

Projets financés au titre de l'édition 2005 du programme

"Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible"

ACRONYME : Titre du projet	Page
APH : Développement d'un séparateur membranaire pour alimenter en hydrogène pur une pile PEM en vue d'une application automobile.	2
BALISES : Validation des protocoles d'évaluation des AME et fiabilisation de la technologie EVOPAC par un traitement statistique des résultats d'une campagne d'expérimentation avec mise en situation opérationnelle réelle	3
CATHY : Caractérisation des Aciers pour le Transport de l'Hydrogène	4
CATHY : Brûleur radiant catalytique pour la combustion des mélanges gaz naturel - hydrogène	5
CEVAREF : CEramiques pour réacteur de VApo REFormage	6
CIEL : Chaudière Individuelle Electrogène : Couplage direct d'une pile à combustible SOFC dans le cœur de chauffe d'une chaudière individuelle au gaz naturel	7
CLIPPAC : Conducteurs Liquides Ioniques Protiques pour Piles à Combustible.	8
DEPEM-HP : Développement d'un Electrolyseur de type PEM Haute Pression	9
DIAMANT : Développement de plaques bipolaires métalliques embouties en terme de matériaux et étude de leur stabilité en milieu pile à combustible	10
DRIVE : Données expérimentales pour l'évaluation des Risques hydrogène, la Validation d'outils numériques et l'Edition de référentiels	11
DVD-AME : Durée de Vie et Dégradation des Assemblages Membrane/Electrodes de piles à combustible de type PEMFC	12
H2 PAC : Développement d'un générateur d'hydrogène à hautes performances à base d'hydrure chimique	13
FISYPAC : Fiabilisation système pile à combustible	14
FOYER HPE : Foyer Hautes Performances Environnementales	15
HYBOU : Matériaux Innovants pour Liners Polymères et Coques Composites des Réservoirs de Type IV.	16
INNOVAME : Conception innovante de matériaux pour assemblage membrane-électrodes	17
MEPHISTO : Pile à Combustible à membrane échangeuse de protons en conditions hivernales : démarrage, fonctionnement et stockage	18
PAC SM : Pile à Combustible pour applications Sous-Marines	19
PACBI : Pile à Combustible pour Bornes Interactives	20
PACTE : Pile à combustible PEMFC fonctionnant aux températures extrêmes	21
PROTEC-H² : Prospective Technico-Economique des filières de l'Hydrogène énergie	22
READY : Prédiction et réduction des pertes de charge en transport d'hydrogène	23
SEMI EHT : Stacks Expérimentaux et Modules Innovants pour EHT	24
SPACT 80 : Système à base de Pile A Combustible pour le Transport de 80 kW.Projet fédérateur de Générateur Modulaire Hybride à Pile à combustible pour applications embarquées ferroviaires et routières	25
TECTONIC : TEchnologie pile à combustible à base de matériaux conducteurs proTONIques Céramiques dans la gamme de température 400-600°C	26

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	APH : Développement d'un séparateur membranaire pour alimenter en hydrogène pur une pile PEM en vue d'une application automobile.
Résumé	<p>L'objectif du projet est de démontrer la viabilité du séparateur membranaire en termes de performances, durabilité, dynamique et coût pour l'application automobile. Le développement de la technologie de membrane métallique composite vise à produire de l'hydrogène pur pour alimenter une pile à combustible de type PEM (concentration < 10 ppm CO). La solution étudiée dans le projet consiste à déposer une couche très mince d'un alliage de palladium sur un substrat métallique composite poreux servant à assurer la rigidité mécanique du système. Cette solution a fait l'objet d'un brevet déposé par CETH en 2001.</p> <p>Le projet comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> . le développement d'un banc de test de membrane métallique permettant la production de 60 g/h d'hydrogène soit une puissance d'environ 2 kW H₂. . la modélisation de la séparation par membrane et la modélisation du module de puissance complet. . l'optimisation de la membrane en vue de diminuer son épaisseur tout en augmentant ses performances. . le couplage de la membrane avec un module pile PEMFC intégré et sa caractérisation <p>La réussite du projet est assurée par l'intervention convergente de 2 PME spécialisées l'une dans la séparation membranaire (CETH) et l'autre dans les PEMFC (Hélion), assistée pour le diagnostic et la caractérisation par des laboratoires universitaires (UPS, Orsay et LGMPA, Nantes) et coordonnée par un industriel utilisateur (Renault).</p>
Partenaires	<p>GIE REGIENOV (partenaire coordinateur) HELION CETH CNRS Université Paris Sud CNRS LGMPA</p>
Coordinateur	<p>Mme Adeline DARMON adeline.darmon@renault.com</p>
Aide de l'ANR	1 019 858 euros
Début et durée	Décembre 2005 - 24 mois
Référence	ANR-05-PANH-011

