

Présentation des projets financés au titre de l'édition 2009 du Programme Hydrogène et piles à combustible

ACRONYME - titre du projet	Page
ASTRIJE - Anode Structurée pour le Reformage interne du méthane par Impression Jet d'Encre	3
AUXIOXY - AUXiliaires d'un système de micro-cogénération à pile à OXYdes solides	5
CESTAR - Couplage des Energies renouvelables via un Stockage TAMpon au Réseau électrique	7
FACTEUR10 - Développement d'AME pour gagner un FACTEUR 10 sur le coût en platine par unité de puissance	9
FIDELHYO - FIabilisation De l'ELECTroLYse de l'eau à haute température pour la production d'Hydrogène	11
FLEXIPAC - Cœur de pile à combustible flexible à collecteurs de courant intégrés	13
HELEVA - Production d'Hydrogène par ELEctrolyse de la Vapeur : Optimisation de la cellule et mise en place d'un prototype	15
INNOSOFC - Intégration de matériaux d'électrolyte et d'électrodes innovants dans une cellule IT-SOFC	17
OMNISCIENTS - Outils de Maintenance Conditionnelle Non-Invasifs pour Systèmes Pile à Combustible Industriels en Environnement Transport et Stationnaire	19
OSIRHYS IV - Outils de SIMulation du comportement des Réservoir de stockage d'HYdrogène Spécifiques au type IV	21

Programme Hydrogène et piles à combustible

Edition 2009

Titre du projet

ASTRIJE - Anode Structurée pour le Reformage interne du méthane par Impression Jet d'Encre

Résumé

Les piles à combustible SOFC, de part leur température de fonctionnement élevée (de l'ordre de 900°C), peuvent fonctionner sous un gaz riche en méthane (gaz naturel, biogaz). Cependant, pour éviter l'emploi soit d'un reformage externe partiel ou complet, soit de forte quantité de vapeur d'eau, il est nécessaire de développer un nouveau matériau d'anode.

Le projet proposé ici s'inscrit dans cet axe de recherche et consiste à développer une cellule SOFC fonctionnant à 700-750°C directement sous un gaz riche en méthane sans ajout de vapeur d'eau et en présence de produits soufrés. Des études précédentes ont démontré la capacité du matériau oxyde de cérium dopé à l'oxyde de gadolinium (CGO) / Iridium (Ir) à assurer la fonction catalytique. Il en est de même pour le matériau CGO / cuivre (Cu) pour la partie électrochimique.

Par contre, une réactivité entre les deux métaux utilisés (Ir et Cu) se produit, formant un alliage et détériorant les propriétés catalytiques du système CGO/Cu/Ir. L'originalité de la cellule qui sera développée, réside dans la mise en forme d'une anode contenant une structuration locale (structuration = fabrication d'un motif répétitif de composition définie) de manière à obtenir un maximum de rendement des deux fonctions catalytique et électrochimique. La technique d'impression jet d'encre, particulièrement bien adaptée à l'arrangement recherché, sera utilisée. Les matériaux d'électrolyte et de cathode seront des matériaux plus classiques : l'électrolyte sera une zircone dopée à l'oxyde de scandium (ScSZ) et la cathode une cobaltite de lanthane dopée au strontium et au fer (LSCF).

Les principales actions à mener dans le cadre de ce projet seront :

- la mise au point des encres pour la fabrication de l'anode structurée,
- le développement d'une structuration adaptée aux propriétés visées (vaporeformage du méthane, tolérante à la présence de quelques ppm de produits soufrés),
- la réalisation d'une cellule complète possédant des performances électrochimiques et catalytiques satisfaisantes, stables dans le temps.

A l'issue de ce projet, nous aurons ainsi évalué la possibilité de réaliser une électrode possédant des propriétés électrocatalytiques en répartissant à l'échelle microscopique les éléments assurant les différentes fonctions. Ce travail permettra également de proposer de nouveaux champs d'investigation et de développement de nouveaux matériaux à microstructure contrôlée.

