impliqué dans les phases suivantes :

1. Séparation du graphite de la blackmass (de SNAM) et optimisation des processus séparation : mise en place d'un pilote pour la séparation du graphite.
2. Régénération du graphite : étude approfondie des méthodes de régénération du graphite, en analysant leur efficacité énergétique et en termes d'économie « d'atomes ».
3. Caractérisation avancée (Amont et aval) : analyse des matériaux récupérés par diffraction des rayons X (DRX), microscopie électronique (TEM, MEB), spectroscopie Raman et adsorption de gaz pour comprendre la structure et les propriétés du graphite recyclé.

4. Tests électrochimiques : mise en électrode du graphite régénéré et tests en conditions réelles pour évaluer ses performances dans des batteries lithium-ion de type 18650.
5. Innovation technologique : proposer des améliorations des procédés existants et de nouveaux procédés de recyclage plus écologiques.

Profil recherché :

- Diplôme d'ingénieur ou Master 2 en génie des matériaux, chimie, électrochimie ou disciplines connexes.
- Intérêt pour l'économie circulaire, le développement durable et les énergies renouvelables.
- Compétences en caractérisation des matériaux, analyse chimique et électrochimie souhaitées.
- Capacité à travailler en équipe et à interagir avec des acteurs industriels et académiques.
- Bonne maîtrise du français

Encadrement et financement :

Le doctorant sera inscrit à l'Université de Montpellier et encadré par une équipe de chercheurs de l'ICGM, de GeoRessources et des ingénieurs de SNAM. La thèse s'inscrit dans le cadre d'un projet CIFRE (Convention Industrielle de Formation par la Recherche) offrant un contrat de travail avec l'entreprise.

Où ?

- Lieu principal : Université de Montpellier (ICGM), avec des séjours à GeoRessources (Nancy) et SNAM (Viviez, Aveyron) selon les besoins scientifiques.

Durée : 3 ans.

Contacts :

- ICGM : moulay-tahar.sougrati@umontpellier.fr
- GeoRessources : anna.vanderbruggen@univ-lorraine.fr
- SNAM : recrutement@snam.com