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	BALISES : Validation des protocoles d'évaluation des AME et fiabilisation de la technologie EVOPAC par un traitement statistique des résultats d'une campagne d'expérimentation avec mise en situation opérationnelle réelle
Résumé	<p>Le projet BALISES fait suite au projet PAC 8000, à l'issue duquel, AXANE dispose d'une plate-forme EVOPAC optimisée pour une gamme d'applications stationnaires de petite puissance, et dont la conception intègre les aspects relatifs à l'industrialisation et permet le changement rapide des AME pour maintenance ou expertise en cours de fonctionnement. Les principaux objectifs du projet BALISES consistent d'une part en l'établissement et la validation des protocoles d'évaluation prédictifs des AME intégrés dans la technologie EVOPAC en fonction des applications cibles retenues, à savoir le fonctionnement continu en base et le fonctionnement intermittent pour des applications de secours et/ou de couplage avec des énergies renouvelables, et d'autre part l'optimisation de l'interface de l'AME avec l'application, au travers du système pile en particulier, l'électronique de puissance et de commande dont la conception et les performances peuvent impacter directement sur les performances des AME et les protocoles d'évaluation. Les données permettant de « nourrir » l'établissement des protocoles d'évaluation sont recueillies au cours d'une campagne sur le terrain mettant en situation 10 systèmes EVOPAC dans des conditions d'utilisations représentatives. En s'appuyant sur les évaluations des propriétés d'usage des systèmes et de leur environnement sur les 10 sites de téléphonie sélectionnés, la recherche et la définition de marqueurs de vieillissement pertinents des AME, signes annonciateurs de la fin de vie des piles permettra d'une part de proposer un (ou des) critères de fin de vie selon les conditions d'utilisation, d'autre part de fournir les données nécessaires au développement d'outils prédictifs et enfin de proposer des alternatives ou améliorations fiables et économiquement viables et lever ainsi les verrous au développement de la technologie PAC.</p> <p>La phase 1 consiste en la mise en place des moyens d'expérimentation et leurs qualifications.</p> <p>La phase 2 consiste en la conduite de l'expérimentation terrain et la présentation des conclusions.</p>
Partenaires	<p>AXANE (partenaire coordinateur) Armines CEP 3M France CNRS LMOPS Bouygues Telecom A2E Technologies Enertronic</p>
Coordinateur	<p>Mme Delia Nieto-Sanz delia.nieto-sanz@airliquide.com</p>
Aide de l'ANR	<p>1 911 789 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 18 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-018</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	CATHY : Caractérisation des Aciers pour le Transport de l'Hydrogène
Résumé	<p>Les canalisations dédiées au transport d'hydrogène pur sont aujourd'hui construites en aciers non alliés à faible limite d'élasticité type A42, ou en aciers faiblement alliés de type Cr-Mo, et opèrent le plus souvent entre 5 bar et 85 bar. Aucun problème majeur n'est connu à ce jour sur le transport de l'hydrogène pur par canalisations. Ces aciers sont pourtant connus pour être sensibles aux phénomènes de fragilisation par l'hydrogène gazeux mais seulement lorsque les structures subissent des macro déformations plastiques correspondant à des niveaux de chargement mécaniques anormaux ou alors lorsqu'elles sont soumises à des sollicitations dynamiques de fatigue.</p> <p>Et de fait il s'agit de réseaux de longueurs modestes (1500 km au total environ en Europe, 3000 km au total dans le monde), dimensionnés avec un coefficient de sécurité élevé faisant qu'à la pression maximale de service le taux de chargement de l'acier est souvent réduit par rapport aux préconisations des codes de conceptions. De plus ces canalisations ne sont soumises qu'à de faibles fluctuations de pressions. Elles sont enfin étroitement surveillées et la probabilité de présence de défauts géométriques ou d'occurrence d'agressions mécaniques externes en service est très faible.</p> <p>En revanche, les canalisations de transport de gaz naturel existantes (pression 85 bar) sont construites en aciers non alliés allant des basses nuances (A42), à des hautes nuances (X70). Des nuances plus élevées (X80) commencent à être posées et des nuances émergentes (X100, X120) font l'objet d'intenses développements afin de diminuer les coûts de transport en limitant les épaisseurs pour des pressions très élevées. (les gains attendus sont de 15 à 25% sur le transport).</p> <p>Il s'agit d'un réseau nettement plus étendu qui comporte des risques d'agressions mécaniques externe en service et pour lequel la probabilité de présence de défauts géométriques de toutes sortes (défauts de corrosion externe sévères, agressions mécaniques) est nettement plus grande que pour les réseaux précités. Au niveau de ces défauts les sollicitations mécaniques d'exploitation peuvent engendrer des macro ou micro déformations plastiques sur lesquels peuvent être potentialisés les effets de fragilisation hydrogène. Par ailleurs les nuances mécaniques les plus hautes (à partir de X70) sont a priori plus sensibles à la fragilisation hydrogène.</p> <p>Compte tenu de la demande future en hydrogène énergie, le déploiement d'une infrastructure hydrogène utilisant le réseau gaz naturel (Mélange GN-H2 ou H2 pur) actuel ou de nouvelles canalisations (H2 pur) exigera de reconsidérer les règles de design et d'évaluation de l'intégrité en vigueur, pour tenir compte de ce risque spécifique de fragilisation.</p> <p>Ce lot 1 se focalise sur la détermination des propriétés mécaniques et à rupture des aciers pour canalisations ayant subies de la déformation plastique en présence de mélanges gaz naturel-hydrogène et hydrogène pur. Afin d'être complémentaire au projet européen Naturalhy (Projet Intégré du 6ème PCRD), les conditions d'études privilégiées sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des mélanges riches en hydrogène (> 50%) ou hydrogène pur - des aciers hautes nuances existantes et émergentes.
Partenaires	<p>Gaz de France (partenaire coordinateur) Air liquide CEA/LITEN CNRS LIMHP</p>
Coordinateur	<p>M. Remi BATISSE batisse@gazdefrance.com</p>
Aide de l'ANR	<p>1 321 360 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-006</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	CATHY : Brûleur radiant catalytique pour la combustion des mélanges gaz naturel - hydrogène
Résumé	<p>L'utilisation des mélanges gaz naturel - hydrogène pour les équipements de combustion domestiques présentera des enjeux économiques et environnementaux importants si les scénari d'une apparition d'une « économie » de l'hydrogène se matérialisent . Le projet européen NaturalHy adresse cette problématique pour des mélanges allant essentiellement jusqu'à 15% vol. d'hydrogène et des technologies conventionnelles de brûleur. Le présent projet vise au contraire le développement de nouveaux brûleurs permettant la combustion de mélanges contenant de 20 à 100%vol d'hydrogène. La technologie retenue est celle des brûleurs radiants catalytiques.</p> <p>Le recours à la combustion catalytique devrait permettre de pouvoir satisfaire au mieux les obligations simultanées de sécurité, d'émissions négligeables de NOx, de faible consommation énergétique en fonction de la charge et de coût. En fait, en comparaison de la combustion des hydrocarbures où la combustion catalytique n'est qu'une solution parmi d'autres qui ne s'est pas imposée pour des raisons économiques et aussi de limitations technologiques, la combustion catalytique/surfacique devrait apparaître comme une solution appropriée au vu des insuffisances démontrées des brûleurs traditionnels pour l'hydrogène au-delà d'une certaine concentration en hydrogène dans le gaz naturel.</p>
Partenaires	<p>IFP (partenaire coordinateur) GAZ DE FRANCE CNRS LACE UMR 5634 ATANOR CNRS CETHIL</p>
Coordinateur	<p>M. John ROESLER john.roesler@ifp.fr</p>
Aide de l'ANR	382 307 euros
Début et durée	Décembre 2005 - 30 mois
Référence	ANR-05-PANH-005

