



## L'INVENTAIRE DES TECHNOLOGIES CLÉS

**E**lément important de la politique de soutien à l'innovation menée par le gouvernement, l'ouvrage référence *Technologies clés 2010* vient de paraître. Publié par les services du ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, il constitue une nouvelle fois un document de base utile pour les chefs d'entreprises désireux d'innover et d'affronter à terme la concurrence internationale. *Industries* présente ici, classées selon les huit grands domaines principaux d'activité économique de notre pays, l'essentiel des technologies porteuses d'avenir pour les entreprises françaises.



## Les technologies clés 2010

Comme les deux éditions précédentes, l'ouvrage Technologies clés 2010 se propose de dresser un inventaire complet des techniques de pointe qui devraient permettre à l'économie française de rester compétitive au cours des années à venir.

Ouvrage de référence qui s'inscrit dans la politique de soutien public à l'innovation menée actuellement par le gouvernement, la nouvelle édition de *Technologies clés* publiée tous les cinq ans par le ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie est disponible. Elle a fait l'objet d'une présentation officielle par François Loos, ministre délégué à l'Industrie, il y a quelques jours à Bercy. Comme les deux volumes précédents parus en 1995 et en 2000, il vise à dresser un inventaire aussi complet que possible des technologies dont la mise en œuvre devrait contribuer à améliorer notablement la compétitivité de l'économie française à l'horizon des cinq ou dix prochaines années. D'où le titre *Technologies clés 2010*. « En procédant à une diffusion relativement large de cette étude, souligne Philippe Bourgeois, plus spécialement chargé du suivi de ce dossier au ministère, l'administration apporte aux chefs d'entreprise une aide réellement significative. Elle leur donne en effet un certain nombre d'informations de base utiles à l'élabora-

tion de leur stratégie industrielle ou commerciale pour les périodes à venir. » Suite à un appel d'offres lancé au milieu de l'année 2004, la réalisation du projet Technologies clés a donc été confiée à un consortium de cinq sociétés spécialisées conduit par



L'ouvrage *Technologies clés 2010* vient de paraître.

le cabinet-consulting en innovation Erdyn. Un comité de pilotage composé d'une trentaine de personnalités et présidé par André Lebeau, ancien président du CNES et de Météo France, a été mis en place et les premiers travaux ont été lancés au début de l'année 2005. Au total, c'est plus d'une centaine d'experts venus aussi bien du secteur public que du secteur privé et couvrant un champ très large de l'activité économique du pays qui se sont mobilisés pour assurer le bon déroulement de l'opération. Après une première phase de préparation qui a duré quelques semaines, une quarantaine de réunions ont été organisées pendant près de six mois. Huit groupes de travail ont ainsi pu échanger des idées et confronter leurs points de vue. Des déplacements dans les régions, en Alsace, dans le Centre, dans le Nord - Pas-de-Calais et en Rhône-Alpes, ont également été organisés. Quant à la phase ultime de rédaction de l'ouvrage, elle s'est achevée à la fin du printemps dernier. « Pour rester en cohérence avec les études précédentes, explique Philippe Bourgeois, nous avons considéré comme technologies clés celles qui correspondent à des applications susceptibles d'être mises sur le marché à l'horizon 2010-2015. »

Autre critère important : la dimension internationale, et notamment européenne, des projets évoqués. Bref, c'est finalement 83 technologies distinctes (sur un total d'environ 250) qui ont été retenues. Elles ont ensuite été regroupées selon huit grands domaines d'applications représentatifs de l'ensemble des domaines d'activité économique de notre pays. Vient en tête le secteur des technologies de l'information et de la communication avec 17 technologies répertoriées qui devance de peu le secteur des transports avec 16 technologies. On trouve ensuite ex-aequo en troisième position l'énergie-environnement et les technologies du vivant avec 12 technologies.

## Une véritable mine d'informations

En cinquième place, viennent les méthodes de production avec 10 technologies devant les matériaux, 8 technologies et le bâtiment, 5 technologies. C'est l'activité distribution-consommation qui ferme la marche avec seulement 2 technologies retenues. Un classement qui ne préjuge pas forcément d'un ordre de priorité pour l'avenir. Car, compte tenu de leur caractère transversal, nombre des technologies présentées dans cette troisième édition pourraient sans difficulté être mises en œuvre hors de leur secteur d'application principal. Exemple : la carte à puce sans contact, classée dans les nouvelles technologies, devrait trouver à terme des applications importantes aussi bien

dans le secteur de l'énergie que dans celui de la distribution ou du bâtiment. Quoiqu'il en soit, outre une série de développements sur le contexte économique national ou international général, l'ouvrage *Technologies clés 2010* présente, pour chacune des technologies recensées, une fiche pratique contenant une description technique détaillée ainsi qu'un certain nombre de domaines d'application possibles. On y trouve également une liste précise des centres de formation, des laboratoires, des entreprises françaises et des pôles de compétitivité concernés ainsi que les références de leurs principaux concurrents en Europe et dans le monde. Il en résulte une véritable mine d'informations qui, mises bout à bout, permettent de se faire une idée assez précise de l'évolution prévisible du paysage économique de la France de la décennie à venir.

Cette nouvelle édition constitue, comme les deux précédentes, un document de référence utile pour les dirigeants d'entreprises mais aussi pour toutes les structures d'accompagnement intéressées. On pense aux administrations de l'Etat, aux collectivités territoriales, aux chambres consulaires et aux organismes d'aide à la création d'entreprise. Bref, à tous les acteurs économiques qui s'efforcent d'aider notre pays à affronter dans de bonnes conditions une compétition internationale sans aucun doute de plus en plus vive. ■



D.R.

