

Les rendez-vous de l'innovation

N° 13 - Mars 2011

Dossier

L'éolien offshore : un nouveau champ de recherche pour IFP Energies nouvelles

■ De la recherche au marché : IFPEN engagé dans les IEED

Avec la création des Instituts d'excellence en matière d'énergies décarbonées (IEED) dans le cadre du Grand emprunt, l'ambition du gouvernement est claire : "booster" l'innovation pour faire émerger de nouvelles filières industrielles compétitives, durables et porteuses d'emploi. Le moyen ? Fédérer, sur un même territoire, les outils et compétences de l'industrie et de la recherche publique au service de projets partenariaux. *"En associant tous les acteurs, les IEED constituent un formidable outil pour développer des technologies innovantes de rupture, répondant aux attentes sociétales et aux marchés"* affirme Sophie Jullian, Directeur scientifique d'IFP Energies nouvelles (IFPEN). C'est dans cette perspective qu'IFPEN porte deux projets d'IEED : INDEED (Institut national pour le développement des éco-technologies et des énergies décarbonées de Lyon) et VeDeCoM (Institut du véhicule décarboné communicant et de sa mobilité).

INDEED invente l'Usine du futur

Ancré au cœur de la Vallée de la chimie lyonnaise, INDEED est porté par sept membres fondateurs : Arkema, CNRS, GDF Suez, IFPEN, PEP, Rhodia et Université de Lyon. Le projet bénéficie

du soutien des pôles de compétitivité rhônalpins Axelera, LUTB, Plastipolis, Tenerrdis, Trimatec et Viameca, ainsi que d'une dizaine de PME déjà partenaires. Les compétences de R&D et les forces industrielles seront mutualisées sur un campus d'innovation technologique.

Concrètement, il s'agit de construire l'Usine du futur en développant des procédés permettant de remplacer les énergies fossiles par des énergies renouvelables, des procédés bas-carbone et éco-efficients permettant de réduire la quantité d'énergie et de matière première par unité produite, et enfin, des procédés de recyclage des matières ou sous-produits en sorties d'usine. De nombreux marchés d'avenir sont visés : biogaz et chaleur, biotechnologies et procédés industriels, vente de services énergétiques, etc.

VeDeCoM ou les futures générations de véhicules

VeDeCoM vise, quant à lui, à accélérer la mise sur le marché des véhicules électriques et hybrides rechargeables. *"En prenant en compte à la fois les aspects motorisations, les systèmes de communication entre le véhicule et son environnement, et les nouveaux usages"*,

souligne Laurent Forti, responsable de programmes. Soutenu par les pôles de compétitivité Mov'eo et System@tic, VeDeCoM est porté par la fondation partenariale Mov'eo Tec, qui associe une trentaine de partenaires industriels (Continental, LMS, Nexyad, PSA Peugeot Citroën, Renault, Safran, Valeo, etc.) et acteurs de la recherche et de la formation du secteur automobile (CETIM, Esigelec, Estaca, IFPEN, IFSTTAR, UCP, UVSQ, etc.). Implanté sur le site de Versailles Satory, VeDeCoM s'appuiera sur les moyens existants et programmés (pistes d'essai, plates-formes Mov'eo DEGE et Quasper, etc.), et sur de nouveaux équipements de recherche (plate-forme de technologie mécatronique notamment).

Pour répondre aux besoins en personnels qualifiés de ces nouvelles filières, VeDeCoM et INDEED prévoient également la constitution d'un centre de ressources, qui jouera un rôle clé dans l'appui au développement des compétences dans les entreprises.

Enfin, les PME seront associées à cette dynamique partenariale en faveur de l'innovation, et bénéficieront de lieux d'incubation, de soutien et d'essaimage. ■

IFP Energies nouvelles est un organisme public de recherche, d'innovation industrielle et de formation dont la mission est de développer des technologies performantes, économiques, propres et durables dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement.



■ En bref

Union sacrée autour des batteries

Depuis le 2 juillet dernier, la France dispose de son "Réseau national de recherche et technologie sur les batteries". Lancée avec la contribution de l'Ancre (Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie), cette nouvelle structure, qui associe pour la première fois les acteurs publics (CNRS, CEA, IFPEN, Ineris, IFSTTAR et universités) et les industriels du secteur, vise à accélérer l'innovation française dans le domaine des batteries. Elle s'appuiera sur deux grands axes : l'un consacré à la recherche amont, l'autre au développement des technologies. ■