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	CEVAREF : CERamiques pour réacteur de VApo REFormage
Résumé	<p>L'objectif du projet CEVAREF est de réaliser de fortes innovations pour le reformage par l'utilisation de céramiques techniques. Concrètement, le projet CEVAREF aboutira à la réalisation d'un réacteur échangeur céramique haute température. Celui-ci sera l'élément clé d'une nouvelle architecture de reformage permettant à la fois un préchauffage au-delà de 1200°C et une réaction de véritable vaporeformage entre 1200°C et 1400°C sans dilution du reformat par l'azote.</p> <p>Le projet CEVAREF permettra à N-GHY de développer un nouveau générateur d'hydrogène particulièrement adapté pour les applications stationnaires et y compris pour le gaz naturel. Pour les applications embarquées la tenue mécanique devra être l'objet d'une attention particulière.</p> <p>Le nouveau générateur d'hydrogène bénéficiera :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'un rendement brut supérieur à 90% grâce à la forte capacité de valorisation thermique par le vaporeformage de l'hydrogène non consommé par la pile • d'une teneur en hydrogène dans le reformat de 70% • des avantages du reformage non catalytique à conversion totale, insensibilité au soufre et à la variabilité de qualité des combustibles. <p>Le projet CEVAREF est un projet de recherche technologique qui prend en compte l'ensemble des possibilités d'utilisation des céramiques, denses et poreuses, dans la technologie du reformage, respectivement pour les fonctions d'échanges et d'isolation thermique à hautes températures. Pour les liaisons céramique métal une solution basée sur le brasage sera approfondie. Plusieurs architectures d'échangeurs seront envisagées, réalisées puis évaluées lors de séries de tests dans les réacteurs de reformage. Des solutions technologiques à court terme et à long terme seront identifiées.</p> <p>Le projet CEVAREF sera réalisé en partenariat entre N-GHY, pour son savoir faire en terme de reformage, le CTTC et Boostec pour leurs compétences en céramiques, le CEA pour la mise au point de la liaison céramique métal (DTEN) et les études thermiques (GRETHE), et le PROMES-CNRS pour ses moyens expérimentaux et son expérience en thermique des hautes températures.</p>
Partenaires	<p>N-GHY (partenaire coordinateur) CTTC BOOSTEC CEA/LITEN CNRS PROMES</p>
Coordinateur	<p>M. Didier MARTIN didier.martin@n-ghy.com</p>
Aide de l'ANR	<p>592 620 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 34 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-003</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	CIEL : Chaudière Individuelle Electrogène : Couplage direct d'une pile à combustible SOFC dans le cœur de chauffe d'une chaudière individuelle au gaz naturel
Résumé	<p>L'objectif principal du projet CIEL est l'étude, la définition et la réalisation de nouveaux matériaux et architectures de systèmes de micro-cogénération intégrant une pile SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) pour le marché de résidentiel individuel, au travers de nouveaux couplages directs entre un empilement de cellule de piles à combustibles SOFC et le cœur de chauffe d'une chaudière individuelle au gaz naturelle. Les nouvelles architectures de systèmes impliqueront des profils de fonctionnement du cœur de la pile semblables à ceux d'une chaudière individuelle. En se basant sur une modélisation thermomécanique du cœur de pile et une étude d'endommagement, de nouveaux matériaux sont développés pour pouvoir tenir les contraintes d'utilisation (cycles thermiques et redox).</p> <p>De plus, afin d'obtenir une maintenance acceptable pour le système, le cœur de pile devra fonctionner directement au gaz naturel sans utilisation d'eau pour le reformage (vaporeformage progressif ou reformage par oxydation partielle) ni étape de désulfuration pour capter l'odorant du gaz naturel, impliquant de fait la mise au point de matériaux d'anode permettant ces modes de fonctionnement.</p>
Partenaires	<p>Gaz de France (partenaire coordinateur) Saint Gobain CEA/LITEN CNRS LACE UMR 5634 CNRS LEPMI UMR 5631 CNRS SPCTS UMR 6638 CNRS LTPCM UMR 5614 CNRS LMM UMR 7607</p>
Coordinateur	<p>M. Stephane HODY stephane.hody@gazdefrance.com</p>
Aide de l'ANR	2 460 398 euros
Début et durée	Décembre 2005 - 36 mois
Référence	ANR-05-PANH-0024

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	CLIPPAC : Conducteurs Liquides Ioniques Protiques pour Piles à Combustible.
Résumé	<p>Le projet CLIPPAC vise à lever l'un des verrous technologiques des piles à combustible à membrane polymère, en l'occurrence le fonctionnement de PEMFC à température supérieure à 120°C. Ceci améliore la tolérance au CO des catalyseurs et facilite la gestion hydraulique et thermique. L'option choisie impose d'inventer des électrolytes polymères (i) conducteurs protoniques à l'état anhydre (ii) ayant une stabilité thermomécanique adaptée à une utilisation continue ou discontinue sur plusieurs milliers d'heures. CLIPPAC s'appuiera sur les compétences acquises sur près de 20 ans par le LEPMI en matière de conducteurs ioniques organiques - protoniques ou par ion lithium - tant en matière de synthèse que de compréhension des mécanismes de conduction. CLIPPAC bénéficiera des compétences en synthèse de sels fluorés du SERCOF, du LEPMI et de la PME ERAS-Labo et en synthèse macromoléculaire de celles du LMOPS et du LEPMI.</p> <p>Les mécanismes de conduction feront l'objet de différentes approches, i.e. RMN du solide haute résolution, mesures de conductivité à T et P variables et spectroscopie RAMAN (LEPMI), modélisation (LI2C). Les études électrochimiques, nombres de transport, électrocatalyse, tests en pile, seront menées au LEPMI et LACCO. La viscosité des liquides ioniques, CLIPs, composants essentiels des nouvelles membranes conditionne leur conductivité. L'étude rhéométrique des différents CLIPs sera effectuée par le Laboratoire de Rhéologie. Les mesures de perméation à l'oxygène des nouvelles membranes seront effectuées par le laboratoire PBM.</p>
Partenaires	<p>CNRS-INPG-UJF LEPMI UMR 5631 (partenaire coordinateur) CNRS-Univ. Poitiers LACCO UMR 6503 CNRS-Univ. Chambéry LMOPS UMR 5041 CNRS-Paris 11 ICMMO UMR 8182 CNRS-Paris 6 LI2C UMR 7612 CNRS-INPG-UJF Rhéologie UMR 5520 ERAS LABO CNRS-UCBL ICBMS UMR 5246 CNRS-Univ. Rouen PBM UMR 6522</p>
Coordinateur	<p>M. Jean-Yves SANCHEZ Jean-Yves.Sanchez@lepmi.inpg.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>1 879 519 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-001</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	DEPEM-HP : Développement d'un Electrolyseur de type PEM Haute Pression
Résumé	<p>Le projet vise à développer un électrolyseur de type PEM fonctionnant à Haute Pression (supérieure ou égale à 50 Bars). Cette technologie, déjà éprouvée pour des applications basse pression, est en plein essor du fait de la montée en puissance de la filière hydrogène parallèlement au développement des technologies piles à combustible PEM. Des sociétés américaines et japonaises ont récemment mis en place des programmes pour monter à des pressions de 350 voire 700 Bars, notamment pour des applications « transport ».</p> <p>Une étude technico-économique sera tout d'abord réalisée afin de déterminer la plage de pression optimale en fonction des applications stationnaires locales visées : remplissage de stockage d'hydrogène/oxygène pour le couplage aux énergies renouvelables et groupe de secours.</p> <p>Les efforts de développement porteront principalement sur l'augmentation de la pression de fonctionnement, sur la fiabilité et la sécurité et sur le coût du système. Ils porteront sur le design même du stack ainsi que sur les matériaux à employer. On étudiera en particulier la possibilité de remplacer le Titane, matériau des plaques de distribution de fluide, par un matériau moins coûteux mais ayant des propriétés de tenue mécanique, tenue à la corrosion et conductivité électrique satisfaisantes. On cherchera également à réduire la quantité de matériau coûteux employée et à simplifier les opérations nécessaires de mise en forme. Différents stacks d'origine française seront réalisés et testés. Différentes AME du commerce ou issues de développements en cours, de fournisseurs français et européens seront également intégrées et testées afin de sélectionner les meilleurs en terme de rapport performance/coût.</p> <p>HELION et ses partenaires, dans le cadre de ce programme PAN-H, entendent mettre à disposition du marché mondial une solution intégrée et commercialisée par des acteurs français, à base de composants développés en France et en Europe, en concurrence avec les solutions développées principalement par les américains et japonais.</p>
Partenaires	<p>HELION (partenaire coordinateur) CEA/DEN/DPC CETH LCI Univ Paris XI UMR 8613</p>
Coordinateur	<p>M. Christophe Bidault christophe.bidault@helion-fuelcells.com</p>
Aide de l'ANR	<p>1 196 610 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 24 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-012</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	DIAMANT : Développement de plaques bipolaires métalliques embouties en terme de matériaux et étude de leur stabilité en milieu pile à combustible
Résumé	<p>L'objectif du projet est de déterminer des solutions matériaux pour réaliser des plaques bipolaires embouties (massif, revêtements, traitements,...) répondant aux spécifications techniques d'une utilisation en pile à combustible de type PEMFC.</p> <p>A partir d'une description fondamentale des mécanismes physico-chimiques en pile à combustible, une spécification technique de plaques bipolaires métalliques embouties sera établie dans une perspective d'application automobile. Sur cette base, une sélection de matériaux (massifs et revêtus) avec comme substrat l'acier sera effectuée.</p> <p>Les solutions matériaux présélectionnées seront dans un premier temps caractérisées à partir de tests en milieu simulé afin de sélectionner les meilleures pour les valider en pile à combustible. Ces qualifications porteront sur des tests électrochimiques en fonctionnement pile à combustible et à des observations post-mortem d'évolution des matériaux (après quelques centaines d'heures de fonctionnement).</p> <p>Ces résultats permettront de juger de la représentativité des méthodes de caractérisation <i>ex-situ</i>, de mieux préciser les spécifications techniques et d'itérer sur des formulations matériaux plus performantes permettant de garantir un fonctionnement en pile à combustible d'au moins 5000 h.</p>
Partenaires	<p>PSA (partenaire coordinateur) CEA/LITEN INSA MATEIS CNRS Armines CEP Armines CDM CNRS LISE IMPHY ALLOYS, groupe ArcelorMittal ARCELORMITTAL Innovation REINZ-Dichtungs-GmbH</p>
Coordinateur	<p>M. Xavier Glipa xavier.glipa@mpsa.com</p>
Aide de l'ANR	1 173 806 euros
Début et durée	Décembre 2005 - phase 1 : 8 mois - phase 2 : 24 mois
Référence	ANR-05-PANH-013

