

Conception de Nouvelles Structures Métalliques Nanoporeuses

Daria BARSUK

Sous la direction de Y. Champion et A. Moreira Jorge Jr (Univ. Féd. São Carlos)

Judi 19 octobre à 14h00

Amphithéâtre Jean Besson (Phelma Campus)

Résumé : De nouveaux matériaux métalliques nanoporeux à base d'éléments n'appartenant pas à la famille du Pt ont été synthétisés par le "dealloying" (ou dissolution sélective) d'alliages rapidement solidifiés. L'objectif est d'examiner les propriétés catalytiques en vue d'utilisation dans des piles à combustible alcalines directes ou en tant que substrats actifs pour la spectroscopie SERS. Des surfaces et des matrices nanostructurées de cuivre de morphologie très fines et une forte surface spécifique ont été obtenues respectivement par le dealloying aqueux de rubans $\text{Cu}_x\text{Ca}_{100-x}$ amorphe ($35 < x < 80$ % at.) et par le dealloying chimique d'échantillons massifs de $\text{Cu}_{90}(\text{HfZr})_{10}$. Des substrats nanoporeux d'Ag et de Co ont été produits par dealloying en retirant les phases riches en Cu et Si de rubans $\text{M}_{38,75}\text{Cu}_{38,75}\text{Si}_{22,5}$ cristallin (avec $\text{M} = \text{Co}$ ou Ag). En complément des techniques de caractérisations conventionnelles, toutes les structures nanoporeuses ont pu être reconstruites par nanotomographie à partir de découpes FIB. Des outils numériques spécifiques à la nanotomographie de visualisation et de cartographie en 3 dimensions ont permis de révéler la diversité morphologique des trois systèmes avec la porosité traversante. Ces matériaux ont pour la première fois été étudiés pour leur utilisation pratique en tant que catalyseurs anodiques auto-supportés. Cette étude suggère qu'ils constituent une alternative sérieuse aux composites commerciaux instables à base de Pt et supportés par du C. Des essais électrochimiques en demi-cellule ont montré une excellente activité catalytique vis-à-vis de l'oxydation d'un combustible en borane ainsi qu'une stabilité de fonctionnement supérieure dans un environnement alcalin en comparaison d'un catalyseur Pt/C. Le Co nanoporeux a montré dans des conditions similaires une meilleure efficacité mais une stabilité moindre, attribuée à la composition chimique complexe de son réseau poreux. Le Cu nanoporeux n'a pas été étudié pour les applications mentionnées précédemment en raison de sa grande fragilité. Il est suggéré d'améliorer la voie de synthèse de son précurseur pour augmenter sa tenue mécanique. Enfin le comportement mécanique de ces nouveaux matériaux métalliques nanoporeux a été abordé par des mesures de nanoindentation sur des substrats nanoporeux d'Ag. L'étude a permis de proposer un modèle phénoménologique de dépendance entre la charge et le déplacement pour cette classe de matériaux métalliques.

Mots clés : Nanostructures, nanoporeux, microstructures, microporosités, désalliage