

# Diagnostic de Systèmes Hydrogènes via la Magnéto-tomographie

Antony PLAIT<sup>1</sup>, Frédéric DUBAS<sup>2</sup>, David BOUQUAIN<sup>2</sup>, Daniel HISSEL<sup>3</sup>

<sup>1</sup> LAPLACE, UMR 5213, CNRS, Toulouse INP, Université Paul Sabatier, Toulouse, France

<sup>2</sup> Université de Franche-Comté, Institut FEMTO-ST, FCLAB, UTBM, CNRS, Belfort, France

<sup>3</sup> Université de Franche-Comté, Institut Universitaire de France (IUF), Institut FEMTO-ST, FCLAB, UTBM, CNRS, Belfort, France

Dans un contexte de transition énergétique, l'hydrogène apparaît comme une alternative sérieuse aux systèmes énergétiques actuels. Une estimation précise des caractéristiques techniques des systèmes tels que les piles à combustible (PAC) et les électrolyseurs est indispensable avant leur utilisation, intégration et commercialisation. Pour réaliser un diagnostic efficace de ces systèmes, la magnéto-tomographie est proposée. Cette technique repose sur la mesure du champ magnétique en différents points autour d'un objet électromagnétique [1], permettant ainsi de reconstruire une image de la distribution de la densité de courant à l'intérieur de cet objet. L'analyse de cette distribution dans un système à hydrogène peut fournir un diagnostic précis sur le fonctionnement du dispositif.

Pour concevoir un outil de diagnostic performant et établir un état de santé précis des systèmes, une modélisation fine du comportement électromagnétique est nécessaire. Un modèle purement analytique a été développé à cet effet [2] et validé expérimentalement à l'aide d'un émulateur de PAC. À partir de ces recherches, il a été proposé d'ajouter un concentrateur magnétique (Figure 1) afin d'améliorer la reconstruction de la densité de courant et, par conséquent, la détection d'éventuels défauts. Un concentrateur mobile, composé de deux blocs de Mu-metal (à haute perméabilité relative) avec une  $\mu$ -sonde à effet Hall placée entre eux, a été développé. Le déplacement de ce concentrateur autour du stack permet d'amplifier le signal magnétique généré par le dispositif. Diverses études ont démontré l'intérêt de ces concentrateurs.

La magnéto-tomographie est une méthode bien établie pour le diagnostic des PAC, mais son application aux électrolyseurs, notamment ceux de forme cylindrique (Figure 1), est relativement récente et s'appuie sur la loi de Biot-Savart [3]. Compte tenu de l'efficacité de cette technique, il devient pertinent d'envisager l'intégration d'un concentrateur de champ magnétique, qu'il soit mobile ou fixe, afin d'optimiser le diagnostic des électrolyseurs. De plus, le développement et l'utilisation de modèles analytiques jouent un rôle crucial dans l'avancement et le déploiement de cette thématique.

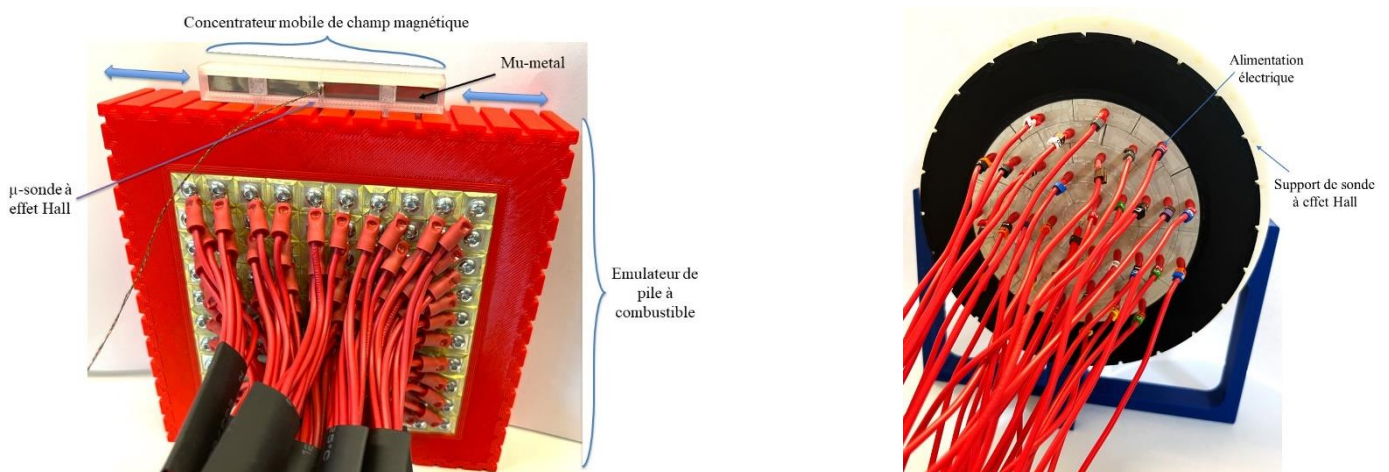


Figure 1 : Diagnostic avec concentrateur mobile sur émulateur de PAC et étude magnétique d'un dispositif électromagnétique cylindrique tel qu'un électrolyseur.

- [1] K.H. Hauer, R. Potthast, T. Wüster, and D. Stolten. Magnetotomography—A new method for analysing fuel cell performance and quality, *Journal of Power Sources* 2005, vol. 143, pp. 67-74.
- [2] A. Plait, and F. Dubas. Experimental validation of a purely analytical model dedicated to fuel cell diagnosis, *International Journal of Hydrogen Energy* 2024, vol. 67, pp. 888-897.
- [3] A. Plait, F. Dubas, D. Bouquain, and D. Hissel. Diagnostic and Performance Analysis of a Water Electrolyzer by Magnetic Field Measurements, *Energies* 2024, vol. 17, no. 16, Art ID 4135.