

DESCRIPTION D'UN PROJET DE THÈSE FINANCÉ - ÉCOLE DOCTORALE « Matière, Molécules, Matériaux & Géosciences »

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre de la thèse : Synthèse et étude de polymères conducteurs redox pour le stockage électrochimique de l'énergie
Champ disciplinaire 1 : Chimie Champ disciplinaire 2 :
Trois mots-clés : Polymères conducteurs, batteries organiques, stockage de l'énergie
Unité d'accueil (préciser si temps partagé entre plusieurs sites) : MOLTECH-Anjou UMR CNRS 6200
Nom, prénom du directeur de thèse (HDR indispensable) : Charles Cougnon Adresse mail : charles.cougnon@univ-angers.fr Nom, prénom du co-directeur (le cas échéant) (HDR indispensable) : Adresse mail : Nom, prénom du co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant) : Adresse mail : Nom, prénom du co-encadrant de thèse 2 (le cas échéant) : Adresse mail :
Contact(s) (adresse postale) : Charles Cougnon, Laboratoire MOLTECH-Anjou, Université d'Angers, Campus Belle-Beille, 2 bd Lavoisier, 49045 Angers Cedex

Une fois complété, merci d'enregistrer ce document au format pdf avec le nom suivant : Nom du Directeur thèse_Unité.pdf

ED 3MG - Direction : Le Mans Université - Avenue Olivier Messiaen - 72085 Le Mans Cedex 09

Tél : 02.43.83.37.41 / 06.05.19.08.00

Mail : ed-3mg@doctorat-paysdelaloire.fr

Site Web : <https://ed-3mg.doctorat-paysdelaloire.fr/>

Description du sujet : contexte, objectifs, méthodologie (1 page maximum)

Contexte et enjeux scientifiques - Dans le contexte de la transition énergétique, le stockage de l'énergie est devenu un élément stratégique pour sécuriser l'approvisionnement électrique, notamment pour les moyens de production d'électricité les plus intermittents, comme le solaire et l'éolien terrestre. Dans cette course pour la décarbonation des secteurs énergétiques, les solutions de stockage doivent être robustes, économes en énergie, compétitives et écoresponsables de leur conception à leur « fin de vie », pour réduire de pair leurs coûts environnemental et économique. Dans cette perspective, un consensus émerge autour des batteries organiques pour réconcilier stockage électrochimique et économie circulaire.

Enjeux scientifiques et méthodologie - La solution proposée dans le cadre de la thèse est basée sur les polymères conducteurs redox (PCRs). Dans ces matériaux organiques, les groupes redox introduits le long de la chaîne conductrice apportent une contribution faradique supplémentaire au stockage de la charge électrique. Cependant, polymères et molécules ne travaillent en tandem qu'à condition d'accorder idéalement le potentiel électrochimique des molécules aux propriétés de conductivité du polymère conducteur. Dans l'immense majorité des cas, les polymères conducteurs redox rapportés dans la littérature sont utilisés comme cathode et sont combinés à une anode de lithium. Très récemment, des premiers exemples de PCRs ont été utilisés comme anode, mais un choix plus restreint de groupes redox actifs dans les potentiels négatifs et la mauvaise stabilité des polymères conducteurs dopés n, réduisent considérablement le nombre de matériaux candidats pour cette application. Aujourd'hui, les batteries entièrement organiques, envisagées comme la combinaison en série de deux matériaux PCRs utilisés comme anode et comme cathode sont très peu rapportées dans la littérature scientifique.

Objectif de la thèse - Le présent projet ambitionne de préparer des polymères conducteurs redox, utilisables comme électrodes négative et positive dans un dispositif « tout organique ». L'objectif est double : améliorer les performances des batteries organiques existantes, et proposer une alternative crédible et éthique au lithium. Le travail se décomposera en une tâche de synthèse et une tâche électrochimique détaillées succinctement ci-après. Le ou la candidat(e) sera en charge des synthèses et sera impliqué(e) dans la fabrication et l'évaluation de petits prototypes à l'échelle du laboratoire obtenus par assemblage des électrodes de polymères. A noter que les tests électrochimiques se feront en routine dans une boîte à gants.

