



**CAMPAGNE POSTDOC POUR ANNEE CIVILE 2021**  
**PROPOSITION D'UN PROJET POSTDOCTORAL (Financement CDC 100%)**

*Fiche à faire signer et à retourner à la Direction de la Recherche et du Transfert (vpcr@univ-corse.fr)  
au plus tard le 29 février 2020 (délai de rigueur).*

**Attention :** *Tout projet arrivé au-delà de cette date ne sera pas intégré à la campagne annuelle des postdocs sur budget délégué de la CDC.*

<b>Unité UCPCP / Projet Structurant</b> <i>Préciser l'unité de rattachement de la demande de postdoc et si nécessaire le projet structurant</i>	UMR CNRS 6134 Projet structurant Energies Renouvelables
<b>Domaine scientifique principal / Domaine scientifique secondaire</b> <i>Exemple : Physique/Energétique, Génie des Procédés</i>	Energétique
<b>Section(s) CNU</b>	62
<b>Grade, Nom, Prénom, du responsable du projet postdoctoral à l'Université de Corse</b> <i>(Le porteur du projet doit être membre permanent d'un laboratoire de l'UCPCP) Préciser adresse électronique et téléphone</i>	PR Christian CRISTOFARI cristofari_c@univ-corse.fr - 06.07.41.83.19 PR Daniel HISSEL Université de Franche-Comté, FEMTO-ST, FCLAB - 03 84 58 36 21 - daniel.hissel@ubfc.fr
<b>Titre du projet postdoctoral</b> <i>Préciser l'intitulé du projet doctoral envisagé</i>	<b>Approches « Big Data » dans le suivi de flottes d'équipements pile à combustible.</b>
<b>Postdoctorat Entrant (E) / Sortant (S)</b> <i>Préciser E ou S ainsi que l'intitulé du laboratoire d'accueil et sa localisation, ainsi que les noms, prénoms et grade de la personne ressource de l'unité d'accueil</i>	Entrant (E) UMR CNRS 6134 – Site d'Ajaccio, laboratoire Georges Péri PR Christian CRISTOFARI
<b>Résumé du projet postdoctoral (10 lignes maximum)</b> <i>Vous préciserez les objectifs scientifiques souhaités dans le cadre du projet et son adéquation avec la politique scientifique de l'établissement Si le projet se fait à l'Université de Corse, préciser les retombées envisagées pour la région</i>	-Augmentation de la durabilité des systèmes pile à combustible -Pour ce faire, capitaliser sur les énormes bases de données existantes (et complémentaires) au sein de chacun des laboratoires partenaires -Développement de nouvelles approches pour l'estimation de l'état de santé des piles à combustible, en utilisant le moins de capteurs physiques possibles et en ayant recours à l'intelligence artificielle.
<b>Avis du projet structurant de rattachement</b> <i>1/ (avis favorable/défavorable) + signature 2/ Si avis défavorable, le motiver en quelques lignes</i>  <i>A faire remplir avant la date de clôture de la campagne annuelle (avant le 29 février 2020)</i>	<b>FAVORABLE</b>
<b>Avis du Directeur de l'unité de rattachement</b> <i>1/ (avis favorable/défavorable) + signature 2/ Si avis défavorable, le motiver en quelques lignes</i>  <i>La Direction de la Recherche et du Transfert se chargera de faire remplir l'avis du Directeur après la date de clôture de la campagne annuelle</i>	<b>FAVORABLE</b>



## Approches « Big Data » dans le suivi de flottes d'équipements pile à combustible.

Les piles à combustible et plus largement l'économie de l'hydrogène-énergie offrent des perspectives particulièrement intéressantes dans le cadre de la nécessaire transition énergétique. En effet, si l'hydrogène est l'élément le plus présent sur la croûte terrestre, il est aussi un élément n'existant quasi jamais sous forme de dihydrogène à l'état naturel (hors mis dans quelques failles océaniques, mais dans ce cas il ne présente pas de perspectives d'exploitation). Il doit donc être produit, si possible par électrolyse à partir d'énergies d'origine renouvelable (nota : ce n'est malheureusement pas le cas aujourd'hui, car 95% de l'hydrogène produit l'est à partir de ressources fossiles). Si c'est le cas, il devient un vecteur énergétique dual à l'électricité et présente dès lors des perspectives multiples, dans les domaines de l'énergie stationnaire, du transport voire pour l'alimentation d'appareils nomades. La conversion de l'hydrogène en électricité s'obtient par une pile à combustible, avec des rendements potentiellement très élevés (supérieurs à 50%) et ne « produit » comme polluant que de l'eau, tout au moins localement.