Partenaires

CEA - DAM (partenaire coordinateur)
CERADROP
UCBL - IRCELYON

Coordinateur

Mme Anne-Laure Sauvet - CEA - DAM
anne-laure.sauvet@cea.fr

Aide de l'ANR

1021 k€

Début et durée Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-09-HPAC-001

Label pôle S2E2 (Sciences et Systèmes de l'Energie Electrique)

Programme Hydrogène et piles à combustible

Edition 2009

Titre du projet

AUXIOXY - AUXiliaires d'un système de micro-cogénération à pile à OXYdes solides

Résumé

AUXIOXY est un projet de recherche industrielle sur 3 fonctions auxiliaires critiques tant d'un point de vue technique qu'économique d'un système de micro-cogénération intégrant une pile à combustible SOFC (Solid Oxide Fuel Cell): la fonction désulfuration, la fonction isolation thermique du coeur de pile et la fonction onduleur couplé réseau.

La finalité est de supprimer les verrous technologiques et de développer des sous-ensembles intégrables dans un produit compatible avec les exigences d'installation d'un système de chauffage (facilité d'installation, d'utilisation et d'entretien) et les critères du marché (compacité, fiabilité, coût).

Le projet est programmé sur 24 mois. La coordination est assurée par un industriel du chauffage, en tant qu'initiateur du projet et utilisateur final.

Le projet débute par l'établissement du cahier des charges et des spécifications pour chacune des fonctions. Chacune d'elles fait ensuite l'objet d'une étude et d'un développement réalisés chez le partenaire (industriel ou organisme de recherche) spécialiste du sujet et donne lieu à la fabrication d'un prototype.

L'industriel assure l'intégration au sein du système complet et procède aux tests de validation en environnement de laboratoire. Les interactions entre les fonctions auxiliaires, le coeur de pile et les autres composants du système seront alors caractérisés et ceci, dans les différents modes de fonctionnement possibles.

Partenaires

DE DIETRICH THERMIQUE (partenaire coordinateur)
AINELEC
GDF SUEZ
CEA - DAM

Coordinateur

M Bernard PHILIP - DE DIETRICH THERMIQUE
bernard.philip@dedietrichthermique.com

Aide de l'ANR

335 k€

Début et durée

Décembre 2008 - 24 mois

Référence

ANR-09-HPAC-002

Label pôle

S2E2 (Sciences et Systèmes de l'Energie Electrique)

Titre du projet **CESTAR - Couplage des Energies renouvelables via un Stockage TAMpon au Réseau électrique**

Résumé

Le développement des énergies renouvelables (EnR), en forte expansion ces dernières années, est freiné par la nature intermittente et aléatoire de ces sources, principalement éolien ou photovoltaïque. Ces moyens de production d'énergie ne sont donc pas toujours en phase avec les crêtes de demande de consommation et compliquent la gestion du réseau électrique. Afin de pallier cette déficience, le couplage des EnR avec un stockage tampon est une solution prometteuse. Le projet CESTAR propose d'étudier la solution du stockage tampon d'hydrogène pressurisé. Il s'intéresse plus particulièrement au sous système électrolyseur / stockage tampon en hydrogène sous pression dans des réservoirs de taille importante, élaborés à partir de tronçons de canalisation pour des questions de coûts. En effet, la quantité importante d'énergie stockée de la sorte est une solution permettant de restituer de l'électricité sur des durées de quelques jours à quelques semaines pour des populations de quelques milliers de personnes.