## Trois questions à André Lebeau, président du comité de pilotage de Technologies clés 2010

### Industries : Quelles sont les grandes orientations de l'innovation technologique pour les prochaines années ?

**André Lebeau :** Trois grandes tendances se dégagent. Tout d'abord, l'innovation va être de plus en plus fortement marquée par la croissance des moyens informatiques. Ce qui ouvre des perspectives nouvelles en termes de simulation numérique, de CAO, de marquage informatique et de diffusion de ces technologies dans l'ensemble des secteurs industriels. Deuxième tendance, l'importance prévisible des externalités économiques. C'est-à-dire de l'ensemble des apports complémentaires liés à l'utilisation des technologies nouvelles. Exemple : l'isolation d'un bâtiment a un impact qui dépasse le simple chiffre d'affaires du constructeur à la fois sur la facture énergétique du pays et la protection de l'environnement... D'une manière générale, les considérations relatives au développement durable ont fortement marqué les choix de nos experts et l'édition 2010 présente de

nombreuses technologies permettant de réduire les externalités négatives. Principaux domaines concernés : l'énergie, l'environnement, l'alimentation et les transports. Enfin, l'étude met en avant une idée forte : la nécessité pour les pays développés de maintenir leur niveau d'excellence dans la maîtrise des systèmes informatiques complexes. Car il est possible que des pays émergents comme la Chine ou l'Inde qui ne maîtrisent, pour l'instant, que des « morceaux » de technologies puissent acquérir bientôt un savoir-faire comparable au nôtre.

### Industries : Les 83 technologies clés répertoriées dans l'étude doivent-elles être considérées seulement à l'échelle nationale ?

**A. L. :** Certainement pas. La capacité technologique d'un pays ne peut s'apprécier aujourd'hui qu'au niveau européen. Le monde de la recherche l'a compris et les industriels commencent, eux aussi, à s'europaniser. Ainsi, la dimension européenne, et notamment celle du 7<sup>e</sup> PCRD qui sera lancé en 2007, a été largement prise en compte tout au long de nos travaux. Tout comme la

dimension régionale : le lancement de l'étude a coïncidé avec celui de l'appel à projets concernant les pôles de compétitivité. Nous avons donc articulé les technologies clés de notre ouvrage avec les 66 pôles labellisés par le gouvernement. Et seules huit d'entre elles n'ont pu être rattachées à aucun pôle.

### Industries : Comment va s'organiser la diffusion de vos travaux ?

**A. L. :** L'évolution technologique ne s'arrêtant jamais, il serait dommage de marquer une nouvelle pause de cinq ans avant la publication de la prochaine édition. C'est pourquoi nous avons suggéré de maintenir une activité de veille destinée à mettre à jour l'étude en continu. Sur le plan pratique, l'environnement technologique mis en œuvre pour le site internet [www.tc-2010.fr](http://www.tc-2010.fr) pourrait être utilisé, à condition qu'il soit régulièrement mis à jour et qu'il fasse l'objet d'une promotion active auprès des entreprises petites et moyennes. En effet, si les grandes entreprises ont les moyens d'être à la pointe de l'information, il n'en va pas de même des entreprises de taille plus modeste.

## TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

**Domaine d'activité particulièrement diversifié, les technologies de l'information et de la communication devraient contribuer longtemps encore à l'amélioration de notre vie quotidienne.**

Le secteur des TIC devrait jouer un rôle de premier plan en faveur de la compétitivité de l'économie française au cours des prochaines années. Rien d'étonnant à cela : après plus d'un demi-siècle de développement rapide et continu, il représente aujourd'hui en France, comme dans la plupart des pays occidentaux, environ 6 % de notre produit intérieur brut. Et la quasi-totalité des experts estime que cette activité particulièrement diversifiée, qui regroupe des branches aussi variées que l'électronique grand public, le matériel informatique, les équipements de télécommunication, l'édition de logiciels avec tous les services associés, devrait connaître pendant longtemps encore des taux de croissance supérieurs à ceux de l'économie en général : 6 % par exemple l'an dernier contre 1,4 %.

Pourquoi un tel optimisme ? Tout simplement parce que les efforts de recherche consentis dans ce domaine sont considérables (environ 20 % des dépenses de R&D des entreprises françaises) et que les investissements y sont à la fois nombreux et importants. En effet, si les industriels restent les plus gros consommateurs de nouvelles technologies, chacun a pu en observer la diffusion rapide chez les particuliers au cours des dernières années. A l'ère de la convergence numérique, ces technologies sont portées par les grandes demandes en matière d'applications à destination de l'utilisateur final : connexion à



**Les entreprises du secteur des TIC consacrent environ 20 % de leurs dépenses à la R&D.**

haut débit, intégration de fonctions intelligentes dans le quotidien, traitement et stockage des données, sécurité... Avec plusieurs tendances lourdes, parmi lesquelles la miniaturisation extrême (dans cinq ans, on saura faire tenir un PC entier sur une seule puce), l'optimisation des investissements logiciels, l'autonomie des systèmes informatiques ou encore l'interactivité des moyens audiovisuels, créant une réalité virtuelle qui permettra au spectateur d'être au cœur de l'action. Autant de perspectives qui ont conduit à distinguer dix-sept technologies regroupées en cinq grandes catégories à explorer au cours des prochaines années : les technologies de base pour la fabrication de plus en plus miniaturisée des équipements et des systèmes communicants, les technologies permettant le développement de nouvelles applications à base de logiciels, les technologies destinées à favoriser le transport et la distribution des données numérisées, les technologies permettant la capture et la diffusion des contenus (la notion relativement récente d'interopérabilité) et, enfin, les technologies destinées à accroître la coopération entre les hommes et les machines. Autant de travaux de recherche sur lesquels plusieurs plateformes européennes sont déjà largement engagées (Medea+, Eurimus2, Pidea+, Celtic, Itea...) et qui devraient déboucher sur des applications susceptibles sans aucun doute d'améliorer notablement la vie quotidienne de nos concitoyens mais aussi de contribuer largement à la hausse de la productivité dans notre pays. La plupart des économistes estiment en effet qu'au cours des dix dernières années, le développement des technologies a contribué, de manière directe et indirecte (car les TIC sont dites diffusantes), à l'amélioration de la croissance de la productivité en Europe à hauteur de 40 %. ■



