

RDT info



Commission européenne

Magazine de la recherche européenne

42 | Août 2004

ISSN: 1023-9006

Energie durable

La fée hydrogène

Images satellites

Terra cognita

12

Sûreté alimentaire

Sus aux mycotoxines

29

Editorial

Le rapport publié au début juillet par l'UNAIDS sur l'épidémie de sida est, comme l'année passée, alarmant: 5 millions de nouveaux cas d'infection par le virus HIV et 3 millions de décès du sida en 2003, 38 millions de séropositifs dans le monde aujourd'hui, une progression devenue très rapide en Asie et en Europe centrale et orientale.

Egalement inquiétant est le fait que l'on cherche vainement, dans le document, une référence à un programme et à une stratégie de recherche à la mesure du problème. A part quelques mots sur la recherche de vaccins, les recommandations onusiennes concernent essentiellement la prévention (éducation, campagnes d'information et de sensibilisation).

Les séropositifs n'auraient-ils donc plus rien à espérer de la science? Les chercheurs baisseraient-

Un projet *Manhattan* pour la recherche?

ils les bras devant cette épidémie qui leur résiste? Le débat est-il condamné à rester focalisé uniquement sur la question de l'accès aux traitements actuels, sans pouvoir envisager des stratégies de recherche pour mieux guérir et éradiquer ce mal?

Le document reflète une réalité regrettable. Exception faite de quelques initiatives modestes et à court terme, l'ONU ne s'est jamais donnée et donc ne possède pas de véritable compétence en matière de recherche. Il n'existe donc pas d'instance capable d'insuffler une stratégie internationale cohérente dans ce domaine ni d'intégrer la recherche dans un plan d'action global, et surtout capable de dépasser la compétition qui sévit entre les différentes agences sur le terrain.

Ne pourrait-on, au plan mondial, insuffler une dynamique de coopération et de synergies scientifiques susceptibles de progresser dans la lutte contre cette maladie de plus en plus menaçante? C'est en tout cas l'exemple que donne, à son

échelle, la mobilisation affichée au cœur de l'Espace européen de la recherche. Car ce que le document ne dit pas, c'est que, avec une mise de fonds limitée mais une très réelle valeur ajoutée, le travail de nombreuses équipes européennes a aujourd'hui un rôle d'entraînement essentiel au sein de la recherche mondiale dans ce secteur.

S'inspirant de l'expérience réussie pratiquée – au nom de la paix, mais à quel prix? – pendant la Seconde guerre mondiale, l'humanité aurait ainsi bien besoin d'un ambitieux et international projet *Manhattan*, cette fois médical et humanitaire, pour la recherche sur le sida. Et quand on réalise le nombre de problèmes actuels qui nécessitent d'être abordés au niveau global au moyen d'une stratégie cohérente intégrant largement la recherche et le développement technologique, on peut imaginer ou rêver d'une telle approche pour la recherche mondiale. Mais la catastrophe du sida permet-elle de rêver encore? ■

DOSSIER

Energie durable

La fée hydrogène

Jusqu'il y a peu, on voyait dans les piles à combustible une solution de la "voiture propre de demain". Désormais, on envisage l'avènement d'une véritable "économie de l'hydrogène". Car cet élément, inépuisable à l'échelle de la planète, peut devenir un vecteur énergétique aussi important que l'électricité. Ses avantages? Il peut être produit dans un premier temps par reformage des hydrocarbures, mais aussi en s'appuyant sur les énergies renouvelables (donc sans émissions de CO₂). Il peut être aisément stocké – ce qui n'est pas le cas de l'électricité. Il renforcera considérablement l'indépendance énergétique de l'Europe.



3 L'hydrogène arrive...

6 Le legs de Romano Prodi

7 Côté piles

9 L'heure H₂

Images satellites

12 Terra cognita

La Terre, vue du ciel, est impressionnante et belle. D'autant plus belle que les images satellitaires "recréées" par l'équipe de PlanetObserver sont traitées avec des procédés techniques d'harmonisation et de colorisation exceptionnels. Au-delà de leur valeur esthétique, ces photographies permettent de décoder l'état de la planète. Démographie et santé, déforestation et désertification, atteintes à la biodiversité et aux océans... L'observation "d'en haut" avertit des dangers "d'en bas".



Communication

18 Parlez-vous science?

Chercheurs, journalistes, décideurs, grand public... Tout le monde semble d'accord sur la nécessité de "dire" et "montrer" la science à travers un langage clair, compréhensible, sans pour autant être réducteur et simpliste. Une gageure? Les assises européennes sur la communication de la science, qui se sont tenues en mai dernier, ont fait le point sur ce thème "d'actualité".



Points de repères

20 La science à portée de main – Nouvelles en bref – Opinion – Tableau des appels – Agenda – Publications

Sûreté alimentaire

29 Sus aux mycotoxines

Des céréales aux fruits et légumes, les mycotoxines peuvent être présentes dans de nombreuses denrées alimentaires. Ces molécules toxiques, d'une stabilité impressionnante, peuvent résister à la cuisson et aux processus de transformation industrielle. Des scientifiques européens, rassemblés dans le *Mycotoxin Prevention Cluster*, analysent les moyens de prévenir les consommateurs contre ce problème de santé publique.



Slovénie

32 Petit pays, haut niveau

Portrait de la recherche dans un pays de deux millions d'habitants, résolu à tenir son rang dans la société de la connaissance. Tradition d'ouverture, volonté de développement de la recherche, participation active aux programmes européens, la Slovénie est bien armée pour jouer dans la cour des grands.



Slovaquie

35 Des chercheurs combattifs

Peu de crédits nationaux, une "fuite des cerveaux" préoccupante, mais également des scientifiques qui "en veulent" et des centres de très bon niveau. Pour poursuivre leurs travaux de R&D, les Slovaques jouent résolument la carte de la coopération transnationale. Le programme-cadre européen représente pour eux un atout stratégique.



Portrait

38 Parcours d'un Hollandais volant

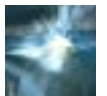
"J'avais 11 ans et la télévision montrait Neil Armstrong mettant le pied sur le sol lunaire." A 45 ans, André Kuipers, médecin-astronaute, s'est embarqué à bord de Soyouz vers la Station spatiale internationale. Une mission de neuf jours pour approfondir notamment des aspects de la physiologie et de la biologie cellulaire dans le cadre du programme scientifique Delta.



Risques naturels

40 Les scélérates des mers

Murs d'eau en forme de pyramide pouvant atteindre une trentaine de mètres de haut, les "vagues monstres" surgissent à peu près n'importe quand et n'importe où et sont capables de détruire les plus grands navires et les plates-formes off-shore. Le projet *MaxWave* suggère des mesures d'alerte et des normes de construction maritime pour contrecarrer ce phénomène, responsable de la mort de 540 marins en vingt ans.



Avertissement

Ni la Commission européenne ni aucune personne agissant au nom de la Commission ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication ou des erreurs éventuelles qui, malgré le soin apporté à la préparation des textes, pourraient y subsister.

© Communautés européennes, 2004

Reproduction autorisée, moyennant mention de la source

Magazine d'information sur la recherche européenne, RDT info est publié – en anglais, français et allemand – par l'Unité Information et Communication de la DG Recherche de la Commission européenne.

Éditeur responsable: Michel Claessens

Tél.: +32 2 295 9971 - Fax: +32 2 295 8220

E-mail: research@cec.eu.int

Ce numéro a été tiré à 84 000 exemplaires

Toutes les éditions de RDT info, ainsi qu'une version en espagnol, sont consultables en ligne sur le site Web de la DG Recherche: europa.eu.int/comm/research/index_fr.cfm

L'hydrogène arrive...

Depuis près de deux ans, le concept de l'économie de l'hydrogène est devenu l'un des fondements majeurs autour duquel l'Union européenne axe l'ensemble de sa politique énergétique durable pour les prochaines décennies. Pourquoi cette option centrale, qui implique aussi toute la recherche sur l'énergie, s'impose-t-elle avec autant de force?

Il y a une dizaine d'années, c'était au plus une "alternative encore lointaine", une "perspective du futur". L'accent n'était d'ailleurs pas tellement mis sur l'hydrogène en tant que tel, mais bien sur la "pile à combustible". Cette option technologique, jusque là peu familière du grand public, était principalement présentée comme la formule susceptible de faire rouler, de façon totalement propre, les "voitures de demain".

Le temps de l'auto électrique

C'était l'époque où il devenait assez évident que le "tout fossile" en matière de transport – et à d'autres usages – aurait une fin. A plus ou moins longue échéance, les ressources s'épuiseraient et la menace du changement climatique commencerait à être prise au sérieux.

La première alternative développée a été la voiture électrique – en version "pure" ou en version hybride –, dotée de batteries rechargeables. Beaucoup de recherches ont été – et sont toujours – menées dans cette voie et ont amené des progrès significatifs. Diverses flottes de véhicules sortis de cette filière circulent aujourd'hui. Particulièrement appropriée pour la lutte contre la pollution en milieu urbain, cette génération de la voiture électrique à 100% se heurte cependant aux limites de son autonomie et à la lourdeur des opérations de recharge. Une large préférence est donc donnée aux véhicules hybrides, certes intéressants à bien des égards, mais qui ne peuvent que diminuer – et non supprimer – la dépendance aux combustibles pétroliers.



Pour un budget de 54 millions €, dont près de 18 millions € apportés par l'Union, un projet européen de démonstration particulièrement ambitieux, baptisé *Cute* (Clean Urban Transport for Europe), fédère un large consortium de près d'une trentaine de participants. Il rassemble des développeurs de piles à combustible, des constructeurs de véhicules, des industries de la filière hydrogène, des opérateurs de transports urbains et des autorités municipales. Objectif: mettre en service, en condition réelle, une flotte de 27 prototypes de bus à hydrogène, propres et silencieux, dans les réseaux de transport public de neuf cités européennes. Les infrastructures d'approvisionnement ont été construites en 2003 et les premiers bus livrés dans plusieurs villes. Des "essais" ont commencé à Porto, Madrid, Stockholm, Stuttgart et Londres. Un autre projet de démonstration appelé *Ectos* est en cours à Reykjavik (Islande) où trois bus circulent et sont ravitaillés par de l'hydrogène produit à partir d'énergies renouvelables.

Virage vers les PaC

Par rapport aux accumulateurs rechargeables, la *pile à combustible* (PaC) s'est dès lors renforcée comme une alternative résolument séduisante. Le principe, connu depuis des lustres, est presque trop beau pour être vrai. De l'hydrogène, combiné à l'oxygène de l'air ambiant, produit du courant capable d'alimenter le moteur d'un véhicule. En lieu et place des gaz d'échappement des moteurs à combustion interne, le résidu est de l'eau et un peu de chaleur... Taux d'émission théorique en CO₂ et autres polluants nuisibles à l'environnement et à la santé: zéro. Ces piles cumulent deux autres avantages appréciables: haut rendement énergétique et absence de nuisance sonore.

Au cours des années '90, l'impulsion donnée au développement des PaC, centrée principalement sur la filière automobile très impliquée dans ce mouvement, s'est ainsi considérablement amplifiée. En Europe, aux Etats-Unis, au Canada et au Japon, des programmes publics ont financé des contrats associant des organismes de recherche et des entreprises. Ainsi, à la fin de la décennie '90, les deux grands projets européens *Fever* (emmené par Renault et Volvo) et *Hydro-Gen* (PSA-Peugeot-Citroën) ont débouché sur la présentation des premières "voitures-prototypes à PaC", dotées de performances routières convaincantes.





Parallèlement, DaimlerChrysler et Opel-GM ont également élaboré leur programme intensif de démonstration avec leurs modèles respectifs *Necar* et *HydroGen*.

La sortie de ces prototypes a un immense mérite: ceux-ci démontrent que les potentialités de la filière PaC sont bien réelles. En même temps, ces réussites donnent à voir le *gap* immense qui sépare un tel concept innovant de son application étendue. Car, dans les structures énergétiques actuelles de la société où le pétrole est roi, ces voitures de demain ne peuvent que rester des "curiosités" non commerciales. Une véritable mutation, beaucoup plus globale, est nécessaire si l'on veut donner à cette nouvelle génération de véhicules la moindre chance de pénétrer un jour le marché.

L'hydrogène entre en scène

La problématique des piles à combustible a ainsi commencé à embrasser une approche inédite et renouvelée de l'ensemble de l'équation énergétique du monde contemporain. Un nouveau concept global a surgi: celui de l'économie de l'hydrogène. A partir de 2002, les responsables de l'Union en feront un véritable cheval de bataille d'une politique européenne de l'énergie durable (voir encadré).

Qu'est-ce qui motive et que recouvre un tel axe stratégique? Ressource "élémentaire" particulièrement abondante à l'échelle de notre planète – non seulement dans l'immensité de ses eaux océaniques et fluviales, mais aussi dans l'ensemble du monde organique, depuis la biomasse jusqu'aux hydrocarbures eux-mêmes –, l'hydrogène apparaît potentiellement comme une gigantesque manne à haute capacité de libération d'énergie. Face au lancinant problème climatique qui taraude aujourd'hui la société humaine, sa mise en valeur massive permet-

En savoir plus

- **Page du HLG Hydrogen and Fuel cells** sur le site Recherche-Energie de la DG Recherche
europa.eu.int/comm/research/energy/nn/nn_rt_hlg1_en.html
- **Rapport Hydrogen and fuel cells: a vision of our future**
europa.eu.int/comm/research/energy/pdf/hlg_vision_report_en.pdf
- **Rapport Market development of alternative fuels**
europa.eu.int/comm/energy_transport/envir/2003_report_en.pdf

Contacts à la DG Recherche

- **William Borthwick**
et **Joaquin Martin-Bermejo**
william.borthwick@cec.eu.int
joaquin.martin-bermejo@cec.eu.int

Alliance avec les énergies fluctuantes



Un atout primordial de l'hydrogène est la perspective de pouvoir en disposer de manière proprement *inépuisable*. L'eau est, en effet, l'un de ses réservoirs majeurs. Pour l'en extraire, il faut cependant passer par le biais de l'électrolyse, c'est-à-dire par une fourniture d'énergie électrique. Loin d'être un handicap, cette étroite alliance hydrogène-électricité, incluant le stade amont, est susceptible de changer du tout au tout l'équation énergétique de demain. Leur synergie ouvre une voie royale à l'exploitation des énergies renouvelables fluctuantes – le vent, le soleil et les vagues. Celles-ci, par nature, butent sur une énorme difficulté à s'intégrer dans l'approvisionnement électrique actuel où l'offre doit sans cesse répondre à l'immédiateté de la demande. Leur utilisation dans l'économie de l'hydrogène, où elles pourraient être *stockées*, peut lever cet obstacle et constituer un marché susceptible de rentabiliser efficacement ces ressources précieuses.

trait de faire chuter de façon drastique les émissions de CO₂.

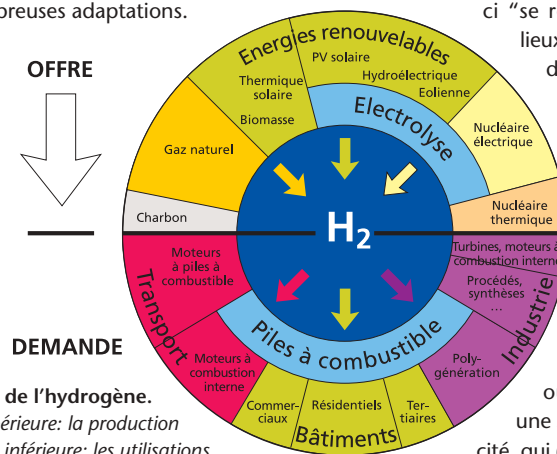
Mais l'hydrogène n'en reste pas moins une ressource paradoxale. Il n'existe nulle part sur Terre à l'état isolé. Il faut donc d'abord le produire, moyennant le recours à d'autres sources énergétiques primaires. Deux procédés pour ce faire sont déjà accessibles: on peut, d'une part, extraire l'hydrogène des ressources fossiles, tout en capturant et séquestrant les émissions de CO₂; d'autre part, il peut aussi être obtenu en procédant à l'électrolyse de l'eau. Une fois produit, l'hydrogène peut ensuite être stocké et transporté. Ces opérations, dont la faisabilité est déjà établie, exigent de nombreuses adaptations.

D'une fée à l'autre

C'est dès lors sur les avantages de cet enchaînement *production-stockage-transport* que se fonde la perspective innovante de l'économie de l'hydrogène. Dans cette approche, l'hydrogène n'est plus considéré comme un carburant direct (tel qu'il l'est dans les fusées ou lorsqu'il alimente un moteur à combustion interne), mais, bien plus largement, comme un nouveau *vecteur énergétique*.

