



**HAL**  
open science

## Analyse post-mortem de l'impact des harmoniques de courant hautes fréquences sur le vieillissement d'une PEMFC-HT

Morgane Stodel, Marion Pons, Thomas Jarry, Amine Jaafar, Christophe Turpin, Fabien Lacressonnière, Raphaël Chattot, Pascal Lenormand, Christophe Tenailleau

### ► To cite this version:

Morgane Stodel, Marion Pons, Thomas Jarry, Amine Jaafar, Christophe Turpin, et al.. Analyse post-mortem de l'impact des harmoniques de courant hautes fréquences sur le vieillissement d'une PEMFC-HT. Plénières FRH2, 07-11 Octobre, 2024, La Grande-Motte, France. hal-04852647

**HAL Id: hal-04852647**

**<https://hal.science/hal-04852647v1>**

Submitted on 25 Dec 2024

**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.

# **PACEEP 7 : Analyse post-mortem de l'impact des harmoniques de courant hautes fréquences sur le vieillissement d'une PEMFC-HT.**

**Morgane Stodel<sup>1</sup>, Marion Pons<sup>1</sup>, Thomas Jarry<sup>2</sup>, Amine Jaafar<sup>2</sup>, Christophe Turpin<sup>2</sup>, Fabien Lacressonniere<sup>2</sup>, Raphaël Chattot<sup>3</sup>, Pascal Lenormand<sup>1</sup>, Christophe Tenailleau<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> CIRIMAT, Université Toulouse 3 Paul Sabatier, Toulouse INP, CNRS, Université de Toulouse, 31062 Toulouse cedex 9, France

<sup>2</sup> LAPLACE, Toulouse INP, Université Toulouse 3 Paul Sabatier, CNRS, Université de Toulouse, 31071 Toulouse cedex 4, France

<sup>3</sup> ICGM, Univ. Montpellier, CNRS, ENSCM, 34095 Montpellier cedex 5, France

Il est essentiel de comprendre la durabilité des piles à membrane échangeuse de protons (PEMFC) pour garantir leur viabilité à long terme dans les applications énergétiques, assurant ainsi une performance fiable et un impact environnemental minimal. Les convertisseurs statiques jouent un rôle crucial dans le système des PEMFC. Ces dispositifs électroniques convertissent l'énergie électrique produite par les PEMFC en une forme utilisable pour diverses applications. En plus de leur fonction principale, ils génèrent des harmoniques de courant à haute ou basse fréquence. Il est donc important de comprendre et de connaître l'impact de ces harmoniques sur les mécanismes de dégradation de la pile. Plusieurs études ont montré que les ondulations de courant à basses fréquences (<100 Hz) influencent davantage la dégradation à long terme de la pile que celles à hautes fréquences (>100 Hz) [1-5].

Des études menées par le Laplace ont examiné l'impact des harmoniques de courant hautes fréquences sur les performances d'une pile PEMFC fonctionnant à haute température (PEMF-HT) [6,7]. Deux profils de vieillissement ont été appliqués en parallèle pendant 2600 h à une température de 160°C : un premier sans harmonique de courant, c'est-à-dire en appliquant un courant constant à 0,2 A/cm<sup>2</sup> et le deuxième en appliquant des variations de courant triangulaires de 20 kHz ayant une amplitude de 20% (pic à pic) de la valeur moyenne de la densité de courant (0,2 A/cm<sup>2</sup>) [6].

L'objectif est d'étudier l'influence des harmoniques de courant hautes fréquences sur le vieillissement des matériaux constituant l'Assemblage Membrane/Electrodes (AME). Pour ce faire, trois AME de PEMFC-HT ont été récupérés : un avant vieillissement et deux après vieillissement (l'un soumis aux ondulations de courant hautes fréquences et l'autre au courant constant). Chaque AME a été découpé au scalpel en échantillons d'environ 1 cm<sup>2</sup>, afin de séparer les différentes couches et de les caractériser. Des caractérisations structurales et micro-structurales (DRX, MEB, MET etc) et des analyses chimiques (Spectroscopies IR et Raman, RMN <sup>1</sup>H et <sup>31</sup>P, mouillabilité) ont été réalisées pour identifier les mécanismes de dégradation de l'ensemble des couches.

*Ces travaux sont soutenus et financés par l'IRT Saint-Exupéry (projet HeMoWHy) et par la région Occitanie via le pôle de recherche et d'innovation sur l'hydrogène en Occitanie (RHyo).*

[1] M. Uno, K. Tanaka, *Journal of Power Sources* **2011**, 196, 9884.

[2] J.-H. Kim, M.-H. Jang, J.-S. Choe, D.-Y. Kim, Y.-S. Tak, B.-H. Cho, *Journal of Power Electronics* **2011**, 11, 82.

[3] Y. Zhan, Y. Guo, J. Zhu, B. Liang, B. Yang, *International Journal of Hydrogen Energy* **2019**, 44, 31352.

[4] B. Wahdame, L. Girardot, D. Hissel, F. Harel, X. Francois, D. Candusso, M. C. Pera, L. Dumercy, *2008 IEEE International Symposium on Industrial Electronics* **2008**, 1495.

[5] J. Kim, M. Jang, B. Cho, Y. Tak, *2011 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition* **2011**, 3336.

[6] T. Jarry, A. Jaafar, C. Turpin, F. Lacressonniere, E. Bru, O. Rallieres, M. Scohy, *International Journal of Hydrogen Energy* **2023**, 48, 20734.

[7] T. Jarry, Dimensionnement optimal d'un système hybride direct pile à combustible PEM Haute Température (PEM-HT) - batterie et impact d'un tel système sur les interactions avec le convertisseur de puissance associé, INPT, **2022**.