Le projet CESTAR vise à étudier plus précisément les contraintes qu'entraîner un tel couplage tant sur le fonctionnement de l'électrolyseur que sur la tenue du réservoir tampon. En effet, les projets en cours tels que le projet ANR-2005 CATHY-GDF ont mis en évidence le manque de données à ce sujet, en particulier en ce qui concerne les propriétés, lors d'un cyclage en pression, des matériaux de pipeline. Dans un premier temps, une étude permettra d'identifier les scénarii crédibles en termes de profil de demande d'énergie, de quantité d'hydrogène stocké et de puissance de l'électrolyseur. Puis l'analyse des conséquences du cyclage en pression sur les propriétés et le fonctionnement de l'électrolyseur sera réalisée. Elle permettra d'identifier les modifications nécessaires à apporter pour répondre au cahier des charges technico-économique du système de stockage d'énergie (pression d'électrolyse, compression des gaz en sortie d'électrolyseur, qualité des gaz produits, valorisation de l'oxygène).

D'autre part, l'aptitude des canalisations de stockage tampon envisagées à supporter de fortes amplitudes de variation de pression interne pour permettre le stockage puis la restitution de l'hydrogène sera évaluée par la mise en œuvre en milieu hydrogène gazeux d'essais mécaniques sur éprouvettes de laboratoires prélevées dans les soudures ainsi que sur l'outil expérimental de simulation de comportement de gazoduc en pression interne d'hydrogène ("banc sur virole"), tous deux développés précédemment dans le cadre du projet ANR CATHY-GDF. Le projet se terminera par la fabrication d'un prototype de dimension réduite afin de tester le fonctionnement du système complet couplant un électrolyseur et un stockage tampon lors de plusieurs cycles de production/gonflage/dégonflage de l'ensemble. Les résultats obtenus seront les données nécessaires afin de préconiser les plages de fonctionnement du système et le dimensionnement des stockages tampons envisagés en fonction des différents scénarii identifiés.

Partenaires

CEA - LITEN (partenaire coordinateur)
GDF SUEZ
CNRS - LIMHP
HELION

Coordinateur M Laurent BRIOTTET - CEA - LITEN
laurent.briottet@cea.fr

Aide de l'ANR 719 k€

Début et durée Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-09-HPAC-003

Label pôle CAPENERGIES ; TENERRDIS

Programme Hydrogène et piles à combustible

Edition 2009

Titre du projet **FACTEUR10 - Développement d'AME pour gagner un FACTEUR 10 sur le coût en platine par unité de puissance**

Résumé

L'objectif central de ce projet de recherche industrielle est de réduire la quantité de platine nécessaire à la réalisation d'AME (Assemblages Membrane Electrodes) performants et durables.

Il est en effet indispensable pour développer à grande échelle une alternative viable aux solutions existantes d'atteindre avec les piles à combustible les objectifs de performance, coût et durabilité exigés par leurs domaines d'application potentiels. Pour l'application automobile le besoin de réduire les quantités de platine tout en conservant de bonnes performances dans des conditions drastiques sur plusieurs milliers d'heures est déjà identifié et nécessaire à court terme, mais ce besoin concerne à plus long terme l'ensemble des applications en raison des limitations de ressources. La cible est une réduction d'un facteur 10 de la quantité de platine par unité de puissance, soit le passage d'un état de l'art à 1g/kW à une solution à 0,1g/kW.

Le problème sera traité à deux niveaux de développement, l'un plus avancé techniquement afin de proposer à terme des AME à très faibles chargements en platine validés en durabilité et, l'autre, plus amont, permettant de proposer des solutions innovantes pour améliorer le compromis coût en Pt / performance, en jouant sur la formulation et l'architecture des couches actives.

Les mots clés du projet seront la réduction et la localisation du platine en vue d'une optimisation de son efficacité. La localisation sera considérée depuis l'échelle macroscopique, c'est-à-dire avec répartition pertinente dans l'AME entre l'anode et la cathode, jusqu'à l'échelle microscopique, dans le cas de particules localisées, avec en parallèle une répartition optimisée sur la surface ou dans l'épaisseur des couches actives suivant des profils de concentration contrôlés.

