

# Les rendez-vous de l'innovation

N°6 - Mars 2008

## 5 sur 7 !

Sur les sept pôles de compétitivité dans le domaine des transports terrestres, cinq impliquent l'IFP.

Parmi eux, deux pôles à vocation mondiale : System@tic (Île-de-France), dédié au calcul haute performance notamment dans le domaine de l'automobile, où l'IFP participe au projet Usine logicielle ; et Mov'eo (Île-de-France, Haute et Basse-Normandie), qui vise au développement de véhicules plus respectueux de l'environnement.

L'IFP est membre fondateur de Mov'eo, dont il anime l'un des sites territoriaux, celui de Rueil-Malmaison, et auquel il participe au travers de projets de recherche sur le groupe motopropulseur. L'IFP est également partie prenante de trois pôles à vocation nationale : Mobilité et Transports Avancés (Poitou-Charentes), consacré en particulier aux véhicules hybrides et électriques, Véhicule Du Futur (Alsace) dédié au développement de véhicules propres et intelligents, et Lyon Urban Truck & Bus 2015 (Rhône-Alpes). L'IFP est membre fondateur de ce dernier pôle tourné vers les poids lourds et les transports collectifs en milieu urbain.

Il en anime le programme Motorisation et chaîne cinématique.

Au total, ce ne sont pas moins de 19 projets portés par ces pôles auxquels l'IFP contribue !

## ■ En bref

### Biomasse : lancement du projet Valerbio

L'IFP coordonne le nouveau projet Valerbio, qui vise à étudier la compétition entre les différents usages de la biomasse lignocellulosique (résidus agricoles et forestiers, déchets du bois). L'évaluation de la concurrence entre les filières permettra de bâtir des scénarii afin d'optimiser la gestion de la ressource.

L'IFP est notamment chargé d'étudier les différentes voies de transformation de la biomasse en biocarburant. Le projet, mené sous l'égide de la fondation Tuck, réunit l'IFP, l'INRA, l'Institut technologique FCBA et l'École des Mines. ■

### Quatre projets retenus par le FUI

Le Fonds Unifié Interministériel (FUI) de la Direction Générale des Entreprises (DGE) vient de retenir pour son 4<sup>e</sup> appel à propositions quatre projets à vocation industrielle auxquels l'IFP participe. Portés par les pôles de compétitivité Mov'eo et Véhicule Du Futur, ces programmes de recherche concernent les véhicules hybrides (projet HyHIL), l'adaptation des matériaux automobiles aux biocarburants (Biocarmat), le post-traitement des NO<sub>x</sub> (Rednox) et la modélisation de la boucle d'air (Simba). ■

### Le défi du charbon propre

L'IFP a réuni plus de 400 personnes lors de son colloque Panorama le 7 février dernier, autour de la question : quelles perspectives pour le charbon ?

Le charbon fait son retour sur la scène énergétique. Il se construit chaque semaine en Chine l'équivalent de quatre centrales de 500 MW ! Et cela n'est pas près de s'arrêter car les réserves mondiales de charbon représentent une fois et demie les réserves cumulées de pétrole et de gaz. Mais le charbon est la source d'énergie qui émet le plus de CO<sub>2</sub>. Alors que faire ? D'abord gagner en efficacité énergétique. Les centrales à charbon ont aujourd'hui en moyenne une efficacité de 30 à 35 %. Les plus récentes dépassent déjà 40 % et les technologies avancées permettront d'atteindre 45, voire 50 % ; d'où une réduction substantielle des émissions de CO<sub>2</sub>. Les spécialistes tablent également sur les technologies de captage et stockage du CO<sub>2</sub>. Leur mise en œuvre entraîne une perte de rendement de huit à dix points mais les recherches en cours, notamment à l'IFP, visent à réduire drastiquement cette pénalité par une meilleure intégration énergétique du captage et par des procédés améliorés. Avant tout déploiement industriel, ces technologies doivent être expérimentées, en particulier dans les pays émergents, pour démontrer qu'elles sont acceptables sur le plan économique et sociétal. L'IFP y travaille, notamment en Chine, dans le cadre du projet européen Coach qu'il coordonne. Outre la production d'électricité, l'utilisation du charbon comme carburant (CTL - Coal to Liquid) a aussi été évoquée. S'il ne va pas se substituer au pétrole, le CTL aura sa place dans le mix énergétique des transports, notamment dans certains pays charbonniers comme la Chine. Pour en savoir plus : [www.ifp.fr](http://www.ifp.fr) ■

L'IFP est un organisme public de recherche et de formation, à l'expertise internationalement reconnue, dont la mission est de développer les technologies et matériaux du futur dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement.

