

Sirine ZALLOUZ

PhD Student

Carbon for energy storage: Exploring the effects of metal oxide nanoparticles size and confinement

Project description:

Carbon is one of the most used material as electrode in supercapacitors and has been synthesized in different structures and textures. Nevertheless, in such energy storage systems the energy density must still be improved, and therefore developing materials with high specific capacitance could boost the overall performance of the device. On the other side, transition metal oxides (TMOs) have been studied generously and showed higher capacitance but limited cycle life. Combining both materials could be a promising strategy due to their own significant advantages. In this context, this thesis aims to understand the effect of material properties (particle size, porosity and structure) on the electrochemical performances in order to improve their performances. For this purpose, hybrid carbon materials containing transition metal oxides will be synthesized by novel methods followed by their in-depth characterization by different techniques. Chemical and thermal treatments under different conditions are used to shape the properties of the materials and particularly to target small and controlled size of TMOs particles. The main characterization techniques used to evaluate the material features are powder XRD, TEM, STEM, TGA and gas adsorption. Cyclic voltammetry, galvanostatic charge discharge and electrochemical impedance are used to determine their performance.

Description du projet de recherche :

Le carbone est l'un des matériaux les plus utilisés comme électrode dans les supercondensateurs et a été synthétisé dans différentes structures et textures. Néanmoins, dans de tels systèmes de stockage d'énergie, la densité d'énergie doit être encore améliorée, et donc le développement de matériaux à haute capacitance spécifique pourrait améliorer les performances globales du dispositif. De l'autre côté, les oxydes de métaux de transition (TMO) ont été étudiés généreusement et ont montré une capacitance plus élevée mais une durée de vie limitée. La combinaison de ces deux matériaux pourrait être une stratégie prometteuse en raison de leurs propres avantages significatifs. Dans ce contexte, cette thèse vise à comprendre l'effet des propriétés des matériaux (taille de particule, porosité et structure) sur les performances électrochimiques afin d'améliorer leurs performances. A cet effet, des matériaux de carbone hybrides contenant des oxydes de métaux de transition seront synthétisés par de nouvelles méthodes suivies de leur caractérisation approfondie par différentes techniques. Des traitements chimiques et thermiques dans différentes conditions sont utilisés pour façonner les propriétés des matériaux et en particulier pour cibler des particules de TMO contrôlées et de petite taille. Les principales techniques de caractérisation utilisées pour évaluer les caractéristiques du matériau sont la DRX sur poudre, le MET, le METB, la ATG et l'adsorption de gaz. La voltampérométrie cyclique, la charge décharge galvanostatique et l'impédance électrochimique sont utilisées pour déterminer leurs performances.

