

Etude de liquides ioniques protiques pour micro-supercondensateurs RuO₂.

Thèse (Ph.D.) en co-tutelle entre l'UdeM (Montréal) et le LAAS (Toulouse, France).

Avec le développement des systèmes électroniques embarqués se pose la question de la miniaturisation des dispositifs de stockage d'énergie. De nos jours, cette fonction est principalement assurée par des micro-batteries. Ces composants possèdent cependant une faible puissance disponible, une durée de vie limitée et un domaine de fonctionnement en température restreint. Les "micro-supercondensateurs" sur puce permettraient de s'affranchir de ces limitations, mais ils ne sont aujourd'hui qu'au stade de la recherche universitaire avec des densités d'énergie bien inférieures à celles des micro-batteries.

Le LAAS-CNRS (Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes localisé à Toulouse) est impliqué depuis une dizaine d'années dans la réalisation micro-échelle de supercondensateurs à base d'oxyde de ruthénium hydraté RuO₂ [1], un matériau pseudo-capacitif présentant des capacités spécifiques extrêmement élevées en milieu aqueux. Par ailleurs, des travaux effectués à l'UdeM (Université de Montréal) ont montré par le passé qu'il était possible d'utiliser des liquides ioniques protiques (PIL) comme électrolyte de supercondensateurs à base d'oxyde de ruthénium [2].

Le travail de thèse consistera à synthétiser et étudier différents PILs anhydres. Il s'agira de comprendre notamment comment la différence de pKa entre la base et l'acide ainsi que la structure chimique du PIL influence ses propriétés et sa réaction (transfert du proton) avec le RuO₂. Des caractérisations physico-chimiques seront réalisées dans le but d'étudier leur comportement électrochimique, plage de potentiel, propriétés thermiques et durée de vie avec différents matériaux d'électrodes (RuO₂, RuO₂ hydraté, C) et comparés avec un liquide ionique aprotique classique.

Une série de PILs sera par la suite intégrée dans des micro-supercondensateurs RuO₂ réalisés au LAAS. Les performances de ces composants (gamme de température, courant de fuite et tension) seront testées. Les électrolytes liquides constituent cependant un verrou technologique à la réalisation de micros supercondensateurs fonctionnels compatible avec les procédés de microfabrication. Il s'agira donc au final de réaliser, à partir de ces PILs, des ionogels protiques composés d'une matrice solide dans laquelle sera confiné le PIL [3].

Ce travail de thèse s'effectuera en co-tutelle sous la direction de D. Rochefort (~18 mois à l'UdeM, Montréal) et D. Pech (~18 mois au LAAS, Toulouse, France) dans le cadre du projet ERC 3D-CAP. Le projet démarrera au début 2018 à l'UdeM.

Profil du candidat : Être admissible aux études de 3^e cycle en chimie à l'Université de Montréal. Expérience de base en électrochimie. Connaissances ou expérience sur les supercapacités électrochimiques serait un atout. Disponible pour débiter en 2018 (entre janvier et juin 2018).

Références :

[1] N.A. Kyeremateng, T. Brousse, D. Pech, "Microsupercapacitors as miniaturized energy-storage components for on-chip electronics", *Nature Nanotechnology*, vol. 12, p. 7 (2017).

[2] L. Mayrand-Provencher, S. Lin, D. Lazzerini, D. Rochefort, "Pyridinium-based protic ionic liquids as electrolytes for RuO₂ electrochemical capacitors", *Journal of Power Sources* vol. 195, p. 5114-5121 (2010).

[3] J. Le Bideau, L. Viau, A. Vioux, "Ionogels, ionic liquids based hybrid materials", *Chemical Society Reviews*, vol. 40, p. 907-925 (2011).