Une mobilité intelligente

Lancé en 2010, le projet VME (Ville, Mobilité, Énergie) vise à optimiser la consommation d'énergie des véhicules électriques urbains en les faisant communiquer avec leur environnement. Il s'appuie sur un programme de démonstration : en 2011, une flotte d'une dizaine de véhicules électriques est déployée en libre service dans les villes de Rueil-Malmaison et de Nice. IFPEN Energies nouvelles apporte son savoir-faire en stratégie de contrôle grâce à un superviseur d'énergie embarqué (SEE) développé en partenariat avec la société VU Log, spécialisée dans les systèmes d'information au service de la mobilité urbaine. Ce projet a reçu le soutien du fonds démonstrateur de l'Ademe. ■

Nouveau banc d'essai électrique pour l'étude des véhicules hybrides

IFPEN vient de se doter d'un banc électrique à petite échelle de puissance (1/20^e) pour l'étude des véhicules hybrides. Seul le moteur électrique existe, le moteur thermique et le véhicule étant simulés numériquement en temps réel. Ce banc permet — dans un premier temps et à un coût réduit — de mettre au point puis de valider la répartition des puissances électrique et thermique ainsi que le contrôle du moteur électrique. La validation de ce banc, qui inclut des composants entièrement conçus à IFPEN, a donné lieu au dépôt d'un brevet actuellement en cours. ■

■ Dossier

L'éolien offshore : un nouveau champ de recherche pour IFPEN Energies nouvelles

Le changement de nom de l'IFP en IFP Energies nouvelles (IFPEN) confirme l'évolution de l'entreprise vers les NTE et ouvre la voie à de nouveaux champs de recherche, parmi lesquels l'éolien offshore.



IFPEN est partenaire du projet Vertiwind, lancé par Technip début 2011. Il vise à concevoir, fabriquer, installer et tester un prototype préindustriel d'éolienne offshore flottante à axe vertical.

Depuis le 13 juillet dernier, l'IFP a cédé la place à IFPEN. Ce changement de dénomination a peut-être étonné à l'extérieur, mais en interne, il n'aura surpris personne. "Qui a suivi de près notre activité au cours de ces dernières années sait, en effet, que les énergies fossiles qui ont longtemps fait notre réputation ne représentent aujourd'hui qu'une partie de nos recherches, explique Sophie Jullian, Directeur scientifique d'IFPEN. Près de la moitié de nos travaux relèvent maintenant des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) : véhicules économes, hybrides ou électriques, biocarburants, chimie verte ou encore captage et stockage du CO₂".

Initié dès 2003 et inscrit dans le contrat d'objectifs 2006-2010, cet élargissement du périmètre d'activités de l'établissement n'est pas un effet de mode : il vise à apporter une réponse au double défi de la raréfaction des ressources et du climat, et s'appuie sur une vision de l'avenir où, pendant la transition énergétique, les hydrocarbures coexisteront avec d'autres formes d'énergies décarbonées.

Le changement de nom ne fait cependant pas qu'entériner cette évolution. Il traduit également l'engagement d'IFPEN à poursuivre sa mutation en empruntant des voies nouvelles comme la gestion de l'eau, les éco-industries et aussi les énergies marines renouvelables, qui font l'objet de ce dossier.

Inventer des éoliennes offshore flottantes...

Dans le cadre du renforcement de son positionnement sur les énergies renouvelables, IFPEN va mettre ses compétences acquises dans le domaine de l'offshore pétrolier au service de l'éolien. L'enjeu ? Installer ces générateurs d'électricité non pas sur terre ou sur des îlots artificiels, mais sur des structures flottantes. Daniel Averbuch, Responsable du programme "Énergies marines" et Éric Heintzé, Directeur Mécanique appliquée, expliquent en quoi cette technologie, encore largement à inventer, est prometteuse.

IFPEN s'intéressant aux énergies marines, n'est-ce pas un peu inattendu ?

Éric Heintzé : Pas du tout ! Pour en être persuadé, il faut rappeler qu'IFPEN a une grande expérience dans le domaine de l'exploration-production offshore. Nous disposons de fortes compétences aussi bien sur les plates-formes que sur les lignes d'ancrage, les conduites ou les ombilicaux qui assurent les liaisons fond-surface. Pourquoi ne pas les mettre au service des énergies marines ? Preuve que nous nous engageons dans ce domaine, l'une de nos nouvelles priorités stratégiques, "Énergies renouvelables", inclut le développement d'innovations sur les énergies marines.



Daniel Averbuch

Et depuis 2010, je co-anime un groupe de travail de l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (Ancre) dédié aux énergies marines, hydrauliques et éoliennes offshore.

Sur quelles énergies marines entendez-vous travailler ?