### Premier décollage pour ASTech

L'IFP participe au nouveau pôle de compétitivité de la région Île-de-France ASTech, dédié à l'aéronautique. Créé en juillet 2007, il réunit des industriels et des organismes scientifiques (Dassault Aviation, EADS-ST, le Cnes, l'Onera, le CNRS, l'IFP, etc.) autour des thèmes Énergie à bord, Matériaux et procédés, Architecture véhicule et Propulsion.

L'IFP apporte son expertise dans deux domaines : les biocarburants incorporables au jet fuel et la modélisation de la combustion. ■

### Relever le défi du stockage de l'énergie

Désigné en 2007 structure support de l'ANR pour son programme Stockage de l'énergie (Stock-E), l'IFP a organisé, le 15 janvier dernier, un séminaire pour préparer l'appel à projets 2008. Cette rencontre, qui a rassemblé plus de 150 personnes, a permis aux industriels de détailler leurs besoins et aux organismes de R&D de présenter leurs axes de recherche. Une initiative de l'IFP qui met le doigt sur les défis à relever, dans les années à venir, dans le domaine du stockage de l'énergie électrique, thermique ou mécanique, embarqué ou stationnaire. ■

### Grenelle de l'environnement : l'IFP apporte son expertise

L'IFP a été sollicité par le gouvernement pour participer aux comités opérationnels visant à mettre en œuvre les conclusions du Grenelle de l'environnement. Son président, Olivier Appert, est membre du comité "recherche", chargé de définir une stratégie nationale de recherche dans le domaine environnemental (changement climatique et sa prévention, biodiversité et santé environnementale). L'IFP est également présent au sein des comités "transports" et "énergies renouvelables". En lien avec son activité de formation, l'IFP est en outre partie prenante de la réflexion du groupe de travail sur "l'éducation au développement durable". ■

### La diversité énergétique dans les transports vue par l'IFP

*Pour l'IFP, l'avenir de l'automobile passe par la diversité. Une diversité illustrée à travers une "road map" de l'évolution des moteurs et des carburants pour les prochaines décennies. Si selon cette "road map" nombre de technologies nouvelles feront leur apparition sur le marché d'ici 2030, aucune n'apportera à elle seule une réponse aux défis environnementaux et énergétiques auxquels sont confrontés les transports. La solution passe par une coexistence de ces innovations sur la route du futur !*

*"Élaborée en interne, cette road map est avant tout un document de travail sur lequel nous entendons nous appuyer dans nos discussions avec les autres organismes de recherche, les pouvoirs publics et les industriels", précise Jean-François Gruson, chef du département Économie. Réalisée sur la base d'études technico-économiques et faisant appel aux compétences R&D de l'IFP, cette feuille de route a d'abord pour objectif de présenter les technologies qui pourraient à l'avenir faire l'objet d'une commercialisation. Elle vise également à dater leur apparition sur le marché tout en évaluant la place qu'elles pourraient y occuper, en fonction des différentes contraintes environnementales ou réglementaires pesant sur l'industrie.*

*"Aucune technologie n'apportera à elle seule une réponse aux défis environnementaux et énergétiques des transports"*

Selon les experts de l'IFP, les normes européennes en matière de rejets de polluants des véhicules (monoxyde de carbone, hydrocarbures imbrûlés, oxydes d'azote, particules) continueront à se sévérer par étape au cours de la prochaine décennie. De même, dans un contexte général marqué par l'incertitude sur les prix du pétrole et par la menace climatique, les constructeurs devront privilégier la production de véhicules consommant moins de carburants conventionnels et

émettant de faibles quantités de CO<sub>2</sub>. "C'est pourquoi le moteur du futur sera conçu pour répondre à un triple défi, explique Dominique Herrier, directeur adjoint du centre de résultats Moteurs-Énergie de l'IFP. Il sera plus propre, aura un meilleur rendement et/ou devra être capable d'utiliser des carburants alternatifs."