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	DRIVE : Données expérimentales pour l'évaluation des Risques hydrogène, la Validation d'outils numériques et l'Édition de référentiels
Résumé	<p>L'étude et la maîtrise des risques des systèmes hydrogène souffrent d'une part d'un manque critique de données expérimentales nécessaires à l'appréciation et la quantification des événements de la chaîne accidentelle et d'autre part d'un grand empirisme. Il s'agit là d'un verrou majeur qui motive une attitude précautionneuse, sans pour autant connaître la marge de sécurité réellement prise, qui contraint techniquement les concepteurs et exploitants de systèmes hydrogène et pèse par ailleurs sur l'acceptabilité de ce vecteur énergétique.</p> <p>Fort de ce constat, le projet DRIVE qui rassemble l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), l'Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre (IRPHE) et PSA PEUGEOT CITROËN se donne comme objectif principal d'identifier les situations de fuite propres à l'usage d'hydrogène dans le secteur du transport automobile et de fournir des éléments quantitatifs (bibliographie, essais, modélisation) nécessaires à l'évaluation objective des risques et à leur maîtrise. Sur la base de ces données des référentiels techniques d'aide à la quantification des risques seront établis. La démarche et les données acquises en prenant l'exemple de l'automobile seront également utiles à d'autres usages grand public de l'hydrogène.</p> <p>Le programme de travail porte sur l'ensemble de la chaîne accidentelle à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les fuites chroniques et accidentelles, • la constitution de l'atmosphère explosive (dispersion, accumulation d'hydrogène), • l'inflammation (étincelle électrique, mécanique surface chaude), • la propagation de flamme (incendie, explosion, régime d'explosion) et les effets associés. <p>Pour chacun des éléments de la chaîne, le projet traitera également de l'état de l'art des systèmes de maîtrise des risques dont les détecteurs d'hydrogène.</p> <p>Les connaissances acquises seront notamment valorisées par l'édition des référentiels suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • base documentaire sur la phénoménologie et méthodologie de quantification des effets, • principes de sécurité des véhicules hydrogène. <p>Ces référentiels seront présentés et discutés lors de séminaires français et européen que le projet se propose d'organiser.</p>
Partenaires	<p>INERIS (partenaire coordinateur) CEA/DEN/DM2S/SFME/LTMF CNRS PSA PEUGEOT CITROËN</p>
Coordinateur	<p>M. Olivier Gentilhomme olivier.gentilhomme@ineris.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>844 082 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-022</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	DVD-AME : Durée de Vie et Dégradation des Assemblages Membrane/Electrodes de piles à combustible de type PEMFC
Résumé	<p>Ce projet consistera à analyser la durée de vie et la dégradation des AME en fonctionnement en les soumettant aux contraintes imposées par les applications des piles à combustible de type PEMFC, en considérant notamment l'effet aggravant des conditions d'utilisation liées à l'application automobile.</p> <p>L'analyse sera focalisée sur les AME de conception actuelle c'est à dire réalisés à partir de polymère perfluorosulfoné, de nanoparticules à base de platine supportées sur poudre de carbone comme catalyseur et de couches de diffusion constituées sur des matériaux à base de fibres de carbone et pouvant contenir un agent hydrophobe de type Téflon. Au delà des matériaux eux-mêmes, cette étude prendra en compte les paramètres concernant la fabrication des AME afin d'établir l'influence des méthodes de mise en forme des différents composants et de leur assemblage.</p> <p>L'objectif de ce travail de recherche exploratoire est de comprendre les origines de la dégradation des AME en fonctionnement afin de pouvoir, à terme, proposer des solutions génériques pour ralentir le vieillissement par la modification de leur conception ou l'optimisation de leur mode d'utilisation.</p> <p>La démarche proposée sera d'observer l'évolution des AME soumis à des protocoles de vieillissement in-situ et ex-situ afin d'identifier les paramètres à l'origine de la limitation de la durabilité (aussi bien au niveau des composants que des conditions opératoires) et de définir les mécanismes de dégradation mis en jeu pour les différents composants constituant l'AME et leurs interfaces. L'étude s'appuiera sur des analyses physico-chimiques avant et après vieillissement incluant des mesures électrochimiques afin de déterminer le lien entre le vieillissement et les propriétés des électrodes, des tests mécaniques et des analyses des propriétés de transport pour suivre l'évolution des membranes, et des observations microstructurales afin de relier l'évolution des performances et des propriétés aux modifications des matériaux.</p> <p>Des protocoles de vieillissement spécifiques seront appliqués afin de déterminer les origines possibles de la dégradation pour les composants ou les AME. Les tests en pile seront menés en monocellule sur des AME de petite surface afin d'explorer différents modes de fonctionnement, conditions opératoires et paramètres d'élaboration.</p>
Partenaires	<p>CEA/LITEN (partenaire coordinateur) CNRS LACCO UMR 6503 ENSAM SERAM LIM EA 98 CNRS LMPB UMR 5627</p>
Coordinateur	<p>Mme Sylvie ESCRIBANO ESCRIBANO@chartreuse.cea.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>1 236 028 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-025</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	H2 PAC : Développement d'un générateur d'hydrogène à hautes performances à base d'hydrure chimique
Résumé	<p>L'objectif principal de ce projet est de développer un générateur d'hydrogène non rechargeable basé sur l'hydrolyse d'hydrure chimique tel que le borohydrure de sodium. L'application la plus probable à court terme de cette technologie concerne l'alimentation en hydrogène des dispositifs électroniques nomades mais elle pourra par la suite être transposée à des applications de moyenne puissance (stationnaire) ou même pour le transport. Le consortium scientifiques et industriel à l'origine de ce projet devrait permettre d'aboutir à des résultats majeurs dans le domaine et surtout à une exploitation des résultats en cas de succès.</p> <p>Les travaux sont principalement axés sur d'une part la conception et le développement d'une cartouche permettant de mettre en oeuvre la réaction d'hydrolyse des hydrures chimiques en tenant compte des spécifications techniques nécessairee au fonctionnement d'une pile à combustible mais également des exigences de sécurité, de fiabilité et de coût et d'autre part sur la chimie liée à ces réactions afin de disposer d'un rendement en hydrogène le plus élevé possible. Ce projet devrait permettre à terme d'aboutir à des cartouches d'hydrogène d'une densité d'énergie proche de 600 Wh/l.</p>
Partenaires	<p>CEA/LITEN (partenaire coordinateur) Entreprise SNPE Materiaux Energétiques Recupyl SA CNRS IRC UPR 5401 CNRS LMI UMR 5615</p>
Coordinateur	<p>M. Philippe CAPRON philippe.capron@cea.fr</p>
Aide de l'ANR	1 556 656 euros
Début et durée	Décembre 2005 - 36 mois
Référence	ANR-05-PANH-023

