

**Plan d'Action National sur
l'Hydrogène et les piles à combustible
PAN-H**

Appel à Projets 2007



**Date limite d'envoi des projets de recherche sous
forme électronique**

27 avril 2007 à 12 heures

MOTS CLES :

Hydrogène, électrolyse de l'eau, stockage gazeux, hydrures,
pile à combustible, PEMFC, PCFC, matériaux, procédés, vieillissement,
conducteurs ioniques, catalyseurs, systèmes

Informations importantes

Date limite d'envoi des projets : **27 avril 2007 à 12 heures** sous forme électronique à l'adresse :

pan-h.anr@cea.fr

et sous forme papier par **courrier suivi** (par exemple recommandé avec accusé de réception, chronopost, etc.) avant **le 27 avril 2007 à minuit**, le cachet du transporteur faisant foi à l'adresse suivante :

*Programme PAN-H
CEA Délégation ANR/NTE
L'Orme des Merisiers – bâtiment 774
91191 Gif sur Yvette cedex*

Contact pour toute information concernant l'appel à projets:

Alain Gauthier
pan-h.anr@cea.fr
tél : 01 69 08 27 61

Responsable du programme à l'ANR :

Claude LAMY (claudelamy@agencerecherche.fr)

Il est recommandé aux proposant :

1. de lire attentivement l'ensemble du présent document et le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR avant de déposer un projet de recherche.
2. de ne pas attendre la date limite d'envoi des projets pour réaliser leur soumission de projet de recherche par voie électronique.
3. de consulter le CEA, unité support de l'ANR - cellule de gestion du programme PAN-H (de préférence par courrier électronique) et si besoin le responsable programme de l'ANR.

Site Internet de l'ANR : www.agence-nationale-recherche.fr

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1. Contexte et objectifs | 4 |
| 2. Champ de l'appel à projets | 5 |
| 2.1. Axes thématiques | 5 |
| 2.2. Caractéristiques générales des projets | 11 |
| 2.3. Coopération franco-allemande | 11 |
| 3. Critères d'éligibilité et d'évaluation | 12 |
| 3.1. Critères d'éligibilité | 12 |
| 3.2. Critères d'évaluation | 12 |
| 4. Dispositions relatives au financement | 13 |
| 5. Modalités relatives aux pôles de compétitivité | 14 |
| 6. Modalités de soumission | 15 |
| 6.1. Projets nationaux | 15 |
| 6.2. Projets franco-allemands | 16 |
| Annexes | 17 |
| 1. Procédure de sélection | 17 |
| 2. Modalités relatives aux pôles de compétitivité | 17 |
| 3. Définitions | 18 |
| 3.1 Définitions relatives aux différents types de recherche | 18 |
| 3.2 Définitions relatives à l'organisation des projets | 19 |
| 3.3 Définitions relatives aux structures | 19 |
| 4. Technical description of the PANH call for French-German proposals | 20 |

1. Contexte et objectifs

L'hydrogène, vecteur énergétique, représente une potentialité technologique importante pour réduire significativement sur le long terme les émissions de gaz à effet de serre et la dépendance énergétique au niveau européen.

En effet, l'hydrogène, notamment associé à la pile à combustible, offre une nouvelle option pour alimenter le secteur des transports à partir de sources primaires nucléaires ou renouvelables, en complément du vecteur électrique. Son utilisation est également recherchée pour répondre à certains besoins électriques spécifiques : équipements portables, secours, alimentation de sites isolés, cogénération électricité-chaleur, etc. En outre, il offre une solution de stockage tampon de l'énergie produite de façon intermittente sur les réseaux par l'utilisation des énergies renouvelables.

Le développement de la filière hydrogène énergie implique une R&D importante dans toutes les étapes de la chaîne. Le plan d'action national sur l'hydrogène et les piles à combustible (PAN-H) vise à construire un programme de R&D en s'intégrant dans la démarche européenne et en se focalisant sur les points forts français comme l'électrolyse de l'eau pour la production d'hydrogène à faible émission de CO₂ et le stockage de l'hydrogène. Les coopérations transnationales sont un moyen de couvrir la totalité du champ et d'accroître l'efficacité de l'effort de recherche français.

Les appels à projets (AAP) du programme PAN-H de 2005 et 2006 ont ciblé des projets de recherche visant principalement à développer une filière industrielle de l'hydrogène et des piles à combustible compatible avec les contraintes de l'usage automobile. Les listes des projets financés au titre de ces deux éditions sont consultables sur le site de l'ANR (www.agence-nationale-recherche.fr).

L'édition 2007 du programme PAN-H maintient en priorité l'effort sur la filière "pile à membrane polymère échangeuse de protons" (PEMFC). L'application automobile de la PEMFC reste la cible pour le long terme mais celle-ci étant lointaine, la nouvelle édition donne davantage de place aux projets de recherche visant des marchés plus précoces (applications portables, transports publics, applications stationnaires, auxiliaires de puissance, ...). Les objectifs généraux sont la réduction des coûts et l'augmentation de la durée de vie du système pile qui, à terme, sont les clés du développement du marché. Les projets de recherche sur la filière PEMFC doivent conduire à des ruptures technologiques au niveau des composants du cœur de pile ainsi qu'à la conception de prototypes pour les applications visées. Une synergie dans le travail de R&D entre les diverses applications est recherchée pour accroître l'effort de recherche fondamentale.

La filière "pile à membrane céramique protonique" (PCFC) vise un fonctionnement dans une gamme de température intermédiaire aux piles PEMFC et SOFC (solide oxide fuel cell). Cet axe de recherche encore peu exploré et nécessitant des ruptures technologiques innovantes est également inclus dans cette édition.

Concernant la production d'hydrogène, la nouvelle édition maintient l'effort de recherche sur l'électrolyse de l'eau. Pour l'électrolyse à haute température, des voies innovantes sont recherchées pour améliorer les performances de l'électrolyseur. Pour les systèmes de production locale d'hydrogène couplant un électrolyseur à basse température (PEM ou alcalin) à une source d'énergie primaire renouvelable, l'objectif général est l'optimisation du

système pour réduire le coût. Les projets doivent également permettre un approfondissement de l'électrolyse à basse température en termes de coût et de rendement.

Concernant le stockage de l'hydrogène, les priorités de l'AAP 2007 portent sur le stockage gazeux à haute pression afin de proposer des réservoirs performants, sûrs et moins coûteux, ainsi que sur le stockage solide pour lequel des innovations fortes au niveau des matériaux sont attendues.

L'AAP 2007 inclut également l'axe thématique "activités transverses" relatif à des études de socio-économie.

L'appel à projets 2007 du programme PAN-H de l'ANR se décompose selon les axes thématiques suivants :

- Axe thématique 1 : Production d'hydrogène ;
- Axe thématique 2 : Stockage de l'hydrogène ;
- Axe thématique 3 : Système pile ;
- Axe thématique 4 : Activités transverses.

Afin de relever les défis scientifiques et technologiques et, de mettre au point des solutions pertinentes, il est recommandé aux laboratoires français de se fédérer et concentrer leurs compétences.

Les coopérations transnationales sont fortement encouragées, sur la base d'un financement national pour chaque partie.