Il est en cela comparable au vecteur universel par lequel transite une quantité essentielle de nos approvisionnements en énergie, à savoir l'électricité. Produite dans des centrales, celle-ci "se rend", via des câbles, sur des lieux de consommation. Révolution déterminante dans l'histoire technologique de l'humanité, ne l'avait-on, à ses débuts, baptisée la *Fée Electricité*?

De la même manière, l'hydrogène obtenu dans des unités de production peut être acheminé par pipelines ou par camions-citernes. Mais, en outre, la possibilité de le stocker, avant ou après transport, représente une supériorité décisive sur l'électricité, qui (en dehors des batteries rapide-



Synthèse de l'économie de l'hydrogène.

Partie supérieure: la production

Partie inférieure: les utilisations.

ment épuisables et d'assez faible capacité) est mise en circulation dans le réseau de distribution et consommée dès l'instant où elle est produite. Pour les véhicules, son stockage d'attente peut ainsi avoir lieu dans des "stations-services" où il est ensuite délivré "à la pompe", comme l'essence ou le diesel⁽¹⁾. Embarqué dans leur réservoir, le vecteur hydrogène peut alors alimenter les piles à combustible de bord pour produire le courant nécessaire à des véhicules équipés de moteurs électriques. La nouvelle *Fée Hydrogène* amène en quelque sorte du courant sans fil.

La description de cette chaîne vectorielle explique pourquoi, désormais, les résultats prometteurs des PaC ne peuvent que se conjuguer avec une approche très ambitieuse fondée sur cette nouvelle *économie de l'hydrogène* radicalement mutante. Les constructeurs automobiles, objectivement séduits par cette révolution

technologique, ne peuvent, en effet, aller de l'avant que si tout un système global de production, de distribution et d'utilisation se met progressivement en place. Celui-ci doit être pensé et mis au point en termes de recherche, puis testé et réalisé au prix d'énormes investissements concertés.

Les conséquences d'un tel développement infrastructurel dépasseraient largement le seul domaine des transports. A une échelle embrassant l'ensemble des besoins énergétiques de la société, la *Fée Hydrogène* deviendrait alors l'alliée décentralisatrice de la *Fée Electricité*... Les recherches actuelles étudient déjà des prototypes de piles à combustible stationnaires de grande dimension. Celles-ci peuvent satisfaire, de façon délocalisée, une vaste demande industrielle, agricole, tertiaire ou résidentielle en électricité – ainsi qu'en chaleur (via la cogénération) et en énergie mécanique.

Les dimensions et les retombées de cette *nouvelle économie* – sans rapport avec la bulle virtuelle d'Internet qui fit long feu aux alentours de l'année 2000 – constituent donc un enjeu énorme. Mûri en étroite collaboration avec les milieux industriels intéressés, le pari sur l'hydrogène apparaît désormais comme une issue viable et durable à l'impasse dans laquelle la "primauté des combustibles fossiles" enferme le système énergétique mondial à l'horizon des prochaines décennies. A cela s'ajoute, pour l'Europe, la préoccupation de plus en plus inquiétante de sa dépendance énergétique.

(1) Dans la mesure où la production d'hydrogène (voir ci-après l'article L'heure H₂) peut également être effectuée à une échelle très décentralisée, par exemple au niveau d'un bâtiment résidentiel, le "plein d'hydrogène" pourrait également se faire lorsque le véhicule est au garage...

Chronologie d'un engagement européen



Octobre 2002. Loyola de Palacio, Commissaire responsable de l'énergie et des transports, et Philippe Busquin, en charge de la recherche, mandatent un Groupe de haut niveau (HLG) – composé de représentants de l'industrie automobile, du secteur de l'énergie, du monde de la recherche et des décideurs politiques – pour établir les bases d'une vision intégrée de la stratégie de l'Union à l'égard du rôle de l'hydrogène et des piles à combustible dans la perspective d'une politique énergétique durable à l'horizon des prochaines décennies.



Juin 2003. "L'alliance de l'hydrogène et de l'électricité représente l'un des moyens les plus prometteurs pour accéder à une énergie durable." Cette conclusion, largement étayée, résume le rapport final du HLG – *Hydrogène et Piles à combustible: une vision pour notre avenir* –, présenté à Bruxelles lors d'une grande conférence en forme d'Etats généraux. Insistant cependant sur la complexité d'une transition efficace pour relever une telle mutation, dans laquelle la compétition entre l'Europe, les Etats-Unis et le Japon s'annonce rude, le Groupe recommande une augmentation substantielle des budgets de R&D dans ce domaine – de la recherche fondamentale aux programmes de validation.



Septembre 2003. Le Président de la Commission, Romano Prodi, donne à ce dossier une priorité majeure. Il est décidé de mettre sur pied une *Plate-forme technologique "Hydrogène et PaC"*, secondée par un Conseil consultatif, qui ont la charge de définir et de mener des actions de RDT concrètes.

Sur le plan des moyens, outre les budgets pouvant être affectés par le sixième programme-cadre à ce domaine, la Commission inscrit ce dernier au cœur de *L'Initiative européenne pour la croissance*. Dans ce cadre, ce thème est désigné comme faisant partie des *Programmes*

à lancement rapide (Quick Start), dont le but est d'apporter un soutien à des projets de partenariats d'investissements publics et privés dans les infrastructures et les réseaux et dans le développement des connaissances, avec l'appui de la *Banque européenne d'investissement*. Une enveloppe budgétaire de près de 2,8 milliards € sur dix ans est ainsi dédiée aux projets *Hypogen* – construction d'une centrale pilote de production couplée d'hydrogène et d'électricité à grande échelle – et *Hycom* – développement d'un certain nombre de "villages hydrogène", démontrant le concept, à un niveau décentralisé, d'une production stationnaire d'électricité et de chaleur, conjointement avec l'alimentation de systèmes de transport à PaC.



Automne 2003. La question de l'hydrogène avait été inscrite au menu des résolutions adoptées lors du sommet USA-UE de juin 2003. Suite à cela, au mois de novembre à Washington, a été lancé un *Partenariat International pour l'Economie de l'Hydrogène* initié par les Etats-Unis auquel sont associés la Commission européenne et quatorze autres pays.



Janvier 2004. La *Plate-forme technologique "H₂ et PaC"* est formée et tient sa première assemblée générale. Majoritairement composée de représentants des industries les plus en pointe dans ce domaine, elle est placée sous la présidence de Jeremy Bentham, directeur de *Shell Hydrogen*, filiale du groupe pétrolier, et des vice-présidences de Herbert Kohler, en charge de la recherche environnementale du constructeur automobile DaimlerChrysler, et du Prix Nobel Carlo Rubbia, président de l'ENEA en Italie. Le démarrage des actions concrètes sélectionnées dans le cadre de la Plate-forme est attendu avant la fin 2004.

En savoir plus

- Les programmes Quick Start
http://europa.eu.int/eur-lex/fr/com/rpt/2003/com2003_0690fr01.pdf



Le concept de l'économie de l'hydrogène est devenu, depuis 2003, un axe stratégique de développement durable que le Président sortant de la Commission européenne,

Romano Prodi, lègue à la politique énergétique de l'Union pour les décennies à venir.

Le legs de Romano Prodi

■ *Comment, durant votre mandat, cette option s'est-elle imposée comme une priorité essentielle?*

Romano Prodi – En réalité, l'Union européenne avait identifié le potentiel de l'hydrogène et des piles à combustible depuis longtemps, tant au niveau de ses politiques que de ses programmes de recherche. Le *Livre Blanc sur le Transport* et le *Livre Vert sur l'Énergie* – qui constituent le cadre actuel de la politique européenne dans ces domaines stratégiques – ont déjà souligné fortement le rôle que peut jouer l'hydrogène pour rencontrer deux objectifs essentiels de la politique européenne: la réduction de sa dépendance énergétique et celle des émissions de gaz à effet de serre.

L'atout primordial de l'hydrogène est que nous pouvons le produire à partir de différentes sources d'énergie primaire – fossiles, nucléaires et renouvelables. Cela signifie qu'il correspond à la stratégie européenne visant à combiner un recours aux ressources fossiles en les *décarbonisant* et à augmenter progressivement la part des énergies renouvelables – ce qui devrait, je crois, être notre but à long terme. En outre, l'hydrogène est un des rares vecteurs énergétiques permettant d'introduire ces énergies dans le secteur des transports.

Durant ces deux dernières années, nous avons vu un nombre sans précédent de nouvelles initiatives significatives, non seulement au sein de l'Union mais dans le monde entier, pour tracer de façon efficiente les voies d'accès à l'économie de l'hydrogène. Nous savons qu'il s'agit d'un processus à long terme et que nous avons besoin de le démarrer immédiatement. Il faut, pour cela, adopter une stratégie de recherche et des décisions politiques cohérentes afin de faire tomber les importantes barrières – pas seulement d'ordre technique – que rencontre cet objectif. Nous avons également besoin de mieux coordonner les efforts des Etats membres et créer des opportunités pour

que les acteurs de ce processus puissent en assurer la progression. Telle est la mission de la nouvelle *Plate-forme technologique européenne de l'hydrogène et des piles à combustible* et du *Conseil consultatif* mis en place en janvier de cette année.

■ *Cela suppose des investissements énormes de R&D ainsi que des développements d'infrastructures venant s'ajouter à ceux, considérables, déjà nécessaires dans d'autres domaines, tels l'espace, la société de l'information, les réseaux de transports...*

Une implication significative du secteur public, au niveau de l'Union et à différents niveaux nationaux, est essentielle, dans une première phase, pour stimuler les recherches, puis les phases de développement et de déploiement initial, et partager les risques. Nous attendons, en contrepartie, que le secteur privé – y compris les PME – s'investisse activement, dès maintenant, dans cet objectif et devienne effectivement le moteur de cette mutation.

Le rôle de la Commission est de proposer les instruments adéquats pour cette implication industrielle. Ainsi, l'actuelle *Initiative européenne pour la croissance* comporte déjà des projets sur l'hydrogène dans le cadre d'un *Programme Quick Start*, pour répondre aux importants besoins d'investissements, à la fois publics et privés, dans les infrastructures, les réseaux et la connaissance. L'objectif est de susciter un *effet de levier* financier par la création de partenariats public-privé, en coopération avec les Etats membres et la Banque européenne d'investissement. Des mesures politiques et des incitants

pour l'amorçage des marchés peuvent être créés, à l'instar des actions entreprises dans le programme *Intelligent Energy Europe*.

■ *L'avènement de l'économie de l'hydrogène intéresse aussi les compétiteurs de l'Europe que sont les Etats-Unis et le Japon. Quelle place y a-t-il pour une coopération internationale sur un objectif qui n'aura de sens que s'il est partagé à l'échelle de la planète?*

Les Etats-Unis mettent en œuvre des programmes de recherche et de développement très ambitieux dans les domaines de l'hydrogène et des piles à combustible. Au cours du dernier Sommet transatlantique USA-Europe, le Président Bush et moi-même avons confirmé notre volonté de collaborer pour accélérer le développement de l'économie de l'hydrogène dans le cadre global de notre coopération sur l'énergie.

L'Union a également des accords bilatéraux de coopération scientifique et technique avec d'autres pays qui jouent un rôle important dans ce secteur, comme le Japon et le Canada. Depuis 2003, dans le cadre de

“ L'hydrogène répond à deux objectifs essentiels de la politique européenne: la réduction de sa dépendance énergétique et celle des émissions de gaz à effet de serre. ”

l'*International Partnership for the Hydrogen Economy (IPHE)*, les Etats-Unis, la Commission européenne, la France, l'Allemagne, l'Italie et le Royaume-Uni approfondissent leur coopération avec dix autres pays, notamment la Russie et les principaux pays émergents, comme le Brésil, la Chine et l'Inde. Nous espérons que l'IPHE pourra influencer une transition rapide vers une économie de l'hydrogène basée sur des sources énergétiques propres et durables. ■

Côté piles

Les recherches sur de multiples technologies de piles à combustible sont en effervescence. Cette diversification ouvre la voie à de nombreuses offres d'énergie non polluante, qui vont des véhicules aux centrales électriques, en passant par des applications portables.

La pile à combustible (PaC) est une "très vieille innovation". Très simple, le principe de base de son fonctionnement a été découvert et démontré, dès 1839, par le physicien anglais William Grove (voir schéma). Pendant plus d'un siècle, la primauté du développement des machines thermiques et des accumulateurs électriques éclipsa cependant cette invention. Celle-ci ne fut plus guère étudiée en dehors de certains développements en laboratoire, restés sans écho.

Coup de pouce venu de l'Espace

La première, la recherche spatiale remettra à l'honneur l'usage contemporain des PaC. Dans les années '60, la NASA choisit, en effet, de se tourner vers des générateurs de ce type pour équiper les engins des programmes *Gemini* et *Apollo*. Le développement des technologies très spécifiques des PaC utilisées dans l'Espace n'a cessé de progresser et de s'appliquer depuis lors.

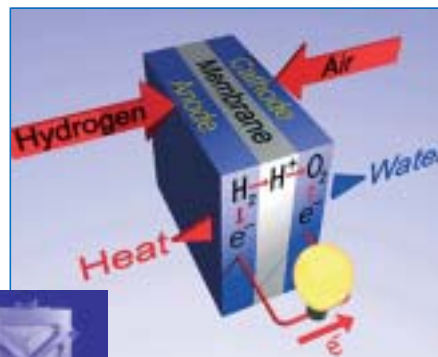
A partir des décennies '70 et '80, cette démonstration spatiale a conduit, surtout outre-Atlantique et au Japon, à un intérêt croissant pour cette filière, en particulier dans le monde de l'automobile et pour diverses applications dites "stationnaires". Ces recherches ont ouvert une grande diversification des options technologiques. Outre l'alimentation classique des premières piles nécessitant de l'hydrogène pur (obtenu par électrolyse), se sont développées des PaC fonctionnant avec de l'hydrogène produit par *reformage* d'hydrocarbures (essence, gaz naturel, éthanol), mais également à partir de méthanol provenant de la biomasse et du gaz carbonique. Cet élargissement du spectre des combustibles diminue certes la "propreté" du procédé, en réintroduisant des émissions de carbone,

mais sans commune mesure, toutefois, avec les nuisances des moteurs à combustion interne. En revanche, le reformage a considérablement accru l'intérêt des piles à combustible en autorisant des processus de production d'hydrogène largement répandus et maîtrisés sur le plan industriel.

Une famille nombreuse

Par ailleurs, la diversification porte sur les types d'électrolyte à travers lesquels transitent les ions H^+ ou O^- , en fonction du type de PaC. On trouve ainsi des piles à potasse alcaline (développées principalement dans le secteur spatial), à l'acide phosphorique (technologie la plus "mature" à l'heure actuelle, mais limitée dans ses applications), à membrane polymère, à carbonates fondus, à oxyde solide. Chaque catégorie présente des propriétés spécifiques du point de vue de l'alimentation en combustible, des températures de fonctionnement et des applications en découlant.

Les progrès les plus prometteurs – sur lesquels se sont concentrés les programmes européens (voir encadré) – concernent d'abord la famille des membranes polymères (dite PEMFC*). Ce type de PaC peut être alimenté à l'hydrogène pur ou reformé, avec des températures de fonctionnement comprises entre



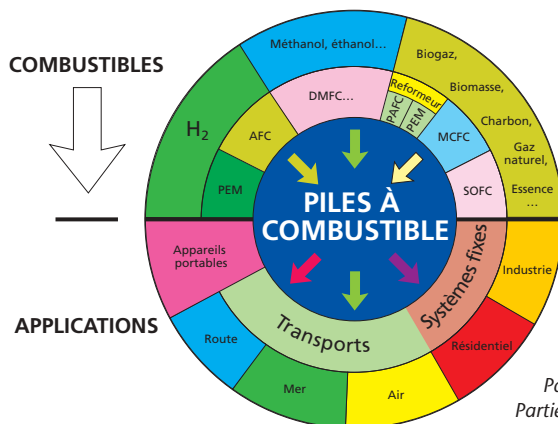
Découvert dès 1839, le principe de la pile à combustible est extrêmement simple. Deux électrodes reliées

extérieurement par un circuit électrique et séparées par un électrolyte sont alimentées, en présence d'un catalyseur, l'une par de l'hydrogène – qui fait office de combustible –, l'autre par de l'oxygène atmosphérique. L'atome d'hydrogène à l'anode se scinde en formant un proton ou ion H^+ , chargé positivement, et un électron. L'ion migre à travers l'électrolyte vers la cathode, où il se combine avec l'oxygène pour former de l'eau (et un dégagement de chaleur), tandis que l'électron parcourt le circuit électrique en donnant naissance à un courant. Sa mise en application varie toutefois beaucoup selon la forme d'hydrogène amenée à l'anode (ce peut être des éléments chimiques venant de l'hydrogène) et la nature des électrolytes.

