

Journée thématique Hydrogène JH₂ – Le Mans – 3 octobre 2022

Exploration de nouveaux matériaux oxyfluorures comme électrodes à oxygène pour piles à combustibles/électrolyseurs haute température

Jacinthe GAMON

Chercheuse CNRS à l'Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux (UMR 5026)

La technologie des piles à combustibles et électrolyseurs à oxydes solides, dite « haute température », se distingue comme possédant la plus haute efficacité et présentant la possibilité de fonctionner de façon réversible. Ces systèmes sont opérationnels à 750-800°C car il est nécessaire que l'électrolyte conduise suffisamment les ions O²⁻ pour limiter la résistance interne. Outre les coûts de fonctionnement, de telles températures entraînent des problèmes de durabilité. La problématique actuelle est donc de diminuer la température de fonctionnement,¹ mais les solutions proposées ne sont pas encore optimales en raison de résistances de polarisation et ohmique élevées qui limitent donc la puissance générée par la pile. Développer une chimie exploratoire innovante pour accéder à de nouveaux matériaux fonctionnant à températures réduites s'avère donc nécessaire.²

L'exploitation de la chimie hétéro-anionique, est un autre moyen, en comparaison à la substitution cationique déjà largement explorée, de moduler les propriétés des matériaux. Plus spécifiquement, l'insertion d'un anion fluorure au sein d'un matériau oxyde apparaît comme une voie fortement prometteuse pour l'électrode à oxygène. Cela est dû en particulier à la forte électronégativité du fluor qui permet par effet inductif, d'augmenter la covalence de la liaison métal-oxygène, ce qui a un effet bénéfique à la fois sur les propriétés de conduction ionique et sur celles d'échange de l'oxygène en surface.³

Dans cette optique, nous avons étudié la fluoration de phases Ruddlesden-Popper à base de nickel, fer et cobalt, cette structure étant connue pour présenter de bonnes propriétés électrocatalytiques (conduction mixte électronique et ionique). Diverses voies de synthèse ont été envisagées (voie topotactique basse température et voie solide haute température) puis une étude structurale approfondie a été menée (combinant diffraction des rayons X, des neutrons et microscopie électronique à transmission haute résolution) afin de mettre en lumière la relation entre structure et propriétés (conductivité ionique et électronique et échange de l'oxygène en surface). Plusieurs matériaux ont été testés comme électrodes à oxygène dans des cellules symétriques et les propriétés prometteuses obtenues ouvrent la voie à une amélioration et à l'exploration d'oxyfluorures pour cette application.

Références

- [1] H. Zhao, F. Mauvy, C. Lalanne, J.-M. Bassat, S. Fourcade, J.-C. Grenier, *Solid State Ionics*, 2008, 179, 2000.
- [2] L. Malavasi, C.A.J. Fisher, M.S. Islam, *Chem. Soc. Rev.*, 2010, 39, 4370–4387.
- [3] Z. Zhang, Y. Zhu, Y. Zhong, W. Zhou, Z. Shao, *Advanced Energy Materials*, 2017, 7, 1700242.