L'appel à projet ANR est notamment ouvert à des projets de collaboration **entre des équipes françaises et allemandes**. Les projets franco-allemands sont éligibles à toutes les thématiques ouvertes dans le cadre de cet appel à projets.

Il est recommandé aux porteurs de projets franco-allemands de lire attentivement les procédures de soumission de ces projets décrites ci dessous (§ 2.3 et 6.2, ainsi que le § 3 de l'annexe 4).

2. Champ de l'appel à projets

Le descriptif technique de l'appel à projets est présenté en version anglaise dans les paragraphes 1 et 2 l'annexe 4.

2.1. Axes thématiques

❖ Axe thématique 1 : Production d'hydrogène

Les priorités de la R&D sur la production d'hydrogène sont :

- l'électrolyse de l'eau à haute température pour la production centralisée d'hydrogène à bas coût, la chaleur pouvant être fournie à terme par un réacteur nucléaire, une centrale solaire à concentration ou une source géothermique ;
- l'électrolyse de l'eau à basse température pour la production décentralisée d'hydrogène, en valorisant les énergies renouvelables dans les sites isolés.

Lot 1 : Production par électrolyse de l'eau à haute température

L'effort de recherche doit porter sur des voies innovantes contribuant à améliorer les performances techniques et économiques de l'électrolyseur, dans la perspective d'un fonctionnement à des températures intermédiaires (500-600 °C). Des développements sont attendus au niveau des composants, des cellules et des stacks. Les solutions proposées doivent prendre en compte dès la conception les contraintes d'une industrialisation (faisabilité, coûts).

Ce lot regroupe les axes de recherche suivants :

- développement de céramiques conductrices pour électrolytes et électrodes répondant au cahier des charges d'une cellule industrielle (conductivité ionique de l'ordre de 10^{-2} S/cm, conductivité électronique supérieure à 100 S/cm, tenue thermomécanique, stabilité chimique, etc.) ; la recherche vise les conducteurs anioniques fonctionnant entre 700 °C et 1000 °C, ainsi que les conducteurs protoniques fonctionnant dans le domaine de températures 500-600 C ;
- développement de procédés innovants d'élaboration et de mise en forme des matériaux (électrolyte, électrodes, assemblage électrolyte-électrodes, interconnecteurs) permettant en particulier d'accroître les performances et donc de baisser les coûts ;
- conception et réalisation d'empilements et de stacks de puissances variables (de la centaine de watts à plusieurs dizaines de kilowatts) à partir d'architectures innovantes, les solutions proposées devant intégrer les aspects sécurité ;
- compréhension des mécanismes mis en jeu dans le fonctionnement d'un électrolyseur, la modélisation validée par l'expérience permettant de définir l'importance relative des paramètres physiques ;
- étude du comportement des matériaux de l'électrolyseur en présence d'hydrogène, d'oxygène et de vapeur d'eau à haute température, étude du vieillissement.

Lot 2 : Production par électrolyse de l'eau à basse température avec couplage aux énergies renouvelables

L'objectif de ce lot est de développer les procédés, les technologies et l'intégration système pour l'électrification de sites isolés par l'utilisation des énergies renouvelables intermittentes (éolien, photovoltaïque), en couplage avec la production décentralisée d'hydrogène par électrolyse à basse température (PEM ou alcaline), le stockage de l'hydrogène et sa conversion au sein d'une pile à combustible.

Il s'agit d'optimiser le système complet pour augmenter les rendements, réduire les coûts et l'adapter aux conditions de sources primaires et d'électrification. L'électrolyseur peut être de type PEM (haute pression) ou alcalin.

Les domaines sur lesquels des projets de recherche sont attendus sont :

- étude et modélisation du système intégrant le couplage d'un moyen de production intermittent, les moyens de stockage rationnels et la réinjection de la capacité électrique sur le réseau via des piles de puissance ;

- innovations technologiques en particulier sur l'électrolyseur à basse température de type PEM en termes de compacité, rendement énergétique, pression de fonctionnement (haute pression) et coût ;
- expérimentation de terrain permettant les validations technique et économique des solutions, dans la mesure où les technologies sont suffisamment avancées ;
- étude approfondie de l'électrolyse basse température en termes de rendements et de coûts. Ceci inclut une étude comparative entre l'électrolyseur de type PEM et de type alcalin

❖ Axe thématique 2 : Stockage de l'hydrogène

Le développement de réservoirs de stockage doit répondre au cahier des charges fixé par les industriels pour des applications mobiles et stationnaires (capacités de stockage, coûts, temps de remplissage, température de fonctionnement, débit, tenue aux cycles, facilité d'intégration, recyclage, etc.). En outre, le système de stockage doit garantir un certain niveau de sécurité, pendant les opérations normales de remplissage et de soutirage de l'hydrogène, ainsi que dans les situations accidentelles, contre les risques d'inflammation et d'explosion.

Lot 1: Stockage gazeux à très haute pression

Ce lot porte sur le développement de réservoirs composites à très haute pression (> 350 bar) et les composants associés (vannes, détendeurs, soupapes, connecteurs). Les projets de recherche doivent permettre de lever les principaux points durs de cette technologie, notamment pour l'application automobile : encombrement du système, coût, sécurité du système, disponibilité des composants.

Les axes d'études sont plus particulièrement :

- la réduction de l'encombrement et du coût des réservoirs à partir de la réduction de la quantité de fibres et donc des coefficients de sécurité. Ceci inclut une étude approfondie du comportement d'un réservoir haute pression dimensionné avec un coefficient de sécurité plus faible ;
- la recherche et le développement de nouvelles fibres pour diminuer le coût du réservoir ;
- l'exploration de nouveaux concepts de réservoirs, par l'utilisation de capteurs capables de renseigner sur l'intégrité de la structure ;
- le développement de composants haute pression répondant à des spécificités en termes de compacité, durée de vie et coût ;
- la sécurité du système, notamment le comportement du réservoir en cas d'incendie ; les possibilités de protection vis-à-vis de l'explosion.

Lot 2 : Stockage solide sous forme d'hydrures

Il existe une grande variété de matériaux de stockage de l'hydrogène. Dans cet appel à projets, la priorité de la R&D porte sur les nouveaux matériaux et systèmes associés suivants :

- les matériaux hybrides nanostructurés ;
- les hydrures intermétalliques à forte capacité massique.

Une attention particulière sera portée aux méthodes d'élaboration des composés et aux méthodes d'analyses afin de quantifier les impuretés qui peuvent jouer un rôle non négligeable dans les mécanismes d'absorption et de désorption de l'hydrogène. De plus, les dispositifs sous atmosphère inerte pour la manipulation des composés devront être décrits avec précision car leur grande réactivité à l'air peut entraîner une dégradation partielle du composé et fausser les résultats obtenus. Les capacités volumiques devront être mesurées afin de prévoir l'encombrement des réservoirs de stockage.

La recherche devra aussi intégrer la compréhension et la modélisation des mécanismes de relâchement de l'hydrogène.

Les projets devront également proposer des solutions technologiques pour optimiser l'efficacité du système de stockage (gestion thermique), en particulier pour les familles de matériaux les plus avancés.

