

## ULiège effectue une mise à jour de sa participation au projet CISTEMEEC pour le développement des chaînes de valeurs industrielles, de la transition énergétique, de la mobilité électrique et de l'économie circulaire

Liège, Belgique, 3 juin 2024 – Le groupe de recherche **GeMMe** (UEE/Faculté des Sciences appliquées) de l'**Université de Liège** (« ULiège ») a le plaisir d'effectuer une mise à jour dans le cadre de sa participation au projet CISTEMEEC pour le développement des « chaînes de valeurs industrielles, la transition énergétique, la mobilité électrique et l'économie circulaire », impliquant un consortium de onze partenaires wallons couvrant la chaîne de valeur de la circularité de la mobilité électrique. Le budget total du projet CISTEMEEC est de **28,5** millions d'euros, la Région wallonne apportant un financement de **16,5** millions d'euros. Le projet est développé sous la coordination de **Comet Traitements S.A.** ("Comet"), filiale du Groupe Comet, une entreprise belge innovante qui traite et recycle les résidus de broyage ("RB"), sous-produits du broyage de déchets métalliques (véhicules en fin de vie ou "VHU", déchets d'équipements électriques et électroniques ou "DEEE" et ferrailles collectées).

Le projet CISTEMEEC vise à étendre, en Wallonie, trois filières industrielles soutenues par la croissance des secteurs de la mobilité électrique et de la transition énergétique : 1) Le recyclage des batteries Li-ions, 2) le cuivre et 3) les éléments de terres rares contenus dans les aimants permanents. L'extension de ces chaînes de valeur repose chacune sur une série d'innovations et de ruptures technologiques développées par les partenaires du consortium lors de projets de recherche régionaux et européens précédents.

Tel que parfaitement résumé par Fanny Lambert, responsable de l'unité de recherche hydrométallurgie au laboratoire du **GeMMe**, « *CISTEMEEC, c'est l'économie circulaire des produits de la mobilité électrique* ».

Il est donc fondamental de poser un constat sur le « gisement » de produits de mobilité électrique.

En 2023, environ 1,1% des 252 millions de voitures en Union Européenne (« UE ») étaient équipées d'un moteur électrique pour un total de 2.675.000 unités. Pour la Belgique 2,3% des 6 millions de voitures étaient à propulsion électrique, pour un total de 138.750 unités. En Wallonie une progression de 61% des voitures électriques a été enregistrée entre 2022 et 2023 pour un parc atteignant 17.299 unités l'année dernière (Statbel<sup>1</sup> pour la Belgique et l'IWEPS<sup>2</sup> pour la Wallonie).

Le taux de pénétration des véhicules hybrides est nettement plus marqué avec un total trois à quatre fois plus important, soit 530.000 et 105.757 unités respectivement en Belgique et en Wallonie.

De ces statistiques, on comprend qu'un nombre restreint de voitures électriques ou hybrides (représentant la mobilité électrique « lourde ») sont susceptibles de se retrouver dans les centres de recyclage à brève échéance. La situation est un peu différente dans le cas de la mobilité électrique « légère » dont les équipements emblématiques, le vélo et la trottinette électrique, présentent pour l'instant une durée de vie plus courte.

<sup>1</sup> <https://statbel.fgov.be/fr/themes/mobilite/circulation/parc-de-vehicules>

<sup>2</sup> <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/parc-automobile-immatriculations/>

### Filière du recyclage des batteries Li-ions

Compte tenu du constat posé sur l'état du « gisement » de produits de mobilité électrique, **Comet** se concentre, pour l'axe mobilité électrique légère, sur les trottinettes et vélos électriques. Pour les petits DEEE (télécommandes, brosses à dents électriques, jouets, montres connectées, etc), contenant une proportion importante de piles et batteries de toutes chimies (notamment Li-ion), **Comet** développe un démonstrateur pour le traitement de ce flux particulier. Le **GeMMe** et **Cilyx** travaillent au développement d'un outil d'extraction et de tri robotisé pour ces piles et batteries.

Dans le flux d'équipements de la mobilité légère, **Comet** s'occupe du démantèlement des batteries Li-ion pour identifier et récupérer les piles dont la durée de vie peut être prolongée. Et ce, en réalisant un diagnostic cellule par cellule du potentiel de réutilisation de chacune d'entre elles de manière à n'envoyer au recyclage que les cellules en fin de vie. Les cellules insérées dans les batteries Li-ion contiennent du Li, du Ni et du Co, éléments métalliques convoités qui donnent de la valeur lors des opérations de recyclage. Concernant les produits de la mobilité « lourde » très peu de véhicules arrivent dans les centres de recyclage à l'heure actuelle. Cela étant, des chutes de production provenant des chaînes de fabrication des batteries commencent à être disponibles et peuvent alimenter le flux de matière à recycler.