temps toujours plus courts des phénomènes toujours plus complexes. Exemple : le calcul d'aéroélasticité d'un avion complet est désormais possible et s'effectue avec des niveaux de performance atteignant plusieurs milliards

### Modélisation, simulation, calcul

Apparue au début des années 1960, la technologie de la simulation numérique a fait depuis lors des progrès gigantesques. On arrive ainsi à simuler dans des

d'opérations par seconde. « *Technologie éminemment transversale*, souligne Jacques Duysens, directeur de la division Energie et industrie de la société de services CS, *la simulation haute performance peut intervenir dans de multiples domaines d'application : l'industrie manufacturière, les sciences du vivant, la météorologie ou encore l'environnement. Ce qui fait dire aux Américains qu'elle est LA technologie clé.* » Elle peut en effet aussi bien servir à maintenir à niveau un arsenal nucléaire en l'absence de tout essai atomique réel

qu'à étudier des accidents automobiles sans détruire de véhicules ou à connaître artificiellement les conséquences du vieillissement d'un produit industriel... Une technologie qui est appelée à connaître de nouveaux développements en France avec le projet IOLS (Infrastructures et outils logiciels pour la simulation) porté actuellement par le pôle de compétitivité System@tic Paris Région. Il réunit 24 partenaires dont 12 groupes industriels, neuf laboratoires et trois PME. Démarrage des travaux avant la fin de l'année.

## MATÉRIAUX-CHIMIE

**Concurrence internationale et préservation de l'environnement. Pour répondre à ces deux défis, les industriels du secteur Matériaux-chimie sont engagés dans une course à l'innovation.**

Papier, bois, caoutchouc, matières plastiques, produits métalliques... Particulièrement hétérogène tant sur le plan des produits fabriqués que des processus de production mis en œuvre, le secteur Matériaux-chimie représente dans notre pays un volume d'activité important. L'éventail est large : des matériaux de construction lourds et peu coûteux, destinés prioritairement aux marchés nationaux, aux métaux rares dont les prix élevés sont fixés par la loi de l'offre et de la demande mondiale. Avec un chiffre d'affaires de plus de 200 milliards d'euros l'an dernier, il reste traditionnellement un fournisseur de matière première de l'ensemble des autres branches industrielles du pays. Ses deux défis majeurs aujourd'hui : la préservation des ressources naturelles (avec le problème du recyclage des produits transformés et plus largement celui du développement durable) ainsi que l'accroissement de la concurrence internationale.

Telle est la raison pour laquelle les industriels concernés travaillent beaucoup actuellement à l'élaboration de matériaux sans cesse plus performants tant sur le plan de la légèreté que de la transparence, la corrosion, la résistance au feu ou la conduction électrique... mais aussi sur celui du toucher, de la couleur ou de l'aspect extérieur. Explication : la démarche stratégique de nombre d'entreprises consiste désormais à vendre non plus un simple produit mais une réelle « qualité d'usage ». Cette évolution devrait déboucher

à terme sur une spécialisation extrême des produits qui seraient ainsi destinés principalement à de véritables marchés de niches. Outre la mise au point des nouveaux produits, c'est toute la chaîne de fabrication qui devra alors être revue. Le choix définitif d'un matériau résultant d'un véritable compromis entre le coût de production, les performances recherchées, les autres fonctionnalités éventuelles et une certaine aptitude à la mise en œuvre.

Second aspect : l'ensemble des problèmes liés à la préservation de l'environnement ou à la mise en œuvre d'une véritable politique de développe-

**Le secteur Matériaux-chimie : un poids lourd de l'économie avec un chiffre d'affaires de plus de 200 milliards d'euros en 2005.**



## Fonctionnalisation des matériaux



Le constat a de quoi surprendre : l'air de nos logements est souvent plus dangereux pour la santé que l'air extérieur. Explication : les nouvelles technologies de la construction qui, en assurant une isolation trop parfaite, favorisent la concentration de certains éléments contaminants. La

solution ? Une technologie développée par le papetier Ahlstrom en partenariat avec l'Ademe, le CNRS, l'Ecole de chimie de Rennes et l'Ecole centrale de Lyon et qui pourrait remplacer les purificateurs à l'ozone et les filtres à charbon actif. « *Reposant sur l'utilisation combinée des rayons ultra-violet et de la photocatalyse*, précise Joseph Dussaud, directeur de la R&D chez Ahlstrom, elle permet de se débarrasser des odeurs, des champignons, des bactéries et des virus présents dans les atmosphères confinées. » Leader mondial des papiers spéciaux, la société a capitalisé une expérience de dix ans avant de mettre au point et de commercialiser ce nouveau matériau. Le produit intéresse les hôpitaux mais aussi les sociétés liées à l'élevage, l'agriculture, l'environnement ou encore les sociétés viticoles. Ne dégageant aucune émission polluante, il utilise la lumière ambiante et suscite de ce fait également l'intérêt des constructeurs automobiles.

ment durable. Concernant l'énergie, l'eau, les déchets ou les émissions de gaz à effet de serre, ils varient sensiblement d'une branche d'activité à une autre. Dans l'industrie de la première transformation des métaux,

il s'agit surtout de réduire les besoins en énergie nécessaires à la fabrication des produits. L'industrie papetière est, quant à elle, fortement consommatrice d'eau alors que, dans l'industrie chimique, les enjeux concernent essentiellement l'impact environnemental et sanitaire aussi bien des produits que des procédés de fabrication.