Les solutions envisagées devront être applicables et réalistes : température de mise en œuvre acceptable, apport d'énergie faible à modéré, pression de mise en œuvre inférieure à 200 bar.

Les équipes relevant du domaine de la chimie et de la thermodynamique sont appelées à faire des propositions d'actions coordonnées pour engager un programme de R&D mobilisateur sur ces différents sujets.

❖ Axe thématique 3 : Système pile

A - Filière " Pile à membrane polymère" (PEMFC)

Cet axe thématique traite de la maîtrise et du développement de l'ensemble des éléments du système pile. Il vise les applications transports, stationnaires ou portables.

Les objectifs généraux sont l'amélioration des performances, notamment l'augmentation de la durée de vie du système pile et la réduction des coûts.

Lot 1 : Assemblage membrane-électrodes (AME)

Les axes d'étude sur les composants du cœur de pile portent plus particulièrement sur :

- la compréhension approfondie des différents mécanismes à l'origine de la limitation de la durabilité des AMEs (évolution des performances liée aux phénomènes de dégradation), à partir d'approches innovantes d'expérimentation et de modélisation conduisant à des propositions d'amélioration ;

- le développement de nouvelles membranes polymères pour un fonctionnement à plus haute température (de l'ordre de 120 °C), sur des durées compatibles avec le cahier des charges des applications visées (> 4 000 h pour l'application automobile, > 40 000 h pour l'application stationnaire) ;
- le développement de nouveaux catalyseurs et de nouveaux procédés de fabrication des couches catalytiques pour réduire le teneur en platine (< 0.1 mg Pt/cm²). Ces développements seront menés en parallèle avec des études de vieillissement.

Les projets intégrant les développements d'architectures, de matériaux et procédés de fabrication des AMEs devront permettre de valider expérimentalement les performances attendues.

Les équipes sont appelées à se fédérer pour faire des propositions d'actions coordonnées permettant d'engager un programme de R&D amont sur les matériaux de cœur de pile.

Lot 2 : Auxiliaires du système pile

Le rendement global du système pile, sa fiabilité et son coût sont actuellement pénalisés par l'utilisation d'auxiliaires non optimisés (compresseur d'air, régulateurs de pression, humidificateurs, organes de refroidissement, etc.).

A partir d'une analyse des différents composants existant, les projets de recherche proposés doivent contribuer à dimensionner, développer et qualifier des auxiliaires spécifiques "système pile", en visant les applications de puissance (> 10 kW) pour lesquelles les solutions actuelles sont inadaptées, et à évaluer leur influence sur la dégradation des performances du système.

Lot 3 : Contrôle et diagnostic de pile

Le déploiement de la pile à combustible pour les applications transports et stationnaires implique de maîtriser sa fiabilité. Le maintien des bonnes performances de la pile passe par un système de contrôle optimisé et le développement de méthodes de diagnostic (en particulier en temps réel) pour évaluer la période de remplacement des composants, tout en optimisant les coûts d'opération et de maintenance. Ces aspects diagnostic doivent être pris bien en amont.

Les axes de recherche de ce lot concernent plus particulièrement :

- l'étude des modes de défaillance ;
- le développement de méthodes de diagnostic fiables utilisant des capteurs adaptés, permettant de limiter l'instrumentation, en vue de la surveillance, la régulation et la maintenance de la pile ;
- la conception d'un système de diagnostic et sa caractérisation (évaluation des performances, robustesse, etc.).

Lot 4 : Système (conception, réalisation et expérimentation)

Ce lot concerne la conception et le développement de prototypes, l'intégration et l'expérimentation.

Les axes d'études sont plus particulièrement :

- le développement d'architectures (pile et système) intégrées et optimisées en termes de gestions fluide, thermique, électrique et énergétique ;
- la réalisation d'expérimentations de laboratoire pour valider des prototypes et développer des protocoles d'essais permettant de qualifier les composants ;
- la réalisation d'expérimentations de terrain sur des objets en vraie grandeur pour accéder au retour d'expérience technologique et fonctionnel de solutions technologiques basées sur des systèmes à pile à combustible.

B - Filière " Pile à membrane céramique protonique" (PCFC)

La pile à combustible à membrane céramique conductrice protonique (PCFC) fonctionnant dans le domaine de températures intermédiaires (400-600 °C) est une voie prometteuse. En travaillant dans cette gamme de températures, on s'affranchit à la fois des inconvénients de la filière basse température PEMFC et haute température SOFC. Cette voie est encore peu explorée et le développement de matériaux céramiques susceptibles d'être conducteurs protoniques à 400-600 °C, ainsi que la réalisation d'une cellule, constituent de réelles innovations technologiques.

Lot 1 : Développement de cellules PCFC

Le lot vise à engager des travaux de recherche qui contribueront à développer de nouveaux matériaux de cellules PCFC (électrolyte, électrodes), à les optimiser et à les assembler pour réaliser un cœur de pile fonctionnant dans le domaine de températures 400-600 °C. Les projets doivent également contribuer à une meilleure connaissance des technologies d'assemblage et du comportement des matériaux en termes de vieillissement.

La conductivité des matériaux proposés associée, à leur épaisseur, doit pouvoir permettre de réaliser des piles possédant de bonnes densités de puissance massique et volumique (de l'ordre de 1 kW/kg et 1 kW/l, respectivement) associées à une durée de fonctionnement compatible avec les cahiers des charges visés.

❖ Axe thématique 4 : Activités transverses

L'acceptabilité sociale de la "filiale hydrogène" est un axe thématique central pour le développement des technologies associées. Des études de socio-économie sur la "filiale hydrogène" doivent permettre de mieux orienter les choix de conception de ces technologies et faciliter leur déploiement sur le terrain.

Les études à mener sur l'acceptabilité de l'hydrogène doivent s'appuyer sur les retours d'expérience acquis par les acteurs français autour du "système hydrogène". Il conviendrait de mettre en évidence les domaines où les questions de l'acceptabilité de l'hydrogène se posent. Par exemple, une première approche des contraintes de sécurité et des contraintes réglementaires pourrait être entreprise à ce niveau.

Les points suivants pourraient être abordés :

- à partir d'un certain nombre d'expérimentations en vraie grandeur de la filière (en Islande, aux USA, dans l'industrie actuelle), on pourrait broser un ensemble de scénarios vraisemblables de ce que pourrait être "la société hydrogène". Il s'agit de décrire l'état final d'un système technique complexe et la transition vers ce système ;

- étude de l'acceptabilité de l'hydrogène pour des usages fixes à partir d'un diagnostic sur les pratiques, le contexte réglementaire et les probabilités de dommages dans l'industrie et le transport actuels de l'hydrogène, en comparaison avec d'autres vecteurs énergétiques communément acceptés ;
- étude de l'acceptabilité de l'hydrogène carburant pour les usages mobiles à partir d'une prospective sur les transports du futur en mettant l'accent sur ce qui sera probablement les premières percées de l'hydrogène carburant, à savoir les usages urbains ou péri-urbains de transports collectifs.

La participation des équipes de recherche en socio-économie est fortement encouragée.