Ces cellules en fin de vie partent vers des entreprises spécialisées dans le recyclage des métaux comme **Hydrometal**. La matière étudiée représente le « cœur de la batterie » et se présente sous la forme d'une poudre noire, la black mass. C'est une matière active qui contient tous les métaux critiques qui sont contenus dans la batterie. Grâce à des procédés d'hydrométallurgie, **Hydrometal** peut isoler ces différents métaux. L'entreprise procède d'abord à une mise en solution des différents métaux de la black mass afin de pouvoir ensuite les récupérer pour revaloriser Ni, Co et Li. Ces premières étapes à petite échelle permettent d'affiner l'évaluation économique pour des investissements futurs.

A l'**Université de Liège**, les laboratoires **GeMMe** et **GREENMat** sont impliqués dans toute la chaîne de valorisation, de la batterie aux matériaux d'anode et de cathode. En effet, **ils** participent aux plusieurs grandes étapes de valorisation des batteries que sont : 1) diagnostic de l'état des batteries et de leurs cellules (**GREENMat**), 2) de la cellule à la blackmass (**GeMMe**) et 3) de la blackmass à la batterie (**GeMMe** et **GREENMat**). La première étape fait appel à l'expertise du **GREENMat** en analyse de l'état de santé des batteries, la deuxième étape fait appel à l'expertise du **GeMMe** en fragmentation et mineral processing, alors que le **GeMMe** met son savoir-faire en hydrométallurgie et **GREENMat** son expertise en synthèse des matériaux pour le manufacturing et le testing au cours de la troisième étape.

De son côté, le laboratoire **PEPs** travaille sur le recyclage circulaire, notamment en réalisant l'analyse de cycle de vie des produits et des procédés développés dans CISTEMEEC.

### Filière cuivre

Les produits de la mobilité électrique contiennent généralement plus de cuivre que leurs contreparties motorisées par énergie fossile. Cette utilisation accrue du cuivre est principalement due aux différents systèmes de propulsion et composants électriques et notamment les moteurs électriques, les systèmes de batterie, l'infrastructure de recharge, l'électronique de puissance et le câblage.

La filière cuivre de CISTEMEEC vise à étendre la chaîne de valeur cuivre en évaluant la possibilité de livrer des précurseurs pour le secteur de la fabrication de batteries Li-ion ainsi que pour la production de poudres de cuivre pour des marchés à haute valeur ajoutée, et ce par l'upscaling de deux procédés déjà développés à TRL 4 à 5 :

- Un procédé non conventionnel de pyrométallurgie développé conjointement par **Comet** et le **GeMMe**. L'objectif est d'offrir une meilleure valorisation des concentrés polymétalliques issus du recyclage des véhicules hors d'usage et conduisant à la production de cuivre, de zinc, d'étain, d'or et d'argent.
- Un procédé hydrométallurgique non conventionnel visant les circuits électroniques « pauvres » permettant la production d'étain, d'un concentré de métaux précieux et d'un concentré cuivre pouvant rejoindre le procédé BIOLIX de production de cathodes de Cu actuellement en cours d'industrialisation sur un des sites industriels de **Comet**.

### Filière des éléments de terres rares

Le contexte relatif au gisement des produits de la mobilité électrique impacte également la filière des éléments de terres rares. Dans CISTEMEEC, cette filière sera développée par le biais du procédé hydrométallurgique inédit REEFINE actuellement à TRL 5 pour la boucle principale de production d'oxydes mixtes d'éléments de terres rares de pureté supérieure à 98.5% à partir des aimants permanents contenus dans les rotors de moteurs électriques.

En parallèle à l'avancement du projet CISTEMEEC au niveau régional, **GeMMe** et **Comet** participent depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024 au projet HORIZON Europe MAGELLAN qui vise à soutenir la révolution de l'industrie des véhicules électriques grâce à une approche à la pointe de la technologie et économique. Ceci afin d'améliorer la pérennité et la résilience de l'industrie des Moteurs de Traction des Véhicules Electriques européens (« MTVE »).

Cette initiative ambitieuse, coordonnée par **Orano**, leader mondial des technologies nucléaires et des solutions énergétiques, rassemble des experts de référence issus de diverses disciplines - science des matériaux, conception des MTVE, fabrication, recyclage et utilisateurs finaux - afin de mettre au point une chaîne de valeur des aimants permanents à base de terres rares hautement efficace et durable. Le projet MAGELLAN se compose de 15 partenaires issus de 8 pays de l'UE.

MAGELLAN concevra de nouveaux processus de fabrication d'aimants à partir de matières secondaires recyclées ainsi que de matières premières fournies par les marchés lorsque nécessaire. Différentes méthodes seront appliquées pour trier et caractériser les aimants permanents en fin de vie. Le recyclage des aimants nécessitera une préparation spécifique (élimination des oxydes et des revêtements) et des opérations (fusion et/ou pulvérisation) pour transformer les aimants usagés en matières premières secondaires (poudres) disponibles pour la production de nouveaux aimants, lançant ainsi le processus circulaire. Un des objectifs du projet est de minimiser la dispersion et la dilution des terres rares lourdes et d'éviter un recyclage qui entraînerait une perte de qualité des aimants (« downcycling ») et de soutenir l'étiquetage des aimants.

