



## Avis de Soutenance

Madame Ludivine AFONSO DE ARAUJO

Chimie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Étude du mécanisme de dépôt de lithium par Résonance Magnétique Nucléaire operando pour optimisation de la charge rapide des batteries Li-ion*

dirigés par Monsieur MICHAËL DESCHAMPS

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : CEMHTI - Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation

Soutenance prévue le **lundi 22 février 2021** à 9h00

Lieu : Délégation Centre Limousin Poitou-Charentes 3E Avenue de la Recherche Scientifique 45100 Orléans

Salle : Amphithéâtre Charles Sadron

### Composition du jury proposé

M. Bernard LESTRIEZ	Université de Nantes	Rapporteur
M. Luke O'DELL	Deakin University	Rapporteur
M. Vincent VIVIER	CNRS Paris	Examinateur
M. Christian BONHOMME	Sorbonne Université	Examinateur
Mme Elodie SALAGER	CNRS Orléans	Co-encadrante de thèse
M. Michaël DESCHAMPS	Université d'Orléans	Directeur de thèse
M. David SICSIC	Technocentre, Renault SAS	Co-encadrant de thèse
Mme Dany CARLIER-LARREGARAY	Université de Bordeaux	Examinatrice

**Mots-clés** : Lithium plating, RMN, operando, Batteries Li-ion, spectroscopie,

### Résumé :

A l'origine du Prix Nobel de la chimie 2019, les batteries Li-ion sont aujourd'hui omniprésentes. La réduction de leur temps de charge est un des verrous technologiques qui freine la généralisation de l'électrification des transports. Cette thèse s'intéresse au dépôt de lithium métallique sur l'électrode négative (graphite), phénomène dégradant lié à la charge rapide et/ou à la charge à basse température. La Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) operando fournit le spectre RMN du  $^7\text{Li}$  d'une batterie Li-ion complète en temps réel pendant son fonctionnement et permet de détecter l'apparition du lithium métallique plus rapidement qu'avec les méthodes électrochimiques. La sensibilité de la technique est un point clé pour détecter le lithium métallique dès son apparition. La première partie de cette étude concerne l'optimisation du montage expérimental pour atténuer le bruit électrique généré par le cyclage sur les spectres RMN. En parallèle, nous avons optimisé le montage et développé un prototype de cellule à trois électrodes pour suivre le potentiel de l'électrode négative au cours du cyclage et le relier à un éventuel dépôt de lithium, ainsi qu'un montage de « pouch cell » qui permettra de descendre à des températures atteignant  $-30^\circ\text{C}$ . Dans une deuxième partie, nous avons mis en place un protocole de traitement des données (synchronisation avec les données électrochimiques, traitement de la ligne de base, intégration du signal, lissage) qui permet de suivre efficacement l'évolution de la quantité de lithium métallique déposé. Enfin, pour une batterie assemblée avec des électrodes commerciales NMC et graphite, nous étudions le dépôt de lithium métallique, sa stabilité chimique, son (électro)dissolution et nous caractérisons l'effet de la surlithiation pour différents régimes de charge, la surcharge et l'effet d'une baisse de température.