Étude diagnostique d'une pile PEM aux performances dégradées

CORNET Marine[a], KINKELIN Christophe[a], POIROT-CROUVEZIER Jean-Philippe[a], ROSINI Sébastien, MICOUD Fabrice, GERME Sébastien
[a]CEA Grenoble, 17 avenue des Martyrs, 38000 Grenoble

La majorité des sources d'énergies utilisées aujourd'hui sont fossiles. Elles s'amenuisent et leur utilisation a un impact important sur notre environnement. Le secteur du transport est responsable de 31% des émissions de gaz à effet de serre. Les piles à combustibles apparaissent comme une solution vers un transport décarboné. Alimentée en hydrogène, ces dernières convertissent de l'énergie chimique en électricité et en chaleur à partir de réactions électrochimiques, en émettant uniquement de l'eau. La technologie pile à combustible à membrane échangeuse de protons (pile PEM) représente 80% du marché mondial des piles à combustible. Un des axes majeurs de recherche sur la pile PEM est l'amélioration de sa durabilité. Ainsi, la compréhension des hétérogénéités de fonctionnement et l'analyse des dégradations des composants de la pile sont primordiales.
Notre étude porte sur la caractérisation d'une pile PEM au design innovant dans un cas de fonctionnement où elle présente des performances dégradées. Grâce aux mesures des tensions de cellules, il a été établi que la dégradation des performances provient du comportement instable de la cellule n°36. Des essais de voltampérométrie cyclique et de spectroscopie d'impédance électrochimique ont été effectués pour mieux comprendre ce défaut. Les mesures ont révélé pour la cellule n°36 une sous-alimentation en réactifs et possiblement une dégradation de la couche catalytique. Ceci est conforté par les courbes de polarisation pour différentes conditions opératoires, qui présentent une allure typique d'un noyage et/ou d'un bouchage des entrées/sorties des canaux d'alimentation de la cellule. Plusieurs hypothèses concernant les causes du noyage et/ou de l'obturation ont été évoquées, comme le bouchage des canaux d'alimentation suite à la dilatation de certains joints, ou un noyage résultant de la position de cette cellule au sein de la pile. En effet, la cellule n°36 se situe en bout d'empilement. Sa température est donc plus faible que les autres cellules de la pile, favorisant la condensation. Il est alors possible qu'une plus grande quantité d'eau liquide soit présente et bouche les canaux d'alimentation. Par ailleurs, un stockage prolongé subi par la pile, ainsi qu'une longue série d'arrêt/démarrage lors des essais ont été retenues comme potentielles causes de dégradations de la couche catalytique.

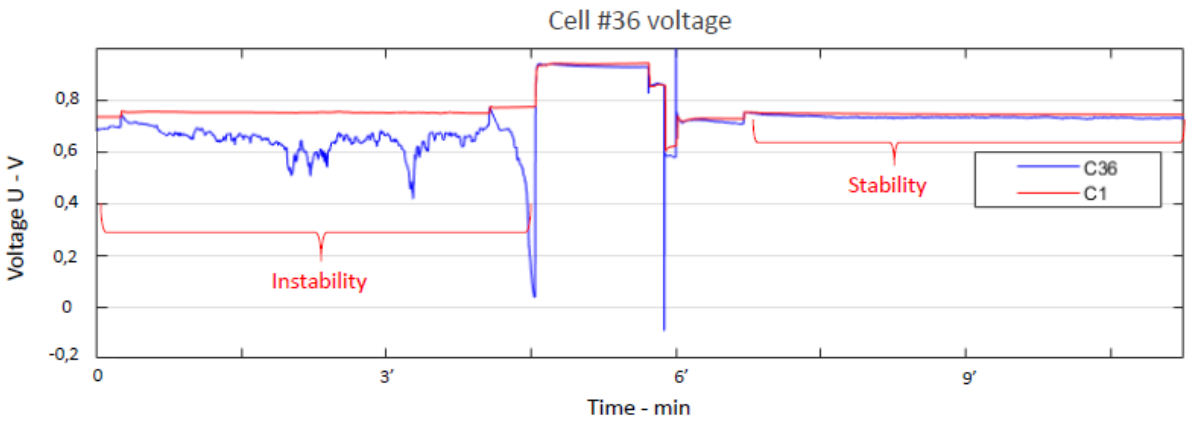

Figure 1. Mesure de la tension de la cellule n°1 (C1) et de la tension de la cellule n°36 (C36) en fonction du temps

Références

AFHYPAC – T. Alleau, « Mémento de l'Hydrogène - Fiche 5.2.2 - La pile à combustible de type PEM », mars 2019, p14
CEA, « L'hydrogène, un vecteur d'énergie - Livret thématique No 12 - L'hydrogène », 2013, p3-6.
Colas ROBERT et al., « Citepa, juin 2020. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France –Format Secten. », juin 2020, p5.

* CORNET Marine : marine.cornet@cea.fr