80°C et 100°C. Il équipe en particulier les principaux prototypes automobiles attendus prochainement sur le marché ainsi que des applications stationnaires de petite puissance, notamment dans le secteur résidentiel.

Une seconde catégorie de piles à membrane polymère, dont le combustible est le

* Voir lexique ci-dessous



Lexique des sigles de Piles à combustible (Fuel Cell - FC)

- AFC (Alkaline): Alcaline (surtout dans le créneau spatial)
- PEMFC (Polymer Exchange Membran): à membrane polymère échangeuse de protons
- DMFC (Direct Methanol): au méthanol direct
- PAFC (Phosphoric Acid): à l'acide phosphorique
- MCFC (Molten Carbonate): à carbonates fondus
- SOFC (Solid Oxyd): à oxyde solide

Technologie des piles à combustible
Partie supérieure: combustibles et types de piles
Partie inférieure: applications

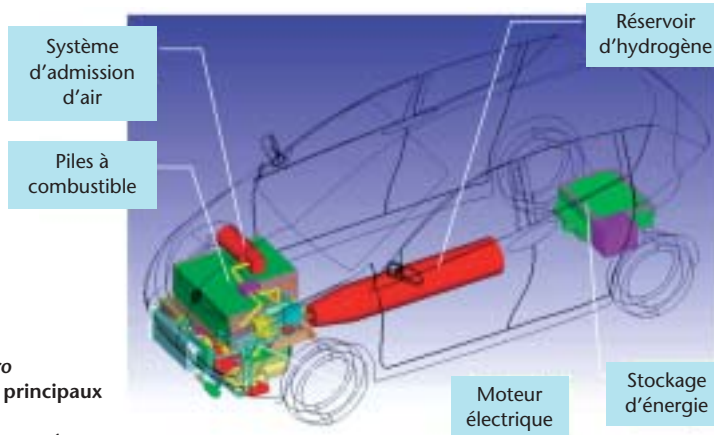
méthanol (DMFC*), intéresse plus particulièrement les applications "portables" de faible puissance (téléphonie mobile, informatique, etc.). Son développement se heurte cependant, à l'heure actuelle, à un certain nombre d'obstacles technologiques.

Fonctionnant à des températures beaucoup plus élevées (600 à 1 000°C), les PaC à carbonate (MCFC*) et à oxyde solide (SOFC*) sont en compétition pour le développement d'unités de forte puissance permettant la cogénération d'électricité et de chaleur, ainsi que

pour des applications maritimes. Elles présentent des rendements élevés et peuvent être alimentées avec des combustibles variés – méthane, méthanol, biogaz, charbon gazéifié. ■

* Voir lexique en page 7

Recherches européennes en crescendo



Le projet *Fuero* rassemble les principaux constructeurs automobiles européens (Fiat, Peugeot-Citroën, Renault, Volvo et Volkswagen).

L'Europe s'est investie de plus en plus substantiellement dans l'enjeu des piles à combustible depuis une dizaine d'années. Au niveau de l'Union, de nombreux projets de R&D et de démonstration leur ont été consacrés dans le quatrième programme-cadre (1994-1998), appuyés par une aide financière de 54 millions €.

Cette impulsion s'est poursuivie dans le programme suivant (1998-2002) où quelque 150 millions € ont été apportés en soutien à quelque 70 projets consacrés aux PaC et à l'hydrogène. La plupart des projets sur les PaC étaient spécifiquement ciblés sur la technologie des électrolytes à membrane polymère, actuellement la plus prometteuse en termes de marché. L'enjeu est notamment de mettre au point des piles à membrane (PEMFC et DMFC) fonctionnant à des températures plus élevées (de 80 à 180°C) que les PaC développées jusqu'ici, ce qui en améliorerait les performances tout en diminuant le coût.

Pour optimiser au maximum les travaux de ces nombreux projets, souvent très ciblés, les programmes européens soutiennent particulièrement les regroupements et les réseaux cherchant à intégrer les différentes approches et leurs résultats. Ces synergies nouvelles devraient permettre de déboucher sur des développements en direction du marché. Ainsi, dans le projet *Fuero*, un consortium rassemblant les principaux constructeurs automobiles européens (Fiat, Peugeot-Citroën, Renault, Volvo et Volkswagen) s'efforce d'évaluer et de tirer parti des recherches d'un cluster de neuf projets travaillant sur les PaC, de procéder à des tests, de clarifier les spécifications de performance, de développer des outils de modélisation. De même, le réseau *SOFCnet*, consacré à la coordination des recherches et des applications dans le domaine des piles à oxyde solide regroupe, depuis 2003, une cinquantaine d'organismes de recherche et d'utilisateurs industriels.

Ces piles SOFC sont d'une importance croissante pour les applications stationnaires à haute température en raison de leur rendement très élevé, pouvant atteindre 70%. Elles sont au cœur du nouveau projet intégré *Real SOFC*, doté d'un soutien européen de 9 millions € dans le cadre de la première sélection de propositions de recherche sur les PaC du sixième programme-cadre (2003-2006). Cette sélection a également retenu trois autres projets intégrés concernant les piles solides à polymère (PEMFC), qui bénéficieront d'un financement de près de 15 millions €. Il s'agit des projets *Hytran*, *Furim* et *Morepower*.

Vers l'Internet de l'énergie

Comportant neuf partenaires européens emmenés par l'industriel allemand du chauffage Vaillant GmbH, l'initiative de démonstration *Virtual FC Power Plant* vise à tester la faisabilité de micro-centrales à PaC. Celles-ci doivent pouvoir fournir l'électricité, la chaleur et l'air conditionné dans un réseau interconnecté d'immeubles résidentiels, de PME et de bâtiments publics. D'un coût de 8,5 millions €, le projet est soutenu à hauteur de 3,1 millions € par l'UE. "En mai 2004, notre bilan s'établit déjà à 29 micro-centrales opérationnelles en Allemagne, aux Pays-Bas, en Espagne et au Portugal", souligne Alexander Dauensteiner, son coordinateur. "Elles ont produit globalement 160 MWh d'électricité et plus de 300 MWh de chaleur."

Cette expérience est particulièrement intéressante car elle représente une préfiguration d'une sorte d'*Internet de l'Énergie*. Ces installations décentralisées, dotées d'un système de gestion commun, satisfont leurs besoins propres mais peuvent aussi compenser entre elles les pointes de demande énergétique, et même délivrer leur offre en surplus aux réseaux publics.



Projet *Virtual FC Power Plant*: présentation à la presse de la micro-centrale PaC d'un immeuble résidentiel à Remscheid (DE)

Contact

● Alexander Dauensteiner, Vaillant GmbH (DE)
alexander.dauensteiner@vaillant.de



L'heure

Production-Stockage-Distribution. Telle est la filière infrastructurelle qui doit être créée pour que fonctionne la nouvelle économie de l'hydrogène. Tout comme pour les piles à combustible, ce triple champ de recherche est un chantier prioritaire pour l'Europe de l'énergie.

H₂

Comment produire l'hydrogène dont les piles à combustible (PaC) ont besoin pour fonctionner? Dans un futur plus ou moins proche, deux larges avenues – l'électrolyse et le reformage des hydrocarbures⁽¹⁾ – sont plus directement disponibles. Les expertises industrielles acquises dans ces domaines demandent cependant des adaptations technologiques et commerciales à l'heure des piles à combustible.

L'œuf et la poule de l'électrolyse

A moyen et long termes, l'hypothèse idéale – car la plus écologique et donnant un hydrogène particulièrement pur – serait celle de l'électrolyse de l'eau. Techniquement, ce procédé est parfaitement maîtrisé et il est utilisé sans problème dans un certain nombre d'applications industrielles. Onéreuse, en raison de son coût et de la consommation d'électricité entraînée, l'électrolyse est cependant très rarement retenue pour obtenir des quantités importantes d'hydrogène.

Dans le cadre de l'économie de l'hydrogène, le recours à l'électrolyse rappelle le problème de l'œuf et de la poule. Il serait absurde de produire de l'hydrogène à des fins non polluantes en utilisant de l'électricité provenant de centrales thermiques qui le sont. Ce mode de production ne peut donc prendre son sens que s'il s'appuie sur une offre d'énergies renouvelables à des prix compétitifs. Or celles-ci se développent lentement et doivent encore prouver qu'elles peuvent répondre à une demande (future) pour l'alimentation du marché des PaC. Ainsi deux unités-pilotes d'électrolyse alimentées par des générateurs éoliens sont actuellement développées, en Grèce et aux Canaries, dans le cadre du projet européen RES2H2.

Il s'agit de démontrer en vraie grandeur une capacité fiable de production d'hydrogène. Ce test aura une valeur significative pour cette ressource dont le potentiel s'avère stratégique sur toute la façade maritime méridionale de l'Europe.

Le reformage, meilleur candidat immédiat

La voie la plus courante repose actuellement sur l'extraction de l'hydrogène des ressources

fossiles, plus spécifiquement des hydrocarbures. Compte tenu de l'importance de ceux-ci dans toutes les filières de distribution de l'énergie, c'est ce dernier choix qui s'impose le plus clairement pour l'avènement à court et moyen terme des PaC.

L'opération se pratique surtout par diverses techniques de *reformatage*. Le mélange du carburant (principalement le gaz naturel, ressource fossile la moins polluante) avec de la vapeur d'eau, en présence de catalyseurs appropriés et à haute température, donne de l'hydrogène et du dioxyde de carbone. Il existe

(1) Parallèlement au reformage, un autre mode de production d'hydrogène est la gazéification par combustion partielle de ressources fossiles (charbon et hydrocarbures lourds). Mais, à nouveau, ces technologies ne sont appliquées qu'à des échelles très importantes et entraînent de coûteuses opérations de purification. La recherche sur des dispositifs de faibles capacités ne permet pas d'entrevoir, pour l'instant, de perspectives rapprochées de faisabilité.

H₂ et PC6

Lors des premiers appels à propositions du sixième programme-cadre, sept projets intégrés couvrant tout le spectre de la filière hydrogène ont déjà été sélectionnés. Au niveau de la production, le projet *Chrisgas* va travailler sur les perspectives offertes par la gazéification de la biomasse. Le projet *Naturalhy* concerne les infrastructures de distribution de l'hydrogène ainsi que du gaz naturel. Au plan du stockage, l'accent mis dans le projet *Storhy* porte sur les technologies de l'hydrogène comprimé et liquéfié mais la poursuite et le développement des travaux déjà en cours⁽¹⁾ sur le stockage solide sont aussi prévus.

De manière horizontale, le réseau d'excellence *Hysafe* s'intéresse aux questions de sécurité à tous les stades de la chaîne, tandis que le projet *Hyways* va élaborer une "feuille de route" européenne pour arriver à un système énergétique durable de l'hydrogène. Le volet aval comporte également un projet intégré, appelé *Zero Regio*, orienté vers le développement de flottes de véhicules dotés de PaC. Par ailleurs, le projet *Hyce* se concentre sur son utilisation directe comme carburant non polluant pour des moteurs à combustion interne, une modalité constituant une première étape rapidement applicable dans le développement de l'économie de l'hydrogène.

⁽¹⁾ Projets Fuchsia, History et Hymosses

En savoir plus

- europa.eu.int/comm/research/press/2004/pr1803-2en.cfm



aussi des procédés par oxydation. Cette production s'accompagne de différents modes de purification portant sur la désulfuration, l'élimination de la teneur en CO, etc.

Le reformage est principalement exploité à grande échelle pour les besoins de l'industrie chimique, en particulier pour la synthèse d'ammoniac qui représente actuellement près de la moitié de la demande mondiale en hydrogène. L'application de cette technologie à l'alimentation spécifique des piles à combustible pose donc avant tout un problème d'adaptation du processus à des dimensions nouvelles.

Il faut, en effet, concevoir des modes de reformage convenant à des centrales à PaC conçues pour satisfaire des besoins régionaux ou locaux. Le but étant de supprimer les émissions de gaz à effet de serre et autres dérivés polluants, un aspect important est la séquestration des rejets de CO₂ et les opérations de purification de l'hydrogène produit par le gaz naturel (ou d'autres hydrocarbures comme le méthanol, le méthane, le naphta, etc.). Plus complexe encore est la mise au point de *reformeurs* de très petite taille, adjoints à des PaC et placés sur des véhicules qui seraient alors alimentés "à la pompe" par ces divers carburants.

Les promesses du végétal et du vivant

A un horizon plus lointain, le monde végétal, qui constitue un gigantesque réservoir

d'énergie solaire captée par la photosynthèse, représente une source potentielle importante de production d'hydrogène. La *gazéification* de la biomasse permet, en effet, de produire des biocarburants. Si, au départ, la tendance est de les utiliser en tant que tels dans les moteurs à combustion interne, on peut également les reformer. Par voie thermochimique, la biomasse est, en outre, à même de fournir directement de l'hydrogène à l'état gazeux. Les champs de recherche sont donc larges et les perspectives demandent encore à être validées, que ce soit en terme de rendement, de qualité, de dimensionnement ou de coût. Ces perspectives interfèrent, d'autre part, avec le devenir des activités agricoles et forestières. Près d'une dizaine de projets européens du cinquième programme-cadre, pour lesquels l'Union finance 50% d'un investissement global de 23 millions €, sont lancés dans ce domaine.

Plus futuriste est sans doute cette autre voie de *production biologique directe* d'hydrogène à partir d'algues microscopiques ou de bactéries. Des recherches récentes montrent qu'au cours du processus photosynthétique de ces organismes, un complexe système enzymatique, connu sous le nom d'hydrogénase, peut favoriser la formation de molécules d'hydrogène dans certaines conditions. On se situe ici dans un domaine éminemment potentiel, dont la faisabilité et les applications concrètes restent encore floues.

Stockage du volume

Si l'hydrogène possède tous les atouts pour devenir un vecteur énergétique clé, il nécessite de surmonter deux obstacles susceptibles de freiner son utilisation. S'il est le plus léger des atomes existant, il est aussi le plus volumineux dans son état gazeux à température et à pression courantes. Sa capacité de libération d'énergie en fait, en outre, un gaz particulièrement inflammable⁽²⁾. Résoudre la très complexe problématique de son stockage et de sa distribution dans des conditions requises de volume et de sécurité – et le coût de ces opérations – est donc un préalable à son utilisation. Autant que la mise au point des piles à combustible, ces aspects forment certainement le second "nœud" technologique conditionnant l'avènement de l'économie de l'hydrogène.

Différentes "solutions" existent à l'heure actuelle, mais elles sont loin d'assurer des performances – technologiques ou économiques – satisfaisantes pour une généralisation de l'entreposage et de la circulation de ce précieux vecteur. Chacune de ces stratégies peut présenter des avantages spécifiques mais elle doit être évaluée en fonction de la consommation d'énergie qu'elle peut solliciter et – en particulier dans le cas des applications de transports – de l'augmentation de poids qu'elle entraîne.

(2) Très volatil, l'hydrogène gazeux se disperse toutefois rapidement dans l'atmosphère – ce qui compense un peu sa dangerosité.

Nucléaire, solaire thermique et hydrogène

N'émettant pas de CO₂, les centrales nucléaires sont sur les rangs pour fournir l'électricité nécessaire à l'électrolyse de l'eau – en particulier pour leur production en heures creuses – au même titre que les énergies renouvelables. Cependant, l'hydrogène peut être aussi

extrait de l'eau par une autre voie, dite thermochimique: à des températures supérieures à 1 000°C, la molécule d'eau peut se scinder par "craquage" sous l'effet de la chaleur.

A cet égard, dans les projets actuels portant sur de futures centrales de quatrième génération à haute température, l'industrie nucléaire produirait à la fois de l'électricité et de la

chaleur. L'application la plus souvent citée pour l'utilisation de cette dernière est le dessalement de l'eau de mer, mais cette ressource pourrait également entrer dans la filière de production d'hydrogène.

Une autre voie intéressante de production intensive de chaleur est le secteur de l'énergie solaire thermique. Le projet européen *Heliosol* – composé de quatre partenaires grec, anglais, allemand et danois – étudie les procédés catalytiques complexes qui pourraient rendre cette approche intéressante.



Installation européenne de captation d'énergie solaire thermique à la Plataforma solar d'Almeria (ES)



Un terrain vierge

L'utilisation de l'hydrogène comme vecteur combustible dans les transports s'avance sur un terrain encore quasiment vierge dans le domaine des normes de sécurité, des spécifications industrielles et des procédures d'inspection périodiques, que ce soit au niveau des composants et systèmes à bord des véhicules et de stations d'alimentation en combustible. Tel est l'objectif de l'important projet *EIHP2 (European Integrated Hydrogen Project- Phase II)*, réunissant une vaste représentation des secteurs industriels intéressés. Le but est de jeter les bases d'une harmonisation européenne – et internationale – de ces aspects essentiels.