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	FISYPAC : Fiabilisation système pile à combustible
Résumé	<p>Ce projet vise à réaliser et à fiabiliser un générateur électrique à pile à combustible d'une puissance de 17 kW qui sera intégré et testé à bord d'un véhicule.</p> <p>Pour la pile, les études exploiteront les résultats des travaux effectués précédemment dans le cadre du projet GENEPAC labellisé par le réseau Paco. Elles viseront l'amélioration de la définition actuelle par rapport à un objectif de maîtrise des processus de conception, d'assemblage et de choix matière. La fiabilisation attendue portera notamment sur l'étanchéité des différents circuits fluides, la résistance à la corrosion des plaques bipolaires, la durée de vie et la performance des Assemblages Membrane Electrodes.</p> <p>Pour le module de puissance, on cherchera à concevoir un module simple pour lequel les objectifs de performance exprimés en terme de densité de puissance spécifique et nécessaires pour une intégration véhicule sont fixés au meilleur niveau mondial.</p> <p>Au niveau du véhicule, le périmètre du projet concernera l'intégration du système pile à combustible, son hybridation avec la batterie ainsi que son alimentation en hydrogène.</p> <p>Les tests dynamiques du système embarqué sur véhicule en situation de vie permettront de valider que les régimes de fonctionnement répondent aux exigences de fiabilité système et véhicule. A l'issue de ce projet, l'expérience acquise tant au cours des essais de fiabilisation pile qu'au cours du développement et des essais du véhicule permettra de concevoir et de réaliser une nouvelle génération de piles à combustible optimisée pour l'application automobile.</p>
Partenaires	<p>Peugeot Citroen Automobiles (partenaire coordinateur) CEA/LITEN UTBM/L2ES/Univ Franche Comté/Belfort Montbéliard SAFT Bertin Technologies Sherpa Engineering A2E Technologies</p>
Coordinateur	<p>M. Francis ROY francis.roy1@mpsa.com</p>
Aide de l'ANR	<p>1 902 398 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 12 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-021</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	FOYER HPE : Foyer Hautes Performances Environnementales
Résumé	<p>Dans les années 70, les essais de brûleurs industriels effectués à Gaz de France ont mis en évidence une forte augmentation des émissions de NOx des flammes lors du passage du gaz naturel à l'hydrogène pur (x3 à x4). Ceci pose un problème d'utilisation majeur en terme environnemental bien que l'utilisation de l'hydrogène favorise la réduction des émissions de CO2.</p> <p>Le projet de Foyer à Hautes Performance Environnementales (Foyer HPE) vise à faire tomber cette barrière des émissions polluantes dans les foyers industriels actuels et futurs. Dans la proportion 0 à 20% d'hydrogène, il est généralement reconnu que le comportement de la flamme ne change pas fondamentalement. En revanche, au delà de 20%, des modifications doivent être apportées sur les brûleurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de l'existant. Dans les brûleurs classiques, l'introduction de l'hydrogène pourra se faire conjointement avec du gaz naturel afin de limiter la température adiabatique de flamme et, par voie de conséquence, les émissions de NOx. Les proportions idéales gaz naturel/hydrogène devront être déterminées et les brûleurs améliorés pour ne pas perdre, côté NOx, ce qui est gagné côté CO2. • Une nouvelle technologie pour le déploiement de l'hydrogène. Conjointement à ces développements, une nouvelle approche est abordée afin de préparer l'utilisation d'hydrogène pur dans les foyers industriels. Il s'agit de la mise en œuvre d'un foyer à combustion sans flamme fonctionnant à l'hydrogène qui minimisera les émissions de NOx et n'émettra pas de CO2. La transition gaz naturel vers hydrogène y sera étudiée sous forme de mélanges contenant plus ou moins d'hydrogène. <p>La durée de vie des installations industrielles étant particulièrement longue (15 ans et plus), le développement de foyers à hautes performances environnementales doit débuter dès aujourd'hui afin d'être disponible lorsque l'hydrogène sera devenu un vecteur énergétique.</p>
Partenaires	<p>GAZ DE FRANCE (partenaire coordinateur) CNRS EM2C CNRS CORIA</p>
Coordinateur	<p>M. Stephane CARPENTIER stephane.carpentier@gazdefrance.com</p>
Aide de l'ANR	<p>406 895 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-004</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	HYBOU : Matériaux Innovants pour Liners Polymères et Coques Composites des Réservoirs de Type IV.
Résumé	<p>Le projet HYBOU a pour objectifs de développer, d'étudier et de valider de nouveaux matériaux et procédés d'élaboration pour les réservoirs de stockage hydrogène sous haute pression, afin d'augmenter leurs performances (capacité de stockage, température d'utilisation, durée de vie, sécurité) et diminuer leur coût (matières premières et procédés). Le premier objectif est de développer un liner polymère rotomoulé à stabilité thermique améliorée satisfaisant aux critères de perméabilité et permettant un procédé de fabrication plus compétitif.</p> <p>Le deuxième objectif est d'étudier sur objet réel la pertinence de nouvelles fibres « haute résistance » permettant un bobinage innovant ou hybride avec les fibres de carbone habituellement utilisées, afin d'en augmenter les performances mécaniques tout en diminuant le coût.</p> <p>Enfin, le troisième objectif est de formuler une nouvelle résine thermodurcissable utilisée dans la coque composite afin d'en augmenter sa tenue à la pression et aux cyclages et a fortiori sa durée de vie. Pour ce faire, une étude des mécanismes d'endommagement de ces structures composites sera menée en privilégiant des conditions représentatives de la fatigue thermomécanique des réservoirs en conditions de service.</p> <p>Les études et les développements qui seront menés par les partenaires du projet HYBOU permettront de préparer la prochaine génération de réservoirs industriels de type IV 350 et 700 bar.</p>
Partenaires	<p>CEA/DAM (partenaire coordinateur) AIR LIQUIDE CNRS LIM ENSAM UMR 8006 CNRS LMPM ENSMA UMR 6617 RAIGI</p>
Coordinateur	<p>M. Fabien NONY fabien.nony@cea.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>1 145 788 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-014</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	INNOVAME : Conception innovante de matériaux pour assemblage membrane-électrodes
Résumé	<p>Ce projet a pour objet la conception de matériaux et de composants innovants pour la fabrication d'assemblage membrane-électrodes (AME) de pile à combustible de type PEMFC. Les matériaux et composants développés dans le cadre de ce projet se démarquent de ceux issus des filières actuelles pour répondre aux demandes technico-économiques des PEMFC.</p> <p>D'un point de vue technique, les composants réalisés répondront :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour la membrane conductrice protonique, à une température de fonctionnement supérieure à 100°C. Les travaux préliminaires initiés au CEA/DAM sur des membranes composites de Nafion incorporant des argiles sulfonées ont donné des résultats encourageants. • Pour les matériaux d'électrodes, à une diminution de la charge en platine et à un fonctionnement sous air à faible pression. Les travaux du CEA/DTEN ont permis d'augmenter de 40% le taux d'utilisation du platine dans la couche active par rapport aux électrodes commerciales E-TEK, contribuant ainsi à améliorer les performances en fonctionnement sous air, tout en affichant une charge en platine inférieure à 0.2 mg/cm². • Pour les matériaux de la couche de diffusion des gaz (GDL), à une augmentation des conductivités électroniques (longitudinales et transversales) et de la perméabilité aux gaz afin d'améliorer les performances en fonctionnement sous air, à faible pression. Les travaux du CEA/DSEN ont montré la capacité de leurs matériaux de couche de diffusion à fonctionner dans ces conditions. <p>Outre ces trois briques technologiques, le projet INNOVAME initie deux nouvelles actions de recherche, l'élaboration de matériaux d'électrode avec des nanotubes de carbone, et l'utilisation de nouvelles structures de supports de couche de diffusion, à base de fibre de carbone. Ces deux actions viseront à renforcer les propriétés de conduction électronique du matériau d'électrode et à assurer une bonne compatibilité aux interfaces entre les différents éléments du cœur de pile.</p> <p>Enfin, une tâche de projet sera dédiée à l'étape d'assemblage suivant un procédé roll to roll. Les objets livrés dans le cadre de ce projet seront définis en vue de répondre à un besoin de production à une échelle industrielle et seront donc, à terme mis en oeuvre sur des pilotes de production.</p>
Partenaires	<p>CEA/LITEN (partenaire coordinateur) ARKEMA HEXCEL HELION BATSCAP CNRS CECM CNRS PCI</p>
Coordinateur	<p>M. Sébastien DONET sebastien.donet@cea.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>1 947 204 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-016</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	MEPHISTO : Pile à Combustible à membrane échangeuse de protons en conditions hivernales : démarrage, fonctionnement et stockage
Résumé	<p>La gestion de l'eau dans les piles à membrane échangeuse de proton est un problème critique en particulier lors des fonctionnements par des températures extérieures inférieures à 0°C à cause des problèmes de congélation.</p> <p>Un plan d'expérience doit être construit pour explorer l'influence de différentes températures extérieures sur le fonctionnement de monocellules, puis de petites piles à combustible réalisés avec différentes architectures et utilisant des plaques bipolaires métalliques.</p> <p>Sur la base des résultats de cette première série d'expériences, conduisant à la compréhension des phénomènes gouvernant la réponse des piles à combustible lors des phases de démarrage à froid, le programme aura comme objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la détermination de stratégies optimales de démarrage et d'arrêt notamment à froid avec pour objectif de pouvoir démarrer par -30°C; • l'étude de l'impact des démarrages à froid jusqu'à -30°C sur le vieillissement des composants de la pile pour mieux répondre aux spécifications de besoins pour l'application automobile ; • des recommandations d'architectures de composants et de montage de pile mieux adaptés au fonctionnement à basse température.
Partenaires	<p>INEVA-CNRT (partenaire coordinateur) CEA/LITEN L2ES UTBM Entreprise Peugeot Citroen Automobiles</p>
Coordinateur	<p>M. Florent PETIT ineva-cnrt@utbm.fr</p>
Aide de l'ANR	828 788 euros
Début et durée	Décembre 2005 - 36 mois
Référence	ANR-05-PANH-002

