



HAL
open science

Étude diagnostique d'une pile PEM aux performances dégradées

Marine Cornet, Christophe Kinkelin, Jean-Philippe Poirot, Sébastien Rosini,
Fabrice Micoud, Sébastien Germe

► **To cite this version:**

Marine Cornet, Christophe Kinkelin, Jean-Philippe Poirot, Sébastien Rosini, Fabrice Micoud, et al..
Étude diagnostique d'une pile PEM aux performances dégradées. Journée Scientifique CODEGEPRA
- SFGP Sud-Est 2021, Nov 2021, Grenoble, France. 2021. cea-03675660

HAL Id: cea-03675660

<https://cea.hal.science/cea-03675660>

Submitted on 23 May 2022

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.

Introduction

La pile à combustible à membrane d'échange de protons (PEMFC)

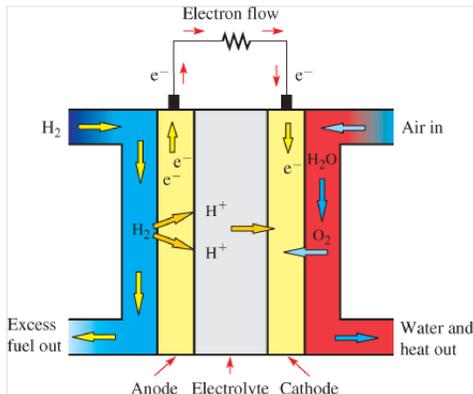


Schéma du fonctionnement d'une cellule PEMFC

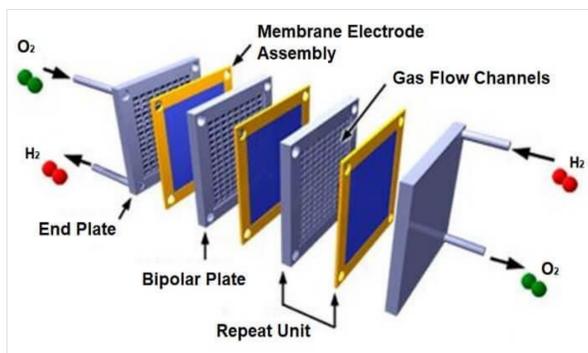
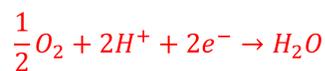


Schéma d'un stack PEMFC

- Réaction à l'anode (oxydation):



- Réaction à la cathode (réduction):

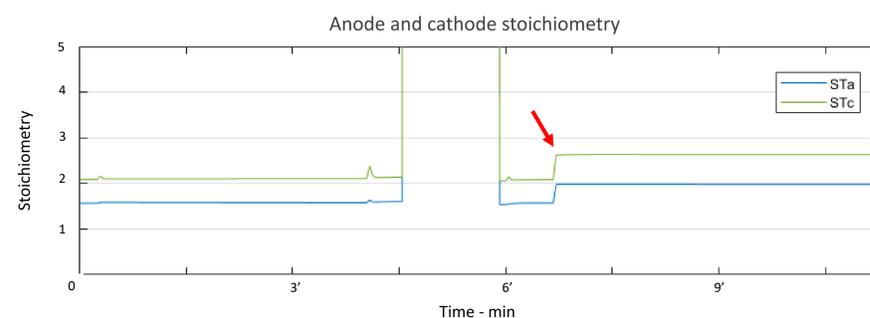
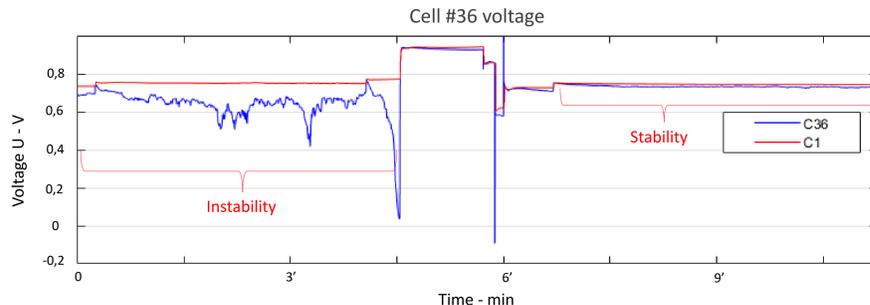


- Pile ou stack PEMFC = plusieurs cellules PEMFC

- Liaison électrique entre les cellules et gestion fluïdique par les plaques bipolaires (Bipolar Plate)