Modélisation de la propagation d'un nuage gazeux inflammable mélangeant de l'air et de l'hydrogène (dans une proportion de 4%), dix secondes après le déclenchement d'une fuite survenant sur un camion-citerne dans un quartier urbain.

Compression-liquéfaction

La forme de stockage la plus courante consiste à *comprimer* le gaz et à le confiner dans des réservoirs sécurisés. Les pressions utilisées vont de 350 à 700 bars. Ce processus, largement expérimenté dans les utilisations industrielles de l'hydrogène, nécessite une consommation d'énergie équivalent à 10% de son pouvoir calorifique (PCI). Le stockage peut se pratiquer dans des bouteilles de 10 litres et plus, et les réservoirs fixes de taille moyenne (stations de distribution) atteignent 10 000 m³. Des volumes beaucoup plus importants sont emmagasinés de façon souterraine.

Les enveloppes de confinement de l'hydrogène – qu'il s'agisse des tanks, des réservoirs ou encore des pipe-lines d'adduction – sont renforcées pour résister aux pressions. Elles doivent être constituées de métal résistant à la corrosion (tel l'aluminium renforcé par des fibres de carbone) et ne présentant aucune possibilité d'infiltration par les atomes très légers de l'hydrogène.

Plusieurs prototypes automobiles à PaC sont équipés de réservoirs à compression, mais la faible densité volumétrique de l'hydrogène ainsi stocké handicape leur autonomie. Des essais d'introduction de polymères visent à réduire leur poids pour les véhicules. La résistance aux chocs et les technologies d'adaptation des accessoires auxiliaires (valves, détendeurs, etc.) font également l'objet de recherches.

Pour contourner le handicap du volume du stockage et du danger d'inflammabilité de l'hydrogène, celui-ci peut également être *liquéfié*, mais cette transformation ne se réalise qu'à une température particulièrement basse – de

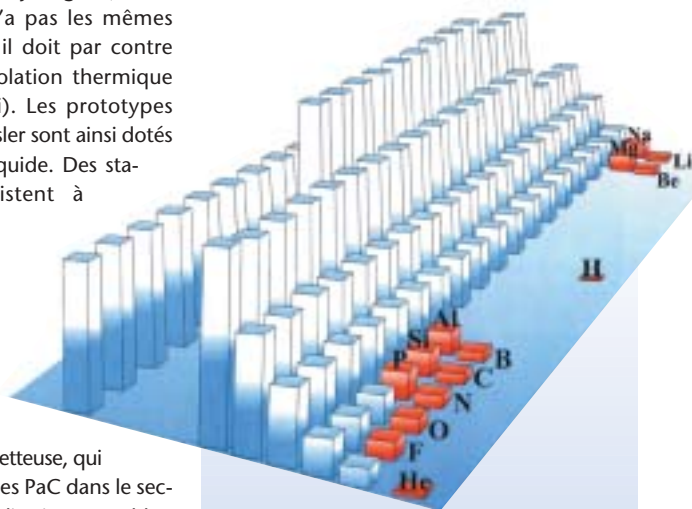
moins 253°C – ou encore moyennant des pressions très élevées. De telles technologies cryogéniques sont courantes dans l'industrie⁽³⁾, mais elles posent un coût réel en termes d'énergie (25 à 30% du PCI de l'hydrogène). Si le matériau des réservoirs n'a pas les mêmes contraintes de résistance, il doit par contre posséder des qualités d'isolation thermique (réservoirs à double paroi). Les prototypes BMW, Opel et DaimlerChrysler sont ainsi dotés de cette option par voie liquide. Des stations-services pilotes existent à Munich, en Allemagne.

Stockage solide, voie royale du futur

Par rapport à ces technologies, la voie la plus prometteuse, qui serait décisive pour l'essor des PaC dans le secteur des transports et des applications portables, semble bien celle du stockage solide. Certains nouveaux matériaux (composés d'alliages métalliques ou de nanotubes carbonés) ont la capacité d'absorber, à des températures courantes, des atomes d'hydrogène dans les espaces interstitiels de leur structure à base métallique. Dans des conditions catalytiques appropriées et moyennant un léger chauffage – de l'ordre de 80°C, qui pourrait être obtenu par la chaleur même émise par la pile à combustible –, un phénomène de désorption libère ensuite l'hydrogène et permettrait de l'utiliser comme

combustible.

De très sérieux espoirs résident dans la mise au point de cette perspective technologique. "Le stockage solide apporte une solution aux questions de sécurité posées par la compression à l'état gazeux", souligne Jiri Muller, chercheur à l'*Institutt for Energiteknikk (IFE)* de Kjeller (NO), participant au projet *StorHy*. Doté d'un réacteur nucléaire permettant des analyses très fines du positionnement des atomes d'hydrogène dans une vaste gamme de complexes d'hydrures métalliques, cet organisme est au cœur de nombreux travaux européens menés dans ce domaine. "A volume égal, on pourrait arriver à des réservoirs ayant une capacité comparable à celle du stockage de l'hydrogène sous forme liquide. En outre, l'accès au réservoir, lorsque vous l'ouvrez pour le remplir, ne poserait pas de problème d'étanchéité. Le défi est aussi d'arriver à des solutions réunissant les performances optimales en termes de stabilité, de réversibilité aisée du stockage, de poids du réservoir et, bien entendu, de coût." ■



L'option du stockage solide de l'hydrogène dans des nouveaux matériaux métalliques ou carbonés est l'un des sujets clés pour l'avenir de cette filière énergétique. Dans la table périodique ci-dessus, ce sont des alliages à base des éléments les plus légers (en rouge) – en particulier des alliages de magnésium, nickel et lithium, des composés à base d'aluminium (alanates) et de bore (borohydrure) – qui sont actuellement des candidats très étudiés. C'est à eux que s'intéressent les projets *Fuchsia*, *Historhy* et *Hymosse* dans le cinquième programme-cadre et le projet intégré *Storhy* dans le sixième.

(3) Les leaders en Europe sont notamment Air Liquide (FR), Linde Gas (DE), Air Products (UK), etc.

Démographie, niveau de vie, situation sanitaire, perte de la biodiversité, surexploitation des terres et des forêts ... Tout peut se lire "dans les cartes", celles de la Terre vue du ciel, qui en disent beaucoup sur son état. Les scientifiques et les experts les utilisent abondamment. Mais c'est un public plus large que l'équipe de PlanetObserver a choisi de faire profiter du magnifique outil géographique offert par les images satellitaires. Ce projet de développement – soutenu, notamment, dans le cadre de l'initiative Eureka – a utilisé des procédés informatiques avancés pour mettre au point des techniques d'harmonisation et de colorisation qui font la spécificité de documents particulièrement convaincants. Autant par leur beauté que par leur clarté.

Terra cognita



Clermont-Ferrand, petite capitale régionale du Massif Central français, encerclée par les volcans d'Auvergne. A 27 ans, Laurent Masselot, géologue, y crée, la société M-SAT⁽¹⁾. On est en 1989. Cela fait une bonne dizaine d'années que des satellites en orbite accumulent des images de la Terre qui la fascinent. "Notre planète, observée du ciel, est splendide et j'ai pensé que l'émotion suscitée par cette vision pouvait toucher beaucoup de monde. Mais il fallait pour cela exploiter autrement les images très techniques qui intéressent les chercheurs et les experts. Pour atteindre un public plus large, motiver des enseignants, des journalistes, des responsables locaux ou régionaux, il fallait arriver à des rendus visuels qui séduisent par leur esthétique et parlent également par leur réalisme."⁽²⁾

Triple savoir-faire

Dès lors, Laurent Masselot et son équipe s'attachent à développer un triple savoir-faire. L'étape de base est le mosaïquage. Il s'agit d'assembler sous forme numérique plusieurs dizaines ou centaines d'images satellites haute définition correspondant à un espace précis, de plus ou moins grande envergure. Les données proviennent plus particulièrement de Landsat 5, en orbite à 705 km d'altitude, qui permet de voir avec une grande précision des parcelles de territoires assez restreintes. Mais d'autres scènes, provenant des satellites Spot, Cosmos ou NOAA, sont également utilisées selon les besoins.

Ce travail de mosaïquage est extraordinairement minutieux. Il s'agit de "fondre", à même échelle, des images prises à des moments différents, dans des conditions météo diverses, mais qui révèlent des morceaux de territoires communs. Il s'agit de rectifier les déformations dues à la rotondité de la Terre, et de s'adapter à la scène représentée (villes,



Nuits d'Europe, nuits de lumière

L'état socio-économique du monde, vu du ciel, "saute aux yeux". Ainsi, la

nuit, une *Banane Bleue* étincelante traverse l'Europe du Lancashire à la Toscane, en passant par Londres, Bruxelles Paris, Francfort, Stuttgart, Berne et Milan. La petite Belgique se signale par l'éclairage de ses autoroutes, bien connu des astronautes. Plus excentrées apparaissent les agglomérations de Birmingham, Madrid, Rome, Berlin, Varsovie, Oslo, Saint-Petersbourg. Lorsqu'on passe en Afrique du Nord, le Sahara sommeille. Seules scintillent les villes côtières, ainsi que quelques oasis.

© MSAT-PlanetObserver.com

cultures, espaces côtiers, chaînes de montagnes, etc.).

L'étape suivante est celle du réalisme dans les traitements de couleurs. L'objectif est d'obtenir des résultats à la fois parfaitement homogènes et géographiquement significatifs. "Il va de soi que toutes les mers sont généralement bleues, les forêts vertes et les déserts beiges... Mais toutes ces tonalités doivent répondre à des nuances, spécifiques aux lieux captés, et qui sont essentielles. La technologie informatique que nous avons mise au point permet un travail inédit de colorisation, opéré sur les trois canaux dits RVB, c'est-à-dire les valeurs courantes rouge, verte et bleue de chaque pixel de l'image, tout en tenant compte du filtrage causé par la couche atmosphérique au moment de la captation. Pour mesurer l'ampleur du traitement à opérer, il faut avoir à l'esprit qu'une image Landsat 5 fournit en moyenne un pixel tous les 30 mètres, soit des centaines de millions de données pour une seule image brute..."

Enfin, les images sont également retravaillées avec des fichiers altimétriques, fournis par les modèles numériques de terrain, qui donnent à chaque point son altitude et permettent la reconstitution réaliste de paysages en 3D.

La Terre n'est pas que belle

Son image offre une foule de renseignements sur son état et celui de ses habitants. Lors de l'exposition parisienne PlanetObserver réalisée en 2003 à la tour Eiffel, une soixantaine d'images, de tous les continents, étaient rassemblées en quatre thèmes: l'homme, l'énergie, la Terre et l'eau. Les photographies qui illustrent ces pages, dans le désordre cette fois, sont tirées de cette exposition.

Bornéo - Indonésie

Dans le sud de l'île, les fleuves Kapuas, Barito et Kutai aboutissent à la mer. Leur tonalité rouge est due à la présence de minéraux en suspension et de matières organiques. Avec le temps, ces sédiments s'accumulent et forment de vastes plaines marécageuses. Le delta se comble et s'agrandit peu à peu. Les palétuviers se développent dans ces zones où se mêlent l'eau douce et l'eau salée. Ces arbres enchevêtrés, aux racines qui sortent de l'eau, favorisent la présence d'oiseaux, de poissons, de singes. A l'intérieur du pays, la couleur verte très foncée indique la densité de la forêt tropicale qui compte environ 500 espèces d'arbres. Mais la déforestation est à l'ouvrage depuis une vingtaine d'années. En vert clair, presque jaune, on remarque les zones déboisées, quadrillées par un réseau de canaux de drainage venant du fleuve. Les secteurs où le sol est mis à nu apparaissent en rouge. Toutes ces modifications risquent, à moyen terme, de détruire cet écosystème exceptionnel.

© MSAT-PlanetObserver.com

(1) M-SAT sera ensuite rebaptisée PlanetObserver.

(2) Toutes les citations sont de Laurent Masselot.

Cette mer intérieure est en réalité un espace d'eau douce partagé entre le Kazakhstan, le Turkménistan et l'Ouzbékistan. En 1960, la mer d'Aral était le quatrième plus grand lac du monde. Depuis, elle s'est asséchée de 60% en raison du pompage des rivières qui l'alimentent, afin d'irriguer les champs de coton et les rizières. Cet assèchement augmente la concentration en sels minéraux du lac. Les poissons sont décimés et la pêche réduite à néant. Les étendues dénudées sont érodées par les vents qui transportent des particules chargées de sel. Ces dernières se déposent sur les cultures et les terres arables, réduisent les rendements, que l'on tente de rattraper en augmentant les doses d'engrais et de pesticides.

© MSAT-PlanetObserver.com



L'inexorable assèchement de la Mer d'Aral

Car l'ambition de la firme clermontoise est "totale". Dès la fin des années '90, elle a visé la mise au point de son actuel produit-phare, baptisé *Terra Cognita*®. Objectif: réaliser une mosaïque parfaitement homogène de plus de 7 000 images satellite brutes couvrant l'intégralité des terres émergées du globe. Ce projet⁽³⁾ obtint un label *Eureka*, en alliance avec le Laboratoire des Sciences de la Terre de l'École Normale Supérieure de Lyon et une PME belge, Ionic Software, spécialisée dans les logiciels conçus pour l'exploitation d'images satellitaires.

Un rêve en projet

Produit au potentiel de diffusion mondial, *Terra Cognita* est opérationnel depuis 2003. La base de données de ce *référentiel géographique absolu* contient, comme prévu, quelque 7 000 images représentant une collection de 2 000 milliards de pixels. Outre le plaisir visuel que procure ce miroir passionnant de notre Globe, les applications de cet innovant outil de cartographie "réelle" de la totalité de la planète vont de l'éducation et l'information à l'environnement et au développement durable, en passant par la géopolitique et bien d'autres centres d'intérêt. Ainsi, l'an dernier, *Terra Cognita* a déjà été l'objet d'une exposition démonstrative déployée en plein air, au pied de la Tour Eiffel (voir images ci-contre).

Laurent Masselot tient son prochain rêve. Arriver un jour prochain à "projeter notre planète" sur un espace de 400 mètres sur 800 – 32 hectares – pour obtenir son image à l'échelle de 1/50 000. "En 200 mètres, on traverserait le Pacifique pour aller de la Nouvelle Guinée au Pérou... Il serait possible, sur cette photographie gigantesque de la Terre, d'observer toutes chaînes de montagnes, les lacs, les forêts, les zones cultivées, les villes qui la couvrent, de suivre toutes les routes et les fleuves qui la sillonnent... Vous pensez qu'il n'y aurait pas un public pour cela?" ■

(3) Sous l'appellation Planet 2000



Fondu enchaîné

La stratégie de développement commercial de PlanetObserver a été celle du fondu enchaîné. Chaque image produite et valorisée permet en quelque sorte la naissance d'un nouveau produit plus ambitieux. "Il y a quinze ans, nous avons commencé par l'Auvergne, notre port d'attache, puis nous nous sommes attaqués à la France, sur base d'une mosaïque de 40 images. Ce fut le début d'une certaine reconnaissance, avec l'achat de ce produit et sa publication par le prestigieux magazine *Geo* en 1994. D'autres pays ont ensuite été traités, avant d'arriver à l'Europe, en 1996, avec 250 images."

Les bénéfices de l'Europe ont été réinvestis immédiatement. "Nous avons alors acquis les 450 images qui nous permettaient de couvrir les Etats-Unis, qui seront cartographiés en 1998. Le résultat est publié par la revue du *Smithonian Institute* et donne lieu à un accord avec *National Geographic*." Puis vient le tour d'une carte d'Asie (1 000 images couvrant 13 pays, dont la Chine, les deux Corée et le Japon).

En savoir plus

- www.planetobserver.com

Contact

- Laurent Masselot
L.Masselot@imsat.com



Forêt amazonienne - Brésil

Le même endroit, en 1992 et en 2000. Les parcelles claires sont déboisées. La géométrie est simple: une route principale flanquée de routes perpendiculaires. Les noyaux blancs sont des villages ruraux. On ne replante pas. Les sols s'appauvrissent. La biodiversité en prend un coup. Les friches sont laissées aux bovins (les "boeufs à hamburger"), viande d'exportation.