Bref, deux grandes catégories de contraintes qui font que le cahier des charges du secteur Matériaux-chimie a tendance à s'alourdir d'année en année et que les industriels concernés se trouvent engagés dans une course à l'innovation quasi-permanente. ■

## BÂTIMENT

**Améliorer l'efficacité énergétique de l'ensemble du parc immobilier français : tel est le défi que le secteur de la construction est bien décidé à relever au cours des prochaines années.**

Avec l'ensemble des services immobiliers associés, le secteur du bâtiment reste l'un des plus grands pourvoyeurs d'emplois en Europe : 12 millions de salariés actuellement dans l'ensemble des Etats membres de l'Union européenne. Un domaine également important pour la France qui y occupe le troisième rang, derrière le Royaume-Uni et l'Allemagne, tant en termes d'emploi que de valeur ajoutée. Autre donnée essentielle : la France est le pays européen qui compte le plus grand nombre d'entreprises de dimension internationale dans le secteur de la construction.

Comment maintenir une telle position sur un marché qui tend aujourd'hui à s'europaniser avec les dernières directives communautaires concernant les normes des matériaux et l'attribution des marchés publics ? En augmentant le caractère durable de tous les bâtiments. Une approche qui conduit à réaliser des avancées significatives sur chacune des étapes

### Systèmes d'enveloppe de bâtiment

Eclairage, isolation thermique, protection acoustique, ventilation, sécurité, esthétique... « L'enveloppe » d'un bâtiment désigne l'ensemble des fonctions susceptibles de jouer un rôle clé dans le niveau de ses besoins énergétiques. Elle est en quelque

sorte, l'interface du bâtiment avec son environnement extérieur. Un enjeu d'autant plus important que l'habitat représente actuellement le premier poste de notre consommation énergétique totale : 40 % contre 32 % pour les transports et 28 % pour l'industrie. « Si les maisons étaient correctement isolées, affirme Didier Roux, directeur R&D du groupe Saint-Gobain, la part de l'habitat dans la facture énergétique de la France pourrait tomber à 7 % ! ».

Pour y parvenir, la firme Saint-Gobain dépense chaque année environ 150 millions d'euros en R&D. Premier matériau étudié : le verre pour lequel il est indispensable de trouver de

nouveaux moyens de réduire les déperditions de chaleur. Le groupe travaille également sur la laine de verre ainsi que sur de nouveaux produits isolants plus minces et tout aussi efficaces. Autre axe de recherche : les mortiers destinés à la rénovation des façades et les éclairages dits électro-luminescents qui permettraient de réaliser des murs ou des vitrages éclairants particulièrement économes en énergie.

Les perspectives de marché sont d'autant plus attractives qu'aujourd'hui moins de la moitié du parc immobilier français ancien (les logements construits avant 1975) a fait l'objet d'une véritable réhabilitation.



ST GOBAIN



**Le secteur du bâtiment emploie actuellement 12 millions de salariés dans les Etats-membres de l'UE.**

de la filière, depuis la mise en chantier jusqu'à la démolition éventuelle des constructions. Ce qui est déjà le cas avec la démarche HQE (Haute qualité environnementale) qui implique une prise en compte des impacts environnementaux tout au long de la vie du bâtiment : la conception, la construction, la gestion, l'utilisation et la démolition.

Autant de considérations qui ont conduit à répertorier cinq technologies clés susceptibles de répondre aux trois grandes tendances marquant l'évolution du secteur de la construction depuis quelques années déjà. Elles concernent tout d'abord les matériaux pour lesquels on réclame des produits plus performants sur le plan environnemental, c'est-à-dire des produits élaborés à partir de produits recyclés ou issus de la biomasse. Autre exigence : des matériaux à haute valeur ajoutée possédant des fonctionnalités nouvelles. Exemples : les matériaux autonettoyants ou les matériaux capables de stocker et de restituer la chaleur.

Deuxième domaine d'évolution importante : le processus de construction lui-même où de nombreuses innovations devraient apparaître au cours des années à venir. Elles concerneront des outils d'aide à la conception et à la planification permettant de déboucher sur une véritable « industrialisation » du secteur. On pense par exemple à la mise en œuvre hors chantier de modules préfabriqués qui pourraient ensuite être assemblés sur le terrain. Il s'agit non seulement d'améliorer l'efficacité du processus de construction mais aussi de mieux intégrer les souhaits du client. Car, troisième tendance importante, la demande évolue : les exigences aussi bien en termes de confort que de santé ne cessent d'augmenter. Principaux domaines concernés : l'eau, l'air et la température. En effet, si la prise en compte des problèmes énergétiques a déjà engendré des progrès considérables en matière d'isolation, c'est désormais l'enveloppe toute entière du bâtiment qui est appelée à évoluer. On parle beaucoup à cet égard des bâtiments à énergie positive qui pourraient produire plus d'énergie qu'ils n'en consomment grâce à la mise en œuvre de matériaux nouveaux et de systèmes d'énergie renouvelable tels que les panneaux photovoltaïques, les capteurs solaires ou encore les sondes géothermiques.