Ainsi, les prochaines années devraient voir se généraliser sur les moteurs diesel des systèmes de combustion à basses émissions de NOx, dits HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition). Fondés notamment sur la recirculation des gaz d'échappement dans la chambre de combustion, ces systèmes sont couplés à des dispositifs de dépollution : filtres à particules et systèmes DéNOx du type pièges à NOx ou SCR (Selective Catalytic Reduction). Pour les moteurs à essence, des gains de consommation pouvant aller jusqu'à 20 % seront possibles grâce à la réduction progressive de leur cylindrée (downsizing) et à l'utilisation de systèmes d'injection directe (introduction directe du carburant dans la chambre de combustion) ou de distribution variable (optimisation en temps réel de l'ouverture et la fermeture des soupapes).

Au cours de la prochaine décennie, le nombre de véhicules flexibles ou flex-fuel (véhicules fonctionnant avec un mélange contenant jusqu'à 85 % d'éthanol) devrait augmenter. Dans le même temps, on devrait assister au développement des véhicules hybrides thermiques/électriques. Les premiers modèles seront simplement dotés d'une technologie du type "stop and start" – qui minimise les phases de fonctionnement au ralenti, consommatrices d'énergie – couplée, ou non, à la récupération de l'énergie de freinage.

Assez rapidement, ces types de véhicules intégreront des équipements électriques puissants contribuant à leur motricité et des systèmes de contrôle électronique optimisant la gestion de l'énergie à bord.

L'association de cette hybridation à l'utilisation du gaz naturel ou des biocarburants, envisageable vers 2010-2015, pourrait conférer à ces véhicules un bilan extrêmement positif en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>. Enfin, vers 2015-2020, les hybrides rechargeables – dont les batteries, dotées d'une plus grande autonomie, seront réalimentables par un branchement à une prise de courant – devraient connaître un important développement.

“ La formulation des carburants évoluera elle aussi ”

Durant toute cette période, la formulation des carburants évoluera elle aussi. “Les modes de combustion à basses émissions de NOx pourront conduire à de nouvelles exigences en termes de caractéristiques des carburants” estime Xavier Montagne, directeur adjoint à la Direction scientifique de l'IFP. La part des biocarburants de première génération (éthanol et biodiesel)

augmentera dans nos réservoirs, apportant un gain significatif en termes d'émissions de CO<sub>2</sub> du puit à la roue, sous condition de pratiques agricoles ou forestières durables.

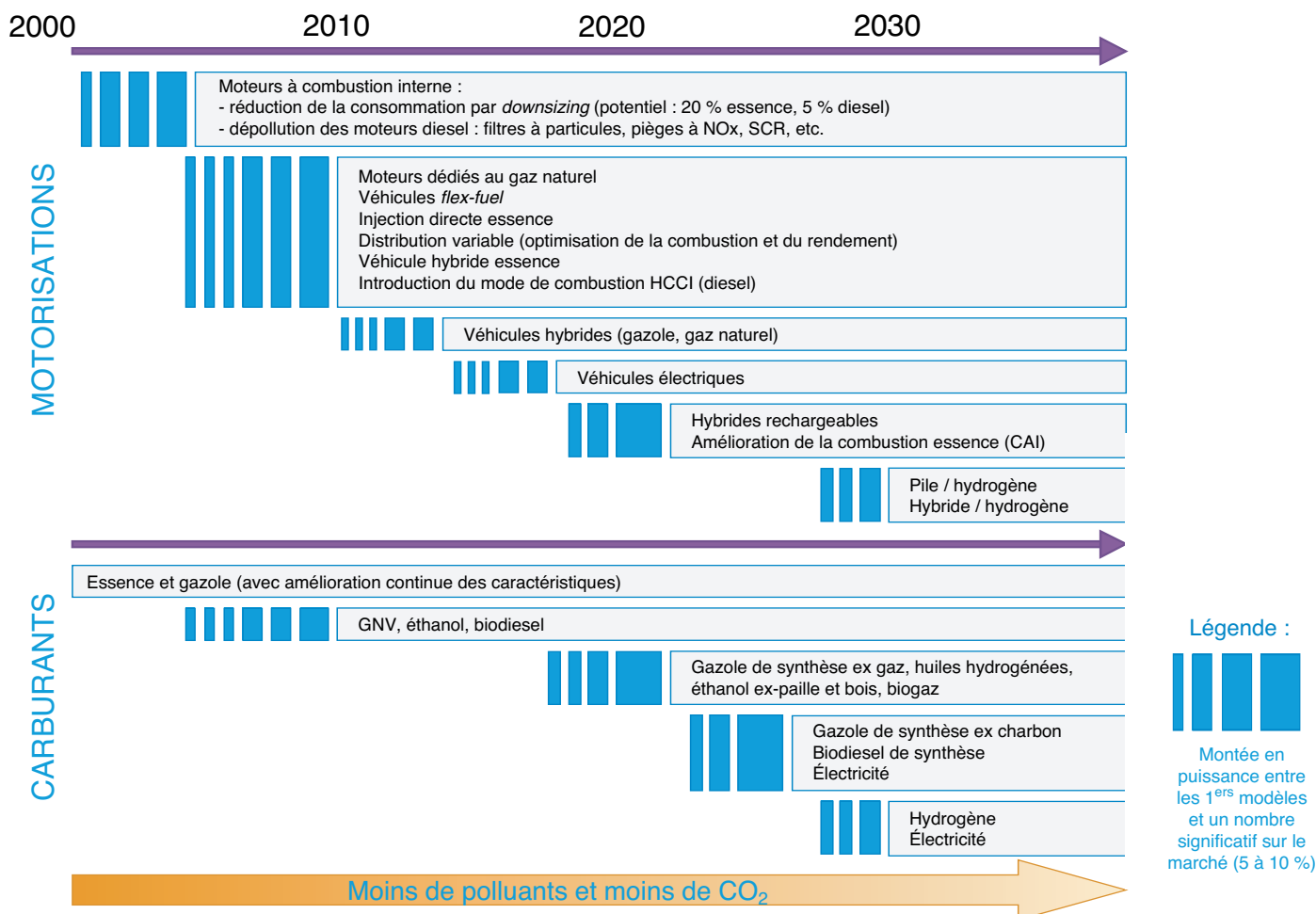
Par ailleurs, de nouvelles filières telles que les huiles végétales hydrotraitées, les biocarburants de seconde génération et les gazoles de synthèse commenceront à se mettre en place. La production d'éthanol à partir de biomasse lignocellulosique, issue de résidus agricoles ou forestiers, et celle de gazole de synthèse élaboré à partir du gaz naturel (filière GTL – *Gaz to Liquid*) pourraient démarrer dès 2015. Mais il faudra attendre 2020 avant une production industrielle de gazole de synthèse fabriqué à partir de résidus végétaux (filière BTL – *Biomass to Liquid*) ou de charbon (CTL – *Coal to Liquid*).