2.2. Caractéristiques générales des projets

Les projets retenus dans le cadre du présent appel à projets relèvent de la recherche fondamentale, de la recherche industrielle et du développement pré-concurrentiel (cf. définitions au § 3.1 de la présente annexe).

Sont particulièrement attendus des projets partenariaux entre organismes de recherche (EPIC, EPST, Universités, écoles, ...) et entreprises (cf. définitions au § 3.3 de la présente annexe).

Toutefois, pour des projets de recherche fondamentale, la condition de partenariat organisme de recherche/entreprise n'est pas exigée dès lors que le projet comporte au moins deux partenaires appartenant à un ou des organismes de recherche.

Les partenariats avec des industriels ou des centres de recherche européens sont acceptés et encouragés, dans le cadre de coopérations bilatérales (notamment avec l'Allemagne – voir paragraphe 2.3) ou de programmes européens, dans la mesure où chaque partenaire étranger assure son propre financement dans le projet.

Pour chaque projet, un partenaire coordinateur unique est désigné par les partenaires (cf. définitions au § 3.2 de la présente annexe).

2.3. Coopération franco-allemande

Un accord est en cours de finalisation, à la date de parution du présent appel à projets, entre l'ANR, le Ministère Fédéral de l'Économie et de la Technologie (BMWi) et Projektträger Jülich¹ (PtJ), son délégataire de programme, en vue de faciliter le montage et la mise en œuvre de projets scientifiques proposés par des équipes françaises et allemandes dans le cadre du programme PANH de l'ANR. Les modalités de soumission des projets franco-allemands sont précisées ci après au paragraphe 6.2.

Les dossiers devront être envoyés parallèlement à l'ANR et à PtJ en respectant les règles d'éligibilité, de soumission et de clôture d'appel à projets propres à chaque organisme.

La procédure de sélection des projets franco-allemands est décrite au paragraphe 6.2, ainsi qu'au paragraphe 3 de l'annexe 4.

¹ <http://www.fz-juelich.de/ptj/home>

3. Critères d'éligibilité et d'évaluation

Sont présentés ci-après les critères d'éligibilité et d'évaluation utilisés au cours de la procédure de sélection décrite au §1 en annexe.

3.1. Critères d'éligibilité

Pour être éligible, le projet doit satisfaire les conditions suivantes :

- Le projet doit entrer dans le champ de l'appel à projets.
- Les dossiers sous forme électronique et sous forme papier doivent être strictement identiques (hors signatures), soumis dans les délais, au format demandé et être complets (toutes les rubriques obligatoires doivent être remplies).
- La durée du projet sera normalement comprise entre 2 et 4 ans ; toutefois une durée de 1 an pourra être envisagée pour des projets se situant dans la prolongation de projets financés dans le cadre des appels 2005 ou 2006 du programme PAN-H.
- Les projets doivent réunir au moins deux partenaires, dont au moins un appartenant à un organisme de recherche.
- Les projets doivent être partenariaux organisme de recherche / entreprise². Ce critère n'est pas exigé pour les projets de recherche fondamentale dès lors qu'ils associent au moins deux partenaires d'organismes de recherche.
- Le coordinateur du projet ne doit pas être membre du comité d'évaluation du programme.

Important : Les dossiers ne satisfaisant pas aux critères d'éligibilité ne seront pas soumis à avis d'expert extérieur et ne pourront en aucun cas faire l'objet d'un financement de l'ANR.

3.2. Critères d'évaluation

Les projets seront évalués sur la base des critères suivants :

- Pertinence de la proposition au regard des orientations de l'appel à projets
- Qualités scientifique et technique
 - Caractère innovant, originalité
 - Apport scientifique ou technologique vis-à-vis de l'état de l'art international et du marché
 - Excellences scientifique et technique
 - Levée de verrous technologiques.
- Objectifs du projet
 - Clarté des objectifs et finalités du projet
 - Faisabilité scientifique et technique du projet (choix des méthodes)
 - Identification des risques et proposition de solutions de repli.

² Cf. définitions données en annexe § 3.3

- Méthodologie, qualité du projet et de la coordination
 - Structuration du projet (définition des tâches, jalons décisionnels, livrables, avec calendrier)
 - Adéquation du programme proposé avec les objectifs visés et les résultats attendus
 - Qualité du plan de coordination.
- Qualité du consortium³
 - Niveau d'excellence scientifique ou d'expertise des équipes au regard de la proposition
 - Adéquation partenariat et objectifs scientifiques et techniques
 - Complémentarité du partenariat, ouverture européenne et internationale, implication PME/PMI
 - Expérience et adéquation de l'organisme de coordination au regard du projet.
 - Les propositions transnationales doivent montrer une réelle valeur ajoutée.
- Appréciation sur les perspectives de retombées scientifiques, industrielles et économiques
 - Utilisation ou intégration des résultats du projet par la communauté scientifique, industrielle ou la société, et impact en termes d'acquisition de savoir-faire
 - Perspectives d'application industrielle ou technologique et de potentiel économique et commercial.
- Adéquation projet - moyens
 - Adéquation des moyens humains et financiers avec le programme de travail, les objectifs et résultats attendus.

4. Dispositions relatives au financement

Le financement attribué par l'ANR à chaque partenaire sera apporté sous forme d'une aide non remboursable, selon les dispositions du « Règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR », disponible sur le site internet de l'ANR.

Seuls pourront être bénéficiaires des aides de l'ANR les partenaires résidant en France, les laboratoires associés internationaux des organismes de recherche et des établissements d'enseignement supérieur et de recherche français ou, les institutions françaises implantées à l'étranger. La participation de partenaires étrangers est néanmoins possible dans la mesure où chaque partenaire étranger assure son propre financement dans le projet.

Important : l'ANR n'attribuera pas d'aides de montant inférieur à 15 000 € à un partenaire d'un projet.

Pour les entreprises⁴, le **taux maximum** d'aide de l'ANR est le suivant :

³ Pour un projet partenarial organisme de recherche/entreprise, la labellisation du projet par un pôle de compétitivité (cf. annexe § 5) est considérée comme un indicateur de qualité. Cet indicateur sera pris en compte dans le cadre de l'examen par le comité de pilotage. Il est rappelé qu'il n'est pas nécessaire que tous les partenaires d'un projet soient membres du pôle ou localisés dans sa région pour que ce projet puisse bénéficier du label de "projet de pôle".

| Type de recherche | Taux maximum d'aide pour les PME ⁵ | Taux maximum d'aide pour les entreprises autres que PME ⁴ |
|--|---|--|
| Recherche fondamentale ⁶ | 60% des dépenses éligibles | 50% des dépenses éligibles |
| Recherche industrielle ⁵ | 60% des dépenses éligibles | 50% des dépenses éligibles |
| Développement pré-concurrentiel ⁵ | 45% des dépenses éligibles | 30% des dépenses éligibles |

Pour les organismes publics de recherche et les fondations de recherche, les règles de financement sont définies par le règlement financier de l'ANR, consultable sur son site internet : www.agence-nationale-recherche.fr .

Les dépenses sont calculées hors taxes, majorées le cas échéant, pour les laboratoires publics de recherche, de la TVA non récupérable.

