

# AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

**Alexia LEMOINE**

CANDIDAT(E) au DOCTORAT PHYSIQUE,  
à **L'UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR**  
SOUTIENDRA PUBLIQUEMENT sa THÈSE

le **03 mai 2022 à 9h30**  
à **L'UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR**  
**Amphithéâtre de l'IPREM**

SUR LE SUJET SUIVANT :

**"De la réactivité aux interfaces vers une optimisation du stockage de charges par des matériaux d'électrode positive pour supercondensateurs hybrides"**

JURY :

Dominique FOIX, Ingénieur de Recherche CNRS, CNRS-UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR

Liliane GUERLOU-DEMOURGUES, Professeur des Universités, ICMCB - BORDEAUX

Jacob OLCHOWKA, Chargé de Recherche CNRS, ICMCB - BORDEAUX

Mireille RICHARD-PLOUET, Directrice de Recherche CNRS, UNIVERSITÉ DE NANTES

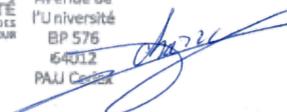
Mathieu SALANNE, Professeur des Universités, SORBONNE UNIVERSITÉ

Germain VALLVERDU, Maître de Conférences, UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR

Pau, le 20 avril 2022

Le Président et,  
Par délégation, la Vice-Présidente de la Commission de la  
Recherche

p.o. Isabelle BARAILLE



Résumé :

L'ensemble des travaux présentés dans ce mémoire s'inscrit dans le contexte du stockage de l'énergie électrique par des supercondensateurs hybrides. Pour améliorer et optimiser la densité d'énergie et de puissance de ces systèmes, il est primordial de comprendre le lien entre les mécanismes de stockages des charges et les caractéristiques de surface et d'interfaces des matériaux d'électrodes qui les composent.

L'expérience conjuguées de L'ICMCB et de l'IPREM dans le domaine des matériaux a permis de déployer une stratégie de recherche visant à caractériser des matériaux composites obtenus à partir d'un ré-empilement d'oxydes métalliques de transition lamellaires Mn/Co. Les matériaux mères considérés sont la birnessite en raison de ses propriétés pseudocapacitives et l'oxyhydroxyde de cobalt pour sa conductivité électronique élevée.

L'étude des matériaux mères, birnessites et oxyhydroxydes de cobalt intègrent l'ensemble des éléments suivants : synthèses des matériaux, caractérisations structurales, de surfaces et électrochimiques avec suivi de la réactivité de surface par le biais d'adsorption de sondes gazeuses, modélisation des matériaux, des surfaces et des adsorptions de molécules de KOH ou SO<sub>2</sub> qui permet d'approfondir la compréhension des processus électroniques mis en jeu. Pour les composites lamellaires Mn/Co, notre étude s'est concentrée sur la corrélation entre les performances électrochimiques de chaque composite et l'échelle de distribution/homogénéité induite par la morphologie des matériaux mères.

Dans la première étude concernant les matériaux birnessites, l'enjeu été de comprendre l'influence des facteurs comme la morphologie ou la surface spécifique des matériaux sur la réactivité de surface et par conséquent leur impact sur les performances électrochimiques. De plus, comme ces matériaux sont protonés pour faciliter l'étape d'exfoliation nécessaire à l'obtention des matériaux composites, il était important de vérifier si la protonation avait un quelconque impact sur les propriétés de surface.

Dans la seconde étude consacrée au matériau oxyhydroxyde de cobalt, la confrontation entre les résultats expérimentaux et théoriques révèle la présence majoritaire d'espèces Co<sup>3+</sup> de surface et minoritaire d'espèces Co<sup>4+</sup> (1-6%). Le couplage XPS et adsorption de sondes gazeuses de SO<sub>2</sub> permet de conclure sur la nature des sites actifs de surface avec 90 à 95% de sites rédox et 5 à 10% de sites basiques. L'étude a montré que la surface (110) est celle qui peut être considérée comme ayant une réactivité chimique la plus favorable en raison de la présence d'espèces Co<sup>4+</sup>. Il apparaît en conclusion de ces travaux qu'accroître le pourcentage d'espèces Co<sup>4+</sup> de surface pourrait augmenter la réactivité de surface du matériau et donc améliorer les performances électrochimiques.

Dans la dernière étude, consacrée aux matériaux ré-empilés Mn/Co, l'objectif était d'établir un lien entre les informations issues de la caractérisation des différents matériaux composites et leurs performances électrochimiques. Pour cela, la spectroscopie d'électron Auger a permis d'identifier l'échelle de distribution/homogénéité entre les phases birnessites et oxyhydroxyde de cobalt dans les matériaux composites. Cette étude a mis en évidence l'importance de la taille et de la morphologie des matériaux mères impliqués dans le matériau composite.