Quant à l'automobile à hydrogène dotée d'une pile à combustible (H<sub>2</sub> + PAC)

et d'une motorisation électrique, beaucoup trop d'incertitudes pèsent encore sur cette technologie pour qu'on puisse envisager son déploiement à court et même à moyen termes. Son développement se heurte en effet à des verrous technologiques comme le stockage de l'hydrogène embarqué, et au coût de fabrication des piles. “De plus, le procédé nécessite la création ex-nihilo d'une filière “propre” de production et de distribution de l'hydrogène sans émission de CO<sub>2</sub>” remarque Dominique Herrier.

L'IFP estime pour l'instant que la commercialisation à grande échelle de ces voitures H<sub>2</sub> + PAC ne devrait pas démarrer, au mieux, avant 2025-2030. L'optimisation des motorisations conventionnelles, l'hybridation progressive des véhicules et l'utilisation des biocarburants constituent donc un passage obligé avant un éventuel avènement de la civilisation de l'hydrogène, c'est-à-dire de l'électricité. ■

## Quels véhicules, à quelle échéance ?



# Zoom

## L'IFP capte l'attention de l'ANR

La voie du captage/stockage du CO<sub>2</sub> est aujourd'hui reconnue comme l'une des solutions pouvant contribuer à limiter les émissions de gaz à effet de serre. L'étape de captage étant la plus coûteuse, la recherche travaille au développement de procédés plus efficaces et moins chers. C'est dans cet objectif que l'ANR finance quatre projets, auxquels participe l'IFP, sur les technologies de captage du CO<sub>2</sub>.

### Première voie explorée : la postcombustion

Elle consiste à séparer le CO<sub>2</sub> des autres composés des fumées émises par les sites industriels. Le procédé fonctionne en deux temps : dans un absorbeur, les fumées sont d'abord mises en contact avec un solvant fixant le CO<sub>2</sub> ; le solvant chargé en CO<sub>2</sub> est ensuite chauffé dans un strippeur. On obtient alors du CO<sub>2</sub> pur. Le solvant est quant à lui régénéré pour être réinjecté dans l'absorbeur.