Des couches actives et des AME seront développés par différentes techniques en s'appuyant sur des caractérisations pour étudier l'impact de la réduction des chargements en platine sur leur structure et leurs propriétés, et sur des tests en pile pour qualifier les composants vis à vis des cahiers des charges. Un risque majeur étant de ne pas atteindre les critères de durabilité, la corrélation entre procédé, caractéristiques et fonctionnement sera particulièrement analysée dans l'optique de proposer des solutions pour améliorer la stabilité des catalyseurs et des performances.

Partenaires

CEA - LITEN (partenaire coordinateur)
PAXITECH
KEMSTREAM
CNRS - LIMHP
CNRS - LRC ILV - SPAM

Coordinateur

Mme Sylvie ESCRIBANO - CEA - LITEN
sylvie.escribano@cea.fr

Aide de l'ANR

1291 k€

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-09-HPAC-004

Label pôle TENERRDIS

Programme Hydrogène et piles à combustible

Edition 2009

Titre du projet **FIDELHYO - FIabilisation De l'ElectroLYse de l'eau à haute température pour la production d'Hydrogène**

Résumé

Le projet FidelHyo a pour objectifs la compréhension des mécanismes de dégradation intervenant dans un empilement (ou stack) d'Electrolyseur de la Vapeur d'eau à Haute Température (EVHT) et l'identification de solution pour atteindre un compromis économiquement pertinent entre performance et durabilité du stack.

Pour atteindre ces objectifs, deux outils d'étude et d'analyse sont développés au cours du projet :

1) un stack instrumenté à l'architecture efficace et robuste, adapté à la modélisation, et représentatif des architectures industrielles actuelles. Le développement de ce stack se fera à partir de la géométrie d'un motif élémentaire déjà produit et utilisé avec succès dans le cadre du projet européen RelHy. Sur la base des résultats expérimentaux obtenus avec ce stack instrumenté et des résultats numériques obtenus avec l'outil de modélisation développé en parallèle, des simulations d'amélioration tant dans le domaine des conditions de fonctionnement (niveau de serrage, niveau d'étanchéité, taux de dilution de la vapeur d'eau), que dans le domaine de l'architecture du stack pourront être proposées. Cet outil vise donc à constituer une base technologique à l'innovation.

2) un outil de diagnostic in situ de l'état des composants du stack basé sur la spectroscopie d'impédance électrochimique. On s'attachera à identifier les signatures en fréquence des différents composants et des phénomènes de dégradation. Une première campagne d'essais avec les matériaux de cellules et les joints classiquement utilisés permettra de valider la démarche et les outils mis en place, Deux campagnes d'essais sont prévues à la suite afin d'intégrer des matériaux innovants susceptibles d'améliorer les performances et la durabilité de la cellule électrochimique (anode en nickelates) et sa robustesse (joints verre à propriété spécifique).

Le compromis performance-durabilité visé dans le projet FidelHyo est une dégradation de l'ordre du % / 1000 h à un niveau de performance de 1 A/cm² pour une tension inférieure à 1,5 V par cellule et un taux d'utilisation de la vapeur d'eau supérieur à 60% dans une gamme de température comprise entre 700 et 800°C.

Partenaires

CEA - LITEN (partenaire coordinateur)
EIFER EDF
CNRS - ICMCB
CNRS - LECIME
ARCELOR MITTAL

Coordinateur

Mme Florence LEFEBVRE-JOUD / CEA - LITEN
florence.lefebvre-joud@cea.fr

Aide de l'ANR

1109 k€

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-09-HPAC-005

Label pôle TENERRDIS

Programme Hydrogène et piles à combustible

Edition 2009

Titre du projet

FLEXIPAC - Cœur de pile à combustible flexible à collecteurs de courant intégrés

Résumé

Le projet FLEXIPAC présente une structure de pile avec un type d'architecture innovante qui permettra, à moyen terme, de développer des piles miniatures portables pour des applications de 10 à 50 W à de faibles coûts en disposant d'un ratio masse sur volume très élevé. Elle permettra également d'élaborer des sources d'énergie flexibles et conformables pour l'industrie des textiles instrumentés et des dispositifs à géométrie complexe.