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	PAC SM : Pile à Combustible pour applications Sous-Marines
Résumé	<p>L'objectif du projet est de développer et d'expérimenter un système intégré de piles à combustible adapté à deux applications duales de fourniture d'énergie électrique dans un contexte anaérobie : la propulsion de sous-marins inhabités ainsi que la fourniture d'énergie en grand fond pour des stations sous-marines.</p> <p>Les applications envisagées nécessitent des piles dont la puissance est comprise entre 1 et 20 kWe.</p> <p>L'autonomie du système, directement liée au rendement de la pile, au volume disponible et au type de stockage du combustible, sera la contrainte la plus importante. Il s'agit de l'augmenter nettement (au moins un facteur 2) par rapport aux autonomies accessibles par les batteries Lithium-Ion. Il convient également de limiter les interventions de maintenance particulièrement coûteuses surtout pour l'application stationnaire en grands fonds et ceci par une forte augmentation des durées de vie des équipements et une conception particulièrement robuste.</p> <p>Le projet fait suite au projet PICOS (IFREMER, ECA, SORAPEC, CEA) soutenu par le réseau PACo et le CEP&M en 2001 qui a montré l'intérêt de l'emploi de la technologie PEMFC pour ces deux applications. Depuis, HELION a développé des technologies de pile en mode anaérobie ayant permis la réalisation de PAC H₂/O₂ de 30 kWe en Mai 2005. L'objectif est de franchir l'étape suivante de validation par des travaux de R&D complémentaires avec validation en laboratoire dans une première phase du projet puis des expérimentations en situation réelle dans une deuxième phase du projet.</p> <p>Ces travaux de R&D porteront sur l'augmentation de l'autonomie (amélioration du rendement de la pile et mode de stockage des gaz innovants), de la durée de vie mais également sur la gestion des gaz et de l'eau (purge, réservoirs) et sur l'étanchéité (risque de fuite, sécurité). Les expérimentations consisteront à embarquer une pile dans des AUV dans un volume réduit et à démontrer l'augmentation d'autonomie. Ces développements intéressent également DCN and DGA pour des applications militaires.</p> <p>Le projet a reçu l'appui du pôle de compétitivité Mer PACA ainsi que du pôle CAPENERGIES.</p>
Partenaires	<p>HELION (partenaire coordinateur) ECA Cybernetix IFREMER Armines CEP</p>
Coordinateur	<p>M. Jean-Daniel REBER jean-daniel.reber@helion-fuelcells.com</p>
Aide de l'ANR	<p>873 406 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 24 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-017</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	PACBI : Pile à Combustible pour Bornes Interactives
Résumé	<p>Le projet PACBI se propose de réaliser la démonstration en milieu urbain d'une borne interactive de stationnement équipée d'un système à pile à combustible de faible puissance.</p> <p>ALPHEA, France Telecom, Paxitech, Technolia, A3SI – ENSAM et le laboratoire GREEN seront associés dans ce projet.</p> <p>Sur la base d'un cahier des charges technique élaboré par l'ensemble des partenaires, un module à pile à combustible de faible puissance (environ 40 W) sera développé en vue de son intégration avec son système de stockage dans la borne et un autre acquis pour une alimentation externe de la borne. Ce dernier permettra d'étudier la solution de l'alimentation externe potentiellement applicable pour un groupe de plusieurs bornes.</p> <p>Après une série de test de fonctionnement en laboratoire, la borne sera installée et expérimentée sur une aire de stationnement de la Communauté d'Agglomération de Forbach Porte de France.</p> <p>Sur la base des résultats de cette démonstration, le concept de borne ainsi équipée pourra être validé techniquement et économiquement en vue d'une plus large commercialisation auprès des collectivités.</p>
Partenaires	<p>ALPHEA (partenaire coordinateur)</p> <p>France Telecom</p> <p>Paxitech</p> <p>Technolia</p> <p>A3SI</p> <p>CNRS Green</p>
Coordinateur	<p>M. Bertrand BELLO</p> <p>bertrand.bello@alphea.com</p>
Aide de l'ANR	<p>295 515 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 24 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-009</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	PACTE : Pile à combustible PEMFC fonctionnant aux températures extrêmes
Résumé	<p>Le projet PACTE a pour objectifs d'étudier, d'optimiser et de valider les organes d'une pile à combustible de type PEMFC refroidie en air, afin de lui permettre de démarrer et de fonctionner à des températures négatives ainsi que d'augmenter sa température maximale de fonctionnement.</p> <p>Ce projet permettra d'augmenter les performances des PEMFC au niveau des températures d'utilisation, du prix, de la durée de vie, de la sécurité et de la compacité. Le premier objectif est d'analyser la gestion des fluides dans la pile et plus spécifiquement dans chaque organe.</p> <p>Le deuxième objectif est d'étudier précisément l'humidificateur, considéré comme critique, (échanges dynamiques, transitoires, membranes...) afin d'en augmenter les performances (notamment pour le fonctionnement en température négative ou en environnement chaud et très sec) tout en diminuant son coût.</p> <p>Le troisième objectif est d'optimiser ou de prototyper de nouveaux organes pour remplacer les organes critiques et ainsi fabriquer une pile PEMFC fonctionnant dans une plage de température plus large.</p> <p>Le dernier objectif est de mettre au point des procédures d'utilisation du système permettant son démarrage quel que soit la température de stockage.</p> <p>Les études et les développements qui seront menés par les partenaires de PACTE permettront de préparer la prochaine génération industrielle de pile AXANE.</p>
Partenaires	<p>AIR LIQUIDE (partenaire coordinateur) L2ES UTBM INEVA CNRT</p>
Coordinateur	<p>M. Mathieu LEFEBVRE mathieu.lefebvre@airliquide.com</p>
Aide de l'ANR	<p>572 204 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-008</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	PROTEC-H² : Prospective Technico-Economique des filières de l'Hydrogène énergie
Résumé	<p>Le projet combine deux actions majeures, étroitement imbriquées.</p> <p>a) Organiser l'information technico-économique sur les technologies pertinentes au regard de l'objectif général de PAN-H, en bases de données homogènes, rigoureuses et partageables. Nous considérons tout le système de mise à disposition de l'hydrogène au consommateur final : depuis sa production jusqu'à son utilisation, avec un focus particulier sur le secteur de transport . De plus nous nous intéressons aux alternatives à l'hydrogène dans le secteur des transports.</p> <p>b) Développer une analyse prospective des filières technologiques entrant dans les champs de PAN-H ou directement en concurrence avec elles. Comme ces trajectoires s'inscrivent dans un développement du système énergétique, qui d'une certaine façon, les façonneront, la prospective technologique sera complétée par une prospective d'ensemble du système énergétique : conditions de compétition entre filières concurrentes pour produire de l'hydrogène, dimensionnement des filières en relation avec les besoins à satisfaire, conception des systèmes énergétiques futurs, concurrence avec les autres vecteurs énergétiques, réactivité à des contraintes sur les émissions de CO₂.</p>
Partenaires	<p>ENERDATA (partenaire coordinateur) CNRS CIRED CNRS LEPII ADEME IFP EDF CEA/LITEN BRGM</p>
Coordinateur	<p>M. Alban KITOUS alban.kitous@enerdata.fr</p>
Aide de l'ANR	361 939 euros
Début et durée	Décembre 2005 - 36 mois
Référence	ANR-05-PANH-007