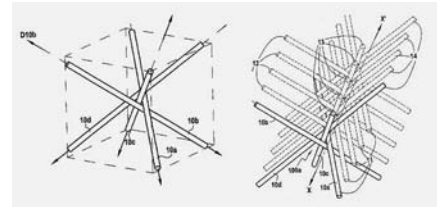
Problème : le procédé est très "énergivore", et par ailleurs, la taille des installations est considérable pour pouvoir traiter les très gros volumes de fumées des installations industrielles. Pour améliorer l'efficacité du procédé, deux projets ANR coordonnés par l'IFP

sont en cours. Démarré en décembre 2005 pour trois ans, CapCO<sub>2</sub> vise à identifier un solvant capable de résister à la dégradation et consommant moins d'énergie pour sa régénération.

Le projet Gascogne, lancé en 2006, a comme objectif de diviser par deux la taille des absorbeurs et des strippeurs en développant un contacteur gaz/liquide plus performant, réalisé en carbone-carbone. Ce matériau composite, fabriqué par Snecma Propulsion Solide (SPS), partenaire de l'IFP au sein du projet, est utilisé dans l'aérospatiale. Non seulement il est résistant à la corrosion, mais son emploi permet de fabriquer des garnissages capables d'optimiser le contact entre les fumées et le solvant liquide.

### Second axe prometteur : l'oxycombustion

Il s'agit de faire en sorte que les fumées émises par les sites industriels soient beaucoup plus concentrées en CO<sub>2</sub>, afin d'en faciliter le captage. À cette fin, l'air utilisé habituellement dans les brûleurs est remplacé par de l'oxygène. L'oxycombustion est une voie envisagée, mais de nombreux verrous subsistent pour sa mise en application. Ainsi, le problème posé par les températures très élevées de la combustion à l'oxygène pur est traité dans le projet Tacoma de l'ANR, impliquant l'IFP et piloté par Gaz de France. L'objectif de l'IFP est



Garnissage de contact 4D (SPS, Groupe SAFRAN)  
Principe géométrie de base 4D (pour 4 diagonales d'un cube), utilisé pour le développement de nouveaux contacteurs dans le cadre du projet Gascogne

de définir une configuration aérodynamique optimisée de brûleur au fuel pour des applications en raffineries. Il s'agit de mettre en œuvre les technologies permettant de limiter les pics de température sans risquer de souffler la combustion. Autre limite de l'oxycombustion : le coût et la consommation d'énergie de la distillation cryogénique nécessaire pour séparer l'oxygène de l'air. Des solutions alternatives sont étudiées dans le projet ANR CLC-Mat, coordonné par l'IFP. Il a pour objectif d'améliorer la performance des alliages utilisés dans le processus de CLC (Chemical Looping Combustion). La CLC utilise des oxydes métalliques à la place de l'oxygène pur, qui jouent le rôle de fournisseur d'oxygène pour la combustion. Le projet CLC-Mat se concentre notamment sur le développement de nouveaux oxydes métalliques, moins chers et présentant des capacités de transfert d'oxygène plus élevées que le nickel utilisé habituellement. ■

## Agenda

9<sup>e</sup> Sommet international du pétrole  
Paris, 10 avril 2008  
Contact : j-pierre.favennec@ifp.fr

### CO<sub>2</sub>GeoNet Open Forum and Full Workshop

Captage et stockage du CO<sub>2</sub>  
Venise - 16-18 avril 2008  
Contact : info@CO2geonet.com

## Publications

Énergie et climat -  
Réussir la transition énergétique  
Éditions Technip

Auteur : Alexandre Rojey (Directeur développement durable à l'IFP)  
www.editionstechnip.com

Numéro spécial - Structure moléculaire  
des huiles lourdes et produits  
de liquéfaction du charbon

OGST (Oil and Gas Science and Technology)  
- Revue de l'IFP - n°1/2008  
http://ogst.ifp.fr/



Imprimé sur du papier  
écologique - Norme FSC

Les rendez-vous de l'innovation est une publication de l'IFP.  
Direction de la communication - 1 et 4 avenue de Bois-Préau - 92852 Rueil-Malmaison Cedex - France  
Directeur de la publication : Marco De Michellis  
Abonnement gratuit sur [http://www.ifp.fr/newsletter/register\\_subscription](http://www.ifp.fr/newsletter/register_subscription) - N° ISSN 1779-2622  
Pour toute information : Anne-Laure de Marnignan - Tél. : 01 47 52 62 07 - a-laure.de-marnignan@ifp.fr