Tout ceci est très séduisant, mais la réalité se heurte aujourd'hui néanmoins à différents verrous :

- La durée de vie des piles à combustible, encore trop faible. Typiquement, nous atteignons environ 2500 heures pour des applications transport et 15000 heures pour des applications stationnaires, quand le double est requis [1];
- Le rendement électrique du système pile à combustible est encore trop faible. Il se situe aujourd'hui environ à 40%, l'objectif est de l'amener vers 55 à 60% (le reste de l'énergie est produite sous forme thermique) [2] ;
- L'acceptabilité sociétale de la technologie est encore insuffisante ;
- Le coût des solutions proposées ne pourra être réduit significativement que par l'éclosion d'un marché de masse ;
- La disponibilité d'un combustible hydrogène « vert » (dont la production n'est pas carbonée).

Dans cette optique, des techniques d'estimation de l'état de santé du système pile à combustible s'avèrent indispensables, à condition de recourir au nombre minimum de capteurs physiques, de manière à ne pas hypothéquer l'item 4 ci-dessus (le coût), auquel on pourrait ajouter également celui de la fiabilité du système proposé.

Nous disposons, au sein des laboratoires SPE, FEMTO-ST et de la fédération de recherche FCLAB, des bases de données expérimentales particulièrement abondantes sur le comportement des systèmes piles à combustible (notamment PEMFC) en mode de fonctionnement normal (pour des applications stationnaires ou transport), en mode de défaut (défaut d'alimentation en air, en hydrogène, défaut sur le circuit de refroidissement, défaut lié au convertisseur statique de sortie, défaut lié à la qualité de l'hydrogène fourni, ...), mais également en vieillissement (d'usage et calendaire pour des piles à combustible de type PEMFC). Tout ceci constitue une base de données unique permettant d'envisager de mieux appréhender les modes de fonctionnement dégradant pour la pile à combustible, pour mieux diagnostiquer son état de santé actuel et pronostiquer sa durée de vie restante.

A ce jour, cette base de données unique n'est pas exploitée dans sa globalité. Très peu d'équipes au niveau international peuvent se prévaloir d'une telle quantité de données expérimentales collectées sur des systèmes réels en fonctionnement. Ils convient d'exploiter cette position stratégique pour ouvrir un nouveau champ d'investigation à l'échelle internationale. Ce post doc devra donc amorcer une réponse aux défis scientifiques suivants :

- Identification des paramètres / grandeurs les plus pertinentes à suivre sur un système pile à combustible, en vue d'estimer son état de santé actuel et futur ;
- Gérer, dans ce contexte applicatif, le volume de données à traiter (« big data ») ;
- Mettre en œuvre des approches de type apprentissage profond (« deep learning ») pour identifier au sein de ces bases de données les conditions opératoires les plus contraignantes dans des contextes applicatifs stationnaires (exemple de Myrte – Corse) ou transport (exemple de la flotte de véhicules MobyPost- Franche-Comté) ;
- Développer et adapter des algorithmes de prédiction du temps restant de fonctionnement du système pile à combustible (en lien avec le contexte applicatif considéré).

[1] US Department of Energy Report, 2012.

[2] D. Papageorgopoulos, DOE Fuel Cell R&D Activities: Strategy, Advancements, and Opportunities, FDFC'2017 Conference, Stuttgart, Germany, 2017.

[3] Z. Li, Data-driven fault diagnosis for PEMFC systems, Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille, 2014.

[4] M. Jouin, R. Gouriveau, D. Hissel, M.-C. Péra, N. Zerhouni, Prognostics of PEM fuel cell in a particle filtering framework, Int. J. Hydro. Energy, vol. 39, no. 1, pp. 481–494, 2014.