

Pour publicité internationale (version en anglais)pages 2-3

Pour publicité nationale (version en français)pages 4-5

**Demande de Publicité Internationale
Recrutement prévu dans le cadre du contrat recherche**

Job title	Evaluation and optimization of a multi-stack/multi-system PEMFC architecture and its control, with cost, durability and performance constraints.
Ref	
Date de mise en ligne souhaitée	07/11/2023
Job type (PhD, Post-doc, Engineer)	PhD
Contract duration (months)	36 months
Salary	To be defined with Symbio Company
Qualifications (Master degree, PhD...)	Master degree
Job hours (full time/ part time)	Full time
Employer	SYMBIO
Host Laboratory	FEMTO-ST / ENERGIE Department
URL Host Laboratory	https://www.femto-st.fr/en/Research-departments/ENERGY/Presentation
Address Host Laboratory	2 rue Edouard Belin 90000 Belfort, FRANCE
Job description	<p>The work will take place half of the time within the SYMBIO company in Saint-Fons (69), FRANCE and half of the time within the FEMTO-ST/ENERGIE laboratory located in Belfort (90), FRANCE, within the framework of a collaboration agreement. The PhD student will be hired by the SYMBIO company for the duration of the PhD thesis.</p> <p>A leading technology company in fuel cells, with more than thirty years of experience in fuel cells and their vehicle integration, Symbio provides innovative solutions to the challenges of tomorrow's hydrogen mobility. Building on its close ties with its main shareholders Michelin and Faurecia, Symbio currently has more than 600 employees, and has partnerships on 3 of the five continents.</p> <p>The FEMTO-ST institute (Franche-Comté Electronic Mechanical Thermal and Optical – Sciences and Technologies, UMR 6174), today has more than 700 members, within seven scientific departments. It depends on the National Center for Research (CNRS), the University of Franche-Comté, SupMicroTech, the</p>

University of Technology of Belfort-Montbéliard. It covers optics, acoustics, micro nanosciences and systems, time-frequency, automation, computing, mechatronics, as well as mechanics and materials, energy and engineering. electric. The SHARPAC team (Hybrid Electric Systems, Electric Actuators, Fuel Cell Systems) from the ENERGY department of FEMTO-ST will host the PhD thesis, located in Belfort.

Context of the thesis

The electrification of mobility vectors is today a major concern of the various players in the field, whether economic, industrial, communities or research centers. Indeed, this electrification responds to different issues: limiting dependence on fossil fuels, reducing environmental nuisances, taking into account new normative constraints, increasing energy efficiency.

To meet these constraints, particularly in the field of transport, hydrogen associated with the energy converter as a fuel cell is one of the solutions with great potential. Indeed, fuel cells (or hydrogen cells) and more broadly the hydrogen energy ecosystem offers particularly interesting prospects in the context of the necessary energy transition. Indeed, if hydrogen is the element most present on the earth's crust, it is also an element that hardly exists in the form of dihydrogen in its natural state. It must therefore be produced, if possible by electrolysis from renewable energies (note: this is unfortunately not the case today, because 95% of the hydrogen produced is from fossil resources). If this is the case, it becomes a dual energy vector to electricity and therefore presents multiple perspectives, in the areas of stationary energy, transport or even for powering nomadic devices. In the field of transport, this hydrogen energy vector also offers multiple possibilities, thanks in particular to the energy/power decoupling it offers.

Thus the fuel cell appears today as an alternative technology to face growing environmental and economic challenges, and many manufacturers are engaged in fierce competition on the market, and the slightest gain over the lifespan of their system, on cost and on performance will be essential to be as present as possible on the market.

One of the main problems with PEMFCs today concerns their lifespan. The major cause is the degradation of the membrane electrode assembly, due to the accumulation of contaminants and reaction products inside the fuel cell. and the particular functioning that a PEMFC encounters during dynamic cycles. By using multi-stack and multi-system approaches, it is possible to reduce the impact of this degradation on the overall performance of the fuel cell.

