

Thèse CIFRE RENAULT – LRCS – IPREM***Etudes des interfaces anode/électrolyte dans les batteries au lithium 'tout solide'***

Laboratoire d'accueil	Laboratoire de Réactivité et de Chimie des Solides, LRCS , Université Picardie Jules Verne, Amiens 33 Rue Saint-Leu, 80038 Amiens Cedex, France
Encadrement de la Thèse	Vincent Seznec (vincent.seznec@u-picardie.fr) Christian Masquelier (christian.masquelier@u-picardie.fr) Rémi Dedryvère (remi.dedryvere@univ-pau.fr) Nathalie Delpuech (nathalie.delpuech@renault.com)
Financement	Contrat CIFRE RENAULT – CNRS – LRCS
Mots Clés	Batteries au lithium, batteries tout solide, conducteurs ioniques, interfaces, lithium métal

Contexte :

Il apparaît aujourd'hui que le verrou scientifique limitant le développement des accumulateurs au lithium « tout solide » n'est plus la conductivité ionique des électrolytes solides, mais la stabilité des interfaces électrode/électrolyte. Des études ont montré la réactivité de ces matériaux avec le lithium métallique ou encore avec les alliages Li-métal [1]. Cette réactivité interfaciale ne concerne d'ailleurs pas que l'électrode négative mais également l'électrode positive puisque l'interface avec LiCoO_2 et d'autres matériaux actifs positifs n'est pas stable non plus [2]. Cela se traduit par la formation d'une interphase à partir des produits de la réaction, entraînant une forte augmentation d'impédance de la batterie et une perte des performances. Les problèmes d'interfaces dans les systèmes tout solide s'avèrent donc tout aussi complexes que dans les batteries Li-ion classiques. Dans la continuité des travaux réalisés entre le LRCS d'Amiens et l'IPREM de Pau qui ont porté sur l'étude des interfaces entre des matériaux de cathodes et l'argyrodite $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Cl}$ [3-4], il apparaît important maintenant de se focaliser sur les interfaces électrodes négatives métalliques / électrolytes solides. En effet, l'augmentation de la densité d'énergie des batteries 'tout solide' passe par l'utilisation de Lithium métal en tant qu'anode.

Objectifs et Plan de travail :

Dans le cadre de ce travail de collaboration entre le LRCS d'Amiens, l'IPREM de Pau et RENAULT, le doctorant devra :

- Réaliser une étude bibliographique complète sur les batteries « tout solide », et plus spécifiquement sur celles utilisant un électrolyte solide à base de soufre et se focalisant plus particulièrement sur les études portant sur les interfaces électrolyte solide / électrode négative.
- Réaliser une étude sur la protection du lithium comme électrode négative avec l'utilisation d'une couche ou interface protectrice par différentes voies.
- Apprendre et maîtriser les techniques d'analyse de surface telles que XPS, Auger, ToF-SIMS ainsi que des techniques électrochimiques telles que l'impédance complexe pour caractériser les interfaces.
- Réaliser des batteries « tout solide » et étudier l'évolution de l'interface électrolyte solide / Lithium métal par mesures électrochimiques (impédance) et par XPS, Auger etc... dans le but de quantifier l'efficacité de la protection du lithium, et évaluer les performances des batteries.
- Réaliser une batterie utilisant du lithium métal « protégé » comme électrode négative et une cathode au soufre par exemple pour valider le concept d'une batterie lithium-soufre "tout solide".

Nous recherchons une/un ingénieur et/ou diplômé d'un Master en Chimie, Chimie-Physique ou Science des Matériaux extrêmement motivé. La thèse démarrera idéalement au Printemps 2018. La majeure partie du travail sera effectuée au sein du LRCS, avec des campagnes d'expériences à l'IPREM à Pau. Pour postuler et obtenir des informations sur la thèse, contacter simultanément V. Seznec, R. Dedryvère, C. Masquelier et N. Delpuech.

Bibliographie

1. M. Sakuma; K. Suzuki, M. Hirayama, R. Kanno, *Solid States Ionics* 2016, 285, 101-105
2. A. Sakuda, A. Hayashi, M. Tatsumisago, *Chem. Mater.* 2010, 22, 949-956
3. J. Auvergniot, A. Cassel, D. Foix, V. Viallet, V. Seznec, R. Dedryvère, *Solid States Ionics* 2017, 300, 78-85.
4. J. Auvergniot, A. Cassel, J-B. Ledeuil, V. Viallet, V. Seznec, R. Dedryvère, *Chemistry of Materials* 2017, 29, 3883-3890.