L'objectif technique sera de concevoir et de réaliser une pile planaire, sans plaques conductrices, dont la membrane sera montée dans un cadre porteur (concept "diapositive"). Cette pile à membrane auto-soutenue, c'est-à-dire assurant le rôle de support mécanique en plus d'être conductrice ionique, permettra d'augmenter considérablement le ratio partie active/support.

De plus, cette technologie permettra d'obtenir des coeurs de pile, flexibles, avantage qui ouvre de larges possibilités d'applications, notamment pour des sources d'énergies portables et adaptées à des géométries spéciales.

Le coeur du projet sera de réaliser des collecteurs de courant de part et d'autre de la membrane pour avoir la chute ohmique la plus faible possible tout en assurant un bon accès des gaz réactifs vers les électrodes.

Cette nouvelle architecture fera l'objet de développement et d'optimisation de la fluidique, de la thermique et du transport électronique adaptés à la configuration planaire.

Cette technologie pourrait s'appliquer dans le cas d'une membrane conductrice protonique (cas des Proton Exchange Membrane Fuel Cell) ou anionique (cas des Solid Alkaline Membrane Fuel Cell).

L'enjeu de ce projet est d'apporter la preuve de concept d'une pile à combustible à membrane auto-soutenue en rupture avec l'état de l'art :

- montage type "diapositive"
- collecteurs intégrés.

Résultats escomptés, en fin de projet sont :

- une puissance de 150 mW/cm² sur des surfaces de 5 cm² pour un coeur de pile cationique à base de Nafion,
- l'identification d'un procédé de réalisation des collecteurs de courant bas coût et industrialisable,
- la réalisation d'un démonstrateur issu d'une telle technologie.

Partenaires

CEA - LITEN (partenaire coordinateur)
CNRS - LAAS
Université de Technologie Belfort Montbéliard - LERMPS
IREPA LASER

Coordinateur

M Vincent FAUCHEUX - CEA - LITEN
vincent.faucheux@cea.fr

Aide de l'ANR

714 k€

Début et durée Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-09-HPAC-006

Label pôle

Titre du projet **HELEVA - Production d'Hydrogène par ELEctrolyse de la VApeur: Optimisation de la cellule et mise en place d'un prototype**

Résumé

L'électrolyse de l'eau est une technique souple et non polluante de production de H₂, vecteur énergétique du futur. Son utilisation est prévue en aval d'une source d'énergie comme une centrale nucléaire fournissant la chaleur et l'électricité nécessaires.

Pour élever son rendement vers 93%, l'électrolyse à haute température est envisagée. Deux types d'électrolyte sont utilisables, l'électrolyte à conduction anionique O²⁻ comme la zircone stabilisée à l'yttrium, et les électrolytes à conduction protonique H⁺ tels que les perovskites. La conductivité par ions O²⁻ est significative seulement au-dessus de 750°C/800°C, ce qui impose des matériaux spéciaux, très coûteux qui rendent prohibitif le coût d'une installation industrielle. Les travaux réalisés dans le cadre du programme PAN-H Celeva montrent que les matériaux de type perovskite, conducteurs protoniques, ont des conductivités acceptables, entre 500/600°C : 7.10⁻³ S/cm sous pression de vapeur d'eau (25 bars) à 600°C. En effet, les protons, n'étant pas des constituants intrinsèques de la

