

Sujet thèse / PhD subject 2026

Titre Thèse	Recyclage des piles zinc-carbone usagées dans de nouveaux dispositifs de stockage d'énergie	
PhD Title	Recycling of the spent zinc-carbon batteries in new energy storage devices	
(Co)-Directeur	Kamel Haddadi	E-mail : kamel.haddadi@univ-lille.fr
(Co)-Directeur	Rabah Boukherroub	E-mail : rabah.boukherroub@univ-lille.fr
(Co)-Encadrant (s)		E-mail :
Laboratoire	IEMN	Web : https://www.iemn.fr/
Groupe(s)	Circuits, Systèmes et Applications des Microondes (CSAM) et NANSEE	Web : https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/groupe-csam/membres
Projet phare principal		
Financement acquis Oui ☐ Non ☒ Partiel ☐	Si acquis (total ou partiel), préciser : (contrat, organisme, Université étrangère...) :	
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement ☐ Région ou Autre ☐ Préciser :	ULille ☒ Centrale Lille ☐ JUNIA ☐ Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, et si acquis ou pas) :

Résumé

Les piles Zinc-Carbone (ZCB) ont connu un développement important au cours des 20 dernières années et sont actuellement commercialisées par plusieurs PME (par exemple Panasonic, Philips, Varta...). Les ZCB sont utilisées pour alimenter divers appareils, tels que des calculatrices, des appareils de soins personnels, des télécommandes, etc. Des efforts soutenus ont été déployés pour éviter toute pollution supplémentaire de l'environnement par les déchets de Zn, Mn et C. Deux stratégies ont été mises au point pour recycler les composants en fin de vie des ZCB, à savoir la récupération à sec pour obtenir des oxydes métalliques ou la récupération par voie humide pour obtenir des sels. Dans le cadre de ce projet, le recyclage des composants des piles zinc-carbone usagées impliquera le démantèlement des piles, l'élimination des composés NH_4Cl , MnOOH , $\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$, MnO_2 par interaction avec HCl et l'utilisation de la poudre de graphite (G) récupérée pour préparer de l'oxyde de graphène réduit (RGO). L'innovation envisage l'utilisation de nanoparticules (NPs) de RGO et de dichalcogénures de métaux de transition (TMD), ainsi que leurs composites, comme matériaux actifs d'électrodes dans des supercondensateurs asymétriques (ASC) et des supercondensateurs hybrides (HSC).

Cette proposition de doctorat s'inscrit dans le cadre du projet LEAP-SE (Afrique - Europe) et consiste en la préparation et la caractérisation de matériaux d'électrodes RGO-biopolymères et d'électrolytes gélifiés à base de biopolymères, leur caractérisation et leurs applications dans la préparation de dispositifs de stockage d'énergie.

Abstract

The Zn-C batteries (ZCBs) have recorded a significant development in the last 20 years, currently being marketed by several SMEs (e.g. Panasonic, Philips, Varta...). ZCBs are commonly used to power various devices, e.g. calculators, personal care devices, remote-control transmitters, etc. A sustained effort was carried out to avoid further environmental pollution with the wastes of Zn, Mn and C. Two strategies have been developed to recycle the end-of-life components of ZCBs, involving either dry recovery to obtain metallic oxides or wet recovery to obtain salts. In this project, the recycling of constituents of spent ZCBs will involve the dismantling of ZCBs, the removing of the compounds NH_4Cl , MnOOH , $\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$, MnO_2 by interaction with HCl and the use of the recovered graphite (G) powder to prepare reduced graphene oxide (RGO). The innovation envisages the use of RGO and transitional metal dichalcogenides (TMDs) nanoparticles (NPs), as well as their composites as electrode active materials in asymmetric supercapacitors (ASCs), and hybrid supercapacitors (HSCs).

This PhD proposal is part of LEAP-SE (Africa – Europe) project and consists on the preparation and characterization of RGO-biopolymer electrode materials and biopolymer-based gel electrolytes, their characterization and applications in the preparation of energy storage devices.