

# Les rendez-vous de l'innovation

N°11 - Avril 2010

## Dossier

Des carburants verts pour l'aéronautique

### L'IFP participe à 4 projets ADEME de démonstrateurs véhicules

L'IFP est impliqué dans quatre projets, sélectionnés par l'ADEME dans le cadre du 1<sup>er</sup> appel à manifestation d'intérêt en 2009, visant à mettre au point des démonstrateurs de véhicules "verts" de toutes catégories. Dans le cadre de Melody, coordonné par Renault Trucks, trois démonstrateurs poids lourds hybrides rechargeables seront développés puis testés dans plusieurs configurations d'usage. Hydole, porté par PSA Peugeot Citroën, permettra la réalisation d'un véhicule de tourisme rechargeable bimode électrique et hybride.

L'hybride est également au programme d'EILISup et de Velroue, pilotés respectivement par Irisbus et par Michelin et Renault.

Le premier aboutira à la réalisation de deux bus, l'un hybride, l'autre électrique, et le second devra démontrer la faisabilité d'un utilitaire bimode équipé de moteurs-roues sur le train arrière.

L'IFP met au service de ces projets ses compétences dans les domaines du stockage de l'énergie électrique, de la simulation, du contrôle et de l'optimisation de l'énergie à bord.

## ■ En bref

### L'IFP continue à renforcer son action PME-PMI

Vingt-six PME ont bénéficié en 2009 de partenariats avec l'IFP, qui ont mené au dépôt de cinq brevets. Si la plupart des entreprises retenues au terme de la sélection (environ 400 contacts) étaient demandeuses de compétences et outils pour développer leur projet, plusieurs ont été choisies par l'IFP pour opérer un transfert des innovations issues de sa recherche. Parmi elles, Gecil Process à Lyon pour l'analyse détaillée des essences, et Catalyse à Marseille pour les revêtements anti-corrosion. ■

### Accélérer le processus d'innovation

L'IFP a fait l'acquisition d'un nouvel outil d'expérimentation à haut débit (EHD). Permettant de démultiplier la capacité de test et donc de réduire les délais de l'expérimentation, l'installation est notamment utilisée pour développer la prochaine génération de solvants aux amines dans le cadre des recherches sur le captage du CO<sub>2</sub>. Grâce à cette méthodologie, les chercheurs de l'IFP ont pu multiplier par six l'acquisition de données thermodynamiques et ont ainsi testé, en un temps record, plus d'une centaine de solvants. ■

## ■ Zoom

### Quelles ressources énergétiques pour demain ?

Organisé par l'IFP en janvier dernier, le colloque Panorama 2010 avait pour thème "Quelles ressources en matières premières pour un système énergétique durable ?". Les scientifiques et les industriels présents ont d'abord débattu de l'avenir des énergies traditionnelles, en particulier fossiles et nucléaire. S'agissant des hydrocarbures, l'accent a été mis sur l'exploitation croissante des gaz de schiste (*shale gas*), notamment aux États-Unis. Les enjeux portent tant sur l'aspect environnemental de leur production que sur l'impact de leur développement sur le marché du GNL. Dans le domaine du nucléaire, il reste de l'uranium pour encore 80 ans au rythme actuel de production, et la 4<sup>e</sup> génération de réacteurs permettra de produire 50 à 100 fois plus d'énergie avec la même quantité de combustible : la question des réserves ne se pose donc pas encore ! Les échanges entre les participants ont également concerné la place de matières premières jusqu'alors peu utilisées, comme les métaux critiques. Parmi ces derniers, le lithium et le nickel, entrant dans la composition des batteries automobiles de dernière génération. Leurs réserves sont très importantes, en particulier celles de lithium, qui sont estimées à 160 ans. ■

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.