Les bénéficiaires pourront commander des travaux à des tiers extérieurs (en France ou en Europe) dans le respect des modalités fixées par le règlement financier de l'ANR.

Les dépenses relatives au recrutement de personnel sous contrat à durée déterminée (doctorants, post-doctorants, etc.) sont éligibles.

5. Modalités relatives aux pôles de compétitivité

Les partenaires du projet pourront mentionner si le projet fait partie des projets labellisés, ou en cours de labellisation, par un pôle de compétitivité (ou plusieurs, en cas de projet interpôles).

Les partenaires d'un projet labellisé par un (des) pôle(s) de compétitivité et retenu par l'ANR dans le cadre de cet appel à projets pourront se voir attribuer un complément de financement par l'ANR.

Le partenaire coordinateur, (ou le(s) partenaire(s) concerné(s)), devront transmettre à l'ANR, pour chaque pôle de compétitivité concerné, un formulaire d'attestation de labellisation dûment rempli et signé par un représentant de la structure de gouvernance du pôle, dans un délai de deux mois maximum après la date limite d'envoi des projets sous forme électronique. La procédure à suivre est décrite en annexe (§ 2).

⁴ Cf. définitions données en annexe § 3.3

⁵ En particulier, est une PME une entreprise **autonome** comprenant jusqu'à 249 salariés, avec un chiffre d'affaires inférieur à 50 M€ ou un total de bilan inférieur à 43 M€ (cf. annexe § 3.3).

⁶ Cf. définitions données en annexe § 3.1

6. Modalités de soumission

6.1. Projets nationaux

Le dossier de soumission à l'appel à projets comporte un ensemble de documents nécessaires à l'évaluation scientifique, technique et financière du projet.

Il comporte, en particulier, 3 documents téléchargeables :

- une fiche regroupant les informations synthétiques du projet et une identification du partenariat (fichier « Formulaire A Résumé Partenariat ACRONYME.xls »),
- une description scientifique et technique détaillée du projet (fichier « Formulaire B Projet ACRONYME.doc »),
- une description financière du projet détaillée par partenaire (fichier « Formulaire C Budget ACRONYME.xls »).

Les descriptions scientifique et technique du projet devront être rédigées de préférence en anglais. Au cas où les descriptions scientifique et technique sont rédigées en français, le coordinateur du projet concerné devra fournir une traduction en anglais par voie électronique à la délégation ANR/NTE du CEA (pan-h.anr@cea.fr), dans un délai de dix jours, si le comité d'évaluation désigne un ou des experts externes étrangers non francophones pour les expertises.

Les dossiers soumis sous forme électronique et sous forme papier doivent comporter les mêmes éléments. Toutefois, les signatures demandées dans le formulaire de soumission ne sont pas exigées dans le document envoyé sous forme électronique.

Le **dossier de soumission** devra impérativement être transmis par le coordinateur :

- **1) sous forme électronique** au plus tard **le 27 avril 2007 à 12h** à l'adresse suivante :

pan-h.anr@cea.fr

en conservant les mêmes formats de fichiers (.doc et .xls) et en adoptant l'identification proposée, à savoir en remplaçant le mot ACRONYME par l'acronyme de votre projet.

- Formulaire A Résumé Partenariat ACRONYME.xls
- Formulaire B Projet ACRONYME.doc
- Formulaire C Budget ACRONYME.xls

La structure des fichiers Excel ne doit en aucun cas être modifiée.

Ces 3 formulaires seront transmis aux experts extérieurs.

Un accusé de réception sous forme électronique sera envoyé au coordinateur par l'unité support.

et

- **2) sous forme papier** par **courrier suivi** (par exemple en recommandé avec accusé de réception, chronopost, ...) **avant le 27 avril 2007 à minuit**, en **trois** exemplaires (1 original signé et 2 copies) le cachet du transporteur faisant foi, à l'adresse suivante :

Programme PAN-H
CEA - Délégation ANR/NTE
L'Orme des Merisiers – bâtiment 774
91191 Gif sur Yvette cedex

Pour tout renseignement, contacter, de préférence par courrier électronique,

Alain Gauthier
pan-h.anr@cea.fr
tél : 01 69 08 27 61

6.2. Projets franco-allemands

En complément des modalités décrites ci-dessus les proposant de consortiums franco-allemands doivent suivre la procédure suivante :

- Les déposants doivent désigner un coordinateur national pour chaque pays et un responsable unique de projet parmi eux.
- Les propositions doivent être soumises en anglais par chaque coordinateur national dans chaque pays (à l'ANR pour la France et à PtJ pour l'Allemagne).
- Les propositions doivent être soumises en utilisant les formulaires appropriés et selon les règles et dates de clôtures définies par chaque pays.

La procédure de sélection des projets franco-allemands s'effectuera en deux étapes :

a) Dans un premier temps, les projets éligibles seront évalués et sélectionnés par l'ANR et le PtJ selon leur propres procédures d'évaluation. Les projets soumis à l'ANR seront évalués selon la même procédure et les mêmes critères que les autres projets soumis à l'appel à projets PAN-H 2007.

b) Dans un second temps, l'ANR et le PtJ décideront conjointement des projets franco-allemands à financer, parmi ceux figurant sur les listes principales et complémentaires des projets sélectionnés au titre de l'appel à projets 2007 du programme PAN-H, et en respectant, le cas échéant, l'ordre de priorité des listes complémentaires.

Le coordinateur allemand soumettra l'ensemble du projet à l'adresse suivante :

Forschungszentrum Jülich GmbH
Projektträger Jülich (PtJ)
Energietechnologien ERG2
Andrea Ballouk
52425 Jülich
GERMANY

Tel. +49 2461 61-1596 Fax +49 2461 61-3131
a.ballouk@fz-juelich.de

Annexes

1. Procédure de sélection

Les principales étapes de la procédure de sélection sont les suivantes :

- Examen de l'**éligibilité des projets** par le comité d'évaluation et désignation des experts extérieurs
- **Evaluation des projets** par le comité d'évaluation après réception des avis des experts extérieurs
- **Examen des projets** par le comité de pilotage et **proposition d'une liste des projets à financer** par l'ANR (liste principale et éventuellement liste complémentaire)
- Etablissement de la **liste des projets sélectionnés** par l'ANR (liste principale et éventuellement liste complémentaire) et publication de la liste
- Envoi aux coordinateurs des projets non sélectionnés d'un avis synthétisé des comités
- Finalisation des dossiers administratif et financier pour les projets retenus et publication de **la liste des projets retenus** pour financement.

Les principaux acteurs de la procédure de sélection sont :

- le **comité d'évaluation**, composé de membres des communautés de recherche concernées, français ou étrangers, issus de la sphère publique ou privée, qui a pour mission d'évaluer les projets et de les répartir dans trois catégories : A (recommandés), B (acceptables), et C (rejetés).
- les **experts extérieurs**, désignés par le comité d'évaluation et tenus à la confidentialité, qui donnent un avis écrit sur les projets. Cet avis est utilisé par le comité d'évaluation. Au moins deux experts indépendants sont désignés par le comité d'évaluation pour chaque projet.
- le **comité de pilotage**, composé de personnalités qualifiées et de représentants institutionnels, qui a pour mission de proposer à partir des travaux du comité d'évaluation, une liste de projets à financer par l'ANR.