For example, by using multiple fuel cells in parallel, the multi-stack approach helps reduce the load on each individual cell, which can reduce PEM degradation. Likewise, using multiple fuel cell systems in series or parallel, as in the multi-system approach, allows the load to be distributed across multiple fuel cells, thereby reducing the load on each cell and extending the life of the entire system.

Additionally, using a multi-stack or multi-system can reduce the frequency of start and stop cycles of each individual fuel cell, as well as reduce and optimize cycles and level of potential among others. All of these elements combined help reducing the effects of mechanical, thermal and electrochemical wear on fuel cell components.

In summary, multi-stack and multi-system approach strategies for PEMFCs can extend the lifespan of these systems by reducing the impact of PEM degradation, distributing the load across multiple fuel cells and by optimizing the operation of each stack in an area where it will age as little as possible.

However, the multi-stack approach can also present challenges. For example, different fuel cell modules must be synchronized to ensure a consistent and stable power supply. Additionally, thermal management must be carefully controlled to avoid overheating and efficiency losses. Control also becomes more complex, and new shutdown/restart strategies must be defined. Finally, the last big obstacle concerns the question of cost, which must be carefully studied so that the cost/sustainability compromise is as reasonable as possible.

Then, the multi-stack approach to a fuel cell system offers advantages in terms of power, durability and load management, but requires careful study, planning and implementation to ensure efficient and effective operation.

Objectives of the thesis

Firstly, a choice will be done select a few multi-stack/multi-system strategies to be studied for the rest of the thesis, based on the analysis of the literature and the available state of the art.

Then, the few selected strategies will be evaluated in terms of sustainability, performance and cost. This involves designing a platform for the estimation of these three constraints, based on an aging model created from data from Symbio data. This platform should also make it possible to optimize the operating conditions of the stacks, as well as to integrate different strategies intrinsic to the use of a multi-stack, such as the integration of a standby mode for example. Finally, an experimental validation will be carried out.

Supervisor(s)	Prof. PERA Marie-Cécile (marie-cecile.pera@univ-fcomte.fr), University of Franche-Comté Dr MORANDO Simon (simon.morando@symbio.one), Symbio
Candidate profile	The candidate should have graduate a Master degree in Electrical Engineering or in Control. Basic knowledge in hydrogen systems would be highly appreciate.
Keywords	Hydrogen, Fuel Cells, Fuel Cell System Architecture, Fuel Cell System Control.
Application deadline	30 th of November 2023
Starting Job	To be defined
Application <i>Depending on the type of position</i>	<p>PhD Position</p> <p>Please send the following documents by e-mail to marie-cecile.pera@univ-fcomte.fr :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) For EU candidates: Copy of your national ID card or of your passport page where your photo is printed. For non-EU candidates: Copy of your passport page where your photo is printed. 2) Curriculum Vitae (1 page). 3) Letter of motivation relatively to the position (1 page). 4) Copy of your Master degree and/or Engineer degree if already available. 5) Copy of your final marks and ranks. 6) Coordinates of reference persons (maximum 3, at least your master thesis supervisor): Title, Name, organization, e-mail. <p>If you have questions regarding the application, please contact the supervisors.</p>