## ÉNERGIE- ENVIRONNEMENT

**Grâce à des investissements de recherche importants, le secteur Energie-environnement entend conserver les positions internationales de premier plan qu'il occupe aujourd'hui.**

**P**roduction et distribution énergétique, fourniture et traitement de l'eau, gestion des déchets... Pour la France, l'activité Energie-environnement constitue sans aucun doute un domaine d'excellence. Avec des entreprises comme Alstom, Areva, EDF, Total, Gaz de France, Suez ou Veolia, elle occupe en effet des positions de tout premier plan dans le monde. Comment les préserver face aux problèmes nouveaux auxquels cette industrie se trouve aujourd'hui confrontée ? On pense aussi bien à l'accès aux ressources en énergie ou en eau qu'à leur exploitation à long terme. Sans oublier l'impact de leur utilisation sur l'environnement et sur la santé.

Autant de problèmes d'ordre général qui se doublent de contraintes liées à l'évolution propre de chacune des branches d'activité concernées. Dans l'énergie, il faut assurer des prix compétitifs, garantir la sécurité d'approvisionnement et contribuer à l'indépendance énergétique du pays. Dans le domaine de l'eau, il faut parvenir partout à des niveaux de qualité acceptables aussi bien pour l'environnement que pour la santé des personnes. Enfin, en matière de déchets, il faut faire face à l'accroissement des quantités produites.

Bref, une série de problèmes qui, au-delà de l'action pédagogique indispensable pour convaincre nos concitoyens de modifier leurs comportements, en matière de consommation énergétique notamment, et pour les sensibiliser aux risques sanitaires, devraient générer un volume important de dépenses de recherche. A cet égard, deux tendances communes à l'ensemble de l'activité Energie-environnement apparaissent : l'importance croissante de la métrologie environnementale avec la multiplication des capteurs susceptibles d'analyser différents milieux et le recours à des applications nouvelles dérivées des biotechnologies. On peut citer la valorisation de la biomasse, le traitement des déchets fermentescibles ou des effluents industriels.

Les pistes de recherche commencent à être connues du grand public. Chacun sait désormais que l'énergie constituera l'un des enjeux majeurs de notre siècle. Alors que les réserves en hydrocarbures iront en diminuant, la demande mondiale ne cessera de croître : + 60 % pour les trente prochaines années estiment la plupart des spécialistes. D'où le pari des énergies renouvelables que la France entend promouvoir à l'avenir. Un mix énergétique combinant énergie



**Pour assurer son approvisionnement énergétique, la France mise aussi sur les énergies renouvelables.**

nucléaire, combustibles fossiles et sources d'énergies renouvelables semble en effet indispensable en attendant la fusion nucléaire dont l'exploitation industrielle ne peut guère être envisagée avant le milieu du siècle.

D'autres technologies sont également en train de voir le jour. Elles concernent par exemple la purification et le recyclage des eaux usées ainsi que le modes de collecte ou de tri des déchets industriels ou ménagers. ■

### Carburants de synthèse issus de la biomasse

Mis au point à la fin des années 1970 au lendemain des deux grandes crises pétrolières, les biocarburants sont produits à partir des matières premières végétales. On distingue ainsi l'éthanol et l'ETBE issus de plantes sucrières ou de céréales et destinés aux moteurs à essence d'une part et les esters méthyliques d'huiles végétales destinés aux moteurs diesel d'autre part. « La difficulté technique de l'usage de ces huiles, explique Yvon Le Hénaff, directeur général d'ARD, un laboratoire de recherche privé spécialisé dans le raffinage de



produits issus de la biomasse, porte sur leur compatibilité avec les moteurs actuels : il y a en effet un risque important de dégradation de la combustion, d'émission de particules polluantes et de formation de dépôts qui encrassent les moteurs. » Au-delà d'un certain seuil, l'utilisation des

biocarburants n'est donc possible que sur des véhicules spécialement adaptés. De plus, des développements techniques visant à améliorer les rendements de conversion de la biomasse sont actuellement à l'étude. Reste également à étudier les problèmes de coût : pour l'instant, en effet, les biocarburants ne sont pas compétitifs par rapport aux carburants issus du pétrole. L'an dernier, c'est moins de 500 000 tonnes de biocarburants qui ont été consommés en France et le gouvernement s'est fixé, pour 2007, un niveau de production de l'ordre de 1,3 million de tonnes.

## TECHNOLOGIES DU VIVANT, DE LA SANTÉ ET DE L'AGROALIMENTAIRE

**L'avenir des technologies du vivant réside dans l'amélioration de l'efficacité des médicaments et dans l'équilibre nutritionnel des consommateurs.**

**A**griculture, industrie agroalimentaire, pharmacie, produits de toilette, détergents, textile, habillement, cuir, chaussures... ces technologies du vivant, de la santé et de l'agroalimentaire regroupent l'ensemble des secteurs industriels (avec les services qui leur sont liés) dont la fonction essentielle est de répondre à nos besoins quotidiens. Une « famille » de produits particulièrement importante pour l'économie française. Avec un chiffre d'affaires global de l'ordre de 280 milliards d'euros elle participe grâce à des marques comme Danone, L'Oréal ou Sanofi-Aventis à l'équilibre de la balance commerciale de notre pays. Nombre total de salariés en France : 1,6 million environ.