Les dispositions de la charte de déontologie doivent être respectées par les personnes intervenant dans la sélection des projets, notamment les dispositions liées à la confidentialité et aux conflits d'intérêt. La charte de déontologie de l'ANR est disponible sur son site Internet.

Les modalités de fonctionnement et d'organisation des comités d'évaluation et de pilotage sont décrites dans des documents disponibles sur le site Internet de l'ANR.

La composition des comités du programme est affichée sur le site Internet de l'ANR :

www.agence-nationale-recherche.fr

2. Modalités relatives aux pôles de compétitivité

Le formulaire d'attestation de labellisation d'un projet par un pôle de compétitivité se trouve avec l'ensemble des documents téléchargeables constituant le dossier de soumission.

Le partenaire coordinateur, ou le(s) partenaire(s) concerné(s), devront :

- transmettre le formulaire renseigné sous forme électronique à la structure de gouvernance de chaque pôle de compétitivité concerné (un projet interpôles peut faire l'objet d'une labellisation par chacun des pôles concernés),
- réceptionner une version papier dûment signée de l'attestation de labellisation, en cas d'accord du pôle pour la labellisation, pour chaque pôle concerné,
- transmettre :
 - o à l'ANR la(les) attestation(s) de labellisation dûment signée(s) par courrier ou par fax (coordonnées indiquées sur le formulaire),
 - o à l'unité support (le cas échéant) une copie de la(les) attestation(s) de labellisation dûment signée(s) par courrier ou par fax (coordonnées indiquées sur le formulaire).

Les attestations dûment signées devront être transmises à l'ANR dans un délai de deux mois maximum après la date limite d'envoi des projets sous forme électronique.

3. Définitions

3.1 Définitions relatives aux différents types de recherche

- 1) **Recherche fondamentale** : par ce terme, la Commission Européenne entend « une activité visant un élargissement des connaissances scientifiques et techniques non liées a priori à des objectifs précis industriels ou commerciaux » (JOCE 28/02/2004 L 63/23).
- 2) **Recherche industrielle** : par ce terme, la Commission Européenne entend « la recherche planifiée ou des enquêtes critiques visant à acquérir de nouvelles connaissances, l'objectif étant que ces connaissances puissent être utiles pour mettre au point de nouveaux produits, procédés ou services ou entraîner une amélioration notable des produits, procédés ou services existants » (JOCE 28/02/2004 L 63/23).
- 3) **Développement pré-concurrentiel** : par ce terme, la Commission Européenne entend « la concrétisation des résultats de la recherche industrielle dans un plan, un schéma, ou un dessin pour des produits, procédés ou services nouveaux, modifiés ou améliorés, qu'ils soient destinés à être vendus ou utilisés, y compris la création d'un premier prototype qui ne pourra pas être utilisé commercialement. Elle peut en outre comprendre la formulation conceptuelle et le

dessin d'autres produits, procédés ou services ainsi que des projets pilotes, à condition que ces projets ne puissent pas être convertis ou utilisés pour des applications industrielles ou une exploitation commerciale. Elle ne comprend pas les modifications de routine, procédés de fabrication, services existants et autres opérations en cours, même si ces modifications peuvent représenter des améliorations » (JOCE 28/02/2004 L 63/23).

3.2 Définitions relatives à l'organisation des projets

Pour chaque projet, un **partenaire coordinateur** unique est désigné et chacun des autres **partenaires** désigne un **responsable scientifique et technique**.

Partenaire coordinateur : Organisme de recherche ou entreprise d'appartenance du coordinateur.

Coordinateur : Il est le responsable de la coordination scientifique et technique du projet, de la mise en place et de la formalisation de la collaboration entre les partenaires, de la production des livrables du projet, de la tenue des réunions d'avancement et de la communication des résultats. L'organisme auquel appartient le coordinateur est appelé partenaire coordinateur.

Partenaire : unité d'un organisme de recherche ou entreprise.

Responsable scientifique et technique : Il est l'interlocuteur privilégié du coordinateur et est responsable de la production des livrables du partenaire. Pour l'organisme assurant la coordination générale du projet, le responsable scientifique et technique du projet est en général le coordinateur du projet dans son ensemble. Toutefois, notamment dans le cadre de projets de grande taille, la coordination du projet peut être assurée par une tierce personne de la même entreprise ou du même laboratoire.

Projet partenarial organisme de recherche / entreprise : projet de recherche pour lequel au moins un des partenaires est une entreprise, et au moins un des partenaires appartient à un organisme de recherche (cf. définitions au § 3.3 de la présente annexe).

3.3 Définitions relatives aux structures

Organisme de recherche : Est considéré comme organisme de recherche, une entité, telle qu'une **université ou institut de recherche**, quel que soit son statut légal (organisme de droit public ou privé) ou son mode de financement, dont le but premier est d'exercer les activités de recherche fondamentale ou de recherche industrielle ou de développement expérimental et de diffuser leur résultats par l'enseignement, la publication ou le transfert de technologie ; les profits sont intégralement réinvestis dans ces activités, dans la diffusion de leurs résultats ou dans l'enseignement ; les entreprises qui peuvent exercer une influence sur une telle entité, par exemple en leur qualité d'actionnaire ou de membre, ne bénéficient

d'aucun accès privilégié à ses capacités de recherche ou aux résultats qu'elle produit (Document adopté le 22/11/06 par la Commission Européenne⁷).

Entreprise : Est considérée comme entreprise, toute entité, indépendamment de sa forme juridique, exerçant une activité économique. Sont notamment considérées comme telles, les entités exerçant une activité artisanale, ou d'autres activités à titre individuel ou familial, les sociétés de personnes ou les associations qui exercent régulièrement une activité économique (Recommandation 2003/361/CE de la Commission Européenne du 6 mai 2003 concernant la définition des petites et moyennes entreprises⁸).

Petite et Moyenne Entreprise (PME) : La définition d'une PME est celle de la Commission Européenne, figurant dans la Recommandation 2003/361/CE de la Commission Européenne du 6 mai 2003⁹). Notamment, est une PME une entreprise autonome comprenant jusqu'à 249 salariés, avec un chiffre d'affaires inférieur à 50 M€ ou un total de bilan inférieur à 43 M€.

4. Technical description of the PANH call for French-German proposals

1. Background and objectives

Hydrogen is a source of energy that has the technological potential to significantly and sustainably reduce greenhouse gas emissions and also alleviate Europe's energy dependence.

Hydrogen, especially in relation to fuel cells, affords an alternative source of power for the transport sector based on nuclear or renewable primary resources, in addition to electricity. Research into the use of hydrogen is also being undertaken in a bid to meet certain specific needs for electrical power: portable devices, backup equipment, power supply at remote sites and the cogeneration of heat and electricity, among others. Furthermore, it offers a buffer storage solution relative to energy produced intermittently on the grid due to the development of renewable energy.

Developing hydrogen energy implies a substantial commitment to R&D at every stage of the process. France's national action plan for hydrogen and fuel cells (PAN-H) aims to establish a R&D program as part of the European initiative and by focusing on France's strengths, such as water electrolysis to produce low CO₂-emitting hydrogen and hydrogen storage. Transnational cooperation is a way of ensuring that the entire field is covered and making French research efforts more efficient.