perovskite, doivent être incorporés sous pression dans une structure adaptée de la perovskite pour optimiser ces propriétés. Ainsi, une cellule d'électrolyse pressurisée fonctionnant à 600°C, mise au point dans le programme ANR PAN-H CELEVA a validé ce concept d'électrolyse utilisant les membranes à conduction protonique, en produisant de l'hydrogène pendant une centaine d'heures à 20 bars sous des conditions électrochimiques intéressantes. Forts de ce résultat encourageant, AREVA NP, SCT, HELION et leurs partenaires LADIR (CNRS-UPMC), LISE (CNRS), IEM (CNRS-UMII) et CNRS/ENSM-SE proposent un projet qui vise à optimiser l'électrolyseur et ses composantes pour définir une unité pilote. Il s'agira : - d'augmenter les performances de l'électrolyseur, en réduisant le vieillissement de ces composantes en particulier grâce à une optimisation des matériaux mixtes céramique-métal et des brasages, et en recherchant les meilleures conditions thermo-fluidiques de fonctionnement de la cellule,

- de mettre au point une unité pilote multi-cellules composée d'assemblages électrode/électrolyte de dimension significative (20 cm²), brasés sur des supports métalliques qui s'intègrent dans l'électrolyseur.

Les travaux de ce projet s'articulent ainsi: fabrication des assemblages (électrolyte/électrode/collecteurs) aux dimensions requises, caractérisations ex situ et in situ avec retour vers la fabrication pour optimisation, électrolyse avec suivi du vieillissement, puis développement du pilote. Pour ce faire, les technologies mises en place dans Celeva seront utilisées: une cellule d'électrolyse (800 °C 50 bars), un électrolyseur (650°C, 100 bars), ainsi qu'une cellule Raman sous pression (600°C, 50 bars) et divers autoclaves de vieillissement. Le partenariat pluridisciplinaire entre 3 laboratoires CNRS (l'IEM, le LISE, le LADIR), l'ENSM de Saint-Etienne, et les industriels AREVA NP, SCT et HELION devrait permettre de mener à bien ce projet, sachant que ces six premières entités travaillent

ensemble depuis 5 ans, avec un accord de partenariat, qu'elles ont produit brevets et publications. La participation d'HELION dans le consortium, avec ses moyens de développement, son expertise dans les piles à combustibles et en sécurité d'usage, permettra d'orienter le projet vers l'industrialisation.

Partenaires AREVA NP (partenaire coordinateur)
Université de Montpellier 2 - IEM
CNRS - LISE
CNRS - LADIR
ENSM-SE
SCT
HELION

Coordinateur Mme Béatrice SALA - AREVA NP
beatrice.sala@iemm.univ-montp2.fr

Aide de l'ANR 1201 k€

Début et durée Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-09-HPAC-007

Label pôle CAPENERGIES ; VIAMECA

Programme Hydrogène et piles à combustible

Edition 2009

Titre du projet

INNOSOFC - Intégration de matériaux d'électrolyte et d'électrodes innovants dans une cellule IT-SOFC

Résumé

La zircone stabilisée par de l'yttrium (YSZ) est encore le matériau de choix de la plupart des piles SOFC proches du développement industriel grâce à son bon niveau de conductivité anionique à haute température et à sa bonne stabilité chimique vis à vis de l'hydrogène. Néanmoins, YSZ pose des problèmes de réactivité à l'interface avec les matériaux de cathode usuels à base de lanthanide ce qui limite les performances de la cellule ou implique l'ajout d'une couche intermédiaire à base de cérium, qui ne réagit pas ou peu ni avec le matériau de cathode ni avec YSZ. Cependant cela ajoute un coût, non négligeable dans la mise en forme de la cellule, préjudiciable à son développement industriel. Dans la nécessité de trouver un électrolyte de substitution à YSZ, stable dans les conditions de fonctionnement de la SOFC, et formant un "couple parfait" avec les matériaux de cathode usuels, le conducteur anionique BIT07 ($\text{BaIn}_{0.3}\text{Ti}_{0.7}\text{O}_{2.85}$) de structure perovskite a été découvert et développé à Nantes.