**Demande de Publicité Nationale
Recrutement prévu dans le cadre du contrat recherche**

Intitulé du poste	Evaluation et optimisation d'une architecture PEMFC multi-stack/multi-système et son contrôle, sous contraintes de coût, de durabilité, de performances.
Référence	
Date de mise en ligne souhaitée	07/11/2023
Type d'emploi (PhD, post-doc, ingénieur)	PhD
Durée du contrat (en mois)	36 mois
Rémunération	Contrat CIFRE. Rémunération à définir avec SYMBIO
Qualifications (Master, PhD...)	Niveau Master (Master, diplôme d'ingénieur)
Heures de travail (temps plein/temps partiel)	Temps Plein
Employeur	SYMBIO
Laboratoire d'accueil	FEMTO-ST / Département ENERGIE
URL du laboratoire d'accueil	https://www.femto-st.fr/fr/Departements-de-recherche/ENERGIE/Presentation
Adresse du laboratoire d'accueil	2 rue Edouard Belin 90000 Belfort
Description du poste	<p>Le travail se déroulera au sein de l'entreprise SYMBIO à Saint-Fons (69) et au sein du laboratoire FEMTO-ST/ENERGIE localisé à Belfort (90) à parité de temps dans le cadre d'une convention de collaboration CIFRE.</p> <p>Structures d'accueil Entreprise technologique leader dans les piles à combustible, cumulant plus de trente années d'expérience dans les piles à combustibles et dans leur intégration véhicule, Symbio apporte des solutions innovantes aux défis de la mobilité hydrogène de demain. Forte de son lien étroit avec ses actionnaires principaux Michelin et Faurecia, Symbio compte à ce jour plus de 600 employés, et compte des partenariats sur 3 des cinq continents.</p> <p>L'institut FEMTO-ST (Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique – Sciences et Technologies, UMR 6174), compte aujourd'hui plus de 700 membres, au sein de sept départements scientifiques. Il est placé sous la quadruple tutelle de</p>

l'Université de Franche-Comté (UFC), du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), de l'École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques (ENSMM) et de l'Université de Technologie Belfort-Montbéliard (UTBM).

Son champ thématique couvre l'optique, l'acoustique, les micro nanosciences et systèmes, le temps-fréquence, l'automatique, l'informatique, la mécatronique, en même temps que la mécanique et les matériaux, l'énergétique et le génie électrique.

L'équipe SHARPAC (Systèmes hybrides électriques, Actionneurs électriques, Systèmes Pile à Combustible) du département ENERGIE de FEMTO-ST accueillera ce sujet. Cette équipe est entièrement localisée à Belfort.

L'École Doctorale de rattachement de l'étudiant/e sera l'ED SPIM (Sciences pour l'Ingénieur et Microtechniques) de l'Université Bourgogne Franche-Comté.

Contexte de la thèse

L'électrification des vecteurs de mobilité est aujourd'hui une préoccupation majeure des différents acteurs du domaine, qu'ils soient économiques, industriels, des collectivités ou des centres de recherche. En effet, cette électrification répond à différentes problématiques : limitation de la dépendance aux combustibles fossiles, réduction des nuisances environnementales, prise en compte de nouvelles contraintes normatives, augmentation de l'efficacité énergétique.

Pour répondre à ces contraintes notamment dans le domaine des transports, l'hydrogène associé au convertisseur d'énergie qu'est la pile à combustible est une des solutions à fort potentiel. En effet, les piles à combustible (ou piles à hydrogène) 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. 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. Dans le domaine du transport, ce vecteur énergétique hydrogène offre également de multiples possibilités, grâce notamment au découplage énergie/puissance qu'il offre.

Ainsi la pile à combustible apparaît aujourd'hui comme une technologie alternative pour faire face aux défis environnementaux et économiques grandissants, et bon nombre d'industriels se livrent une compétition féroce sur le marché, et le moindre gain sur la durée de vie de leur système, sur le coût et sur les performances sera capital pour être le plus présent possible sur le marché .

L'un des principaux problèmes des PEMFC actuellement concerne leur durée de vie, et la cause majeure est la dégradation de l'assemblage membrane électrode, due à l'accumulation de contaminants et de produits de réaction à l'intérieur de la pile à combustible et au fonctionnement particulier que rencontre une PEMFC lors de cycles dynamiques. En utilisant des approches multi-stack et multi-système, il est possible de réduire l'impact de cette dégradation sur la performance globale de la pile à combustible.

Par exemple, en utilisant plusieurs piles à combustible en parallèle, l'approche multi-stack permet de réduire la charge sur chaque pile individuelle, ce qui peut réduire la dégradation de la PEM. De même, l'utilisation de plusieurs systèmes de piles à combustible en série ou en parallèle, comme dans l'approche multi-système, permet de répartir la charge sur plusieurs piles à combustible, réduisant ainsi la charge sur chaque pile et prolongeant la durée de vie de l'ensemble du système.