### Europe

Le 16 mars 2023, la Commission Européenne a présenté un projet de règlement sur les matériaux critiques (CRM Act), qui propose de développer dans l'UE toute la chaîne de valeur des métaux et de la métallurgie : l'extraction, la transformation et le recyclage des métaux nécessaires à la transition énergétique. Elle fixe pour objectif d'ici à 2030 d'extraire sur le sol européen 10 % de ses besoins en métaux, d'avoir des capacités de transformation à hauteur de 40 % de la demande et d'atteindre un sourcing des besoins à hauteur de 25% à partir du recyclage. Elle fixe à 65 % le seuil maximum de dépendance à un seul fournisseur.

L'adoption du règlement EU « CRM Act » en 2024 représente un évènement politique majeur dans le contexte des matières premières en Europe et vient renforcer la pertinence d'un projet tel que CISTEMEEC.

L'ULiège participe au projet CISTEMEEC par le biais trois entités de recherche :

1. Le **GeMMe** est un groupe de recherche spécialisé dans les géoressources, le génie minéral et la métallurgie extractive. S'appuyant sur une longue tradition de recherche dans l'extraction et le traitement des minerais primaires, le GeMMe contribue au développement de procédés disruptifs pour une gestion efficace des ressources minérales et métalliques par sa maîtrise des techniques de caractérisation, de tri innovant et d'hydrométallurgie appliquées aux minerais urbains.
2. Le **GREENMat** est un laboratoire de recherche spécialisé dans la synthèse à l'échelle pilote, la mise en forme et la caractérisation des poudres et de suspensions pour des applications liées à l'énergie, à l'environnement et à la santé. Il possède une forte expertise et une infrastructure unique dédiées à la synthèse à l'échelle pilote de matériaux actifs pour batteries, la mise en forme de ces matériaux pour la réalisation d'électrodes ainsi que la conception et la caractérisation de batteries.
3. Au sein de l'Unité de Recherche de Chemical Engineering, le groupe **PEPs** (Products, Environment, and Processes) est actif dans les domaines du génie des réactions (bio-) chimiques, des opérations unitaires thermiques et mécaniques, de la simulation de procédés, des systèmes énergétiques bas carbone et du développement durable. Plus spécifiquement, PEPs utilisera son expertise en Eco-design et évaluation environnementale des procédés et produits basé sur l'Analyse du Cycle de Vie.

Les activités du projet CISTEMEEC sont menées sur une période de 4 ans. Sur base de procédés démontrés aux stades TRL 3 à 6 en début de projet des pilotes et démonstrateurs industriels seront mis en œuvre afin d'atteindre les stades de TRL 6 à 8 pour les filières du recyclage des batteries Li-ions, du cuivre et des éléments de terres rares issus des VHU et DEEE.

## Contacts

[Philippe GIARO](#), Senior Research Officer, GeMMe research group, ULiège

[Frédéric BOSCHINI](#), R&D Powder Manager, GREENMat research group, ULiège

[Angélique LEONARD](#), Professor, Chemical Engineering, PEPs research group, ULiège



Vos données à caractère personnel (Nom, prénom, adresse mail et/ou identifiant sur les réseaux sociaux, fonction et affiliation professionnelle) sont enregistrées dans un fichier informatisé par le laboratoire GEMME de l'Université de Liège afin de vous faire parvenir régulièrement de l'information sur ses activités. Vos données à caractère personnel sont traitées sur la base de la Mission d'intérêt public de l'Université, laquelle implique des activités de recherche (et de diffusion de celles-ci) comme le reconnaît l'article 2 du décret Paysage du 7 novembre 2013. Vos données ont été récoltées et enregistrées soit parce que vous êtes un partenaire du laboratoire GEMME, soit parce que vous nous y avez autorisés. Ces données seront conservées jusqu'à instruction contraire de votre part. Elles ne seront pas transmises à des tiers. Conformément aux dispositions du Règlement Général sur la Protection des Données (UE 2016/679) et de la loi du 30 juillet 2018 relative à la protection des personnes physiques à l'égard des traitements de données à caractère personnel, vous pouvez exercer vos droits relatifs à ces données à caractère personnel (droit d'accès, de rectification, d'effacement, à la limitation, à la portabilité et d'opposition) en écrivant à [gemme@uliege.be](mailto:gemme@uliege.be) ou, à défaut, le Délégué à la Protection des Données de l'ULiège ([dpo@uliege.be](mailto:dpo@uliege.be) – Monsieur le Délégué à la Protection des Données, Bât. B9 Cellule « GDPR », Quartier Village 3, Boulevard de Colonster 2, 4000 Liège, Belgique). Vous disposez également du droit d'introduire une réclamation auprès de l'Autorité de protection des données (<https://www.autoriteprotectiondonnees.be>, [contact@apd-gba.be](mailto:contact@apd-gba.be)).