Daniel Averbuch : En 2009, une étude bibliographique très poussée, menée en interne, a permis d'analyser quatre thèmes où nous disposons de compétences et qui pourraient faire l'objet d'une valorisation industrielle dans les 10 à 20 prochaines années : l'éolien offshore, l'énergie thermique des mers — utilisant les différences de température entre le fond et la surface des océans —, l'énergie des courants de marées (hydrolienne) et l'énergie des vagues.

Par la suite, une analyse stratégique a montré que le secteur de l'éolien offshore, et plus particulièrement celui de l'éolien offshore flottant, offrait des segments d'activités sur lesquels nous pouvions valoriser nos compétences et présentait des perspectives intéressantes à moyen terme pour les côtes françaises, ainsi qu'à l'étranger.

Pourquoi ce choix ?

Daniel Averbuch : D'abord pour des raisons économiques : on estime à plus de 10 000 TWh/an le potentiel économique de l'éolien flottant. De plus, la France possède le deuxième domaine maritime mondial, donc une surface exploitable très intéressante. En outre, par rapport aux phénomènes observés à terre, les vents en mer sont plus intenses et réguliers avec une meilleure prédictibilité, ce qui permet d'anticiper la quantité d'énergie qui sera apportée au réseau. Enfin, pour des raisons de bathymétrie⁽¹⁾ : dans les pays d'Europe du Nord, dont les domaines maritimes sont de faible profondeur (généralement inférieure à 30 m), on assiste à une très forte progression



Éric Heintzé

de l'éolien offshore posé, basé sur des techniques similaires à l'éolien terrestre. Mais cette technologie ne peut être déployée que de manière limitée dans les eaux françaises, dont les profondeurs dépassent très vite les 50 mètres. D'où l'idée de développer des dispositifs ad hoc : des éoliennes flottantes, c'est-à-dire fixées sur une plate-forme ancrée sur le fond.

Cette technologie est donc entièrement nouvelle ?

Éric Heintzé : Il existe actuellement un seul prototype au monde d'éolienne offshore flottante de taille industrielle, Hywind, installé au large de la Norvège et qui a été mis au point dans le cadre d'un projet associant Statoil, Enova, Siemens, et Technip. Cette éolienne produit certes de l'électricité, mais de nombreuses questions restent posées, notamment celle de la rentabilité. L'éolien offshore flottant ne sera compétitif par rapport au posé qu'à condition de réussir à diviser par deux le prix des flotteurs. Il faut donc imaginer de nouveaux concepts, en s'appuyant sur nos compétences dans le domaine de l'offshore pétrolier, afin de proposer un couple flotteur/aérogénérateur technologiquement optimisé, adapté aux conditions maritimes et économiquement rentable.

Où en est IFPEN ?

Éric Heintzé : Le programme de recherche est mis en œuvre cette année. Il faudra revoir la conception de l'éolienne dans son ensemble et prendre en compte les exigences spécifiques de l'installation sur un flotteur. En effet, sur une éolienne classique, le système de production d'électricité se trouve au niveau des pales à une centaine de mètres au-dessus du sol. Mais dans le cas d'une éolienne offshore flottante, on aurait tout intérêt à fixer cette pièce de plusieurs centaines de tonnes au niveau du flotteur.

Nous allons reprendre un à un les différents éléments d'une éolienne pour voir comment les adapter au milieu marin. Nous prévoyons en particulier de revisiter la technologie des flotteurs pour en baisser le coût. Dans ce cadre, nous développons un logiciel de simulation du comportement dynamique des éoliennes flottantes. Ainsi, nous serons en mesure de construire une approche système complète et de proposer un premier design vers 2012-2013.

L'éolien offshore flottant est-il donc si différent de l'éolien offshore posé ?

Éric Heintzé : Aujourd'hui, les technologies d'éoliennes offshore fixes qui sont industrialisées sont une transposition en mer de ce qui se fait à terre. Mais avec le flottant, des problématiques spécifiques doivent être prises en compte. Et notamment la question de savoir s'il vaut mieux développer des éoliennes à axe vertical ou horizontal.

A-t-on une idée de la place que pourrait prendre cette technologie à l'avenir ?

Daniel Averbuch : Tout confondu, le secteur de l'éolien a eu, sur les 10 dernières années, une croissance moyenne à l'échelle mondiale de 30 % par an, pour atteindre fin 2009 une puissance installée de l'ordre de 160 gigawatts (dont 2 offshore). Rien que l'année dernière, plus de 37 gigawatts de nouvelles capacités ont été créés⁽²⁾.

La France ne possède pour l'instant aucun parc éolien offshore opérationnel. Pour 2020, le Grenelle de l'environnement a fixé un objectif de 25 gigawatts éoliens, dont 6 gigawatts devraient provenir des énergies marines.