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	READY : Prédiction et réduction des pertes de charge en transport d'hydrogène
Résumé	<p>Dans une conduite de gaz, les pertes de charge sont déterminées principalement par les conditions d'écoulement et par les caractéristiques de la paroi en contact avec le gaz. Dans une moindre mesure, elles sont dépendantes de certaines singularités : raccords de tuyaux, coudes ...</p> <p>Les pertes de charge peuvent être réduites, dans un premier temps, par l'utilisation d'un revêtement interne relativement lisse. Toutefois, la rugosité hydraulique (déterminant le facteur de friction) d'un revêtement n'est pas uniquement déterminée par la rugosité physique (faible longueur d'onde). Les ondulations de surface (grande longueur d'onde) perturbent également l'écoulement pariétal tandis que la qualité du matériau du revêtement tend dans de nombreux cas à réduire le facteur de friction (cas, par exemple, des polymères). Il convient, par conséquent, de sélectionner des revêtements compatibles avec le transport de l'hydrogène présentant de faibles rugosité / ondulation et de tester leur comportement aérodynamique en environnement hydrogène.</p> <p>Les essais sont réalisés à l'hydrogène à l'aide d'un appareil (RCU) permettant la simulation du transport d'hydrogène dans des conditions de pression supérieure à 200 bar. Le RCU permet, le cas échéant, d'analyser le comportement des revêtements en opération (vieillesse, décompression, produits odorisants ...) sur le facteur de friction en complément des essais sur les revêtements neufs.</p> <p>Les pertes de charge peuvent être réduites, dans un second temps, par l'utilisation de surfaces structurées. Les structures bidimensionnelles présentent un gain en facteur de friction de 11% (par rapport à une surface lisse) dans le meilleur des cas. L'utilisation de formes tridimensionnelles permettrait d'augmenter ce gain. L'optimisation de ces formes est réalisée à l'aide d'un code de calcul simulant l'évolution de la turbulence. Des surfaces structurées sont fabriquées sur plusieurs revêtements faisant l'objet d'étude dans le présent programme. Le temps de fabrication des structures correspondant à la phase de réticulation du polymère pourra être réduit selon différents moyens, en particulier, en agissant sur la réactivité des matériaux composants le revêtement (produit de base - durcisseur). Enfin, il convient de s'assurer des propriétés mécaniques des matériaux, en particulier, leur comportement lors d'une phase de décompression rapide d'un gazoduc d'hydrogène.</p> <p>L'économie générale du projet est fortement dépendante du coût des conduites de gaz mais également des stations de compression, compte tenu, pour ces dernières, de la faible masse moléculaire de l'hydrogène et, par conséquent, des fortes hauteurs manométriques et puissances requises pour la compression de l'hydrogène. Dans une optique de réduction des coûts, il convient, par conséquent, de prédire avec une bonne précision les pertes de charge (évitant tout surdimensionnement) mais également de les réduire autant qu'il est possible.</p>
Partenaires	<p>IFP (partenaire coordinateur) ARKEMA BS COATING GAZ DE FRANCE CNRS LMM</p>
Coordinateur	<p>M. Yves CHARRON yves.charron@ifp.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>567 811 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-010</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	SEMI EHT : Stacks Expérimentaux et Modules Innovants pour EHT
Résumé	<p>Ce projet vise à concevoir un prototype d'électrolyseur d'eau de puissance 3 à 5 kW à très haut rendement (90%) en développant des connaissances et des technologies pour élaborer industriellement des systèmes d'électrolyse à haute température. Ce procédé de production d'hydrogène est en effet l'un des plus prometteurs à long terme pour répondre aux besoins de la France d'indépendance énergétique, réduction d'émission de CO₂, et préservation de l'environnement. A l'échelle internationale, de quelques équipes s'investissent sur ce thème, partant principalement des travaux réalisés dans le cadre des études sur les piles SOFC. En effet, une forte synergie existe entre les technologies SOFC et la technologie EHT, mais il existe également des différences de fonctionnement significatives qu'il faut intégrer pour réaliser des systèmes optimisés et durables. Le projet SEMI EHT doit permettre de spécifier, d'élaborer puis de tester rapidement des solutions matériaux et architectures pour aboutir à une première brique vers le développement d'un électrolyseur haut rendement de puissance significative.</p> <p>En partant des solutions connues aujourd'hui (base SOFC), on évaluera les difficultés et les verrous de réalisation ou de fonctionnement en mode EHT, pour ensuite faire évoluer les matériaux céramiques et métalliques, leur mise en œuvre et aboutir à différentes architectures susceptibles d'être intégrées dans la réalisation d'un prototype d'électrolyseur à haute température.</p>
Partenaires	<p>CEA/LITEN (partenaire coordinateur) EDF GARLOCK France CNRS ICMCB UMR 9048 SAINT GOBAIN Entreprise</p>
Coordinateur	<p>M. Pierre BAURENS pierre.baurens@cea.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>1 946 724 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-019</p>