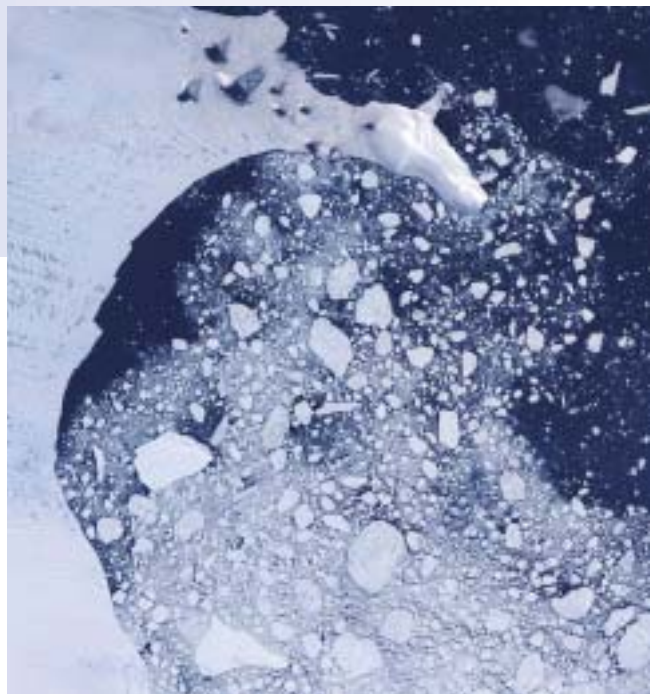
© MSAT-PlanetObserver.com



Antarctique – effet de serre et fonte des glaces

Une flottille d'icebergs, qui se sont détachés de la calotte glaciaire et dérivent sur la mer de Weddell. Certains atteignent 2 km de large. Au-delà des fontes estivales, qui disloquent partiellement la banquise, on observe depuis quelques années une diminution constante et significative de son épaisseur. Cet amincissement est dû au réchauffement de l'atmosphère terrestre, résultant de l'accroissement de l'effet de serre. La hausse du niveau des mers provoquée par la fonte des glaciers pourrait atteindre 50 cm. Les Pays-Bas pourraient alors perdre 6% de leurs terres, le Bangladesh jusqu'à 17%.

© MSAT-PlanetObserver.com



Les perles du Pacifique de corail

La grande barrière de corail s'étend sur 2 000 kilomètres au large des côtes du Nord-Est de l'Australie. Ce récif est constitué, depuis 18 millions d'années, par des milliards de petits animaux primitifs qui sécrètent après leur mort un squelette calcaire. On y rencontre plus de 400 espèces de coraux différents et cette zone abrite quelque 1 500 espèces de poissons et crustacés. Source de vie et rempart de protection face aux vagues, la

grande barrière est soumise à de nombreuses menaces. La pêche aux explosifs et au cyanure, le commerce des coraux, le réchauffement des mers, la pollution des eaux, le tourisme et les activités sous-marines sont les principales causes de la dégradation des coraux. Aujourd'hui, 58% des récifs coralliens de la planète sont menacés par des activités humaines.

© MSAT-PlanetObserver.com



Calcutta – Un nuage indésirable

La ville compte trois millions d'habitants alors que les infrastructures et logements sont prévus pour un million. 200 000 personnes vivent dans la rue, d'autres s'entassent dans les *bus-tees*, construits dans les terres basses inondées à la mousson. Le nuage vertical grisâtre au centre de l'image, le long de la rivière claire, révèle la pollution de l'air. La concentration de particules en suspension (fumée, suie, poussière, gouttelettes libérées par combustion, etc.) est de 375 microgrammes/m³ alors que l'OMS fixe la norme à moins de 90 microgrammes/m³ (Paris est à 14 et New York à 61).

© MSAT-PlanetObserver.com



Plaine de Jezirah – Soudan

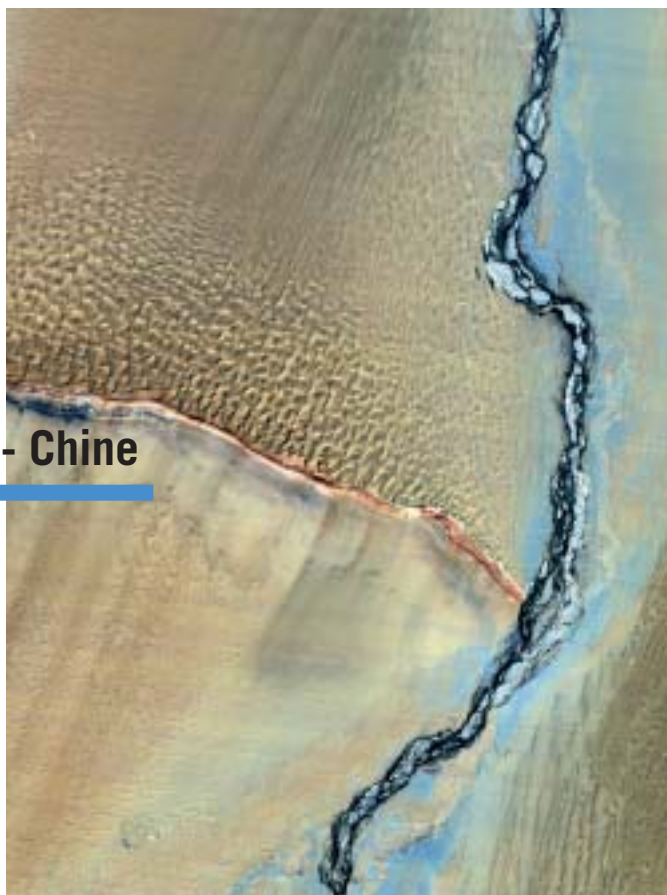
Au Soudan, la plaine de savane de la *Jezirah* (“île”, en arabe) s’étend entre deux fleuves: le Nil Blanc (qui serpente en vert sur l’image) et le Nil Bleu. Les eaux du fleuve sont utilisées pour cultiver des parcelles agricoles (vertes et géométriques). Les champs de sésame, arachide, coton et gommés arabiques suivent l’orientation des canaux d’irrigation. C’est dans cette région de 750 000 hectares que se concentre la plus grande partie de la population. De l’autre côté du fleuve, à gauche, la zone blonde atteste du désert lybien.

© MSAT-PlanetObserver.com

Ce désert est si grand que son nom signifie “Une fois que vous y êtes entré, vous n’en ressortirez jamais”. Il est si chaud qu’on l’appelle aussi la “mer de la mort”. Le sable peut atteindre 70°C et l’air 50°C, pour retomber en dessous de 20°C la nuit. Les vents y sont forts et fréquents. Ces conditions expliquent que la rivière photographiée soit temporaire. Ce milieu hostile pourrait cependant s’amadouer quelque peu. Des géologues chinois ont découvert une énorme réserve d’eau souterraine dont l’exploitation pourrait résoudre le cruel problème de manque d’eau qui touche 10 millions de personnes dans cette région.

Désert de Taklimakan - Chine

© MSAT-PlanetObserver.com



Oasis de Koufra - Lybie

En bleu, la ville. Géométrique, l’aéroport. Circulaires, une série de champs. Au sein du désert, l’oasis a pu naître grâce au captage de vastes nappes d’eau souterraines. L’eau est pompée et le sol arrosé au moyen de bras mécaniques pivotant autour d’un axe central. Cette méthode a induit la forme ronde des parcelles. Mais cette manne ne sera pas éternelle. Certains experts estiment que les nappes seront épuisées d’ici une cinquantaine d’années.

© MSAT-PlanetObserver.com

Forêt tropicale - République démocratique du Congo



Vert intense, la forêt vierge, échançrée par les branches de quelques cours d'eau, affluents du fleuve Congo (ex-Zaïre). A regarder de près, le vert n'est pas uniforme. Des zones plus claires apparaissent: les espaces marécageux. En haut, à gauche, un réseau rectiligne: les pistes tracées pour la déforestation. Sur les zones déboisées (en saumon), presque rien ne repoussera car le sol, raviné par l'eau, devient infertile.

© MSAT-PlanetObserver.com



Delta du fleuve Betsiboka Madagascar

Cette image, prise dans le Nord-Est de l'île, révèle l'appauvrissement des sols après la déforestation. Lorsqu'il y a moins de plantes, et donc moins de racines, les eaux de pluie peuvent vider le sol de ses éléments nutritifs. Le puissant fleuve Betsiboka draine ainsi des quantités considérables d'alluvions en suspension, reconnaissables à leur couleur rougeâtre. Le delta est totalement formé par le dépôt de ces sédiments. Les conséquences sont d'autant plus fortes que le fleuve est très puissant et la déforestation massive.

© MSAT-PlanetObserver.com

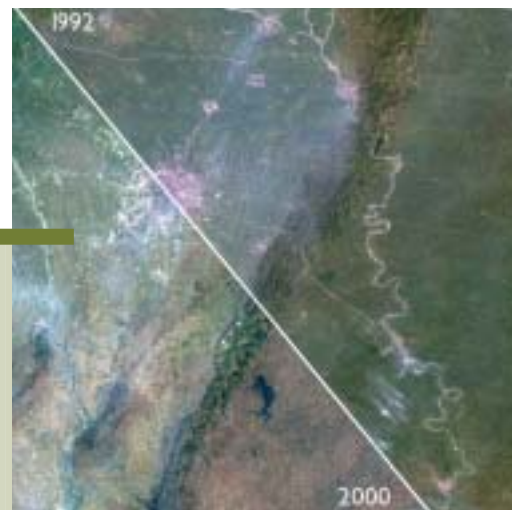


Désert

Rub Al khali - Arabie Saoudite

"Al khali" signifie "le grand vide". Modelées et poussées par le vent, les dunes d'un sable très rouge se déplacent sur un sol argileux (en bleu). Les zones blanches sont des croûtes de sel. Ces couleurs témoignent de l'existence d'une mer à cet endroit, à l'ère primaire, qui s'est évaporée et a laissé place à ce mélange d'argile et de sel. Ce désert n'accueille ni végétation ni habitants. L'agriculture serait pourtant possible, à condition de pomper l'eau du sous-sol, ce qui est le cas à Riyad, la capitale du pays.

© MSAT-PlanetObserver.com



Prises à une décennie de distance, ces deux vues de la capitale de la province du Sichuan, au Sud-Ouest de la Chine, dans une région surnommée le "pays de l'abondance", témoignent de l'attraction exercée par la ville sur les campagnards en quête de travail. Elle est un exemple parmi d'autres de la croissance urbaine. D'ici 2025, la population des villes pourrait doubler et atteindre 5 milliards de personnes, soit six habitants de la planète sur dix.

Chengdu 1992-2000 démographie galopante

© MSAT-PlanetObserver.com

Parlez-vous SCIENCE?

La communication de la science s'impose aujourd'hui comme une priorité. Reconnue par les chercheurs, mise en oeuvre par les journalistes qui s'y consacrent, soulignée par les pouvoirs publics et le monde industriel, la nécessité d'un "parler clair" dans ce domaine est également réclamée par les citoyens. Retour sur les passionnantes assises européennes tenues sur ce thème en mai dernier.

Longtemps teinté d'accents "positivistes" et relativement peu critique, le discours sur la science est tout à la fois en profonde mutation et en pleine inflation. Les développements et les innovations scientifiques se glissent désormais dans le moindre interstice de la vie sociale et quotidienne. Le public, et les professionnels des médias qui l'informent, veulent en savoir plus. Ces attentes sont empreintes d'espoirs, mais aussi d'interrogations et de craintes face aux développements de la science et de la technique.

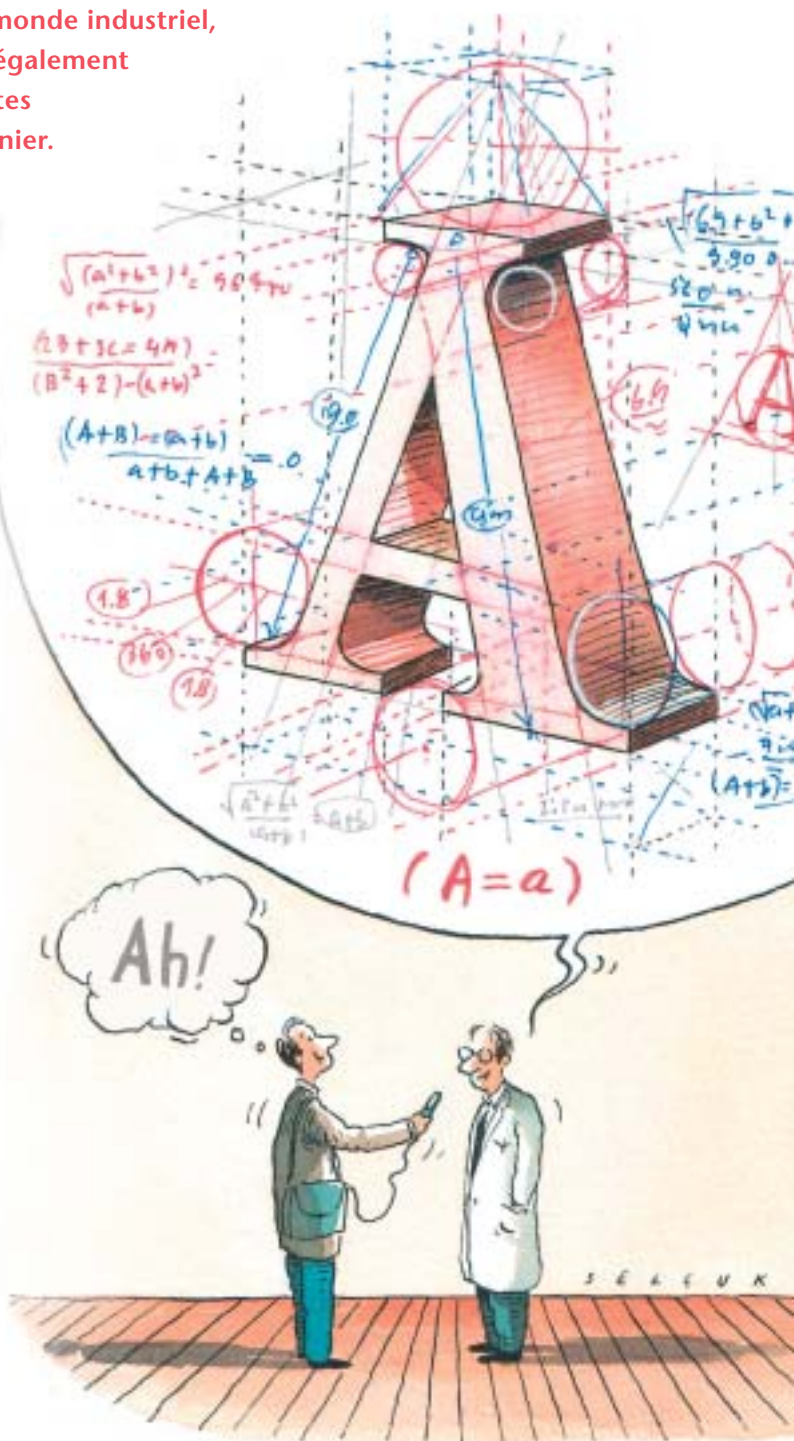
Désireux de sortir du cliché de leur "tour d'ivoire", les chercheurs réalisent, pour leur part, qu'il est important de populariser les nouvelles connaissances et de parler de leurs travaux, parfois très mal perçus dans l'opinion. L'enjeu de la communication de la science s'affirme donc de plus en plus. L'impact de ses actions en termes de formation ou de transformation de l'opinion reste néanmoins modeste et les médias demeurent également souvent peu efficaces sur le plan du transfert de connaissance.

Prise de conscience européenne

Au sein de la politique de recherche de l'Union, cette prise de conscience de la nécessité d'une "bonne" communication s'est constituée et largement développée depuis quelques années. Il s'agit d'abord d'expliquer aux citoyens les finalités du programme-cadre et de faire connaître les résultats qui en sont obtenus. Une forte implication dans cet effort de communication est, à cet égard, de plus en plus demandée aux acteurs des projets soutenus par l'Union.

Par ailleurs, à travers le volet thématique *Citoyens et gouvernance dans la société de la connaissance*, le programme-cadre vise à susciter une réflexion en profondeur sur les interactions accrues entre la science, la technologie et l'évolution de la société. Ces recherches sont complétées par des projets concrets mis sur pied dans le *Plan d'action Science et Société*.

C'est dans ce contexte que la DG Recherche de la Commission a organisé, en mai dernier, un premier Forum *Communiquer sur la Recherche européenne - CER 2004*. Ce rendez-vous a réuni plus de 500 participants durant deux jours. Il a permis des échanges très riches et denses entre des journalistes scientifiques – tous types de médias confondus –, des spécialistes de la communication, des chercheurs (impliqués, en particulier, dans des projets intégrés et des réseaux d'excellence européens) ainsi que des porte-parole d'institutions de recherche. Les débats ont porté sur la philosophie spécifique de la diffusion des connaissances, les outils et les bonnes pratiques pouvant la sous-tendre et l'évaluation de nombreux exemples de communication.



