

**Titre:** Emploi d'Alliage à Haute Entropie comme interconnecteur dans les piles à combustible IT-SOFC

**Encadrants:** Sophie Le Gallet (MaNaPI) [sophie.le-gallet@u-bourgogne.fr](mailto:sophie.le-gallet@u-bourgogne.fr) / Lionel Combemale (M40Xe) [lionel.combemale@u-bourgogne.fr](mailto:lionel.combemale@u-bourgogne.fr) / Gilles Caboche (M40Xe) [gilles.caboche@u-bourgogne.fr](mailto:gilles.caboche@u-bourgogne.fr)

**Axe(s) scientifiques(s):** Axe Procédés Métallurgiques-Durabilité-Matériaux (PMDM)

**Contexte :** En 2004, un scientifique taiwanais, J-W Yeh, a eu l'idée de fabriquer un alliage à base de plusieurs éléments, au moins 5, dont la composition dans l'alliage varie entre 5% et 30% at. Yeh a inventé l'**alliage à haute entropie (AHE)**. Mélangés à l'échelle microscopique, les métaux forment une solution solide remarquablement stable dont la principale propriété attendue est la combinaison d'une forte résistance mécanique et d'une bonne ductilité. Cette nouvelle gamme de matériaux trouve tout son intérêt pour des applications telles que les interconnecteurs de pile à combustible haute température. En effet, compte tenu des conditions opératoires sévères rencontrées au sein de ces systèmes (température élevée, atmosphère oxydante et réductrice) seul des alliages à base de Fer et riche en Cr (22% wt.) peuvent actuellement être employés pour associer des cellules entre elles. Ces alliages trouvent leur limite pour des températures de travail comprises entre 500°C et 600°C en raison de la formation d'une phase mécaniquement fragile (phase sigma). Bien que A.-C. Yeh et al. aient envisagé l'utilisation des AHE comme dépôt pour les interconnecteurs leurs utilisations à l'état massif est une réelle nouveauté.

L'étude des Alliages à Haute Entropie (AHEs) est l'un des domaines les plus dynamiques de la recherche en science des matériaux. L'un des principaux défis concerne la compréhension de la relation méthode d'élaboration / microstructure / propriétés. La plupart des AHEs sont élaborés par fusion à l'arc. Nous proposons une autre méthode basée sur la métallurgie des poudres. L'élaboration des AHEs sera réalisée par voie solide, en combinant l'activation mécanique et le frittage flash (Spark Plasma Sintering). Nous étudierons des AHEs de Al, Co, Cr, Fe, Ti et Ni pour les comparer aux aciers conventionnels. Les produits seront caractérisés expérimentalement par différentes techniques : DRX, MEB, MET, Thermogravimétrie. Il conviendra ensuite de tester la compatibilité chimique et thermo-mécanique des nuances développées avec des cellules « classiques » de pile à combustible à haute température (à base de cérine dopée au gadolinium).

Le but de ce travail de thèse sera de déterminer, au moyen du logiciel Calphad, les compositions les mieux adaptées pour des applications SOFC. Les nuances AHEs retenues devront présenter une bonne conductivité électronique, s'adapter aux autres éléments des piles et être stable chimiquement dans les conditions d'utilisation. Ces derniers points feront l'objet d'une étude particulière de la réactivité sous conditions réelles de fonctionnement.

L'étudiant(e) devra effectuer un travail expérimental impliquant l'élaboration, la caractérisation et le vieillissement des AHEs. Compte tenu du sujet proposé l'étudiant(e) devra présenter un goût prononcé pour le travail expérimental. Il (elle) devra également faire preuve d'autonomie, d'initiative et de curiosité et apprendra à s'intégrer dans une équipe de recherche.