Un vaste domaine donc pour lequel les préoccupations relatives à la qualité des produits et à la santé des consommateurs ont pris au cours des dernières années une importance croissante. On se souvient des problèmes liés à la listéria, à la vache folle ou au poulet contaminé par la dioxine. Telle est la raison pour laquelle l'essentiel des technologies clés retenues (dix sur un total de douze) intéresse la recherche médicale de pointe. On y trouve en effet des termes aussi savants que Transgénèse, Protéomique, Thérapie génique, Vectorisation ou Vaccins recombinants et qui évoque largement le domaine des biotechnologies. Une discipline en plein développement pour laquelle les chercheurs français bénéficient d'une réputation internationale de premier



D.R.

**Se nourrir, se soigner, s'habiller, etc. Les produits qui répondent à nos besoins quotidiens atteignent un chiffre d'affaires de l'ordre de 280 milliards d'euros.**

### Contrôler les allergies alimentaires

Plus de 150 millions de personnes aux Etats-Unis et en Europe : les allergies alimentaires constituent aujourd'hui un véritable problème de santé publique. En France, on estime à plus de 3 %, le nombre de personnes touchées (8 % même chez les enfants). Autre chiffre inquiétant : le nombre des pathologies de forme sévère aurait quintuplé depuis le début des années 1980. L'explication du



G. DONATI/SHIRCOM

phénomène ? Sans doute l'évolution de nos habitudes alimentaires mais aussi certaines interactions dues à l'introduction d'additifs dans les produits alimentaires.

D'où la recherche de nouveaux médicaments « anti-allergie ». Un domaine dans lequel la France dispose aujourd'hui d'une certaine avance. On peut citer le cas de la société DBV Technologies, une jeune entreprise fondée par deux pédiatres gastro-entérologues et un ingénieur qui connaît,

quatre ans seulement après sa création, un réel succès grâce au patch de diagnostic des allergies aux protéines du lait de vache qu'elle a mis au point. Utilisée à l'origine pour les nourrissons, la technologie du E patch basée sur l'électrostatique devrait permettre bientôt de diagnostiquer de nouveaux types d'allergies et contribuer à soigner certaines d'entre elles. « Cette technologie est non invasive, indolore et elle permet d'utiliser des molécules réactives à la température ambiante », explique Jorge Ronco, directeur R&D de DVB.

plan. « D'une manière générale, peut-on lire dans Technologies clés 2010, la pharmacie est en train de passer de l'influence de la chimie à celle de la biologie. » Depuis le début de la décennie 2000, le chiffre d'affaires des biomédicaments a été multiplié par trois et on estime aujourd'hui que 40 % des nouvelles molécules mises sur le marché sont d'origine biologique. Autre donnée importante : 80 % des biomédicaments commercialisés l'an dernier étaient destinés à traiter des pathologies lourdes et à fort besoin non satisfait, les maladies cardiovasculaires ou neurovégétatives notamment. A noter également l'émergence dans la recherche médicale d'une véritable pluridisciplinarité qui devrait permettre de raccourcir sensiblement la durée de mise au point des médicaments. Autant de technologies qui commencent à se diffuser dans les secteurs de la parfumerie (la vectorisation, par exemple, qui permet d'augmenter l'efficacité et l'innocuité des produits) et du textile où les matériaux techniques et fonctionnels apportent une rupture technologique indispensable pour pénétrer certains marchés très spécialisés.

Enfin, deux technologies clés sont aujourd'hui au cœur des préoccupations des nombreux industriels du secteur de l'agroalimentaire : l'alimentation pour le bien être et la santé et le contrôle des allergies alimentaires. ■

## TRANSPORTS

**L'industrie du transport doit s'adapter à de nouveaux impératifs : réduire les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre.**

**A**utomobile, ferroviaire, naval ou aéronautique... Comme ses voisins européens, l'Allemagne et le Royaume-Uni notamment, la France dispose historiquement d'une industrie des moyens de transport particulièrement performante. Dans le domaine automobile, par exemple, les constructeurs ont réalisé un chiffre d'affaires global largement supérieur à 100 milliards d'euros pour une production de l'ordre de 6 millions de véhicules (9 % environ de la production mondiale). On connaît également la vitalité de notre industrie ferroviaire et de notre industrie aéronautique pour lesquelles deux pôles de compétitivité à dimension mondiale ont été labellisés dans le Nord et dans le Sud-Ouest de la France.

Mais l'industrie des transports est aujourd'hui confrontée à plusieurs obstacles majeurs. Avec la hausse du prix des produits pétroliers et les contraintes environnementales relatives aux émissions de gaz à effet de serre, il s'agit de réduire notablement la consommation énergétique globale de l'ensemble du secteur. A cette fin, 16 technologies clés distinctes ont été retenues. Outre celles qui visent à l'amélioration des infrastructures de transport sur le territoire national, elles s'ordonnent autour de deux axes principaux : la motorisation d'une part et l'habitacle d'autre part. En matière de motorisation, l'utilisation du pétrole et du gaz devrait rester prépondérante quelque temps encore. Elle pourra toutefois être complétée progressivement par des carburants de synthèse ou des



**Le moteur hybride (thermique et électrique) : une solution moins gourmande en carburant.**

combustibles issus de la biomasse, en attendant la pile à combustible envisageable uniquement comme une solution à long terme. Autre idée : le moteur hybride qui couplerait un moteur thermique et un moteur électrique. En ce qui concerne l'habitacle, les travaux de recherche porteront sur la mise en œuvre de matériaux nouveaux susceptibles d'alléger le poids des véhicules, le remplacement des fonctions mécaniques par des fonctions électroniques, la réduction du bruit et l'aérodynamisme des formes.

