

Hamza MOUSSAOUI

Résumé

Ce travail a porté sur la compréhension du lien entre la microstructure des électrodes et la performance des cellules à oxydes solides (SOC).

La méthodologie développée a été mise en œuvre pour optimiser l'électrode à oxygène constituée d'un composite LSCF-CGO. Une approche couplant une modélisation géométrique et électrochimique des électrodes a été proposée. Un modèle basé sur les champs aléatoires gaussiens tronqués et un second basé sur des empilements de sphères ont été développés et adaptés pour simuler les microstructures d'électrodes.

Ces deux méthodes ont été validées sur différentes électrodes reconstruites par nano-holotomographie des rayons X au synchrotron ou par tomographie avec un microscope électronique à balayage couplé à un faisceau d'ions focalisé.

Ensuite, des corrélations semi-analytiques ont été proposées et validées grâce à une large gamme de microstructures synthétiques. Ces relations permettent de relier les paramètres morphologiques 'primaires' de la microstructure (composition, porosité et diamètres des phases) aux propriétés qui pilotent les réactions électrochimiques (densité de points triples, surfaces spécifiques).

Les paramètres microstructuraux ont été implémentés dans un modèle électrochimique du composite LSCF-CGO. Ce modèle a été validé grâce à des caractérisations électrochimiques conduites sur une cellule symétrique de référence.

L'approche intégrée a été finalement utilisée pour étudier l'effet de la composition, de la porosité ou encore de la taille des particules sur les performances de l'électrode. Ces résultats ont permis d'identifier des microstructures optimisées.

Composition du jury :

Mme Elisabeth SIEBERT, Directeur de recherche, LEPMI Grenoble, Examineur

M. Jan VAN HERLE, Professeur, EPFL Lausanne, Suisse, Rapporteur

M. Jean-Marc BASSAT, Directeur de recherche, ICMCB Bordeaux, Rapporteur

M. Volker SCHMIDT, Professeur, Université d'Ulm, Allemagne, Examineur

M. Jérôme LAURENCIN, Docteur, CEA-LITEN Grenoble, Directeur de thèse

M. Johan DEBAYLE, Professeur, École des mines de Saint-Etienne, Co-directeur de thèse

M. Gérard DELETTE, Ingénieur de recherche, CEA-LITEN Grenoble, Co-encadrant de thèse

M. Yann GAVET, Docteur, École des mines de Saint-Etienne, Co-encadrant de thèse