

## **Chaire de Professeur Junior pour une durée de 5 ans, Institut National Polytechnique de Toulouse, en collaboration avec le CNRS.**

**Intitulé** : Etude et modélisation multi-échelle du vieillissement des piles à combustible de puissance.

**Laboratoires impliqués** : LAPLACE, IMFT, LGC, CIRIMAT.

### **Profil Recherche** :

Les piles à combustible (PAC) ont atteint un certain niveau de maturité qui permet leur commercialisation. Malgré tout, la maîtrise et l'amélioration de leur durabilité restent des enjeux majeurs d'autant plus avec la nécessaire montée en puissance des PAC pour de nombreuses applications : avions et navires hydrogène, mobilité lourde (bus, camions, trains...), applications stationnaires (lissage de l'électricité renouvelable, services réseau...).

Sur la base d'une démarche innovante, l'objectif long terme recherché est de combler le fossé scientifique entre les développements au niveau des matériaux et des systèmes à travers des études de modélisation multi-échelle. Autrement dit, l'ambition est de lier progressivement le vieillissement local des composants d'une PAC avec le vieillissement macroscopique en interaction avec son environnement (échelle système), qui se traduit par une baisse plus ou moins forte des performances globales. A titre d'illustration, il pourrait s'agir de relier l'évolution temporelle des paramètres macroscopiques d'un système, vu à travers son modèle, avec la dégradation des matériaux et des composants de la PAC. Toujours à titre d'illustration, il pourrait s'agir de partir de modèles semi-empiriques et de progressivement se diriger vers l'objectif à long terme qui vise le développement de modèles physiques multi-échelles, intégrant idéalement tous les phénomènes de dégradation des matériaux qui sont aujourd'hui globalement bien identifiés. Quelle que soit l'approche qui serait retenue, il s'agira de chercher à conserver une certaine généralité afin de pouvoir étendre *a minima* les aspects méthodologiques aux électrolyseurs d'eau.

Au regard de la complexité et du caractère très fortement multidisciplinaire de la thématique du vieillissement, cette chaire doit nécessairement être très collaborative afin de bénéficier :

- de la très grande expérience du LAPLACE autour de la caractérisation et de la modélisation à l'échelle macroscopique des piles de puissance,
- de celle de l'IMFT autour de la compréhension à l'échelle locale des écoulements et des transferts en milieux poreux constitutifs des PAC,
- de la très forte expertise en matériaux du CIRIMAT pour les aspects caractérisations post-mortem afin de remonter aux mécanismes de dégradation,
- et de celle du LGC pour la modélisation des phénomènes électrochimiques.

Le profil de recherche n'est pas figé et pourra évoluer en fonction des candidatures reçues et des projets scientifiques proposés par les candidat(e)s. L'ouverture multidisciplinaire est très forte comme en témoigne la couverture scientifique offerte par les quatre laboratoires impliqués. Dans le même esprit, le laboratoire d'accueil fixé à ce jour est clairement le LAPLACE, mais la discussion pourra être également ouverte à ce sujet.

Une expérience post-thèse dans le domaine de la recherche de trois à quatre années est *a minima* attendue. En fonction de l'étendue de cette expérience, une titularisation accélérée en tant que Professeur(e) d'Université est tout à fait envisageable avant la fin des 5 années.

**A propos des laboratoires impliqués autour de cette chaire :**

Le **LAPLACE** (Laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie) s'intéresse depuis plus de 20 ans à la modélisation des PAC et des électrolyseurs (performances, vieillissement), à leur diagnostic et à la conception optimale des systèmes les incluant. Il a développé un très gros savoir-faire expérimental associé via la Plateforme H<sub>2</sub> de Toulouse.

L'**IMFT** (Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse) travaille de très longue date sur la compréhension à l'échelle locale des écoulements et des transferts en milieux poreux constitutifs des piles à combustible et, depuis quelques années, sur la combustion de l'hydrogène pour produire de la chaleur ou de l'énergie mécanique.

Le **LGC** (Laboratoire de Génie des Procédés de Toulouse) a une très longue expérience autour de l'hydrogène (bio-piles, transport et injection H<sub>2</sub> dans les réseaux de gaz...). Les travaux actuels et à venir portent sur le stockage de l'hydrogène (clathrates H<sub>2</sub>, LOHC), la bioélectrolyse et l'intensification des systèmes piles à combustible.

Le **CIRIMAT** (Centre Inter-universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux) travaille de très longue date sur la synthèse de matériaux et de cellules PAC de type oxyde solide. Il mène également des activités autour du comportement des matériaux (métaux...) pour le stockage haute pression de l'H<sub>2</sub> et s'intéresse depuis quelques années à la photoélectrolyse.

### **Profil Enseignement :**

En plus de la partie recherche, le(la) candidat(e) recruté(e) aura à dispenser des enseignements (64 h/an) pendant son contrat. Là encore, cela est très ouvert et nous nous adapterons au profil du(de la) candidate dans un contexte local en plein développement décrit juste après.

### **A propos du contexte d'enseignement :**

A travers ses écoles ENSEEIHT et ENSIACET, Toulouse INP, est engagé depuis plus de 10 ans dans la formation d'ingénieurs soucieux de mettre en œuvre la transition énergétique. Ainsi, ces 2 écoles ont créé une option commune de 3<sup>ème</sup> année de cycle d'ingénieurs appelée « Eco-énergie ». Elle vise à préparer des élèves ingénieurs, issus d'horizons scientifiques divers, à la multidisciplinarité imposée par la transition énergétique. Si le volet H<sub>2</sub> existe depuis la création de cette option, il est en pleine refonte afin de pouvoir mieux répondre aux besoins industriels actuels et futurs. En parallèle, notre établissement participe à la mise en place d'une nouvelle offre de formation très ambitieuse à l'échelle de la Région Occitanie et qui pourra s'appuyer, pour les aspects formation pratique, sur la nouvelle plateforme pédagogique programmée à côté de la nouvelle Plateforme H<sub>2</sub> (Technocampus H<sub>2</sub>) de Francazal (Cugnaux, près de Toulouse).

### **Dotation financière de la chaire :**

Cette chaire est dotée d'importants montants financiers pour un total de plusieurs millions d'euros incluant : un salaire attractif du professeur junior, plusieurs thèses environnées, des moyens de tests associés...

**Contacts recherche :** Christophe Turpin, [turpin@laplace.univ-tlse.fr](mailto:turpin@laplace.univ-tlse.fr)

**Contact enseignement :** Bruno Sareni, [sareni@laplace.univ-tlse.fr](mailto:sareni@laplace.univ-tlse.fr)