

Sujet de recherche	Intégration de verres et vitrocéramiques chalcogénures dans des batteries tout-solide au sodium
Laboratoire	Laboratoire de Réactivité et de Chimie des Solides (LRCS) - Université Picardie Jules Verne
Directeur du Laboratoire	MORCLETTE Mathieu
Adresse	33 Rue Saint-Leu, 80039 Amiens Cedex
www Lien	https://www.lrcs.u-picardie.fr
Encadrants	VIALLET Virginie (LRCS - Amiens) Co advisor PIARRISTEGUY Andrea (ICGM – Montpellier)
Téléphones	VIALLET V. (03 22 82 53 55) et PIARRISTEGUY A. (04 48 79 21 06)
e-mail	virginie.viallet@u-picardie.fr ; andrea.piarristeguy@umontpellier.fr

Projet scientifique

Les batteries Li-ion ont conquis ces dernières années le marché de l'alimentation en énergie des systèmes électroniques autonomes (téléphonie mobile, PC portables, caméras...). Elles mettent toutes en œuvre un électrolyte liquide ce qui pose des problèmes de sécurité et de durée de vie (généralement l'électrolyte est un sel de lithium dissout dans un solvant organique) et limite leur emploi. Il est par exemple difficile d'imaginer leur utilisation pour la traction électrique que ce soit celle des véhicules « tout électrique » ou celle des véhicules « hybrides ».

Pour surmonter ces handicaps et éviter les fuites et/ou l'inflammabilité du solvant la mise en œuvre d'un électrolyte solide, polymère sec ou électrolyte inorganique est une nécessité. Après de nombreuses années de recherche et de développement les batteries utilisant un polymère chargé en sel de lithium sont arrivées sur le marché de la traction automobile mais elles nécessitent encore une température de fonctionnement supérieure à la température ambiante ($\approx 60-80$ °C). Les électrolytes inorganiques présentent des avantages certains (seul l'ion Li^+ est mobile ce qui limite les phénomènes de polarisation aux interfaces ; leur potentiel de décomposition, leur durabilité et leur tenue en température sont élevés ...) mais ils souffrent encore de leur faible conductivité ionique et de la mauvaise définition des interfaces électrodes/électrolyte. Parmi les électrolytes solides prometteurs, les verres et vitrocéramiques chalcogénures occupent une place privilégiée. D'une façon générale leur conductivité est nettement supérieure à celle de leurs homologues oxydes. Des recherches ont montré que la recristallisation partielle des verres avec précipitation de cristallites de composition bien contrôlée pouvait être un moyen d'atteindre des conductivités ioniques de 10^{-3} Scm^{-1} à température ambiante, valeur très voisine de celles des électrolytes liquides.

Le projet de stage porte sur l'intégration, dans une batterie tout-solide, d'électrolytes solides vitreux et vitrocéramique chalcogénures conducteurs des ions Na^+ , déjà identifiés et caractérisés dans les deux laboratoires. Le sodium est un des éléments les plus abondants et est beaucoup moins cher que le lithium.

Le stagiaire sera amené à reproduire l'élaboration par mécanosynthèse des verres et vitrocéramiques, afin de disposer d'électrolytes en quantité suffisante pour les cellules. Ces derniers seront caractérisés par DRX et DSC afin de vérifier leur nature, amorphe ou partiellement cristallisée, et d'identifier les phases ayant précipité. Les propriétés de conduction des matériaux seront étudiées par spectroscopie d'impédance complexe. Des demi-cellules et cellules complètes seront assemblées et leurs performances électrochimiques évaluées.

Techniques utilisées

- Synthèse des conducteurs ioniques par mécanosynthèse
- Caractérisations physico-chimiques des matériaux par Diffraction des Rayons X, Analyses thermiques (DSC et ATG-DSC) et Microscopie électronique à balayage
- Caractérisation des propriétés de conduction par spectroscopie d'impédance
- Assemblage de demi-cellules et cellules tout-solide et caractérisation des performances par cyclage galvanostatique

Publications en lien avec le sujet

¹ A. Hayashi, K. Noi, A. Sakuda and M. Tatsumisago, Superionic glass-ceramic electrolytes for room temperature rechargeable sodium batteries, Nature communications 3 2012, 856, DOI 10.1038/ncomms1843.

² J.-J. Kim, K. Yoon, I. Park, and K. Kang, Progress in the Development of Sodium-Ion Solid Electrolytes, Small Methods 2017, 1700219

³ A. Pradel, A.A. Piarristeguy, « Thio and selenosilicates, sulfide and selenide counterparts of silicates: similarities and differences », Comptes Rendus. Géoscience 354, Special Issue S1 (2022) 79-99.

Contacts et documents à fournir

VIALLET Virginie et PIARRISTEGUY Andrea

CV et lettre de motivation, lettre(s) de recommandation appréciée(s)