La tâche synthèse - Pour une intégration idéale des molécules aux chaînes du polymère, nous envisageons d'introduire les groupes redox dans la structure même des monomères hybrides polymérisables. Le principal défi de cette tâche sera d'accorder les potentiels électrochimiques des unités redox et du polymère conducteur pour que l'énergie des molécules puisse s'ajouter à la puissance du polymère. Afin de sécuriser les livrables dans la durée de la thèse, une méthodologie de synthèse souple et flexible sera privilégiée pour l'introduction des groupes redox sur la chaîne principale du polymère conducteur par une étape de chimie click. Cette flexibilité permettra de tester une grande variété de molécules redox afin de trouver le meilleur accord possible entre molécule et polymère.

La tâche électrochimique - Cette tâche comprend la préparation des électrodes par oxydation chimique et électrochimique des monomères hybrides, l'assemblage des électrodes dans des cellules Swagelok pour la préparation des batteries organiques et l'évaluation des batteries. Un premier travail sera consacré à l'étude des conditions particulières dans lesquelles les monomères hybrides polymérisent. A ce stade, différentes électrodes seront testées, en commençant par des électrodes commerciales millimétriques pour une étude académique, pour finir avec des collecteurs en platine et en acier de quelques centimètres carrés de surface afin de réaliser des petits prototypes. Dans cette phase appliquée du travail, les collecteurs recouverts de polymères conducteurs redox seront d'abord assemblés dans des cellules Swagelok à trois électrodes. Cette première étape de la construction des batteries permet de déterminer les domaines de travail en potentiel de chaque électrode et d'équilibrer la masse de chaque électrode pour sécuriser la tension de cellule en pleine charge. Enfin, les batteries seront étudiées avec une configuration à deux électrodes, pour une évaluation plus réaliste de leurs performances.

Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat :

Une bonne expérience en chimie organique et/ou en électrochimie est requise ; le sujet de la thèse pouvant évoluer vers plus de synthèse ou plus d'électrochimie selon le profil du (de la) candidat(e). Le ou la candidat(e) doit être sensibilisé(e) aux problématiques liées à la transition énergétique. Le ou la candidat(e) doit être ouvert(e) d'esprit, dynamique et avoir l'esprit d'équipe. Une bonne connaissance du français et/ou de l'anglais est recommandée.

ENCADREMENT DE LA THÈSE¹

Nom de l'unité d'accueil : Laboratoire MOLTECH-Anjou, UMR CNRS 6200	Nom de l'équipe d'accueil : SCL
Nom du directeur de l'unité : Philippe Blanchard	Nom du responsable de l'équipe : Lionel Sanguinet
Coordonnées du directeur de l'unité : philippe.blanchard@univ-angers.fr	Coordonnées du responsable de l'équipe : lionel.sanguinet@univ-angers.fr
Directeur de thèse Nom, prénom : COUGNON, Charles Fonction : Chargé de Recherche CNRS Date d'obtention de l'HDR : 18/11/2010 Employeur : CNRS Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 100% Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) : 100% Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 1	
Co-directeur (le cas échéant) Nom, Prénom : Fonction :	

¹ Dans l'ED 3MG, si 1 scientifique dans la direction de la thèse = 100% d'encadrement doctoral ; si 2/3 personnes impliquées dans l'encadrement de la thèse, un taux de 40% minimum est exigé pour l'HDR directeur et 30% pour les autres encadrants.

Date de l'obtention de l'HDR : Employeur : École doctorale de rattachement : Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : Taux d'encadrement doctoral en cours (directions) : Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :
Co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant) Nom, prénom : Fonction : Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR : Employeur : École doctorale de rattachement : Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements): Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :
Co-encadrant de thèse 2 (le cas échéant) Nom, prénom : Fonction : Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR : Employeur : École doctorale de rattachement : Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) : Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :
Partenaire privé (si financement CIFRE, privé...) Nom, prénom : Fonction : Entreprise : Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) : Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :

Partenaire international (si thèse en co-tutelle)

Nom, prénom :

Fonction :

Employeur :

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) :

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :

 FINANCEMENT DE LA THÈSE

Origine(s) du financement de la thèse : Allocation du Ministère
Montant brut mensuel : 2100 euros
État du financement de la thèse : financement acquis à 100%
Date du début/durée du financement de la thèse : début le 01/10/2024, durée : 3 ans