# Développement et qualification d'un banc expérimental d'un électrolyseur PEMWE

**Porteuse : Karima Megdouli Jrad**
Maîtresse de conférences – Université Claude Bernard Lyon 1
Polytech Lyon – Département Systèmes Industriels et Robotique, site de Roanne
LAGEPP- UMR 5007 CNRS
**Nature du financement demandé : Stage M2**
**Dates : 01/03/2027 – 31/07/2027**

## 1. Résumé

Le projet vise à développer, instrumenter et qualifier un banc expérimental monocellule dédié à l'étude des électrolyseurs à membrane échangeuse de protons (PEMWE). Le projet sera principalement porté dans le cadre d'un stage de Master 2 de cinq mois. Le stagiaire participera au dimensionnement du dispositif, à l'intégration des différents composants, au développement de la chaîne d'acquisition et de pilotage, puis à la qualification expérimentale du banc.Le dispositif permettra de contrôler la densité de courant et la température de fonctionnement et de mesurer simultanément la tension de cellule, les températures, les pressions ainsi que les débits de gaz produits. Une chaîne analytique dédiée à la mesure de la teneur en hydrogène dans le flux anodique pourra ensuite être intégrée afin d'étudier le phénomène de crossover d'hydrogène. La première campagne expérimentale aura pour objectif de vérifier la reproductibilité du banc, d'établir les bilans faradiques de production d'hydrogène et d'oxygène et de produire une première base de données expérimentale en fonction de la température et de la densité de courant. Le projet constitue ainsi une étape structurante pour développer une capacité expérimentale pérenne et générer les données préliminaires nécessaires à des projets de recherche plus ambitieux consacrés au crossover d'hydrogène, à la sûreté et au fonctionnement dynamique des électrolyseurs.

## 2. Contexte scientifique

L'électrolyse de l'eau par membrane échangeuse de protons constitue une technologie particulièrement intéressante pour la production d'hydrogène bas-carbone à partir de sources d'électricité renouvelables. Sa forte densité de courant et sa capacité à fonctionner sous des régimes variables rendent notamment la technologie PEMWE particulièrement adaptée au couplage avec des sources intermittentes.
Cependant, les performances d'un électrolyseur PEM dépendent fortement de ses conditions de fonctionnement, notamment de la densité de courant, de la température, de la pression et des caractéristiques de la membrane.
Parmi les phénomènes associés au fonctionnement des PEMWE, le crossover d'hydrogène de la cathode vers l'anode constitue un enjeu important. Une partie de l'hydrogène produit à la cathode peut traverser la membrane et rejoindre le flux d'oxygène anodique. Ce phénomène peut affecter le rendement faradique, la pureté des gaz et la sûreté de fonctionnement du système. L'étude expérimentale de ce phénomène nécessite néanmoins un banc capable

d'acquérir simultanément les paramètres électrochimiques, thermiques et gazeux. La première étape scientifique et technologique consiste donc à disposer d'une plateforme expérimentale fiable, instrumentée et reproductible.

## 3. Objectifs scientifiques et techniques

Le projet sera organisé autour de cinq objectifs.
1 – Concevoir et assembler le banc PEMWE
2 – Développer la chaîne d'instrumentation et d'acquisition
3 – Qualifier expérimentalement le banc
4 – Réaliser une première campagne expérimentale
5 – Préparer l'étude expérimentale du crossover

## 4. Travail proposé au stagiaire M2

Le stagiaire sera directement impliqué dans le développement de la plateforme.
Ses principales missions seront :

1. Etude bibliographique des bancs expérimentaux PEMWE ;
2. Définition de l'architecture du banc ;
3. Sélection et intégration des composants ;
4. Montage du circuit hydraulique ;
5. Installation des capteurs ;
6. Mise en place de l'acquisition ;
7. Développement des programmes de traitement des données ;
8. Qualification métrologique du dispositif ;
9. Réalisation des premiers essais électrochimiques ;
10. Validation des débits $H_2/O_2$ à partir des bilans faradiques ;
11. Réalisation d'une première campagne température–densité de courant ;
12. Analyse et interprétation des résultats.

## 5. Résultats attendus

À l'issue du projet, les résultats attendus sont :
R1 – Une plateforme expérimentale PEMWE opérationnelle à Roanne
R2 – Un protocole expérimental validé
R3 – Une première base de données expérimentale
R4 – Une validation du modèle PEMWE existant

## 6. Références

*1. S. Fahr et al. (2024), "Overview and evaluation of crossover phenomena and mitigation measures in proton exchange membrane (PEM) electrolysis",* International Journal of Hydrogen Energy, *68, 705–721.*
*2. S. Dörner et al. (2026), "Gas crossover in PEM electrolyzers: Experimental validation and improved oxygen crossover model",* Chemical Engineering Science, *324, 123310.*
*3. Y. Zhao et al. (2026), "Hydrogen crossover in proton exchange membrane water electrolysis: Effects of membrane type, temperature and pressure",* Chemical Engineering Journal, *530, 173725.*
*4. S. Ji et al. (2026), "Hydrogen permeation characteristics in proton exchange membrane water electrolyzers under time-varying current density: experimental and numerical study",* International Journal of Hydrogen Energy, *277, 157646.*
*5. S. Haque et al. (2026), "Modeling of hydrogen crossover in a pressurized PEM electrolyzer",* International Journal of Hydrogen Energy, *242, 155571.*