



X Communication orale

Poster

Impact d'un vieillissement mécano-chimique *ex-situ* sur les membranes PFSA pour pile à combustible

Mylène Robert¹, Assma El Kaddouri¹, Marie Crouillere², Jean-Christophe Perrin¹, Laetitia Dubau², Florence Dubelley², Kévin Mozet¹, Meriem Daoudi¹, Jérôme Dillet¹, Jean-Yves Morel¹, Corine Bas², Olivier Lottin¹

¹ Université de Lorraine, CNRS, LEMTA, F-54000 Nancy, France; ² Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, Grenoble INP (Institute of engineering, Univ. Grenoble Alpes), LEPMI, 38000 Grenoble, France

Mots-clés. Hydrogène, Membranes Nafion[™], Durabilité, Dégradation chimique, Fatigue mécanique.

Bien que les piles à combustible à membrane échangeuse de protons (PEMFC) soient devenues l'une des technologies privilégiées pour remplacer les énergies fossiles, les PEMFC souffrent encore d'un coût de production important et d'une durabilité limitée. Ces dernières années, de nombreuses études ont été menées pour mieux comprendre les phénomènes de vieillissement et ont identifié la dégradation de la membrane ionomère comme l'un des principaux facteurs limitant la durée de vie des PEMFC^[1,2]. Lors du fonctionnement en pile, la membrane est exposée à des conditions difficiles, impliquant d'importantes contraintes chimiques et mécaniques, qui peuvent conduire à une altération de sa structure chimique et de ses propriétés fonctionnelles. Bien qu'il soit communément admis que les contraintes chimiques et mécaniques puissent interagir entre elles pour accélérer la dégradation de la membrane^[3], une meilleure compréhension de ces interactions et de leur impact sur les membranes est nécessaire.

Ainsi, nous avons développé un dispositif spécifique permettant d'exposer simultanément les membranes à une fatigue mécanique et à un environnement chimique agressif (*i.e.* des radicaux libres) dans des conditions proches de celles observées lors du fonctionnement en pile^[4]. Dans cette étude, nous avons étudié la contribution de la fatigue mécanique sur la dégradation chimique des membranes PFSA ainsi que l'impact de ces stress conjoints sur leur structure et leurs propriétés fonctionnelles. Les essais de vieillissement consistaient à appliquer une compression cyclique oscillant entre 0 et 5 ou 10 MPa avec une fréquence de 0.1 Hz tandis qu'une solution de H₂O₂ à 3 %_{vol} – pour des conditions douces – ou une solution Fenton contenant 1 ppm en Fe²⁺ et 3 %_{vol} en H₂O₂ – pour des conditions plus agressives – circulait au contact de la membrane.

Les résultats ont montré que, malgré une décomposition significative du polymère et des modifications morphologiques importantes, ni les propriétés de sorption et d'autodiffusion de l'eau ni la structure chimique de l'unité de répétition du polymère ne sont altérées par le vieillissement mécano-chimique. Par ailleurs, ces membranes vieilles ont ensuite été assemblées avec des électrodes et des couches de diffusion afin de réaliser des tests de performances en monocellule : l'impact des dégradations sur les performances est minime puisque les membranes vieilles sont restées fonctionnelles malgré les fortes sollicitations exercées.

[1] M.P. Rodgers, L.J. Bonville, L. J., Kunz, H. R., Slattery, D. K., Fenton, J. M., *Chemical Reviews*, **2012**, 112, 6075–6103.

[2] J. Zhao, XL Li, *Energy Conversion and Management*, **2019**, 199, 112022.

[3] A. Kusoglu, A.Z. Weber, *The Journal of Physical Chemistry Letters*, **2015**, 6, 4547-4552.

[4] M. Robert, A. El Kaddouri, J.-C. Perrin, K. Mozet, M. Daoudi, J. Dillet, J.-Y. Morel, S. André, O. Lottin, *Journal of Power Sources*, **2020**, 476, 228662.