Le point de vue des médias

"Il faut se rappeler que la science appartient à la culture. Eveiller l'intérêt, l'envie et la satisfaction que donne la connaissance est donc primordial", déclarait Pierre Oscar Levy, réalisateur de documentaires scientifiques pour la télévision. Ce message consensuel semblait largement partagé par les quelque 120 représentants des médias (presse écrite, TV, radio et Web) présents au Forum.

"Il faut aussi que les scientifiques soient patients avec les journalistes et s'intéressent à la spécificité du média pour lequel ils travaillent", précisait Sean Duke, du magazine irlandais *Science SPIN*. Ainsi la radio peut-elle être "un merveilleux moyen de capter l'attention à travers des histoires et des conversations très vivantes, mais elle doit être nourrie de paysages sonores" (Deborah Cohen, *BBC Radio Four*).

Une demande récurrente des journalistes concerne la formulation de données scientifiques concrètes immédiatement assimilables par un public non spécialisé. "Plutôt que d'exprimer une production électrique en X mégawatts, il est beaucoup plus parlant de dire qu'elle peut satisfaire les besoins d'une cité de Y dizaines ou centaines de milliers d'habitants. Il faut aussi mettre en exergue ce qui est fondamentalement innovant dans un résultat de recherche, identifier les applications dans différents secteurs, expliquer sans fard les impacts environnementaux et les risques inhérents" (Lara Ricci, du quotidien italien *Il Sole 24 Ore*).

Et puis il y a la "révolution de la diffusion par le Web", doublée de nouvelles exigences de rapidité et de flexibilité. "En tant qu'hebdomadaire imprimé, le *New Scientist* a un lectorat de 800 000 personnes, mais son site attire mensuellement 2 millions de visiteurs du monde entier. Beaucoup de scientifiques croient qu'après avoir posté un communiqué de presse, ils peuvent partir en vacances. Les journalistes qui, à partir de là, ont à écrire une *news* pour Internet dans un délai ultra court veulent pourtant souvent en savoir davantage et aimeraient entrer en contact avec eux" (Damian Carrington, *NS Digital – UK*).

Ecolage de chercheurs

"Les scientifiques doivent désormais être formés au dialogue et aux débats avec les citoyens, en sachant que certains d'entre eux leur seront parfois franchement hostiles. Or, bien peu d'initiatives allant dans ce sens sont lancées par les organisations et les sociétés savantes qui les

féderent", souligne Steve Miller, de l'*University College London*, coordinateur du réseau ENSCOT (*European Network of Science Communication Teachers*). ENSCOT a notamment mis sur pied un module d'atelier de formation à la communication au cours duquel les chercheurs sont entraînés à la prise de parole en public, à la réponse aux interviews et à l'écriture de textes de popularisation.

L'*Association Science & Télévision* mène une démarche comparable. "Nous voulons apprendre aux chercheurs quelles sont les contraintes de la réalisation audiovisuelle et comment les accepter pour raconter des histoires de sciences intéressantes et non donner des cours" (Emmanuel Laurent, *AST – FR*).

Un remarquable travail de coopération entre scientifiques et *communicateurs de la science* est également à l'œuvre dans les musées et centres de science. Ces espaces de divulgation, qui multiplient les expositions et les événements thématiques, attirent depuis quelques années des publics de plus en plus nombreux. "Le champ de *mise en scène* de ces manifestations recèle un potentiel extrêmement étendu et riche", souligne Walter Staveloz, coordinateur du réseau ECSITE (*European Collaborative for Science, Industry and Technology Exhibitions*), dont les projets sont régulièrement soutenus par l'Union.

Quant au mot de la fin, laissons-le au chercheur allemand Hans-Peter Peters, du *Forschungszentrum Jülich*, qui s'est plu à analyser le concept d'*Infotainment* – combinaison d'*information* et d'*entertainment* en anglais. Ce sociologue étudie depuis des années les paramètres influençant la réception des messages scientifiques (1). "Si la volonté de plaire est nécessaire et souhaitable, il faut prendre garde aux effets pervers, aux images qui déforment, qui distraient, ou qui passent à côté des vrais enjeux du sujet. L'exigence de qualité de l'information ne doit jamais être perdue de vue."

(1) Voir RDT info n° 39, novembre 2003

En savoir plus

Les comptes-rendus succincts de la conférence CER 2004 et des exposés des orateurs sont consultables sur le site:

europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/cer2004/programme_en.html

Les participants ont eu également de nombreuses discussions sur des initiatives et des exemples de communication mis en œuvre par des projets européens dans des disciplines et des domaines scientifiques et technologiques les plus divers. Ces présentations sont, elles aussi, disponibles sur cette page.

Autres liens:

- ENSCOT
www.enscot.eu.com/
- AST
www.science-television.com/
- ECSITE
www.escite.net
- Jülich Research Centre
www.hp-online.de/

Bonnes pratiques

A tout seigneur, tout honneur: l'*Unité Information & Communication (UIC)* de la DG Recherche dispense de multiples informations ciblées tant vers la presse que vers un public plus large. La page d'accueil du site *Recherche*, sur le serveur *Europa*, en constitue la plate-forme centrale. Signalons notamment le lancement régulier de *News alerts*, l'organisation de *briefings* thématiques regroupant des projets significatifs soutenus par les programmes européens, des publications écrites (*RDT Info*, bien sûr, mais aussi des séries de dépliants et diverses

brochures sur des thèmes de recherche), et enfin, en ligne sur le site, des *Headlines* quotidiennes et des informations permanentes sur les développements du programme-cadre.

D'autre part, deux nouvelles initiatives méritent d'être mentionnées.

- L'UIC vient de publier – sur support écrit ou par téléchargement – le *Guide to successful communications*, manuel rassemblant une sélection de bonnes pratiques nées de nombreuses expériences compilées dans le cadre de l'information sur la recherche européenne.

- La phase pilote d'un nouvel outil, baptisé *AthenaWeb*, a été lancée en juin 2004 dans le secteur audiovisuel. Ce portail, alimenté par les professionnels du secteur eux-mêmes, vise à valoriser l'important et intéressant stock de matériaux disponibles – et largement sous-utilisés – en matière de vidéo à caractère scientifique et technologique.

En savoir plus

Recherche européenne

- europa.eu.int/comm/research

DÉCOUVRIR... CONCOURIR... PARCOURIR

En point de mire

Europe – la science festive



Chaque année, de nombreuses semaines ou journées de la science sont organisées à travers l'Europe. Chaque année, la Commission européenne ajoute sa propre partition à cette entreprise de "divulgation" de la recherche et de la technologie. Destinés à un public non spécialisé, et tout particulièrement aux jeunes, huit projets transeuropéens bénéficient du soutien de l'Union pour l'édition 2004, durant laquelle les événements se concentrent dans la semaine du 8 au 14 novembre.

• Honneur aux nouveaux pays. Le projet *Superlife*, coordonné par l'Université de technologie et d'économie de Budapest, lève le voile sur le phénomène de la supraconductivité. Comment la science explique-t-elle cet étrange état de la matière qui permet de transporter l'énergie électrique sans la dissiper et d'engendrer de singuliers effets magnétiques de lévitations? Quelles en sont les applications actuelles et potentielles? Démonstrations, débats, films, CD-ROMs, expositions, déploiement d'explications sur Internet à des niveaux de plus en plus approfondis apportent leur éclairage sur ce phénomène susceptible de bouleverser notre quotidien. Des actions spécifiques sont d'abord lancées en Hongrie pour se prolonger dans les pays partenaires (Allemagne, France, Espagne, Royaume-Uni) en 2005. *Superlife* est le fruit d'une coopération, non seulement transnationale (Israël et la Suède y participent également), mais aussi entre les secteurs public et privé (trois universités, trois instituts de recherche, une industrie et deux PME). Sa réussite se fonde sur leur complémentarité.

Première édition du Festival de la Science, Gênes, 2003

• Coordonné par l'université de Parme (IT), le projet *Wespa* (*A Web portal for Energy and Semiconductors Public Awareness*) vise, pour sa part, à expliquer comment, grâce aux semi-conducteurs, les applications sélectives de la transmission de l'énergie ont révolutionné toutes les facettes technologiques du monde contemporain.

• Les entreprises peuvent également être des vecteurs d'initiatives. En Grèce, la société de consultance Q-Plan coordonne deux projets ciblés sur les étudiants européens et réalisés avec des partenaires scientifiques de différents pays. Le premier, *Shield*, a pour objectif de montrer le rôle de la recherche et de la technologie dans la prévention et la réparation des catastrophes naturelles. Le second, *School-Foresight*, propose une réflexion sur l'école "intelligente" de demain (notamment via l'e-learning). L'analyse sera lancée par des experts et poursuivie par des propositions d'étudiants.

• Ceux-ci seront également mis à l'épreuve lors de la compétition *Eurobot*. Pour sa coordinatrice, la Française Véronique Raoul, "ils peuvent ainsi mettre en œuvre leurs connaissances théoriques dans le cadre d'un projet constructif réalisé en équipe". Ce concours

se déroule, depuis 1988, sur un thème le plus souvent sportif. Cette année, il s'agit de créer des robots capables de jouer au rugby avec des noix de coco...

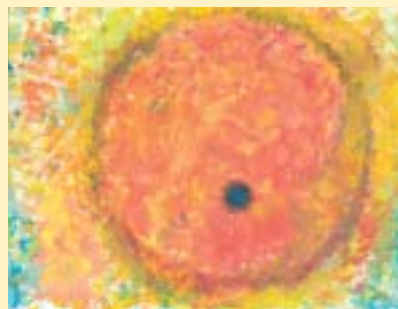


Compétition Eurobot

• Au Portugal, ce sont toutes les "sciences dures" qui sont mises à l'honneur à l'université de Minho durant une journée intitulée *The Fascinating World of Science*. Ce voyage à travers la chimie, la physique, les maths, la géologie et la biologie (expériences, visites de laboratoires, débats, etc.) se poursuivra ensuite de manière virtuelle (vidéoconférences, forums et débats Internet).

• En Italie, l'événement se déroule à Gênes, capitale de la culture 2004. Le festival *Escential*, dont c'est la deuxième édition, présentera la science dans le contexte plus général de la connaissance. Des scientifiques, des écrivains, des journalistes la "raconteront" et en débattront. 130 conférences et une vingtaine d'expositions interactives (notamment *Le meraviglie della Scienza* ou *Brain Waves* consacré aux neurosciences) sont au menu de ce festival international et ambitieux, de même que différents spectacles, dont une performance de Michael Nyman (*Facing Goya*).

• La science, la créativité et le rêve se retrouveront également, grâce au centre astronomique européen ESO, autour du phénomène du *Passage de Venus* (*Venus Transit*). Le 8 juin 2004, Vénus se trouvait,



Participation de Rafaelos, 10 ans (Grèce), au concours de dessins organisé par l'ESA à l'occasion du Passage de Venus. - © ESA

en effet, devant le Soleil. Ce phénomène n'est possible que lorsque le Soleil, Vénus et la Terre sont alignés sur la ligne d'intersection (appelée ligne des nœuds) des deux plans orbitaux de rotation de ces deux planètes autour de l'astre solaire. Chacune d'elles croise cette ligne deux fois par an, mais elles ne s'y trouvent simultanément que très rarement. Le dernier *passage de Venus* remonte ainsi à 1882. Pour célébrer cet événement exceptionnel, l'ESO a déployé sur son site (www.eso.org) une foule d'informations pédagogiques. Elle propose également un concours destiné aux astronomes amateurs qui auront réalisé, individuellement ou en équipes, une vidéo de présentation et d'enregistrement en direct de ce spectacle céleste. Les 12 gagnants seront couronnés durant la Semaine européenne de la Science, à Paris, lors de la Finale VT-2004.

Le premier prix n'est pas négligeable: un voyage à l'Observatoire européen de Paranal, au Chili.

En savoir plus

● www.cordis.lu/scienceweek/act_act.htm

SOUTENIR... SE SOUVENIR... RÉFLÉCHIR

Une expo longue durée

Après moi les mouches...



Eh oui, les mouches, ces détestables compagnes de la chaleur, peuvent être passionnantes... Le Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel (CH) propose un parcours original, mêlant les données scientifiques, les œuvres d'art et même la dramatisation sur le thème de cet insecte qui nous fascine et nous répugne à la fois. On pourra notamment se glisser dans le cabinet de travail d'un entomologiste pour découvrir en gros plan ses yeux disproportionnés et ses ailes fragiles, parcourir la "galerie BZZ" où sont rassemblées des sculptures de Mathieu Rapp sur un fond sonore bourdonnant, pénétrer



dans un décor de chambre d'hôpital pour constater les maladies dont les diptères peuvent être les vecteurs (paludisme, onchocercose, fièvre jaune, éléphantiasis, dengue, maladie du sommeil). En fin de parcours, les visiteurs se

retrouvent dans une salle de tribunal où ils décideront de la mise à mort ou de la grâce... d'une mouche. Les avocats des parties adverses – l'insecte et l'homme – en profiteront pour nous faire réfléchir sur l'utilité des espèces – et même le sens de la vie et la mort...



Muséum de Neuchâtel
Suisse
Jusqu'au 6 mars 2005

En savoir plus

• www.museum-neuchatel.ch/



Ecolo-zoom

Déserts

Site pédagogique de l'Unesco sur les menaces de la désertification. Ce phénomène inquiétant concerne un tiers de la superficie des terres émergées du globe (4 milliards d'hectares) et plus d'une centaine de pays. Les causes? Les variations du climat, les activités humaines (pâturages intensifs, déboisement, mauvaises pratiques en matière d'irrigation...). Il est vrai que les populations pauvres surexploitent la Terre pour survivre. Il est vrai que la désertification est à la fois la cause et la conséquence de la pauvreté.

• <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001258/125816f.pdf>



Désert du Soudan © ESA



Forêts

Chacun peut participer à la santé de la Terre

en réduisant ses propres émissions de CO₂. Tel est le mot d'ordre lancé par *Future Forest for a Carbon Neutral World*, une association américano-britannique invitait à poser de "petits gestes" qui, multipliés, peuvent avoir une incidence marquante sur l'avenir de la planète. Pour nous en convaincre, une simple machine à calculer permet de jauger notre propre "pollution", par exemple pour un trajet aérien précis... De quoi réfléchir. Reste à acheter des produits non polluants, élaguer les trajets motorisés redondants, offrir des cartes postales dont les bénéfices vont au développement d'énergies douces dans le Tiers-monde, planter des arbres...

• www.futureforests.com/

Liens

Organisée par les Amis de la Terre, *l'Ecologie sur la toile* propose une série de sites renvoyant à des associations, éco-entreprises, institutions privilégiant le respect de l'environnement. Ainsi qu'un lexique des termes ad hoc.

• www.amisdelaterre.org/ecotoile/index.htm

Coin pédagogique

Un millier d'écoles pour Eduspace

Le site pédagogique lancé par l'ESA (*European Space Agency*) fait recette. Plus de mille écoles de 67 pays s'y sont enregistrées. Leurs enseignants bénéficient ainsi de moyens *up to date* pour initier leurs élèves aux leçons diverses que l'on peut tirer de l'Observation de la Terre. Différents "grands thèmes" (surveillance des catastrophes naturelles, changement global, principes de télédétection, etc.) sont proposés. Chacun de ces thèmes est introduit synthétiquement et plusieurs sous-thèmes sont approfondis. Ceux-ci sont agrémentés de liens vers d'autres ressources, comprenant également des propositions pédagogiques précises. Pour chaque sujet, des images satellitaires peuvent être téléchargées et des exercices liés à leur interprétation sont suggérés. En outre, des "études de cas" proposent un matériel plus important (textes, photographies "classiques") en rapport avec des sujets pouvant intéresser les élèves de certains pays ou régions. Pour approfondir l'étude de leur ville, ils pourront, par exemple, partir de l'espace de leur école "vue du ciel".

Pour en savoir plus

• www.eduspace.esa.int
• www.esa/int/education

Pédagogique, ce site est également polyglotte: anglais, français, allemand, italien, espagnol –

et bientôt danois. A noter: le travail de l'ESA se fait en relation étroite avec les enseignants. Ceux-ci ont émis de nouvelles suggestions lors du premier *Eduspace Council of Teachers*, qui s'est tenu en avril dernier.

Pensez "global"

Si l'on parle de mondialisation, n'oublions pas la science. Quelles sont les responsabilités de la recherche et de la technologie dans un monde où perdurent la souffrance et la pauvreté? Alors que leurs découvertes et leurs retombées nous concernent tous, comment faire pour que chacun puisse réellement bénéficier de ces avancées? Cette "pensée globale", versus R&D, est l'un des principes soutenus par l'association britannique ASE (*The Association for Science Education*). Celle-ci publie notamment un document à l'attention des enseignants qui souhaiteraient sensibiliser leurs élèves à l'importance du partage généralisé des connaissances. Tous ceux qui "y croient" et voudraient se joindre à ce mouvement, ou simplement en savoir plus, peuvent contacter l'ASE.