## ■ En bref

### L'IFP s'intéresse au vieillissement des batteries

L'IFP participe au projet ANR Simcal qui vise à étudier le vieillissement calendaire des batteries de traction, c'est-à-dire celui observé spontanément lors des phases de repos (véhicules en stationnement). L'IFP sélectionnera les différentes technologies de systèmes de stockage d'énergie, réalisera des essais calendaires et des analyses *post mortem* de batteries commerciales, et participera au développement des modèles de simulation utilisés pour le dimensionnement et l'optimisation des véhicules électrifiés. Simcal fait suite au projet ANR Simstock et fédère 13 acteurs français du domaine des batteries de traction pour l'automobile. ■

### Doublé de l'IFP au FUI7

L'IFP est impliqué dans deux projets labellisés par le pôle de compétitivité Mov'eo et financés par le Fonds unique interministériel (FUI7) : Magie, dont l'objectif est d'étudier un nouveau type d'injecteur (multitrous) pour moteur à essence à cylindrée réduite, et Sagane, qui vise à concevoir un système de ravitaillement pour les véhicules fonctionnant au gaz naturel. L'IFP apporte ses compétences dans les domaines expérimentaux (bancs optiques notamment) et la conception de technologies moteur. ■

### Captage et stockage : vers un traitement mutualisé du CO<sub>2</sub> ?

D'un coût élevé, les technologies de captage/transport/stockage du CO<sub>2</sub> ne sont pas à la portée des petites et moyennes industries. Pour y remédier, la solution pourrait être de mutualiser les moyens de collecte du CO<sub>2</sub> à l'échelle d'une agglomération. Dans le cadre du programme européen Cocate, coordonné par l'IFP, les chercheurs étudient la faisabilité d'une infrastructure commune de transport connectant différentes industries émettrices de CO<sub>2</sub>, situées aux alentours du port du Havre, à une unité de traitement mutualisée (séparation du CO<sub>2</sub>), puis à un réseau de transport vers des sites de stockage. Deux types de réseaux seront donc considérés : un réseau de récupération basse pression des fumées industrielles, et un réseau de transport par bateau ou canalisation sous haute pression du CO<sub>2</sub> séparé. Outre les aspects techniques, la faisabilité économique et les problématiques de risque seront prises en compte. ■

## ■ Dossier

### Des carburants plus verts pour l'aéronautique

*Confrontée à une hausse importante du nombre de passagers, l'industrie aéronautique cherche à réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>. Pouvoir mélanger le kérosène avec des carburants au meilleur bilan environnemental constitue l'une des solutions à l'étude. Une voie dans laquelle l'IFP s'investit.*



*Avec deux milliards de passagers par an, le transport aérien représente 8 % de la consommation de pétrole. On prévoit une augmentation du trafic de 90 % d'ici 2020.*

À l'échelle de la planète, les nuisances dues au transport aérien restent modérées. En 2000, ce secteur représentait à peine 2 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>. Sauf que le trafic aérien ne cesse d'augmenter ! De deux milliards de passagers par an actuellement, il pourrait passer à plus de neuf milliards en 2050. Conséquence : à cette date, les rejets de CO<sub>2</sub> du secteur pourraient plus que tripler !

Limiter l'impact de l'aviation sur le changement climatique en faisant fonctionner les réacteurs avec des carburants verts est donc un enjeu majeur. C'est en tout cas l'objectif que se sont fixé les acteurs européens de l'aéronautique. Réunis au sein de l'Acare (Conseil consultatif pour la recherche en aéronautique), ils ont annoncé leur intention de développer, d'ici 2020, des appareils émettant deux fois moins de CO<sub>2</sub> que ceux commercialisés en 2000. Pour atteindre ce but, les industriels disposent de plusieurs options : alléger les appareils, améliorer l'aérodynamisme du fuselage, réduire la consommation des moteurs, fluidifier le trafic et enfin, tenter de remplacer une partie du kérosène par d'autres carburants plus vertueux en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>.

