

## AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

**Monsieur Muath M. M. RADI**

Candidat au Doctorat de Chimie physique,  
de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

Soutiendra publiquement sa thèse intitulée :  
*Batteries au magnésium : amélioration des performances par ingénierie des interfaces*

Dirigée par Monsieur REMI DEDRYVERE

le 14 novembre 2024 à 13h30

Lieu : IPREM, Hélioparc Pau-Pyrénées, 2 avenue du Président Angot, 64053 Pau cedex 09

Salle : Amphithéâtre

### Composition du jury :

M. REMI DEDRYVERE, Professeur des universités	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Directeur de thèse
Mme Jolanta SWIATOWSKA, Directeur de recherche CNRS	Chimie ParisTech (ENSCP)	Rapporteuse
M. Lorenzo STIEVANO, Professeur des universités	Université de Montpellier	Rapporteur
Mme Carine DAVOISNE, Maître de conférences HDR	Université de Picardie Jules Verne	Examinatrice
M. Alexandre PONROUCH, Chargé de recherche	Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB-CSIC)	Examineur

**Mots-clés :** Batteries au magnésium, Interfaces électrode/électrolyte, SEI,

**Résumé :**

Les batteries basées sur des éléments multivalents représentent une alternative prometteuse aux batteries lithium-ion, offrant des perspectives de densités énergétiques plus élevées et de coûts plus faibles. Les électrodes négatives en magnésium (Mg) métallique se distinguent par leur faible potentiel de réduction, leur grande capacité volumique et l'abondance naturelle du magnésium dans la croûte terrestre. Depuis la conception du premier prototype de batterie rechargeable en Mg en 2000, le développement d'électrolytes adaptés pour former une couche de passivation efficace à la surface du magnésium reste un obstacle majeur pour avoir des systèmes vraiment rechargeables. Cette thèse se concentre sur l'amélioration des performances électrochimiques des anodes en Mg métallique en étudiant les relations entre la composition chimique, la morphologie de la couche de passivation et son comportement électrochimique. Elle examine systématiquement des facteurs tels que les solvants, les substrats, les concentrations en sel, les additifs et les types de sels pour optimiser la couche de passivation dans les batteries en Mg. Les résultats montrent que bien que le type de solvant et le temps d'immersion affectent significativement la composition chimique de la couche de passivation, son épaisseur reste inchangée. De plus, la structure cristalline du substrat, notamment la similarité entre le Ti et le Mg, améliore l'électrodéposition en augmentant les cinétiques de dépôt et en réduisant la surtension de nucléation. La concentration en sel impacte également la couche de passivation, des concentrations plus faibles produisant des interphases riches en produits de décomposition du solvant, tandis que les concentrations plus élevées forment des couches résistantes dominées par les produits de décomposition de l'anion du sel. L'utilisation de  $\text{Mg}(\text{butyl})_2$  comme additif d'électrolyte contribue également à obtenir des interphases beaucoup plus fines avec moins de produits de décomposition inorganiques et d'anion. En outre, ce travail identifie une "couche de passivation idéale" comme étant fine et contenant à la fois des ions iodure et du bore. L'ajout de BI3 s'est révélé particulièrement efficace pour augmenter l'efficacité coulombique et améliorer les performances de dépôt et de redissolution (plating/stripping) du Mg. La thèse examine également comment le type de sel influence la chimie de surface des dépôts de Mg et, par conséquent, leur comportement électrochimique, notamment à travers l'étude de plusieurs électrolytes de type alkoxyborate de magnésium. Il a été constaté que les couches de passivation contenant une quantité significative de bore dans un environnement organique montrent une haute efficacité coulombique avec des surtensions suffisamment faibles. Dans l'ensemble, ces résultats visent à approfondir notre compréhension des processus de passivation et à contribuer au développement de nouveaux systèmes de stockage électrochimiques de l'énergie à base de Mg.