En savoir plus

• www.ase.org.uk/html/ase_global/index1.php
• global@ase.org.uk

POINTS DE REPERE... POINTS DE

Recherche en Europe: brain storming du futur

“La recherche scientifique et le développement technologique sont les clés de l’avenir européen, parce qu’ils génèrent plus de la moitié de la croissance économique et parce qu’ils conditionnent le poids politique de l’Europe sur la scène internationale. En pariant sur une Europe plus innovante, nous parions sur le bien-être des générations futures.” C’est par ces propos que le Commissaire Philippe Busquin a présenté le plan ambitieux visant, dans le cadre du budget de l’Union prévu pour la période de 2007-2013, à porter à 10 milliards d’euros par an en moyenne l’effort financier communautaire en faveur de la recherche, soit le double d’aujourd’hui.

Six grandes orientations sont proposées grâce à cette mobilisation financière accrue: le renforcement de pôles d’excellence européens, les initiatives technologiques dans des secteurs industriels porteurs, la stimulation de la recherche fondamentale, le soutien apporté à l’attraction des meilleurs chercheurs, le développement des infrastructures scientifiques et technologiques, la coordination des politiques nationales de recherche. De façon générale, les thématiques les plus ciblées correspondront aux grands chantiers prioritaires de l’Union. Parmi ces domaines, les deux nouveaux champs de recherche de l’Espace et de la politique de sécurité sont déjà mis en avant.



Philippe Busquin, Commissaire européen en charge de la recherche

En savoir plus

- europa.eu.int/comm/research/future/index_en.html

Mobilité: le nouveau service ERA-MORE

Le Portail européen de la mobilité des chercheurs, développé dans le cadre des Actions Marie Curie, offrait déjà aux candidats postulants de déposer leur dossier en ligne et aux organismes et institutions hôtes de faire connaître leurs offres de postes à pourvoir. Mais cet indispensable “bourse européenne de l’emploi dans la recherche”, si elle permet une rencontre entre l’offre et la demande de matière grise, ne suffit pas à aider ceux qui sont tentés par l’expatriation à prendre les décisions complexes et matérielles posées par un départ à l’étranger.

Comment un doctorant ou un chercheur, totalement ignorant des réalités administratives et quotidiennes du pays où il envisage de jeter l’ancre, peut-il organiser les problèmes terre à terre de son projet de transhumance? Quel visa ou permis de travail doit-il obtenir? Quel sera son régime de salaire, d’impôt, de sécurité sociale? Quels logement, crèche ou école peut-il trouver pour sa famille?

Autant de questions qu’il pourra désormais poser au nouveau service ERA-MORE (*European Network of Mobility Centres*). A l’initiative de la Commission, quelque 200 institutions et organismes, répartis dans 33 pays participant aux programmes européens de promotion de la mobilité, ont ainsi décidé de se fédérer pour apporter des réponses “sur mesure” à ces aspects fondamentaux.

En savoir plus

- europa.eu.int/eracareers/index_en.cfm
- **Communication de la Commission**
Chercheurs en Europe: une profession, des carrières multiples
europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/cnc2003/com2003_0436en01.pdf



Conférence *Human genetic testing: what implications?* organisée par la Commission, à Bruxelles, en mai dernier.

de première importance. Lors de la conférence qui s’est réunie sur ce thème, en mai dernier à Bruxelles, quelque 300 participants ont analysé point par point un rapport de recommandations préparé à la demande de la Commission par un groupe d’experts comprenant des scientifiques, des juristes, des industriels, des organisations internationales telles que l’OMS, des philosophes, des représentants des patients. Les aspects couverts par ces recommandations concernent la qualité

Tests génétiques et éthique

Les gènes peuvent être à l’origine de certaines maladies. Les tests génétiques sont un puissant moyen de les prévenir ou de les soigner de façon adaptée, mais cette approche implique des considérations éthiques

et la fiabilité des tests; la place accordée aux maladies rares; l’interdiction de toute extrapolation des informations génétiques en vue de stigmatiser des traits liés à un groupe ethnique; le droit d’information du patient; le caractère privé et la protection de la confidentialité sur les résultats des tests en dehors de l’usage strictement médical; les implications au niveau socio-économique.

Un site Internet spécifique est dédié à l’exposé des recommandations et aux comptes-rendus de la conférence de mai. Les débats sur ces questions éthiques sont loin d’être clos et la Commission, soucieuse de recueillir les contributions de tous ceux qui veulent s’exprimer sur ces thèmes, a ouvert un *Forum* sur cette page.

En savoir plus

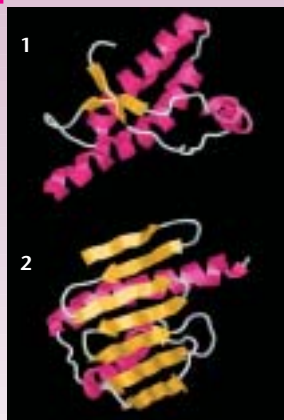
- europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/genetic/index_en.htm
- **Contact à la DG Recherche: Barbara Rhode, Unité Ethique et science**
barbara.rhode@cec.eu.int

REPERE... POINTS DE REPERE...

L'Europe contre le prion

Le 28 mai dernier, à Paris, a été lancé le réseau d'excellence *NeuroPrion*. Fort de 52 laboratoires d'une vingtaine de pays, il rassemble 90% des équipes du continent travaillant sur l'ensemble des maladies à prions: l'*ESB* (encéphalopathie spongiforme bovine ou "maladie de la vache folle"), la *vCJD* (nouveau variant de la maladie de Creutzfeldt-Jakob pour l'homme), la scrapie ou tremblante du mouton, ainsi que d'autres formes de ce mal. Pluridisciplinaires, ces équipes sont composées de chercheurs fondamentaux, de cliniciens et de vétérinaires. Une enveloppe de 14,4 millions d'euros, sur cinq ans, a été dégagée par l'Union pour soutenir leurs efforts. Coordonné par le groupe "prions" du CEA (Centre de l'Énergie Atomique - FR), le programme de recherche de ce nouveau réseau est structuré autour de quatre axes: la

prévention qui repose à la fois sur la mise en œuvre de tests de diagnostic *ante mortem* et la validation de nouvelles techniques de décontamination des animaux; le *contrôle* impliquant notamment une standardisation des techniques de diagnostic; le *traitement* (développement de nouvelles molécules susceptibles d'inhiber la formation de la protéine anormale du prion PrPsc et nouvelles approches thérapeutiques); *l'analyse du risque* lié aux maladies à prions. Cet effort de recherche s'inscrit dans la suite d'une stratégie menée par la Commission



Protéine du prion
1. PrPc (normale)
2. PrPsc (pathologique)

En savoir plus

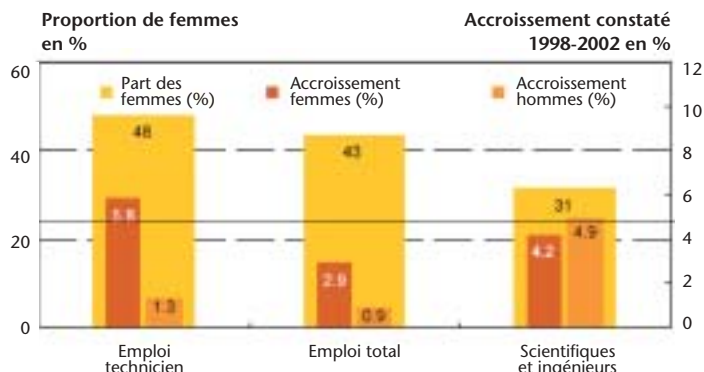
- **Recherches européennes ESB**
europa.eu.int/comm/research/quality-of-life/tse/index_en.html
- **EST (encéphalopathies spongiformes transmissibles)**
europa.eu.int/comm/food/food/biosafety/bse/index_en.thm
www.who.int/health-topics/tse/htm
- **vCJD**
<http://www.eurocjd.ed.ac.uk>
- **Scrapie**
www.srtse.net
- **Conférence Prion 2004**
www.neuropriion.org

depuis la grande crise de 1996. Dès cette époque, l'Union a compris la gravité de la question et a déjà dégagé 50 millions d'euros pour soutenir les travaux des 120 laboratoires impliqués dans la lutte contre cette zoonose.

Europe à 25: plus de femmes diplômées, mais plus d'emplois S&T pour les hommes...

Ce graphique montre l'importance et l'accroissement de l'emploi des femmes diplômées à des postes de niveau technicien supérieur (à gauche) par rapport aux proportions constatées dans l'ensemble de la population employée et son évolution (au milieu). Par contre l'emploi des hommes à des postes de scientifiques et d'ingénieurs continue à croître de façon plus élevée que celui des femmes, qui représente moins d'un tiers des effectifs (à droite).

Source: Eurostat



Demande d'abonnement gratuit à RDT info

Vous pouvez vous abonner gratuitement au magazine via le site web <http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo/rtd-adrf.html>

Vous pouvez aussi remplir le présent coupon en caractères d'imprimerie à renvoyer à l'adresse suivante:

RDT info
ML DG1201
Boîte postale 2201
L-1022 Luxembourg

Nom:

Organisation:

Version(s) linguistique(s) que vous souhaitez recevoir*:

Version française Version anglaise Version allemande

Adresse:

Code postal: Ville:

Pays:

(* Si vous souhaitez recevoir plusieurs exemplaires d'une version linguistique donnée, veuillez adresser votre demande, avec votre adresse complète et une courte justification:
- par e-mail (rtd-info@cec.eu.int)
- par fax (+32-2-295 82 20).

Si vous désirez obtenir un ou des exemplaires de numéros antérieurs de *RDT info*, veuillez envoyer un message soit par e-mail soit par fax.

POINTS DE REPERE... POINTS DE

Sur le front des plates-formes

1 Vers la chimie durable

Avec un chiffre d'affaires de 42 milliards € en 2002 (contre 14 milliards en 1990) et 25 000 entreprises employant 1,6 million de personnes, la chimie européenne est leader mondial de ce secteur et s'attribue 28% de parts de marché. Pourtant, cette proportion a chuté de 4 points au cours des dix dernières années alors que, sur le seul marché de l'Union, la demande est passée de 14 milliards € en 1990 à 42 milliards € en 2002.

La recherche, moteur de l'innovation et de la croissance dans cette industrie, est insuffisante: les entreprises européennes y consacrent 1,9% de leur chiffre d'affaires, les amé-



ricaines 2,5% et les japonaises 3%. La relance de l'effort de matière grise passe, en particulier, par l'impulsion d'un partenariat public/privé capable de mobiliser les investissements. C'est chose faite, depuis juillet dernier, avec la *Plate-forme technologique pour*

une chimie durable lancée conjointement par les deux groupements d'entreprises CEFIC (Conseil européen de la chimie) et EuropaBio (Association européenne pour les bio-industries), avec le concours de la Commission. Trois champs de recherche sont inscrits au menu de cette initiative: la biotechnologie industrielle, les matériaux, ainsi que la conception des réactions et procédés. Transversalement seront pris en compte les questions environnementales, la sécurité, l'éducation et la formation, les infrastructures et l'accès au capital-risque.

2 Plantes d'avenir

Tel est le titre du mémorandum réalisé par un groupe de réflexion sur les perspectives des biotechnologies végétales, mis sur pied par l'Association européenne pour les bio-industries (EuropaBio) et l'European Plant Science Organisation (EPSO) en coopération avec la Commission européenne⁽¹⁾.

Alors que l'Europe a été à l'avant-garde dans ce domaine, elle perd cette excellence en

raison de l'hostilité suscitée par ce secteur de recherche dans l'opinion publique. Pourtant, estiment les avocats de cette filière, celle-ci offre un potentiel certain pour permettre une agronomie et une sylviculture plus durables, consommant moins de fertilisants, de pesticides et d'eau. Elle intéresse non seulement l'avenir d'une alimentation de qualité à l'échelle mondiale, mais aussi de matériaux bio-écologiques, notamment comme source d'énergie.

Le mémorandum plaide pour la création d'une plate-forme européenne chargée d'impulser les recherches stratégiques couvrant la génomique, la physiologie, l'agronomie et l'écologie végétales.

(1) Pour rappel, la Commission a présenté une vision stratégique des sciences du vivant et de la biotechnologie jusqu'en 2010, proposant en particulier les moyens d'aborder les questions éthiques.



En savoir plus

- europa.eu.int/comm/biotechnology/introduction_fr.html
- www.europabio.org/plant_genomics_platform.htm

En savoir plus

- www.cefic-sustech.org/files/Publications/ETP_sustainable_chemistry.pdf

ricaines 2,5% et les japonaises 3%. La relance de l'effort de matière grise passe, en particulier, par l'impulsion d'un partenariat public/privé capable de mobiliser les investissements. C'est chose faite, depuis juillet dernier, avec la *Plate-forme technologique pour*

Facteur trois pour les nanotechnologies

Les stratégies européennes sur le terrain des nanotechnologies se renforcent. En mai dernier, la Commission a publié une importante communication sur leur devenir. L'Europe a de solides bases de connaissances dans cette discipline intimement liée aux structures fondamentales de la matière. Elle manque néanmoins de concrétisations technologiques innovantes intéressant les processus industriels à venir. Passant en revue les enjeux de ce secteur, ce document recommande, à l'horizon 2010, de multiplier par un facteur trois les efforts actuels. Outre l'accroissement des budgets de R&D et les investissements dans les infrastructures, les priorités dégagées concernent la formation des chercheurs et l'accroissement des transferts technologiques. Un aspect important est également la prise en compte de la dimension sociétale et des impacts environnementaux potentiels des innovations issues de ce secteur⁽¹⁾.



En savoir plus

- europa.eu.int/comm/research/industrial_technologies/index_en.html
- www.cordis.lu/nanotechnology

(1) Voir également en encadré l'information sur la nouvelle plate-forme technologique Nano-électronique.

3 "La nano-électronique, pétrole du futur"

Telle est la comparaison utilisée par Philippe Busquin, le 29 juin dernier, à l'occasion du lancement de l'ENIAC (*European Nano-electronics Initiative Advisory Council*), le groupement d'industriels européens chargé de mettre en œuvre une nouvelle plate-forme technologique ciblée sur cette prochaine mutation essentielle des technologies de l'information et de la communication à l'horizon 2020. Alors que la micro-électronique a profondément imprégné toutes les structures de la société à l'heure actuelle, le passage à la nano-électronique signifie l'avènement d'une nouvelle génération informatique – ordinateurs quantiques, électronique moléculaire, spin électronique⁽¹⁾ – représentant un saut quantitatif et qualitatif considérable des performances de l'*intelligence artificielle*. Pour le Commissaire en charge de la recherche, "l'Europe ne peut se permettre de manquer cet enjeu qui marquera toutes les évolutions technologiques, socio-économiques et culturelles"⁽²⁾.

En savoir plus

- 1^{er} rapport de l'ENIAC: *Vision 2020 – Nano-electronics at the Centre of Change* www.cordis.lu/ist/eniac

(1) Basée sur la cinétique de rotation des électrons à l'échelle atomique.

(2) Voir aussi l'information "Facteur trois pour les nanotechnologies".

REPERE... POINTS DE REPERE...

L'avenir des océans

Les mers n'ont pas de frontières. Depuis deux décennies, s'il est un domaine où la coopération scientifique européenne fait ses preuves, c'est bien celui des recherches marines. Une démonstration en a été donnée lors de la conférence *Eurocean 2004* qui s'est tenue à Galway (IRL), en mai dernier. Plus de 130 projets y ont été présentés devant un parterre impressionnant de participants.

Le nombre et la diversité de ces recherches sont à l'aune des questions que pose la gestion du patrimoine maritime européen et mondial. Comment protéger la biodiversité marine? Comment concevoir un développement durable de la pêche? Comment comprendre les mutations des écosystèmes animaux et végétaux? Comment protéger les fonds des océans? Comment, également, jeter des ponts entre les résultats de la recherche et les secteurs ancrés dans le réel, comme la pêche et le tourisme. C'est un des objectifs du nouveau réseau d'excellence *Marbef*, qui a été présenté à Galway. Constitué de scientifiques spécialistes de l'océan, *Marbef* veut mettre sur pied un "institut virtuel européen" travaillant sur des recherches à long terme mais possédant, en même temps, des relations avec le secteur privé et le grand public. Le réseau

mettra sur pied des formations diverses touchant à la mer (écologie et biogéochimie marines, biologie halieutique, taxonomie, sciences socio-économiques en relation avec les problèmes marins, etc.) et collaborera avec les secteurs concernés par une exploitation durable de l'océan (tourisme, pêche, aquaculture, etc.).