⁷ Encadrement communautaire des aides d'État à la recherche, au développement et à l'innovation - http://ec.europa.eu/comm/competition/state_aid/reform/rdi_fr.pdf

⁸ JO L du 20.5.2003, p. L 124/39

⁹ *id.*

Calls for projects under the PAN-H program for 2005 and 2006 targeted research projects aimed to develop mainly an industrial sector for hydrogen and fuel cells that would be compatible with requirements in the automobile industry. Lists of the projects funded during these two years can be found on the ANR website (www.agence-nationale-recherche.fr).

The PAN-H program for 2007 will continue to place the priority on research into "proton exchange membrane fuel cells" (PEMFC). PEMFC applications in the automobile industry are still the long-term aim but, given that this is still a long way off, the program this year will give more room to research projects targeting markets that can be developed in the shorter term (portable applications, public transportation, stationary applications and auxiliary power units, etc.). The general objectives are to reduce the cost and extend the service life of fuel cell systems, in other words, the keys to successfully developing this market. Research projects focusing on PEMFC must result in technological breakthroughs in terms of fuel cell core components and in designing prototypes for the desired applications. With a view to boosting fundamental research, synergy is sought between the various applications studied within R&D projects.

The "proton ceramic fuel cell" (PCFC) is designed to operate within a temperature range between that of PEMFCs and SOFCs (solid oxide fuel cells). This avenue of research, which has yet to be explored in any great depth and requires ground-breaking technological developments, will also be covered in this year's program.

Insofar as concerns hydrogen production, funding for research on water electrolysis will continue throughout 2007. In the case of high-temperature electrolysis, innovative ideas for improving electrolyser performance are sought. For local hydrogen production systems combining a low-temperature electrolyser (PEM or alkaline) with a renewable primary energy source, the general objective is to optimize the system to make it cheaper. Projects should also contribute towards enhancing the development of low-temperature electrolysis in terms of cost and efficiency.

Insofar as concerns hydrogen storage, the 2007 call for projects gives priority to storage as a gas under high pressure with a view to developing efficient, safe and cheaper tanks, and to solid-state storage, an area in which highly innovative research on materials is expected.

The 2007 call for projects also includes "cross-cutting activities", mainly social and economic studies.

The 2007 call for projects for the ANR's PAN-H program is divided into the following subjects:

- Subject 1: Hydrogen production;
- Subject 2: Hydrogen storage;
- Subject 3: Fuel cell systems;
- Subject 4: Cross-cutting activities.

To rise to the scientific and technological challenges and develop the most appropriate solutions, it is recommended that French laboratories join forces and combine their skills. Transnational cooperation is encouraged, with national funding available for each party.

In particular, the ANR call for proposals is opened to collaboration projects **between French and German research teams**. All the topics described in this call are opened to French-German proposals.

Please read the submission procedure below (§ 2.3, § 6.2 and § 3 of annex 4).

2. Areas covered by the call for projects

❖ Subject 1: Hydrogen production

R&D priorities concerning hydrogen production are:

- high temperature water electrolysis for low cost, centralized hydrogen production, where heat may eventually be provided by nuclear reactors, solar concentration systems or geothermic sources;
- low temperature water electrolysis for decentralized hydrogen production, by developing renewable energy sources at isolated sites.

Work package 1: Production by high temperature water electrolysis

Research must focus on innovative possibilities that will improve the technical performance and cost-effectiveness of electrolyzers, with a view to operating at intermediate temperatures (500-600°C). Developments are expected in the areas of components, cells and stacks. The solutions proposed should take account, from the design stage, of any requirements related to industrialisation (feasibility, costs, etc.).

This package concerns the following areas of research:

- development of conductive ceramics for electrolytes and electrodes that satisfy specifications for industrial fuel cells (ionic conductivity of around 10^{-2} S/cm, electronic conductivity above 100 S/cm, thermomechanical resistance and chemical stability, etc.); the research will aim to develop anionic conductors operating between 700°C and 1000°C, together with proton conductors operating in the temperature range of 500-600°C;
- development of ground-breaking materials manufacturing and shaping procedures (electrolytes, electrodes, combined electrolyte-electrodes assemblies, interconnectors) which, in particular, will help improve performance and thus reduce costs;
- designing and manufacturing stacks of various power levels (from a hundred or so watts to several dozen kilowatts) based on innovative architectures, the solutions proposed must integrate safety aspects;
- understanding the mechanisms that come into play in electrolyser operation, where models validated by experience will help to define the relative importance of the physical parameters;

- study of the behavior of electrolyser materials in the presence of hydrogen, oxygen and water vapor at high temperature, study of the ageing process.

Work package 2: Production by low temperature water electrolysis in combination with renewable energy sources

The aim of this package is to develop processes, technologies and system integration for supplying electricity to remote sites using intermittent renewable energy sources (wind, photovoltaic, etc.), combined with the decentralized production of hydrogen by low temperature electrolysis (PEM or alkaline), hydrogen storage and fuel cell conversion.

This will involve optimizing the entire system to increase output, reduce costs and adapt systems to the conditions relating to primary sources and electricity supply. The electrolyser can be either PEM (high pressure) or alkaline.

The expected areas to be covered by these research projects are:

- system design and modelling integrating the combination of an intermittent means of energy production, rational storage solutions and exporting surplus output to the grid via power reactors;
- technological innovation, in particular relative to low temperature PEM electrolysers in terms of compactness, energy efficiency, operating pressure (high pressure) and cost;
- experiments in the field, leading to technical and financial validation of the solutions, where the technologies developed are sufficiently advanced;
- in-depth study of low temperature electrolysis in terms of energy efficiency and cost. This will include a comparative study of PEM electrolysers and alkaline electrolysers.

❖ **Subject 2: Hydrogen storage**

The storage tanks developed must meet industry specifications regarding mobile and stationary applications (storage capacities, costs, filling time, operating temperature, flow rate, cycle performance, easy of integration, recycling, etc.). In addition, the storage system must guarantee certain safety levels, during normal hydrogen filling and extracting operations as well as in accidental situations, to prevent the dangers of spontaneous combustion and explosion.

Work package 1: Storage as a gas at very high pressure

This package covers the development of very high pressure tanks made of composite materials (> 350 bar) and related components (valves, pressure reducers, safety valves and connectors). Research projects should aim to overcome the major difficulties involved in this technology, especially for applications in the automobile industry: the bulkiness of the system, cost, system safety and availability of components.

More specifically, the areas of study are:

- reducing the bulkiness and the cost of tanks, by reducing the quantity of fibres used and, therefore, the safety coefficients. This includes an in-depth study of the behaviour of a high pressure tank scaled according to a lower safety coefficient;
- research and development of new fibers to reduce the cost of tanks;
- exploration of new tank designs, using sensors that provide information on structural integrity of the structure;
- development of high pressure components that meet specifications relative to compactness, service life and cost;
- system safety, especially concerning the tank behavior in the event of fire; possible protection measures in the event of explosion.