Dans le même temps le conducteur mixte Ln_2NiO_4 (Ln = lanthanide) de structure dérivée de la perovskite était développé à Bordeaux. Les travaux antérieurs ont validé l'utilisation de ces matériaux dans des cellules SOFC. L'objet du projet est d'associer ces matériaux issus de la recherche française en partenariat avec un institutionnel reconnu, EIFER/EDF (2 brevets CNRS/EDF), et de proposer une première cellule ITSOFC française, à anode support. Le remplacement des matériaux classiques formant le couple électrolyte-cathode, YSZ-LSM, par le couple BIT07- Ln_2NiO_4 permettra de diminuer la température de fonctionnement. En effet, la réaction électrolyte-électrode qui engendrait une chute ohmique importante à l'interface étant absente, ceci permettra d'augmenter les performances et la stabilité de la cellule et/ou de conserver des performances égales à température réduite. Dans ce nouveau couple, l'absence de la couche de cérium intermédiaire, devrait permettre aussi de diminuer le coût de fabrication d'une cellule (et donc le coût du kW).

En outre, de par l'adéquation des structures cristallines des matériaux d'électrolyte et de cathode, l'interface électrolyte-cathode sera améliorée. Le matériau d'anode sera de type cermet Ni/BIT07 avec un contenu en nickel adapté au cahier des charges d'une anode (environ 30% en volume minimum). En utilisant les compétences complémentaires des industriels et des universitaires, l'accent sera mis en particulier sur l'optimisation de la microstructure des matériaux et des interfaces (IMN et ICMCB), sur le passage à l'échelle semi industrielle (Marion technologies), sur l'utilisation de techniques de mise en forme bas-coût (CEA-LITEN) afin de réaliser, de tester les performances et la stabilité des cellules SOFC de taille semi-pilote (CEA-LITEN et EIFER).

Partenaires

CNRS - IMN (partenaire coordinateur)
CEA - LITEN
EIFER EDF
CNRS - ICMCB
MARION TECHNOLOGIES

Coordinateur

M Olivier JOUBERT - CNRS - IMN
Olivier.Joubert@cnrs-imn.fr

Aide de l'ANR 854 k€

Début et durée Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-09-HPAC-008

Label pôle

Programme Hydrogène et piles à combustible

Edition 2009

Titre du projet **OMNISCIENTS - Outils de Maintenance Conditionnelle Non-Invasifs pour Systèmes Pile à Combustible Industriels en Environnement Transport et Stationnaire**

Résumé

Le développement et le déploiement de la technologie pile à combustible passe de manière incontournable par le respect des contraintes de durée de vie, de fiabilité, de disponibilité et de coût, chacune d'elles devant être déclinée pour l'application envisagée.

Le projet OMNISCIENTS se propose de développer, d'expérimenter et de valider des outils et méthodes innovants et non invasifs qui permettront d'estimer l'état de santé d'une pile de technologie PEMFC dans un environnement système. L'utilisation de ces outils au cours de l'exploitation d'un système pile à combustible permettra de définir les opérations de maintenance conditionnelle et prédictive d'une pile de type PEMFC nécessaires en vue de son maintien dans des conditions opérationnelles optimales dans un environnement système stationnaire ou transport.

La problématique posée se situe à plusieurs niveaux :

- Développement de méthodologies permettant la reconstruction de grandeurs électriques et physico-chimiques internes à la pile à partir de mesures acoustiques et magnétiques externes,
- Validation expérimentale des méthodes sur de petits assemblages testés sous profils d'exploitations stationnaires et transports en environnement laboratoire,
- Application à des systèmes de puissance industriels exploités dans des conditions représentatives de la réalité.

L'utilisation des outils développés dans le cadre de ce projet permettra ainsi de répondre au double objectif d'augmenter la durée de vie et le rendement de systèmes pile à combustible, et de réduire leur coût d'exploitation par la mise en place d'une stratégie de maintenance conditionnelle.

