

# Protocoles d'essais accélérés pour comprendre la dégradation des électrolyseurs à membrane échangeuse de protons.

**Edwin URBANO<sup>1,2</sup>, N. Yousfi-Steiner<sup>1</sup>, E. Pahon<sup>3</sup> & M. Guillou<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Université de Franche-Comté, FEMTO-ST, FCLAB, UTBM, CNRS, Belfort, France

<sup>2</sup> Direction Opérationnelle Recherche et Développement, Michelin Ladoux, Cébazat, France

<sup>3</sup> UTBM, FEMTO-ST, FCLAB, CNRS, Belfort, France

Grâce à la polyvalence de la plage de fonctionnement des électrolyseurs de type PEM, ce type de technologie est adapté au couplage avec les énergies renouvelables pour la production d'hydrogène vert [1]. Cependant, le coût de production élevé de ce type de technologie le rend économiquement défavorable en comparaison avec l'hydrogène produit à partir de gaz naturel ou d'électrolyseurs alcalins. Pour réduire le coût de la production d'hydrogène vert grâce par PEMWE, il faut relever trois grands défis :

- Faire fonctionner les membranes polymères à des températures élevées (>80 °C) sans accélération de la dégradation. [2]
- Minimiser l'utilisation de matériaux nobles dans les catalyseurs tout en maintenant l'efficacité. [3]
- Réduire ou éliminer le titane dans les composants critiques tels que les couches de diffusion de gaz et les plaques bipolaires. [4]

La compréhension des phénomènes électrochimiques à l'origine de la dégradation des stacks est cruciale pour relever ces défis et optimiser les designs en termes de longévité et d'efficacité. Pour cela les protocoles accélérés semblent être l'une des méthodologies les plus appropriées [5]. Même si les AST permettant de gagner du temps et de l'argent, les essais accélérés pour les électrolyseurs ont reçu moins d'attention que celles pour les piles à combustible. Sur cet axe de travail, l'analyse de certains des principaux paramètres de fonctionnement de l'électrolyse en tant qu'accélérateurs de dégradation valables est présentée dans cette recherche, comme le montre la figure 1.

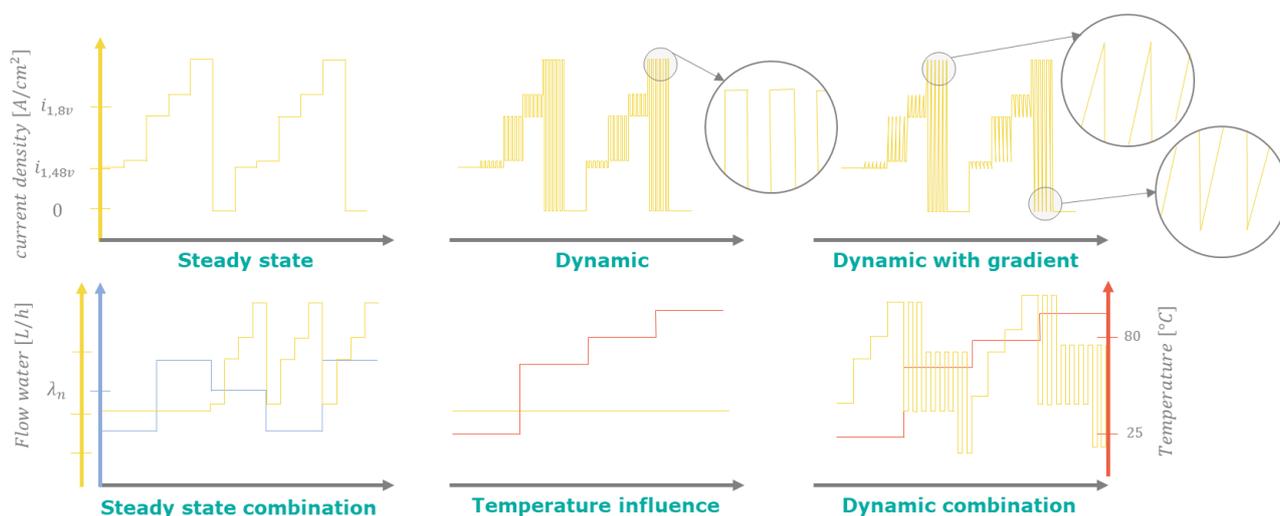


Figure 1: Paramètres d'opération comme variables d'accélération de la dégradation des électrolyseurs PEM.

Sur la base de l'état de l'art, plusieurs approches peuvent être proposées pour accélérer et comprendre la dégradation des électrolyseurs suivi du développement des AST. Ainsi, les principales conditions de fonctionnement sont représentées par la densité de courant, la température et le débit d'eau, comme est monter sur la figure présentée. Pour le développement d'AST, il est donc essentiel de comprendre comment ces variables sont liées aux phénomènes de dégradation spécifiques aux électrolyseurs, qui seront présentés dans le cadre de la présente étude. À cette fin, l'approche des essais accélérés de ceux illustrés dans la figure 1 sera utile pour la compréhension de la dégradation

et l'identification de chacun des plages d'étude de paramètres proposés. A partir de cette analyse il sera alors possible de faire une approche AST prévoyante et pertinente.

#### Références

- [1] K. Bareiß, C. de la Rua, M. Möckl, and T. Hamacher, 'Life cycle assessment of hydrogen from proton exchange membrane water electrolysis in future energy systems', *Appl. Energy*, vol. 237, pp. 862–872, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.01.001.
- [2] M. Chandesris, 'Membrane degradation in PEM water electrolyzer: Numerical modeling and experimental evidence of the influence of temperature and current density', *N T E R N T O N J O U R N O F H R O G E N E N E R G*.
- [3] C. Rozain, E. Mayousse, N. Guillet, and P. Millet, 'Influence of iridium oxide loadings on the performance of PEM water electrolysis cells: Part I–Pure IrO<sub>2</sub>-based anodes', *Appl. Catal. B Environ.*, vol. 182, pp. 153–160, Mar. 2016, doi: 10.1016/j.apcatb.2015.09.013.
- [4] G.-B. Jung, S.-H. Chan, C.-J. Lai, C.-C. Yeh, and J.-W. Yu, 'Innovative Membrane Electrode Assembly (MEA) Fabrication for Proton Exchange Membrane Water Electrolysis', *Energies*, vol. 12, no. 21, p. 4218, Nov. 2019, doi: 10.3390/en12214218.
- [5] E. Kuhnert, V. Hacker, and M. Bodner, 'A Review of Accelerated Stress Tests for Enhancing MEA Durability in PEM Water Electrolysis Cells', *Int. J. Energy Res.*, vol. 2023, pp. 1–23, Feb. 2023, doi: 10.1155/2023/3183108.