### Remplacer ou mélanger le kérosène ?

Fort de ses compétences dans le domaine des carburants et des moteurs, l'IFP est engagé dans la recherche de solutions alternatives au kérosène pétrolier. Tant au niveau européen que français, il travaille à identifier et à mettre au point des substituts adaptés. "Sans être insurmontable, la tâche s'avère cependant plus compliquée qu'il n'y paraît", explique Nicolas Jeuland, Chef du département Carburants, lubrifiants et émissions polluantes de l'IFP. "Certes, des vols d'essais et commerciaux faisant exclusivement appel à des carburants alternatifs ont été récemment annoncés dans la presse, mais le kérosène n'est pas le premier produit pétrolier venu : en raison de son utilisation transcontinentale, il est le seul carburant universel doté partout dans le monde de la même qualité. En termes de spécifications, il est également un fluide remarquable : il reste limpide jusqu'à - 47°C, et comme il sert aussi bien à faire fonctionner les moteurs qu'à réchauffer l'habitacle et à refroidir les huiles, il peut subir sans dégradation des cycles de températures très contraignants. Enfin et surtout, il apporte toutes les garanties nécessaires à la sécurité des vols."

À ce stade, les industriels sont réticents à introduire une modification de la qualité du carburant ou à mettre en place des lignes aériennes "vertes" dédiées, et ce pour diverses raisons : problèmes de sécurité que poserait l'installation dans les aéroports d'un réseau supplémentaire de distribution de carburant, fluctuations du trafic, multiples reventes et locations que subit un avion au cours de son existence, etc. Aussi portent-ils l'essentiel de leurs efforts sur la voie *drop-in fuels*, c'est-à-dire sur la recherche de carburants destinés à former avec le kérosène un mélange utilisable à n'importe quel moment et en toutes proportions, et cela, sans modification des appareils.

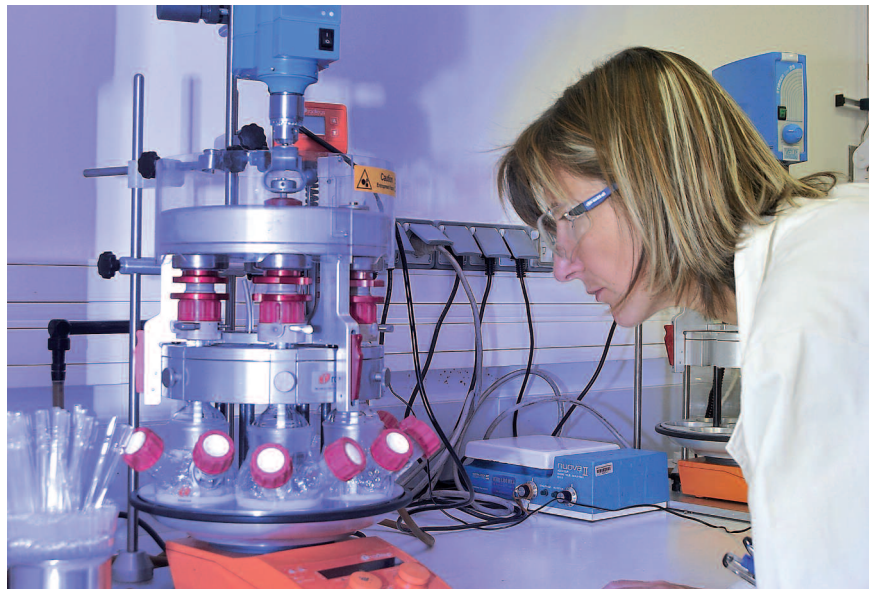
### Des projets de recherche dédiés

En Europe, deux grands projets sont consacrés aux carburants alternatifs pour l'aviation. Créé en juillet 2008 pour quatre ans et coordonné par EU-VRI et par Airbus, le programme européen Alfa-Bird, dont l'IFP anime l'un des sous-groupes, a pour but de déterminer la meilleure filière et d'identifier les verrous technologiques restant à lever. Mené depuis janvier 2009 sous la direction de l'Onera, le projet Swafea vise, quant à lui, à élaborer une feuille de route pour le déploiement à moyen terme des carburants alternatifs.

