

Sujet de Thèse 2018

Sujet

Développement de nouveaux matériaux à forte capacité volumique pour supercondensateurs électrochimiques fonctionnant en milieu aqueux

Mots clés

Oxydes, stockage de l'énergie, supercondensateurs, électrochimie, matériaux

Encadrants de thèse

Encadrant : Olivier Crosnier (30%) - 02 40 68 31 06 – olivier.crosnier@cnrns-imn.fr

Encadrant : Eric Quarez (30%) - 02 40 37 63 20 – eric.quarez@cnrns-imn.fr

Directeur : Thierry Brousse (40%) - 06 83 40 36 12 – Thierry.Brousse@cnrns-imn.fr

Description

La recherche de nouveaux matériaux, aux propriétés de stockage améliorées (en termes d'énergie et de puissance volumique) est nécessaire pour répondre aux besoins en systèmes de stockage stationnaires performants, et les condensateurs électrochimiques sont des dispositifs particulièrement adaptés à cette problématique.

L'objectif principal de la thèse est à la fois de travailler sur la formulation et les méthodes de synthèses de nouveaux matériaux d'électrodes pour supercondensateurs fonctionnant en milieu aqueux. Il s'agit d'élaborer des oxydes associant des éléments lourds (W, Bi,...) à des cations de métaux de transition électrochimiquement actifs (Mn, Fe,...), en utilisant des techniques de synthèse permettant d'obtenir des poudres nanométriques à forte surface spécifique. Les structures envisagées sont de type Ruddlesden-Popper, Aurivillius et perovskite. Les compositions seront proches de celles des matériaux utilisés comme électrode (anode ou cathode) pour SOFC. Les méthodes envisagées passent par des étapes en solution, telles que sol gel, auto-combustion, co-précipitation et sont déjà largement utilisées dans l'équipe ST2E. Des nombreuses méthodes de caractérisations (notamment DRX par la méthode de Rietveld, avec les compétences d'Eric Quarez, XAS, méthodes in situ et operando, ...) seront utilisées afin de déterminer précisément les facteurs clés influençant les propriétés électrochimiques (présence de lacunes, évolution du degré d'oxydation,...).

La thèse pourra s'appuyer sur les résultats récents obtenus dans l'équipe (rèf 1 et thèse de Nicolas Goubard, soutenue en novembre 2016) sur des matériaux MWO_4 aux capacités volumiques quatre fois supérieures aux valeurs des supercondensateurs commerciaux. Ces travaux ont servi de base pour les travaux menés par Elodie Grange (assistante ingénieure) pendant 6 mois au sein de l'équipe ST2E (sept. 2017 – février 2018) qui sont actuellement poursuivis depuis mars 2018 par un stagiaire Erasmus Mundus. Plusieurs oxydes polycationiques, notamment à base de Fer, ont été identifiés, pour lesquels le comportement pseudo-capacitif est fortement lié à la morphologie, la structure et la composition des différents matériaux, ouvrant ainsi de très nombreuses perspectives pour augmenter les densités d'énergie des supercondensateurs.

Profil

Le (la) candidat(e) devra avoir une formation solide et variée, à la fois de synthèse (basse température, par chimie douce), de caractérisation (analyse chimique, diffraction des rayons X, spectroscopies et/ou microscopie), et d'analyse électrochimique (voltammétrie cyclique, études galvanostatiques, impédance électrochimique,...).

Financement

Contrat doctoral de l'Université de Nantes.

Références

[1] N. Goubard-Bretesché et al., *Electrochim. Acta* 206 (2016) 458-463