De plus, l'utilisation d'un système multi-stack ou multi-système peut permettre de réduire la fréquence des cycles de démarrage et d'arrêt de chaque pile à combustible individuelle, ainsi que de réduire et d'optimiser les cycles et niveau de potentiel entre autres. Tous ces éléments combinés permettent de réduire les effets de l'usure mécanique, thermique et électrochimique sur les composants de la pile à combustible.

En résumé, les stratégies d'approche multi-stack et multi-système pour les PEMFC peuvent contribuer à prolonger la durée de vie de ces systèmes en réduisant l'impact de la dégradation de la PEM, en répartissant la charge sur plusieurs piles à combustible et en optimisant le fonctionnement de chaque stack pour le laisser dans une zone où il vieillira le moins possible.

Cependant, l'approche multi-stack peut également présenter des défis. Par exemple, les différents modules de piles à combustible doivent être synchronisés pour assurer une alimentation électrique cohérente et stable. De plus, la gestion thermique doit être soigneusement contrôlée pour éviter les surchauffes et les pertes d'efficacité. Le contrôle devient également plus complexe, et de nouvelles stratégies d'arrêts/redémarrage doivent être définies. Enfin, le dernier gros verrou concerne la question du coût, qui doit être précautionneusement étudiée afin que le compromis coût/durabilité soit le plus raisonnable possible.

En somme, l'approche multi-stack pour un système pile à combustible offre des avantages en termes de puissance, de durabilité et de gestion de charge, mais nécessite une étude, une planification et une mise en œuvre soigneuses pour garantir un fonctionnement efficace et fiable. C'est par conséquent dans ce contexte que s'inscrit le cadre de cette thèse.

Objectifs de la thèse

Dans un premier temps, il conviendra de faire un choix de quelques stratégies multi-stack/multi-système à étudier pour le reste de la thèse. Ce premier choix sera établi

	<p>à partir d'une recherche bibliographique et de l'analyse de l'état de l'art actuel sur le sujet.</p> <p>Puis, les quelques stratégies sélectionnées seront évaluées en termes de durabilité, de performances et de coût. Cela implique de réaliser une plateforme d'estimation théorique de ces trois contraintes, réalisée à partir de modèle de vieillissement, créés à partir de datas provenant des essais Symbio. Cette plateforme devra également permettre d'optimiser les conditions opératoires des stacks, ainsi que d'intégrer différentes stratégies intrinsèques à l'usage d'un multi-stack, comme l'intégration d'un mode veille par exemple. Enfin, une fois toutes ces stratégies évaluées théoriquement, une validation pratique devra être réalisée à l'aide d'une campagne d'essai expérimentale sur banc système.</p>
Superviseur(s)	<p>Prof. PERA Marie-Cécile (marie-cecile.pera@univ-fcomte.fr), Université de Franche-Comté</p> <p>Dr MORANDO Simon (simon.morando@symbio.one), Symbio</p>
Profil du candidat	<p>Le ou la candidate sera titulaire d'un Master ou d'un diplôme d'ingénieur en Génie Electrique ou en Automatique. Des compétences dans le domaine de l'hydrogène pour l'énergie seraient appréciées.</p>
Mots-clés	<p>Hydrogène, pile à combustible, architecture de système pile à combustible, contrôle de systèmes pile à combustible.</p>
Date limite de dépôt des candidatures	<p>30 novembre 2023</p>
Date prise de poste	<p>A définir</p>
Procédure de candidature	<p>Envoyer les pièces suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - CV - Lettre de motivation - Copie du diplôme de Master ou d'ingénieur ou attestation de réussite - Relevé de notes des deux années de Master - Des références de personnes à contacter : Nom, Prénom, Organisation, email <p>A marie-cecile.pera@univ-fcomte.fr</p>