Work package 2: Solid-state storage in the form of hydrides

A wide range of materials can be used to store hydrogen. For this call for projects, the R&D priority is on the new materials and associated systems listed below:

- nanostructured hybrid materials;
- intermetallic hydrides with high energy density.

Attention will specifically be paid to methods for material fabrication and analytical methods, with a view to quantifying impurities that may play a significant role in hydrogen absorption and desorption mechanisms. Furthermore, processes carried out in inert atmosphere for handling composites must be describe in precise details since they are highly reactive in air, which risks causing the partial degradation of the composite, thereby rendering the results inaccurate. Volume capacities must be measured in order to anticipate the bulk of the storage tanks.

This research shall also include understanding and modelling hydrogen release mechanisms.

Projects should also propose technological solutions for optimising storage system efficiency (thermal management), particularly in the case of the most advanced types of materials.

The solutions considered should be applicable and realistic: acceptable implementation temperature, low to moderate energy requirement, implementation pressure lower than 200 bar.

Teams working in the areas of chemistry and thermodynamics are invited to submit proposals for coordinated action to set up R&D programs designed to mobilise expertise around these different subjects.

Subject 3: Fuel cell systems;

A - "Proton exchange membrane fuel cells" (PEMFC)

This subject deals with expertise in and development of all the different parts of fuel cell systems. The applications targeted are portable, stationary devices and transportation.

The general objectives are to improve performance and, in particular, to extend the service life of fuel cell systems and to lower the costs.

Work package 1: Membrane-electrode assemblies (MEAs)

The areas of research covering fuel cell core components focus more specifically on:

- gaining an in-depth understanding of the different mechanisms that limit the durability of MEAs (effects of degradation phenomena on performance), taking an innovative approach to experimentation and modeling and leading to proposals for improvements;
- the development of new polymer membranes for operating at higher temperatures (around 120°C), for periods in line with specifications required for the applications targeted (> 4000 hrs for applications in the automobile industry and > 40,000 hrs for stationary applications);
- the development of new catalysts and new catalyst bed fabrication processes to reduce platinum content (< 0.1 mg Pt/cm²). This development will be undertaken in close relation with studies on ageing.

Projects that incorporate the development of architecture, materials and MEA fabrication processes should validate expected performances through experimentation.

Teams are invited to join forces and submit proposals for coordinated action to undertake an upstream R&D program focusing on fuel cell core materials.

Work package 2: Fuel cell system auxiliaries

The overall efficiency of the fuel cell system, its reliability and cost are currently hindered by the use of non-optimized auxiliaries (air compressor, pressure regulators, humidifiers, cooling units, etc.).

Based on analysis of the different components that already exist, the research projects proposed should make a contribution toward sizing, developing and qualifying specific "fuel cell system" auxiliaries, aimed at high power applications (>10 kW) for which current solutions are unsuitable, and to assess their effect on the degradation of the system's performance.

Work package 3: Fuel cell assessment and diagnostic

Deploying fuel cells in transport facilities and stationary equipment implies a need to control reliability. Maintaining good fuel cell performance depends on having an effective control system and on developing assessment methods (especially in real time) to define when

components should be replaced, while optimizing operational and maintenance costs. These assessment parameters must be defined well upstream.

More specifically, research areas in this package concern:

- studies on default modes;
- development of reliable assessment methods using specially-designed sensors, making it possible to keep instrumentation to a minimum, for monitoring, regulation and maintenance of the fuel cell;
- design of an assessment system and its characterization (to assess performance and robustness, etc.).

Work package 4: System (design, construction and experimentation)

This package covers designing and developing prototypes, integration and experimentation.

More specifically, the areas of study are:

- developing architectures (fuel cell and system) integrated and optimized in terms of fluidic, thermal, electrical and energy management;
- carrying out experiments in the laboratory to validate prototypes and develop test protocols to characterize components;
- carrying out experiments in the field on full-scale objects, to obtain feedback on the technological and operational aspects of technology solutions based on fuel cell systems.

B - "Proton ceramic fuel cells" (PCFC)

A promising avenue for future development is the proton conductive ceramic membrane fuel cell (PCFC), which works within an intermediate range of temperatures (400-600°C). Working within this temperature range avoids the problems associated with low temperature PEMFCs and high temperature SOFCs at the same time. This area of research has yet to be explored in any depth and the development of ceramic materials likely to be good proton conductors at 400-600°C, together with the construction of fuel cells constitute real technological breakthroughs.

Work package 1: Development of PC elementary cells

The package aims to initiate research that will contribute to the development of new PCFC materials (electrolyte and electrodes), to optimize and assemble them to build a fuel cell core operating within a temperature range of 400-600 °C. Projects should also contribute to a deeper understanding of assembly technologies and of material behavior in terms of ageing.

The conductivity and thickness of materials proposed should make it possible to manufacture fuel cells with satisfactory mass power density and power density per unit volume (around 1 kW/kg and 1 kW/l, respectively) together with operating life as defined in specifications for the targeted applications.

❖ **Subject 4: Cross-cutting activities.**

The social acceptability of the "hydrogen economy" is central to the development of the relevant technologies. Social and economic studies on hydrogen power technologies should help to steer design choices concerning such technologies more effectively and facilitate their deployment in the field.

The studies required on the acceptability of hydrogen power should draw on feedback from the experience of French players involved in developing "hydrogen systems". Field studies should identify the key problem areas related to the acceptability of hydrogen power. An initial approach focusing on safety requirements and the regulations might be undertaken at this level.

The following points might be dealt with:

- based on a certain number of full-scale industrial experiments (in Iceland, in the USA, or in today's industry), sketch a series of realistic scenarios showing what the "hydrogen society" might be like. This would entail describing a complex technical system in its final state and the transition to use of this system;
- study on the acceptability of hydrogen for fixed uses, based on assessment of current practices, the regulatory background, the probabilities of damage within the industry and the distribution of hydrogen, compared with other, widely-accepted, energy vectors;
- acceptability study on hydrogen fuel for mobile applications based on the prospects for its use in transportation systems of the future, focusing on what will, in all likelihood, be the first major use of hydrogen fuel, namely its use in urban and peri-urban public transportation.

The involvement of research teams working in the field of social economics is strongly encouraged.

3. Submission procedure for French-German proposals

In the case of joint French and German submission, applicants should use the following procedure :

- The co-applicants will designate one national coordinator per country and one single project leader from among them.
- Proposals should be submitted in English by the national coordinator in each country (to ANR in France and to PtJ in Germany).
- The proposals must have well-identified collaboration demonstrating clearly the added value of transnational collaboration.

- Proposals should be submitted using the relevant forms for each country, and according to the rules and such closing dates as ruled out in each country.

The selection process of French-German projects will be conducted in two steps :

a) In a first step, ANR and PtJ will separately examine the proposals according to their own evaluation procedures. The projects submitted to ANR will be evaluated according to the same procedure and same criteria as the other projects submitted to the ANR 2007 PANH call.

b) In a second step, ANR and PtJ will decide jointly the list of French-German projects to be funded, among those listed in the main list and complementary list of selected projects for the ANR 2007 PANH call, respecting, eventually, the priority order of the complementary list.