

# Diagnostic de piles à combustible en utilisant la transformée en ondelettes.

E. Pahon<sup>1</sup>, D.Hissel<sup>1</sup>, N. Yousfi-Steiner<sup>1-2</sup>, S. Jemei<sup>1</sup>, M.C. Péra<sup>1</sup>, K. Wang<sup>1</sup>, P. Moçoteguy<sup>3</sup>

<sup>1</sup> FEMTO-ST UMR CNRS 6174, FCLAB Research Federation FR CNRS 3539, University of Bourgogne Franche-Comte, rue Ernest Thierry Mieg, 90010 Belfort Cedex, France

<sup>2</sup> LABEX ACTION CNRS, FEMTO-ST UMR CNRS 6174, rue Ernest Thierry Mieg, 90010 Belfort Cedex, France

<sup>3</sup> EIFER, European Institute for Energy Research, Emmy-Noether Strasse 11, 76131 Karlsruhe, Germany

Pour le diagnostic de défauts d'une pile à combustible, beaucoup de méthodes ont été éprouvées, depuis des années. De façon simple, le diagnostic est divisé en deux sortes d'approches qui sont : le diagnostic basé modèle [1-2] et le diagnostic sans modèle [3].

Dans ce papier, une étude expérimentale traitant d'une méthode basée données pour le diagnostic de défauts de piles à combustible est présentée. Deux types de dispositifs électrochimiques sont évalués, les piles à combustible basse température (PEMFC) et haute température (SOFC). L'outil de diagnostic mis en œuvre doit permettre de définir une signature spécifique pour des conditions de fonctionnement différentes. Premièrement, un état sain doit être défini, c'est-à-dire, une condition de fonctionnement avec des valeurs de paramètres fixes pour le courant, la température, la pression qui sont utilisés comme un état de référence. Quand les conditions de fonctionnement s'écartent de cet état de fonctionnement, un défaut est considéré. Grâce à la transformée en ondelettes, appliquée à différentes données, acquises sur les systèmes piles à combustible, une signature peut être extraite et liée aux conditions de fonctionnement considérées. Le contenu énergétique de la transformée en ondelettes est utilisé comme un indicateur de l'état la santé des systèmes piles à combustible, avec pour but de : détecter des écarts par rapport aux conditions de fonctionnement nominales et de détecter le défaut associé. L'outil de diagnostic présenté, est basé sur les signaux déjà mesurés sur les systèmes piles à combustible. Pratiquement, un signal d'entrée est acquis via un banc d'essais. L'utilisation des signaux de tension est intéressante car cela ne nécessite pas d'ajout de capteurs particuliers sur le système global. De plus, la méthode étudiée et brevetée sur les SOFC [4-5-6] se transpose et se duplique aisément sur les PEMFC [7]. Les performances de l'outil diagnostic sont finalement testées sur deux systèmes piles à combustible (SOFC et PEMFC). Des variations de conditions expérimentales nominales et l'estimation du vieillissement lors d'essais de longue durée sont évaluées.

## Références :

1. R. Petrone, Z. Zheng, D. Hissel, M.C. Péra, C. Pianese, M. Sorrentino, et al. A review on model-based diagnosis methodologies for PEMFCs. *Int. J. Hydrogen Energy* 2013.
2. K. Wang, D. Hissel, M.C. Péra, N. Steiner, D. Marra, M. Sorrentino, C. Pianese, M. Monteverde, P. Cardone, J. Saarinen. A review on solid oxide fuel models, *Int. J. of Hydrogen Energy* 36, 2011, 7212-7228.
3. Z. Zheng, R. Petrone, M.C. Péra, D. Hissel, M. Becherif, C. Pianese, N. Yousfi Steiner, M. Sorrentino. A review on non-model based diagnosis methodologies for PEM fuel cell stacks and systems. *Int J. Hydrogen Energy* 2013.
4. K. Wang, Ex-situ and in-situ diagnostic algorithms and methods for solid oxide fuel cell systems, PhD thesis, University of Franche-Comte, 2012, pp. 168.
5. N. Yousfi Steiner, K. Wang, M.C. Péra, D. Hissel. (2012) « Localisation d'un ou plusieurs défauts dans un ensemble électrochimique », brevet d'invention ; demande prioritaire : FR 12 62319 ; Extension de la protection N : PCT/FR2013/053163 dépôt Novembre 2012.
6. N. Yousfi Steiner, D. Hissel, D. Candusso, P. Mocoteguy, L. Gautier. (2009), « Détection de défaut dans un dispositif électrochimique » ; brevet d'invention ; demande prioritaire : FR 09 54357 ; Extension de la protection N : PCT/FR2010/051295, brevet N° US20120116722, dépôt 25 Juin 2009.
7. E. Pahon, N. Yousfi-Steiner, S. Jemei, P. Moçoteguy, D.Hissel. A signal-based method for a Proton Exchange Membrane Fuel Cell Fault Diagnosis, *FDFC*, 2015, 1-6.