Partenaires

PCA (partenaire coordinateur)
CEA - LITEN
HELION
Grenoble INP - LEPMI
EURO PHYSICAL ACOUSTICS SA
Grenoble INP - G2ELab

Coordinateur

M Franck MASSET - PCA
franck.masset@mpsa.com

Aide de l'ANR

767 k€

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-09-HPAC-009

Label pôle

CAPENERGIES ; TENERRDIS ; Véhicule du futur

Titre du projet

OSIRHYS IV - Outils de SIMulation du comportement des Réservoir de stockage d'HYdrogène Spécifiques au type IV

Résumé

Le stockage embarqué de l'hydrogène reste un frein reconnu au développement à grande échelle des piles à combustibles (PAC). Le stockage de l'hydrogène gazeux sous très haute pression dans des réservoirs de type IV est à l'heure actuelle la technologie la plus mature. Cependant le prix de ces réservoirs reste encore très élevé pénalisant de ce fait tout déploiement commercial à cause de l'utilisation conséquente de fibres de carbone dont le coût représente 50% à 70% du coût du réservoir. Une réduction significative du coût des systèmes de stockage nécessite un raccourcissement de la phase de développement d'un nouveau réservoir et une optimisation de la structure composite qui passe par la simulation numérique or, à l'heure actuelle, les concepteurs utilisent des modèles simplifiés et souvent très éloignés de la réalité (comme l'utilisation d'éléments coques alors que l'épaisseur du composite de 20mm implique des éléments 3D).

Pour le dimensionnement, les critères de rupture s'appliquent généralement à des structures plus simples (géométrie et empilement) et ne sont pas adaptés aux différents phénomènes de dégradation d'un composite de forte épaisseur. A cela s'ajoute une incertitude sur le matériau. En effet les propriétés mécaniques sont mesurées sur des éprouvettes drapées qui ne rendent pas compte du procédé de mise en œuvre d'un réservoir. L'ensemble de ces incertitudes ou approximations entraîne une limite dans l'optimisation de la structure et donc des performances des réservoirs de stockage ce qui amène les fabricants à surdimensionner exagérément la partie composite et donc le prix de vente de ces objets.

Le but du projet OSIRHYS IV est d'étudier ces différents points afin d'obtenir des modèles et critères fiables, adaptés aux réservoirs de stockage hyperbare de l'hydrogène de type IV. Pour cela, le projet s'adresse à toute la chaîne de conception et simulation. Il vise à mieux caractériser le matériau et son procédé de mise en œuvre (enroulement filamentaire principalement) afin de mettre en place une base de données solide et commune à tous les partenaires qui servira de base pour la suite du travail. La validation des différents modèles s'appuie sur des essais et mesures menés sur des structures simples mais représentatives du procédé de fabrication (anneaux par exemple) puis sur des réservoirs complets de volumes réduits (e.g. 2L) dont la fabrication et la reproductibilité sont bien connues.

Afin que la modélisation soit la plus représentative possible, elle couvrira l'ensemble des conditions d'utilisation à savoir sa tenue mécanique propre avec les coefficients de sécurité associés mais aussi le cyclage mécanique et le comportement aux températures extrêmes (-40°C et +85°C). La finalité de ce projet est de développer et valider des modèles pour permettre de mieux concevoir (bureau d'étude), développer, fabriquer et tester à moindre coût un réservoir avec une structure calculée optimisée.

Partenaires

CEA - DAM (partenaire coordinateur)
ARMINES
ENSMA
Université de Savoie - SYMME
COMPOSITES EXPERTISE SOLUTIONS

Coordinateur M Stéphane Villalonga - CEA - DAM
stephane.villalonga@cea.fr

Aide de l'ANR 1000 k€

Début et durée Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-09-HPAC-010

Label pôle PLASTIPOLIS ; S2E2 (Sciences et Systèmes de l'Energie Electrique)