Enfin, autre thème de réflexion pour le long terme : la place de l'homme dans les systèmes de transport intelligent. Comment décongestionner l'accès au centre des villes ? Comment améliorer les transports urbains collectifs ? Comment mettre en place une véritable intermodalité des systèmes de transport ? Autant de débats qui sont lancés mais pour lesquels aucune rupture technologique majeure ne peut être attendue avant l'horizon 2010. ■

### Moteurs à pistons

Invention du début du XIX<sup>e</sup> siècle, le moteur à pistons a encore de beaux jours devant lui. Même s'il doit faire face aujourd'hui, à une série de défis redoutables : diminuer sa consommation énergétique et réduire ses émissions de gaz à effet de serre tout en augmentant son rendement.

On estime pourtant que les moteurs Diesel ou à essence des prochaines années pourraient consommer de 25 % à 30 % de moins que les moteurs actuels. « Pour le moteur Diesel par exemple, explique Alain Le Douaron, chef du département Systèmes énergétiques à la direction R&D de Renault, on attend beaucoup de la combustion HCCI (Homogeneous



charge compression ignition), fonctionnant à basse température et limitant les émissions de particules, ainsi que des nouveaux systèmes d'injection. »

Dans le même temps, des programmes de recherche sont consacrés à la mise au point de technologies dites de post-traitement des rejets telles que les filtres à particules et les systèmes de catalyse dédiés aux oxydes d'azote. En ce qui concerne les moteurs à essence, la technologie envisagée est celle de l'injection directe. Elle repose sur des concepts et des systèmes, comme la combustion par auto-inflammation ou la distribution électronique variable, mais qui ne devraient pas être exploitables avant une dizaine d'années. Une course de longue haleine donc pour un marché important qui représente actuellement, chaque année, quelque 60 millions d'unités vendues dans le monde pour un parc de véhicules particuliers dix fois plus important.

## DISTRIBUTION- CONSOMMATION

**Après la grande distribution, les secteurs financier et de service aux entreprises bénéficieront des technologies permettant l'authentification et la traçabilité des produits.**

**R**egroupant l'ensemble de ce qu'il est convenu d'appeler les fonctions supports de l'activité économique, le secteur distribution-consommation couvre des secteurs aussi variés que la banque, l'assurance, les services financiers, les sociétés-conseil, l'ingénierie, l'architecture, la sécurité, les entreprises spécialisées dans

### Technologies d'authentification

Phénomène inquiétant : la contrefaçon touche aujourd'hui environ 10 % du commerce mondial. Et elle ne s'attaque plus seulement aux marchés du luxe : elle devient capable de reproduire des produits techniques relativement complexes. Comment alors distinguer le faux du vrai ? Deux grandes méthodes d'authentification des produits sont disponibles sur le marché. Soit les techniques d'analyse permettant de connaître les qualités intrinsèques d'un objet : techniques isotopiques, biologie moléculaire, cristallographie, fluorescence... Des techniques traditionnelles certes mais qui ne cessent d'évoluer. Soit les

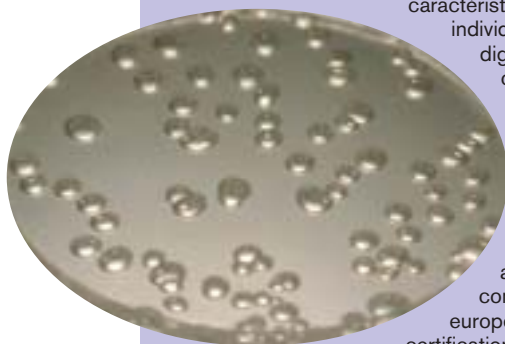
techniques biométriques ciblées sur les caractéristiques intrinsèques d'un individu : les empreintes

digitales mais aussi l'iris ou la rétine. Un

domaine dans lequel la France est bien placée tant au niveau académique, avec l'Inra de Clermont-Ferrand, qu'au niveau industriel avec des entreprises comme Ecocert, leader européen du contrôle et de la certification des produits issus de

l'agriculture biologique, ou comme

Eurofins, leader mondial des analyses biologiques pour l'authentification. Autre exemple : celui du laboratoire de recherche Novatec, spécialisé dans les composants électroniques. Cette entreprise a eu l'idée d'un procédé d'identification nommé Prooftag (une pastille de résine translucide très résistante dans laquelle des bulles d'air se laissent emprisonner lors de son durcissement) qui permet de garantir en un temps record l'origine, l'authenticité et l'intégrité d'un produit. « *Le tout pour un coût équivalent à celui d'une carte à puce* », précise Franck Bourrières, son directeur général, qui affirme être en mesure de transférer son procédé d'identification aux cartes bancaires. Selon lui, la Chine et les Etats-Unis seraient même prêts à industrialiser ce procédé.



D. R.

**Sécurité et confidentialité : les cartes à puces et la biométrie offrent de grandes perspectives.**



l'aide aux entreprises... et bien entendu l'ensemble du commerce de gros et de détail. Un vaste secteur qui a été largement marqué, au cours de ces dernières années, par des mouvements de concentration relativement importants. Autre point commun à chacune de toutes ses composantes : elles doivent établir avec leurs clients des relations de confiance empreintes à la fois de sécurité et de confidentialité. D'où l'importance des travaux de recherche consacrés tant à la traçabilité des transactions ou des produits qu'aux techniques d'authentification des personnes ou des biens.