Contexte et objectifs

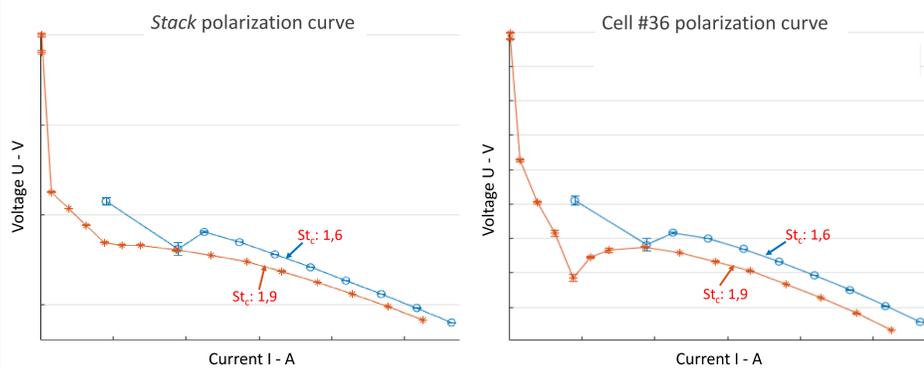
Stack PEMFC de 36 cellules dégradé



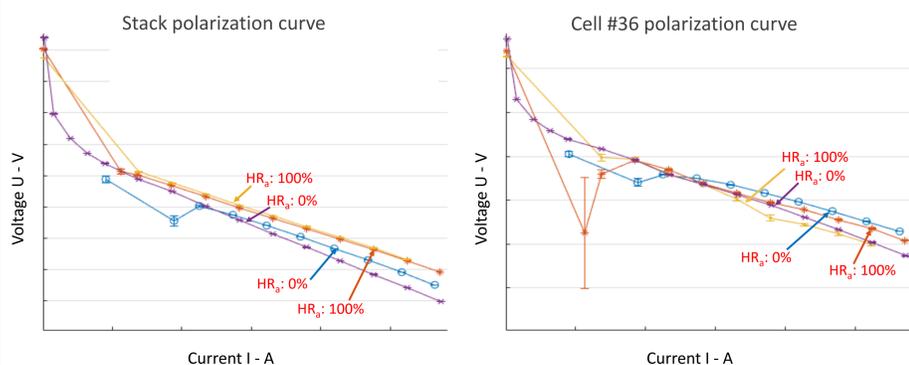
- Arrêt des essais à cause de $U_{36} < 0,3$ V (tension seuil)
→ **Instabilité de la tension de cellule n°36 (C36)**
- Stabilité retrouvée avec augmentation de la stœchiométrie en réactifs (St_c et St_a)
→ **Instabilité de U_{36} due à une sous-alimentation en réactifs de C36**

Essais sur banc

Courbes de polarisation



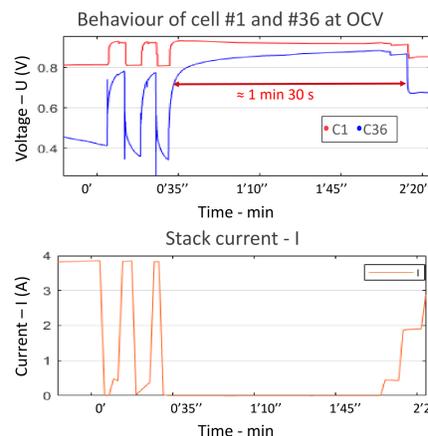
- Augmentation de la stœchiométrie cathodique (St_c) de 1,6 à 1,9
→ **Diminution de U_{stack} et de U_{36}**
→ **Assèchement des membranes des cellules du stack**



- Augmentation de l'humidité relative anodique (HR_a) entre la courbe violette et la courbe jaune et entre la courbe bleue et la courbe orange
→ **Augmentation de U_{stack} et diminution de U_{36}**
→ **Hydratation des membranes des cellules et noyage de C36**

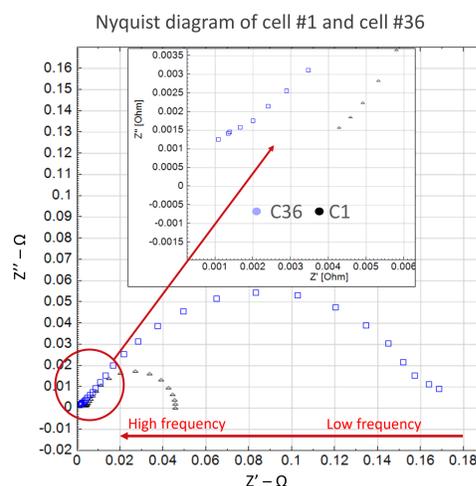
Caractérisation

Comportement en circuit ouvert de C36 et de C1 (OCV)



- U_1 remonte instantanément à la tension d'abandon (0,9 V – 0,95 V) ≠ U_{36} augmente doucement
→ **Électrodes de C36 pas à l'équilibre électrochimique**
→ **Sous-alimentation en réactifs**
- U_{36} ne chute pas
→ **Potentiel cathode ≠ potentiel anode**
→ **Membrane n°36 pas ou peu percée**

Mesures d'impédance



- **Courbe d'impédance typique d'une cellule noyée**
- $RC_{36} < RC_1$ (zoom hautes fréquences)
→ **Membrane n°36 mieux hydratée (plus d'eau à C36)**
- Impédance de C36 > impédance de C1 à basse fréquence
→ **Diminution de l'activité catalytique de la cellule n°36**
→ **Sous-alimentation en réactifs ou dégradation de la couche catalytique de C36**

Conclusions

- **Sous-alimentation en réactifs de C36** causée probablement par **bouchage et/ou noyage**
- **Dégradation de la couche catalytique de C36 possible** causée par le manque de réactifs

Perspectives

- Analyse visuelle des dégradations au **démontage du stack**
- Analyse détaillée par **Diffraction aux rayons X (XRD)** et **Microscopie électronique à balayage (MEB)**