Dans les 10 à 15 prochaines années, le développement de l'éolien offshore devrait donc être considérable. Avec un potentiel de création de plus de 150 000 emplois en Europe. Voilà, je pense, de quoi largement justifier nos efforts. ■

(1) Mesure de la profondeur des fonds marins.

(2) Source GWEC (Conseil mondial de l'énergie éolienne).

IFPEN : inventeur de procédés

Au sein de la direction Conception Modélisation Procédés, les chercheurs d'IFPEN développent les procédés de transformation chimique de la matière, depuis le laboratoire jusqu'aux réalités industrielles.

"Faire passer une idée du laboratoire à l'industrie" : telle est, explique Luc Nougier, son directeur, la mission de la direction Conception Modélisation Procédés d'IFPEN. En collaboration avec l'industriel qui portera le procédé sur le marché, plusieurs équipes, expertes en génie des procédés, sont chargées de transformer les résultats de laboratoires en procédés sûrs, économiquement et écologiquement viables, et facilement adaptables aux besoins du marché. Suivant le type de collaboration, IFPEN ira jusqu'à la validation finale avant mise sur le marché ou fournira à l'industriel les éléments lui permettant de réaliser cette phase finale de R&D.

Le secret pour mener à bien ce type d'opération ? Une méthodologie structurée qui permet d'identifier, très tôt, les verrous technologiques et économiques à lever dans le cadre de projets de développement pluridisciplinaires, faisant appel également aux compétences d'autres directions d'IFPEN : catalyse, biotechnologies, physico-chimie, thermodynamique, analyse, expérimentations pilotes, etc. Les concepts identifiés sont testés et mis au point sur des unités pilotes et les connaissances sont capitalisées dans des modèles à différentes échelles. Des simulateurs rendant compte du fonctionnement du procédé sont alors développés. Les résultats de ces modèles permettent de dimensionner les installations et alimentent des études technico-économiques visant à optimiser les schémas de procédés, et donc limiter les coûts, les consommations énergétiques ainsi que les impacts



Les unités pilotes d'IFPEN permettent de tester des procédés en sortie de laboratoire, pour extrapoler leur comportement à l'échelle industrielle.

environnementaux. Autant d'étapes qui relèvent du génie des procédés et font appel à des compétences et connaissances en cinétique, génie chimique, hydrodynamique, modélisation et simulation. Le partenaire industriel dispose ainsi des bilans en termes de quantités de matières utilisées et d'impacts environnementaux. Cela lui permet de parachever, avec l'appui éventuel d'IFPEN, le développement du procédé avant mise sur le marché.

La direction Conception Modélisation Procédés intervient dans des domaines très différents. Elle est présente en premier lieu dans les secteurs des carburants, de la pétrochimie et du traitement de gaz, au travers de collaborations conduites avec Axens ou Prosernat, et qui aboutissent à des procédés plus propres et plus efficaces. Mais elle est aussi présente dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie, avec le développement du captage du CO₂ ou de la synthèse de carburants et intermédiaires chimiques à partir de biomasse. Tel est le cas notamment du projet BioTfuel, conduit notamment avec plusieurs partenaires industriels. Il vise le développement d'une chaîne de procédés industriels de production de biocarburants de deuxième

génération (essentiellement diesel et kérosène) à partir de résidus agricoles et forestiers. La voie étudiée est celle du BTL dite "thermochimique indirecte". Elle comprend plusieurs étapes — torréfaction, gazéification de la biomasse, épuration du gaz de synthèse et réaction Fischer-Tropsch — faisant appel soit à des technologies qui existent déjà sur d'autres applications, soit à des technologies nouvelles. *"Dans tous les cas, explique Laurent Bournay, chef de projet IFPEN, il faut lever des verrous technologiques à chacune de ces étapes et améliorer le rendement matière de la filière."*

L'approvisionnement en matière première est également crucial : *"Le bois et la paille ne sont pas des ressources disponibles tout au long de l'année et partout en même quantité, explique Laurent Bournay. C'est pourquoi nous évaluons un procédé alternatif qui permettrait d'assurer la continuité de la production d'une usine. Il s'agit d'utiliser comme matière première, dans les périodes où la biomasse fait partiellement défaut, des mélanges de déchets végétaux avec des ressources fossiles ; le nom du procédé devient alors B-XTL."* Avec un espoir : faire de cette belle idée une réalité industrielle. ■

Document imprimé sur papier certifié 100 % FSC partiellement recyclé, dans une imprimerie labellisée Imprim'Vert.

Les rendez-vous de l'innovation est une publication d'IFP Energies nouvelles.
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.ifpenergiesnouvelles.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@ifpen.fr

