

Postdoctoral Research Proposal

Lifetime Prediction of PEM Electrolysers Based on Physics-Informed Degradation Models

Proton Exchange Membrane (PEM) electrolyzers are a key enabling technology for large-scale green hydrogen production. Despite significant progress in performance and cost reduction, durability and lifetime under realistic dynamic operating conditions remain major bottlenecks for widespread deployment. Degradation processes in PEM electrolyzers are inherently multiscale, involving coupled phenomena at material, component, cell, stack, and system levels, and are strongly influenced by Balance-of-Plant (BoP) operation strategies, especially under intermittent renewable power input.

Current degradation models typically focus on isolated components or operate at a single scale, limiting their predictive capability and transferability. Meanwhile, the increasing availability of degradation test data opens new opportunities for physics-informed hybrid modelling, where physical knowledge and data-driven learning are combined to uncover degradation pathways and their interactions.

While degradation modelling is essential for understanding PEM electrolyser behaviour, decision-making for deployment and operation ultimately relies on reliable lifetime prediction. Actually, real electrolyser end-of-life is a multi-criteria concept, involving performance, efficiency, cost, and environmental impact. Furthermore, lifetime prediction must account for uncertainties arising from material heterogeneity, operational variability, and modelling assumptions.

This postdoc project aims to develop an uncertainty-aware lifetime prediction model for PEM electrolyzers. Specific objectives include:

1. Contribute to the development of multiscale degradation models.
2. Define novel end-of-life criteria based on life cycle assessment.
3. Develop lifetime prediction tools based on the developed degradation models.
4. Quantify uncertainty in lifetime prediction using stochastic process models.
5. Support operational and design decision-making.

Host institute:

Institute FEMTO-ST/Energy department/SHARPAC team (<https://www.femto-st.fr/fr/Departements-de-recherche/ENERGIE/Equipes-de-recherche/SHARPAC>), which is the largest CNRS-labelled lab in engineering in France. European leading experimental facilities are partially funded by CNRS FCLAB (<https://www.fclab.fr/>).

Working Conditions:

The postdoc work will be conducted within the framework of EU Horizon project PEMPIRE (PEM Electrolysis: Pushing towards significant Improvements Reaching Extended Performance and Lifetime). The postdoc position is also fully funded by the EU grant.

Applicants' Profile:

Candidates should possess expertise in the characterization, modelling, and analysis of physical devices, preferably electrochemical devices (such as fuel cells, batteries, and electrolyzers). Experience in hydrogen fuel cell or electrolyzer system design, automation, and testing will be a significant advantage. A strong background in data analysis and modelling (e.g. numerical analysis, machine learning techniques) would be appreciated. An ability to work collaboratively in an EU project team setting is essential.

Application:

Send 1) CV; 2) motivation letter; 3) recommendation letter; 4) three publications to Zhongliang LI: zhongliang.li@umlp.fr

Period: The postdoc position is for one year and is supposed to start in September 2026.

Proposition de recherche postdoctorale

Prédiction de la durée de vie des électrolyseurs PEM basée sur des modèles de dégradation « physics-informed »

Les électrolyseurs à membrane échangeuse de protons (PEM) constituent une technologie clé pour la production à grande échelle d'hydrogène vert. Malgré des progrès significatifs en termes de performances et de réduction des coûts, la durabilité et la durée de vie dans des conditions de fonctionnement dynamiques réalistes demeurent des verrous majeurs pour leur déploiement à grande échelle. Les processus de dégradation dans les électrolyseurs PEM sont intrinsèquement multi-échelles et impliquent des phénomènes couplés aux niveaux des matériaux, des composants, de la cellule, du stack et du système. Ces phénomènes sont fortement influencés par les stratégies d'exploitation du Balance-of-Plant (BoP), en particulier dans le contexte d'une alimentation intermittente issue des énergies renouvelables.

Les modèles de dégradation existants se concentrent généralement sur des composants isolés ou sur une seule échelle, ce qui limite leurs capacités prédictives et leur transférabilité. Par ailleurs, la disponibilité croissante de données issues de tests de dégradation ouvre de nouvelles perspectives pour la modélisation hybride « physics-informed », combinant connaissances physiques et apprentissage à partir des données afin d'identifier les mécanismes de dégradation et leurs interactions.

Si la modélisation de la dégradation est essentielle pour comprendre le comportement des électrolyseurs PEM, les décisions relatives à leur déploiement et à leur exploitation reposent in fine sur des **prédictions fiables de durée de vie**. En pratique, la fin de vie réelle d'un électrolyseur est un concept **multi-critères**, impliquant des considérations de performance, d'efficacité, de coût et d'impact environnemental. Par ailleurs, la prédiction de durée de vie doit tenir compte des incertitudes liées à l'hétérogénéité des matériaux, à la variabilité des conditions d'exploitation et aux hypothèses de modélisation.

Ce projet de postdoctorat vise à développer un **modèle de prédiction de durée de vie des électrolyseurs PEM intégrant explicitement les incertitudes**. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

1. **Contribuer au développement de modèles de dégradation multi-échelles.**
2. **Définir de nouveaux critères de fin de vie basés sur l'analyse du cycle de vie (ACV).**
3. **Développer des outils de prédiction de durée de vie basés sur les modèles de dégradation développés.**
4. **Quantifier les incertitudes associées aux prédictions de durée de vie à l'aide de modèles de processus stochastiques.**
5. **Soutenir la prise de décision pour l'exploitation et la conception des systèmes.**

Institut d'accueil :

Institut **FEMTO-ST**, Département Énergie, équipe **SHARPAC** (<https://www.femto-st.fr/fr/Departements-de-recherche/ENERGIE/Equipes-de-recherche/SHARPAC>), qui constitue le plus grand laboratoire d'ingénierie labellisé CNRS en France. Des plateformes expérimentales de premier plan au niveau européen sont notamment soutenues par la fédération de recherche **CNRS FCLAB** (<https://www.fclab.fr/>).

Conditions de travail :

Le travail postdoctoral sera réalisé dans le cadre du projet européen Horizon **PEMPIRE** (*PEM Electrolysis: Pushing towards significant Improvements Reaching Extended Performance and Lifetime*). Le poste de postdoctorat est entièrement financé par le financement européen associé au projet.

Profil des candidats : Les candidats devront disposer d'une expertise en caractérisation, modélisation et analyse de dispositifs physiques, de préférence de dispositifs électrochimiques (tels que les piles à combustible, les batteries ou les électrolyseurs). Une expérience en conception, automatisation et essais de systèmes de piles à combustible hydrogène ou d'électrolyseurs constituera un atout important. Un solide bagage en analyse de données et en modélisation (par exemple analyse numérique, techniques d'apprentissage automatique) sera apprécié. La capacité à travailler de manière collaborative au sein d'une équipe de projet européenne est essentielle.

Candidature

Envoyer :

1. un **CV**,
2. une **lettre de motivation**,
3. une **lettre de recommandation**,

4. **trois publications représentatives,**
à : **Zhongliang LI** – zhongliang.li@umlp.fr

Période

Le poste de postdoctorat est prévu pour **une durée d'un an** et devrait **débuter en septembre 2026**.