Au niveau national, le programme Calin coordonné par Airbus a mené une étude sur les carburants de substitution adaptés à un système d'injection innovant. Des initiatives complémentaires sont également en cours au niveau national, comme celles visant



L'IFP dispose d'une unité pilote de production d'huile végétale hydrotraitée.



Dans ses laboratoires, l'IFP étudie les solutions technologiques pour pré-traiter la biomasse avant sa transformation en carburant.

à réunir, autour de la DGAC, les acteurs du domaine des carburants aéronautiques afin de définir une feuille de route et d'identifier les besoins en termes de recherche et d'investissements. De nombreux partenaires industriels (Airbus, Avio, Dassault, EADS, Rolls-Royce, Safran, Sasoil, Shell, Snecma, etc.) et publics (DLR, IFP, Onera) participent à ces programmes.

### Les alternatives au kérosène

Grâce à ces études préliminaires, plusieurs voies prometteuses ont été identifiées. À court terme, la première concerne les carburants de synthèse de type CtL, GtL et BtL, fabriqués à partir de charbon, de gaz naturel ou de biomasse. *"Même si elles présentent un potentiel intéressant, les filières CtL et GtL font appel à des énergies fossiles"*, explique Laurie Starck, Chef de projet à l'IFP dans le domaine de l'utilisation des carburants aéronautiques. *"Pour améliorer leur bilan en termes de gaz à effet de serre, il faut associer leur production à des technologies de captage et de stockage du CO<sub>2</sub>. En revanche, le BtL (Biomass to Liquid) est une solution très séduisante, susceptible de faire chuter les émissions de CO<sub>2</sub> d'un avion d'environ 90 % lorsqu'il est utilisé pur. Il reste cependant bien des difficultés à résoudre avant qu'il ne soit possible de le mettre sur le marché."*

L'IFP participe au projet BioTfuel visant à développer d'ici à 2017 les technologies BtL et la filière globale qui permettra notamment d'obtenir

du kérosène bas CO<sub>2</sub>. L'autre grande option, exploitable à plus court terme, consiste à utiliser des huiles végétales (colza, soja, palme, jatropha, etc.), et à plus long terme algues). En leur faisant subir une opération d'hydrotraitement, il est possible de transformer ces huiles en paraffines, et de là en carburants, en particulier en kérosène. L'IFP est en train de finaliser le développement d'un procédé qui devrait être mis sur le marché dans les mois qui viennent. Avantage de ces huiles végétales hydrotraitées (HVO) : employées pures, elles pourraient théoriquement faire chuter de 40 à 70 %, en fonction des filières concernées, les émissions de gaz à effet de serre des appareils. Preuve de l'intérêt des industriels : un premier carburant constitué de 50 % de HVO et de 50 % de kérosène devrait être certifié dès 2011 en Europe.

Pour le long terme, de nouvelles molécules (alcools lourds, naphènes en provenance de la liquéfaction de biomasse, etc.) et des carburants issus d'huiles algales sont à l'étude. Si l'objectif d'un avion ne produisant pas du tout de CO<sub>2</sub> n'est pas envisageable à court terme, la recherche offre néanmoins des perspectives pour réduire, significativement, et dans un délai raisonnable, l'impact du transport aérien sur les gaz à effet de serre. ■

## L'IFP et la technologie *Fischer-Tropsch* : un atout pour produire les carburants du futur

La diversification énergétique dans les transports passera notamment par la production de carburants de synthèse à partir de gaz (GtL), de biomasse (BtL) et potentiellement de charbon (CtL). Depuis le début des années 1990, l'IFP travaille à l'amélioration du procédé *Fischer-Tropsch*, étape clé pour produire ces carburants alternatifs. Ses recherches visent en particulier à réduire les coûts de production et l'impact du procédé sur l'environnement.

### Le principe

Dans un premier temps, la charge est convertie en gaz de synthèse - mélange d'hydrogène (H<sub>2</sub>) et de monoxyde de carbone (CO). Une fois purifié, le gaz de synthèse est traité *via* le procédé *Fischer-Tropsch* : la catalyse du CO et de l'H<sub>2</sub> permet de produire un mélange liquide d'hydrocarbures, qui se présente, pour la fraction la plus lourde, sous la forme d'une cire à température ambiante. Enfin, une étape d'hydrotraitement (hydrocraquage, hydroisomérisation) permet d'obtenir les carburants désirés, gazole moteur et kérosène de synthèse.