C'est ainsi que, dans les banques et dans les assurances, on travaille beaucoup à l'amélioration de la gestion des systèmes de sécurité. Solutions envisagées : la multiplication des sites de sauvegarde, le développement du cryptage des transactions électroniques ou la reconnaissance des caractéristiques génétiques des individus. Dans l'ensemble des activités de conseil aux entreprises, l'évolution des économies occidentales vers des « économies de la connaissance » conduit les spécialistes à mettre au point des outils informatiques de recherche intelligente, la mise en réseau de bases de données de première importance et la gestion de systèmes complexes. Autres domaines techniques en plein bouleversement : les systèmes de contrôle d'accès, d'alarme, de détection et de télésurveillance. Dans toutes ces activités liées à la sécurité, les techniques d'identification et d'authentification, par les cartes à puces et la biométrie font l'objet de recherches approfondies.

En matière de commerce de gros et de détail, les enjeux concernent avant tout les problèmes liés à l'acheminement des produits vers leurs points de vente. Ils portent donc sur l'efficacité de la logistique ainsi que sur l'authentification et la traçabilité des produits. Des technologies comme celle des puces RFID (elles fonctionnent par l'intermédiaire d'un système de radiofréquence) sont déjà au point : une simple étiquette se transforme en une puce associée à une antenne qui permet de reconnaître des objets à distance. D'autres technologies pourraient permettre une traçabilité encore plus grande des produits périssables : en cas de rupture dans la chaîne du froid, des lecteurs RFID donneraient immédiatement l'alarme. Evidemment, la technologie RFID ne va pas remplacer immédiatement les 500 milliards de codes-barres aujourd'hui en circulation. Mais elle semble bien être la voie de l'avenir... ■

## TECHNOLOGIES ET MÉTHODES DE PRODUCTION

**Comment moderniser son outil de production et améliorer ses méthodes de travail ? Des techniques permettent de s'adapter aux exigences des consommateurs actuels.**

Équipements industriels d'une part et méthodes de production d'autre part : tout ce qu'il est convenu d'appeler la productique constitue l'un des enjeux majeurs de l'industrie française face à la concurrence des pays à bas salaires. « *Les atouts de l'industrie française*, peut-on lire dans l'ouvrage Technologies clés 2010, *résident d'une part dans les méthodes et les outils permettant l'augmentation constante de la productivité et d'autre part dans les capacités d'innovation et de production à haute valeur ajoutée.* » Une affirmation importante dans une période où la plupart des industriels français semblent décidés à procéder à une relance de leurs investissements.

Pour eux, il s'agit en effet de répondre aux exigences des consommateurs. Tout d'abord, pouvoir accéder au rythme soutenu de l'innovation et suivre la réduction des délais nécessaires à la mise sur le marché d'un produit. Ensuite, les préoccupations environnementales poussent à l'amélioration de la qualité des produits et à la diminution des pollutions liées à la mise en œuvre des processus de production. Enfin, l'utilisation des « systèmes complexes » rend nécessaire la mise au point de méthodes de travail permettant de garantir la fiabilité et la sûreté de fonctionnement des installations.

Bref, autant de phénomènes qui devraient conduire les industriels à envisager une modernisation significative de leur outil de production et de leurs méthodes de travail au cours des années à venir. Sur quelles bases ? Les experts du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie ont répertorié à cet égard 10 technologies clés. Au-delà des différents aspects

**L'automobile, un secteur représentatif du concept « d'entreprise étendue » dans l'économie moderne.**



### Méthodes et outils de co-conception

Tendance de plus en plus forte de l'industrie française : la production industrielle d'un objet fait intervenir un nombre quelquefois important d'entreprises. Conséquence : la conception d'un

(ou de plusieurs éléments) d'un produit se trouve confiée à un fournisseur situé en amont sur des spécifications transmises par le donneur d'ordre. Il est alors indispensable pour l'ensemble des partenaires concernés de constituer ensemble une véritable communauté de méthode et de calendrier. « *Dans la plupart des secteurs concernés*, indique Pierre Devalan, du Cetim (Centre technique des industries mécaniques), *les sous-traitants de rang 1 se sont parfaitement adaptés au nouveau système. Mais il n'en va pas toujours de même pour les sous-traitants de rang 2 qui*

*ne disposent pas toujours d'outils de travail adaptés.* ». D'où l'idée du programme Acamas, lancé l'an dernier par le Cetim, pour sensibiliser un millier de PME du secteur de la mécanique à l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Les entreprises intéressées bénéficient d'un diagnostic gratuit de leur système d'information. Elles ont également la possibilité d'assister à des séminaires d'information et d'être accompagnées dans la mise en place de nouveaux outils. Autre volet de l'action du Cetim qui s'inscrit davantage dans le long terme : la mise au point de logiciels « légers » de co-conception utilisables par les PME, avec notamment des modules adaptés aux différentes professions de l'industrie mécanique.

techniques qui concernent aussi bien les outils de conception des produits que les machines et les équipements de production, elles s'ordonnent autour de deux idées essentielles. Premièrement, la production industrielle d'un objet ne repose plus aujourd'hui sur une seule entreprise mais sur un groupement d'entreprises de toute tailles plus ou moins liées entre elles. Une manière de souligner l'importance croissante de la sous-traitance, de la co-traitance voire même du concept « d'entreprise étendue » dans l'économie moderne. Cette évolution ne peut déboucher, à terme, que sur une modification importante de la relation client-fournisseur et sur un changement significatif des méthodes de travail.

Seconde idée : la compétitivité des entreprises en France, comme dans les autres pays développés, passe désormais par une maîtrise complète des coûts de conception et de fabrication des produits. Ce qui entraîne plusieurs conséquences pratiques. Elles concernent la nécessité pour les entreprises de disposer d'un outil de production extrêmement flexible et de mutualiser certains moyens avec leurs fournisseurs voire même avec leurs concurrents. ■