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	SPACT 80 : Système à base de Pile A Combustible pour le Transport de 80 kW. Projet fédérateur de Générateur Modulaire Hybride à Pile à combustible pour applications embarquées ferroviaires et routières de transport collectif et de transport de fret en ville et en tout chemin.
Résumé	<p>Le programme SPACT-80 vise au développement et à l'expérimentation sur deux plateformes, respectivement représentatives d'applications militaire et ferroviaire, d'un système Pile à Combustible à haut rendement assurant la partie électrogène de la chaîne de traction hybride. Le système pile pourra être d'une puissance inférieure aux attendus finaux de l'exploitation mais représentative des niveaux nécessaires à la propulsion. La précédente phase (phase 1, études) a permis la définition d'une architecture modulaire permettant d'atteindre sans reprise de conception des puissances supérieures à 200*kWe à haut rendement et haute disponibilité.</p> <p>La présente phase 2 de ce programme sera suivi d'une phase 3 (retenue dans le cadre de l'AAP PAN-H 2006) qui consistera en la réalisation du système complet, intégrant notamment les parties électronique et de conversion de puissance et son test in situ sur les deux plateformes (locotracteur de la SNCF et véhicule tout-chemin de la DGA).</p> <p>Le projet proposé constitue la seconde phase du programme et consiste en la définition détaillée, la réalisation et la pré-qualification sur bancs d'une maquette fonctionnelle de la partie procédé fluide du système (donc hors électronique de puissance).</p>
Partenaires	<p>HELION (partenaire coordinateur) CEA/LITEN CNRS INPL (Fédération Jacques Villiermaux) UTBM - FC Lab INRETS SNCF</p>
Coordinateur	<p>M. Sébastien BOBLET sebastien.boblet@helion-fuelcells.com</p>
Aide de l'ANR	1 904 571 euros
Début et durée	Décembre 2005 - 24 mois
Référence	ANR-05-PANH-020

Programme Plan d'Action National sur l'Hydrogène et les piles à combustible

Edition 2005

Titre du projet	TECTONIC : TEChnologie pile à combustible à base de matériaux conducteurs proTONIques Céramiques dans la gamme de température 400-600°C
Résumé	<p>Ce projet se propose de lever certains verrous technologiques dans le domaine des piles à combustible par rupture technologique innovante concernant l'élaboration des matériaux utilisés à des niveaux de température de fonctionnement encore peu explorés. Il a pour but de concevoir et de réaliser un nouveau type de pile à combustible à membrane céramique conductrice protonique fonctionnant entre 400 et 600°C.</p> <p>Le projet comporte deux phases : la première consiste en la réalisation d'un assemblage Electrodes -Electrolyte capable de fonctionner dans le domaine de températures visées. La seconde phase porte sur la réalisation d'un empilement de démonstration d'un module de cinq cellules. Le projet vise ainsi à répondre favorablement à un cahier des charges strict du marché en ce qui concerne les performances et la fiabilité du matériau.</p> <p>Le travail consiste à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer de nouveaux matériaux d'électrolytes céramiques conducteurs protoniques et des matériaux d'électrodes à hautes performances, à partir de techniques de synthèse et de procédés de mise en forme adéquats. • Déterminer les caractéristiques physico-chimiques et électrochimiques à des températures de fonctionnement encore peu visitées, • Intégrer ces matériaux pour en constituer un cœur élémentaire de pile PCFC, puis caractériser celui-ci sous différentes conditions expérimentales afin de l'optimiser, • Concevoir et réaliser un démonstrateur constitué de cinq cellules élémentaires. <p>Pour mener à bien cette étude, une collaboration étroite entre partenaires scientifiques et partenaire industriel a été créée.</p>
Partenaires	<p>EDF (partenaire coordinateur) ARMINES CDM CNRS LAMMI UMR 5072 CNRS ICMCB UMR 9048 CNRS IMN UMR 6502 CNRS LEPMI UMR 5631 CNRS UMR 9956</p>
Coordinateur	<p>M. Mathieu MARRONY mmarrony@eifer.org</p>
Aide de l'ANR	<p>1 286 590 euros</p>
Début et durée	<p>Décembre 2005 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-05-PANH-015</p>