### Les recherches en cours

Plusieurs grandes compagnies parmi lesquelles BP, ExxonMobil, Sasol et Shell, ont engagé ces dernières années des recherches sur la technologie

*Fischer-Tropsch*, jugée économiquement intéressante pour les pays disposant d'importantes réserves de gaz. Certaines d'entre elles se sont même lancées dans la construction d'unités *GtL* industrielles, comme Shell en Malaisie en 1993 ou Sasol au Qatar en 2007.

De son côté l'IFP, engagé depuis 1996 dans un partenariat avec l'italien Eni, a mis au point un procédé *Fischer-Tropsch* avec des catalyseurs spécifiques à base de cobalt, et un réacteur opérant en phase *slurry* (catalyseurs en poudre mélangés avec des produits liquides et traversés par des bulles de gaz réactif). Une unité pilote, démarrée en 2001 à la raffinerie Eni de Sanazzaro de Burgondi, a accumulé plus de 10 000 heures de fonctionnement. Sous la responsabilité des chefs de projet d'Eni et de l'IFP, ce pilote produit 20 barils par jour de cires et condensats *Fischer-Tropsch*, qui sont ensuite transformés en carburants dans les unités pilotes d'hydrotraitement de l'IFP. La qualité des produits est vérifiée dans les laboratoires d'Eni et de l'IFP. Ce procédé, dédié à la production de gazole moteur et de kérosène de synthèse de très grande qualité, ne contenant pas de soufre et dont la combustion produit peu de particules polluantes, est proposé à la commercialisation par Axens sous le nom *Gasel*<sup>TM</sup>.

Par ailleurs, les scientifiques de l'IFP évaluent l'intérêt du procédé *Fischer-Tropsch* sur le plan environnemental,



Extrapolation du réacteur Fischer-Tropsch : maquette froide de grande taille mise en œuvre à l'IFP pour les études et la validation hydrodynamiques.

qui varie selon la charge utilisée. Ainsi la production de carburants par la voie CtL ne peut être envisagée que couplée avec des systèmes de captage et stockage du CO<sub>2</sub> (CSC) installés sur les sites industriels, alors que la filière *GtL*, même sans intégrer une technologie CSC, a un bilan comparable - ou légèrement supérieur (de 10 à 20 %) - à celui du gazole moteur conventionnel.

### Le potentiel du BtL

Enfin, les chercheurs de l'IFP ont confirmé l'intérêt d'une filière biocarburant de 2<sup>e</sup> génération (BtL). Lorsque les multiples difficultés concernant la transformation des végétaux en gaz de synthèse seront résolues, ce carburant utilisé à l'état pur dans un moteur permettra de réduire de 85 à 90 % l'impact d'un véhicule sur le réchauffement planétaire ! L'IFP, avec sa technologie *Fischer-Tropsch*, possède en tout cas une carte maîtresse pour le développement des carburants du futur, peu de sociétés maîtrisant aujourd'hui ce procédé. ■

### En bref...

- inventé en 1922 par les chimistes allemands Hans Fischer et Franz Tropsch
- permet de transformer le gaz naturel, le charbon et la biomasse en carburants de synthèse utilisables dans les transports
- employé initialement dans des pays privés d'accès au pétrole pour des raisons politiques : l'Allemagne pendant la 2<sup>de</sup> guerre mondiale et l'Afrique du Sud durant l'Apartheid, qui ont utilisé du charbon pour produire des carburants routiers
- utilisé aujourd'hui pour produire des carburants alternatifs aux carburants pétroliers

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 Marignan - Tél. : 01 47 52 62 07 - [a-laure.de-marignan@ifp.fr](mailto:a-laure.de-marignan@ifp.fr)