



**HAL**  
open science

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

Mylène Robert, Assma El Kaddouri, Marie Crouillere, Jean-Christophe Perrin, Laetitia Dubau, Florence Dubelley, Kévin Mozet, Meriem Daoudi, Jérôme Dillet, Jean-Yves Morel, et al.

### ► To cite this version:

Mylène Robert, Assma El Kaddouri, Marie Crouillere, Jean-Christophe Perrin, Laetitia Dubau, et al.. Impact d'un vieillissement mécano-chimique ex-situ sur les membranes PFSA pour piles à combustible. 1ère Réunions Plénières de la Fédération HYDROGENE (FRH2) du CNRS, May 2021, France, May 2021, visioconférence, France. hal-03236400

**HAL Id: hal-03236400**

**<https://hal.science/hal-03236400>**

Submitted on 26 May 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

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

**Myène Robert<sup>1</sup>, Assma El Kaddouri<sup>1</sup>, Marie Crouillere<sup>2</sup>, Jean-Christophe Perrin<sup>1</sup>, Laetitia Dubau<sup>2</sup>, Florence Dubelley<sup>2</sup>, Kévin Mozet<sup>1</sup>, Meriem Daoudi<sup>1</sup>, Jérôme Dillet<sup>1</sup>, Jean-Yves Morel<sup>1</sup>, Sébastien Leclerc<sup>1</sup>, Olivier Lottin<sup>1</sup>**

(1) *Université de Lorraine, CNRS, LEMTA, F-54000 Nancy, France*

(2) *Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, Grenoble INP (Institute of Engineering and Management, Univ. Grenoble Alpes), LEPMI, 38000 Grenoble, France*

Les piles à combustible à membrane échangeuse de proton (PEMFC) sont devenues ces dernières années l'une des technologies phare pour promouvoir les énergies alternatives basées sur l'hydrogène. Cependant, les PEMFC sont toujours confrontées à un coût de production important et une durabilité trop faible, ce qui limite leur commercialisation à large-échelle. Plus particulièrement, la dégradation de la membrane ionomère, en raison des fortes contraintes mécaniques et chimiques subies lors du fonctionnement de la pile, est un des principaux facteurs qui limite leur durée de vie [1,2]. Le stress mécanique exercé sur la membrane provient généralement des fortes variations de teneur en eau imposées par le cyclage en humidité en fonctionnement transitoire. La dégradation chimique résulte quant à elle d'attaques radicalaires sur les sites vulnérables du polymère, conduisant ainsi à la scission des chaînes du polymère et pouvant induire une altération des propriétés de la membrane. Bien qu'il soit communément admis que les stress mécaniques et chimiques puissent interagir entre eux pour accélérer la dégradation de la membrane [3], une meilleure compréhension de ces interactions et de leur impact sur la structure et les propriétés des membranes est indispensable.

Récemment, 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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 3 %<sub>vol</sub> – pour des conditions douces – ou une solution Fenton contenant 1 ppm en Fe<sup>2+</sup> et 3 %<sub>vol</sub> en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – 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, les membranes vieilles de cette manière 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 était minime puisque les membranes vieilles sont restées fonctionnelles malgré les sollicitations sévères 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.