Un autre réseau d'excellence, *Marine Genomics*, étudiera tout spécialement le fonctionnement des écosystèmes et la biologie des organismes marins. Une meilleure connaissance de l'évolution et de la diversité des schémas de répartition de la vie dans les océans (des micro-organismes aux poissons en passant par les algues, mollusques, etc.) doit permettre une meilleure prévision des changements touchant les populations marines, la conservation de la biodiversité, la gestion de la pêche, ainsi que le perfectionnement des espèces destinées à l'aquaculture.



Chercheurs de l'Ireland's Marine Institute mesurant des échantillons de poissons à bord du navire scientifique Celtic Explorer.

En savoir plus

• www.eurocean2004.com/

D'autre part, 15 organismes de financement de la recherche réunis dans le réseau *Ecord* participent

au programme international *Integrated Ocean Drilling Programme* (IODP). Les forages en eau profonde fournissent, en effet, d'abondantes informations sur les écosystèmes marins dans l'optique d'une gestion durable des ressources marines. Plusieurs programmes nationaux de recherche, regroupés dans le cadre d'une initiative européenne de coordination *ERA-Net* sont associés au réseau *Ecord*.

Un zeste d'insouciance sportive

En cette année d'Olympiades, on ne manquera pas de multiplier les comparaisons entre le monde du sport et les autres champs où s'exerce le génie humain, comme l'exportation de la démocratie en Irak, le crime organisé, la recherche scientifique, l'éradication du maïs transgénique, ou la construction européenne.

L'édification économique, politique et sociale d'un nouveau continent, par un nombre croissant des nations d'un continent dit ancien, fait flotter au vent une bannière où des étoiles dansent une ronde plutôt conviviale, là où d'autres unions affichent des régiments d'étoiles au garde-à-vous. C'est de prime abord un bon signe.

Mais au-delà des drapeaux, qu'en est-il de l'adhésion, de la connivence, du désir? Pour l'Europe en général et pour ses chercheurs en particulier? Constatons que les citoyens se sont massivement abstenus aux élections du Parlement européen, alors que la Coupe d'Europe de football a attiré les foules, au Portugal et devant les téléviseurs.

Les footballeurs disposent certes d'atouts que n'ont pas les responsables politiques ou scientifiques. Ils sont encore jeunes, en pleine santé (hors tacle ravageur ou dopage excessif), et perçoivent des revenus élevés. C'est aussi que leur jeu doit beaucoup au hasard, et se donne à voir dans une ambiance frénétique, encore amplifiée par le tam-tam médiatique. De plus, ils tiennent leurs promesses en

moyenne une fois sur deux, statistique qu'on n'ose imaginer en politique. Enfin, au contraire des élus, fréquemment remerciés par des électeurs mécontents, ou des chercheurs, trop souvent cantonnés dans des carrières linéaires indépendantes de leurs performances, ils gagnent à changer de poste, les clubs étant toujours prêts à spéculer sur la valeur des joueurs en vue du prochain transfert.

Est-il alors réaliste d'espérer raviver le projet européen et plus particulièrement son volet recherche en y transposant directement les recettes du spectacle sportif? Non, bien sûr.

Mais on peut au moins penser que le désir d'Europe, et pour ce qui nous concerne ici le goût des sciences, se déploierait plus largement si, plutôt que de toujours mettre en exergue le sérieux, les contraintes, les risques d'échec, l'on acceptait d'y laisser flotter cet esprit de légèreté, qui réussit si bien au football et que pratique spontanément la jeunesse. Ce à quoi tente de s'employer avec constance le regard porté par votre candide chroniqueur sur la recherche européenne, il faut le souligner.

On se prend même à rêver de prochaines élections européennes à guichet fermé où les candidats, avant même d'être vainqueurs ou vaincus, de tel parti ou de tel pays, sauraient être des héros, où la frivolité et la ferveur se combineraient à loisir, où les citoyens seraient heureux et fiers de participer, tout simplement.

Candide

Tableau de bord des appels à propositions

Le point sur la nature, les dates de clôture et les budgets indicatifs des appels à propositions lancés ou programmés dans les prochains mois. Pour trouver des informations spécifiques supplémentaires pour chacun de ces appels, voir la page suivante du site Europa, qui assure tous les liens directs vers les documents et procédures en ligne disponibles sur le serveur Cordis.

europa.eu.int/comm/research/fp6/calls_fr.html

Abréviations utilisées – IP: Projets intégrés – NoE: Réseaux d'excellence – STREP: Projets spécifiques de recherche ciblés – CA: Actions de coordination – SSA: Actions de soutien spécifiques – Nd: non déterminé

IDENTIFIANT DE L'APPEL	DOMAINES DE RECHERCHE OU ACTIONS VISÉES	DATE DE CLOTURE	BUDGET INDICATIF (MILLIONS €)
INTÉGRER ET RENFORCER L'ESPACE EUROPÉEN DE LA RECHERCHE			
Sciences du vivant, génomique et biotechnologies pour la santé		rtd-genomics@cec.eu.int	
FP6-2004-LIFESCIHEALTH-4	Étude de faisabilité pour la coordination de la recherche sur le cancer (CA/SSA)	09/09/2004	4
FP6-2004-LIFESCIHEALTH-5	Connaissances fondamentales et outils de base pour la génomique fonctionnelle dans tous les organismes, ainsi que les applications au service de la santé; lutte contre les grandes maladies (maladies cardiovasculaires, diabète, maladies rares, maladies du cerveau et du système nerveux, cancer, maladies transmissibles liées à la pauvreté); étude du développement humain et du processus de vieillissement; lutte contre la résistance aux antibiotiques et à d'autres médicaments	16/11/2004	540 ⁽¹⁾
<i>(1) dont IP-NoE: 405 à 432 M€; dont STREP,CA et SSA spécifiques: 108 à 135 M€; SSA stratégiques d'ensemble: 8 M€</i>			
Technologies pour la société de l'information		ist@cec.eu.int	
FP6-2002-IST-C NMP-2	Appel conjoint avec la priorité "Nanotechnologies et nanosciences, matériaux multifonctionnels et technologies industrielles de production" (IP, STREP et SSA)	14/10/2004	180
FP6-2004-IST-3	Appel pour CA et SSA: participation des nouveaux Etats membres; coopération internationale future; réalisation d'objectifs de l'EER	22/09/2004	28
FP6-2004-IST-FETPI	Appel pour PI et NoE: technologies futures et émergentes – initiatives proactives (notamment informatique et communications quantiques, nanoélectronique et systèmes d'information bio-inspirés)	22/09/2004	80
FP6-2002-IST-C	Technologies futures et émergentes (FET) – Soumission continue de propositions ⁽¹⁾ : appel ouvert jusqu'au 31 décembre 2004	31/12/2004	60
<i>(1) voir: www.cordis.lu/ist/fet/int-o.htm</i>			
Nanotechnologies & nanosciences, matériaux multifonctionnels et technologies industrielles de production		rtd-nmp@cec.eu.int	
FP6-2004-IST-NMP-2	Appel conjoint avec la priorité "Technologies de la société de l'information" (IP, STREP et SSA)	14/10/2004	180
Aéronautique et Espace		rtd-aerospace@cec.eu.int	
FP6-2002-Aero-2	Appel périodique "Aéronautique" pour des SSA (participation des PME - coopération internationale - pays candidats - exploitation des résultats - objectifs de l'EER, stratégie de l'UE et support aux politiques en matière aérospatiale). Clôture finale en mars 2006	28/09/2004	7
GALILEO 6FP 2 nd Call	Domaine 1: Segment utilisateurs	08/10/2004	66,9
	Domaine 2: Définition et mise en œuvre de missions	24/09/2004	
	Domaine 3: Innovations et initiatives internationales	17/09/2004	
Qualité et sûreté de l'alimentation		rtd-food@cec.eu.int	
FP6-2003-Food-2-B	Appel périodique pour des SSA (participation des PME, coopération internationale, participation des pays candidats, exploitation des résultats, gestion scientifique et organisationnelle de projets)	29/09/2004	5
Développement durable, changement planétaire et écosystèmes		rtd-sustainable@cec.eu.int	
FP6-2004-Global-3	Appel thématique dans le domaine "Changement Global et écosystèmes"	26/10/2004	205
FP6-2002-Transport-2	Appel périodique pour des SSA (participation des PME - coopération internationale - pays candidats - exploitation des résultats - objectifs de l'EER, stratégie de l'UE et support aux politiques) dans le domaine "Transports de surface durables" - Clôture finale en mars 2006	22/09/2004	5
Nouvelles sciences et technologies émergentes		rtd-nest@cec.eu.int	
FP6-2003-NEST-B-3	Appel ouvert: recherche exploratoire dans des sciences et technologies nouvelles et émergentes (projets STREPADventure et Insight)	15/09/2004	14
FP6-2003-NEST-B-4	Appel ouvert: recherche exploratoire dans des sciences et technologies nouvelles et émergentes (projets CA Adventure et Insight; projets CA et SSA NEST Support)	15/09/2004	1

IDENTIFIANT DE L'APPEL	DOMAINES DE RECHERCHE OU ACTIONS VISÉES	DATE DE CLOTURE	BUDGET INDICATIF (MILLIONS €)
	Actions horizontales pour la participation des PME	research-sme@cec.eu.int	
FP6-2003-SME-1	Appel périodique: projets de recherche coopérative	21/10/2004	75
	Mesures spécifiques d'appui à la coopération internationale	inco@cec.eu.int	
	<i>Abbreviations: DEV: pays en développement - MPC: pays partenaires méditerranéens Russia + NIS: Russie et les autres Nouveaux Etats Indépendants WBC: pays occidentaux des Balkans</i>		
FP6-2004-ACC-SSA-2	Actions de soutien spécifique (SSA) pour les pays associés candidats (Bulgarie, Roumanie et Turquie)	14/10/2004	19,8
FP6-2004-TC-SSA-General	Actions de soutien spécifique (SSA) pour pays ciblés (pays tiers ayant un accord conclu de coopération S & T avec l'UE ou engagés dans un processus de négociation d'un tel accord)	14/10/2004	2,9
FP6-2003-INCO-DEV-2	Appel thématique ⁽¹⁾ pour les DEV (notamment: lutte contre les maladies transmissibles négligées; systèmes de santé; politiques et gestion des soins de santé; sécurité alimentaire).	14/09/2004	36,2
FP6-2002-INCO-MPC-2	Appel thématique ⁽¹⁾ pour les MPC (notamment: gestion intégrée des ressources en eau; amélioration de l'utilisation & de la réutilisation et traitement avancé de l'eau; risques environnementaux; développement et utilisation des énergies renouvelables; protection et conservation du patrimoine culturel; problèmes de santé liés à l'évolution démographique et économique; maladies transmissibles, systèmes de santé; maladies génétiques)	14/09/2004	27,1
FP6-2002-INCO DEV/SSA-1	Appel périodique pour des SSA pour les DEV (santé, ressources naturelles et sécurité alimentaire)	08/09/2004 ⁽²⁾	0,95
FP6-2002-INCO MPC/SSA-2	Appel périodique pour des SSA pour les MPC (environnement, patrimoine culturel, santé)	08/09/2004 ⁽²⁾	0,45
FP6-2002-INCO WBC/SSA-3	Appel périodique pour des SSA pour les WBC (environnement, santé)	08/09/2004 ⁽²⁾	0,45
FP6-2002-INCO Russia+NIS/SSA-4	Appel périodique pour des SSA Russia + NIS (adaptation des systèmes de production industrielle et de communication; environnement; santé)	08/09/2004 ⁽²⁾	0,45
FP6-2002-INCO CoMultilaRTD/SSA-5	Appel périodique pour des SSA dans le cadre de la coordination multilatérale des politiques et activités nationales de RDT	08/09/2004 ⁽²⁾	0,75

(1) Pour STREP et CA

(2) Prochaines dates intermédiaires d'évaluation groupée: 07/03/2005; 07/09/2005; 06/03/2006.

	Soutien aux activités de coordination	rtd-coordination@cec.eu.int	
FP6-2002-ERA-NET/1/CA-SSA	Appel périodique: soutien à la coopération et à la coordination d'activités de recherche menées au niveau national et régional (Système ERA-NET)	05/10/2004 ⁽¹⁾	24 ⁽²⁾
	(1) Prochaines dates de réception pour évaluation: 02/03/2005; 04/10/2005 (2) Budget global pour l'ensemble de l'appel: 148 M€		

STRUCTURER L'ESPACE EUROPÉEN DE LA RECHERCHE

	Ressources humaines et mobilité (Actions Marie Curie)	rtd-mariecurie-actions@cec.eu.int	
FP6-2002-Mobility-11	Primes européennes de réintégration Marie Curie	14/10/2004	19 ⁽¹⁾
FP6-2002-Mobility-12	Primes internationales de réintégration Marie Curie	14/10/2004	10 ⁽¹⁾
	(1) Budget indicatif pour 2004		

	Science et société	rtd-sciencesociety@cec.eu.int	
FP6-2004-Science-and-Society-9	Recherche dans le domaine éthique (STREP, CA, SSA)	30/09/2004	5,4
FP6-2004-Science-and-Society-10	Femmes et science 2004 (STREP, CA, SSA)	30/09/2004	6,4

RECHERCHE ET FORMATION DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

		rtd-euratom@cec.eu.int	
Euratom Call Open	Appel ouvert: SSA, accès transnational aux grandes infrastructures, promotion et développement de la mobilité	12/10/2004 ⁽¹⁾	3 ⁽²⁾
	(1) Prochaines dates de clôture: 12/04/2005, 11/10/2005, 11/04/2006 (2) Pour 2004		

COOPÉRATION AVEC LES SCIENTIFIQUES DES NOUVEAUX ETATS INDÉPENDANTS (INTAS)⁽¹⁾

		www.intas.be	
Intas Calls 2004 ⁽²⁾	Appels thématiques et collaboratifs: notamment technologies de l'information, aéronautique, environnement, transformations sociétales (programme East & West) – Bourses pour jeunes chercheurs des NIS – Diffusion des innovations	03/09/2004	9,8 ⁽²⁾

(1) Les soutiens accordés par l'Association internationale INTAS sont indépendants des actions du sixième programme-cadre

(2) Voir aussi l'appel ouvert INTAS pour des mesures d'accompagnement: prochaines clôtures: 30/10/2004 – 30/04/2005

Publications de la DG Recherche

Catalogue en ligne de toutes les publications éditées par la DG Recherche:
europa.eu.int/comm/research/publications/pub_en.cfm

Espace européen de la recherche

- **Mapping of excellence in economics** – Brochure – ISBN: 92-894-6419-4
227 p. – Publication: 2004/07 – fotini.chiou@cec.eu.int
- **Training researchers - High-level scientific conferences** – Brochure
ISBN: 92-894-5616-7 – 37 p. – Publication: 2004/07
rtd-mariecurie-actions@cec.eu.int
- **Recherche pour l'Europe – 36 exemples de projets financés par l'Union européenne** – Disponible aussi en DE et EN
Brochure – ISBN: 92-894-5168-8 – 77 p.
Publication: 2004/07 – research@cec.eu.int
- **Keys to mobility - The European researcher's mobility portal - ERA-MORE, the European network of mobility centres**
Dépliant – 8 p. – Publication: 2004/07
europa.eu.int/eracareers – joseph.jamar@cec.eu.int
- **PME branchées et compétitives: comment participer aux projets européens intégrés**
Disponible aussi en DE et EN – Brochure
ISBN: 92-894-5037-1 – 20 p. – Publication: 2004/07 – rtd-sme@cec.eu.int
- **Centres of excellence in acceding and candidate countries**
Rapport de projets – ISBN: 92-894-5049-S – 77 p.
Publication: 2004/06 – jitka.vennekens-capkova@cec.eu.int
- **Semaine européenne de la Science 2003: la science en s'amusant** – Disponible aussi en EN – Brochure
ISBN: 92-894-7131-X – 24 p. – Publication: 2004/06
rtd-publications@cec.eu.int – www.cordis.lu/scienceweek/home.htm
- **25 recommandations sur les implications éthiques, légales et sociales des tests génétiques** – Disponible en 19 langues - Rapport – ISBN: 92-894-7308-8 – 26 p.
Publication: 2004/04 – barbara.rhode@cec.eu.int – europa.eu.int/comm/researchconferences/2004/genetic/pdf/recommendations_en.pdf
- **ERA-NET – Mise en réseau de l'Espace européen de la recherche Synopsis de projets (fiches)** – Disponible aussi en DE et EN
Brochure – ISBN: 92-894-6380-5 – 40 p. – Publication: 2004/04
rtd-coordination@cec.eu.int
- **Les boutiques de science: la connaissance au service de la communauté** – Disponible aussi en DE et EN – Brochure
ISBN: 92-894-6246-9 – 18 p. – Publication: 2004/04 – rtd-publications@cec.eu.int

Santé & Sciences du vivant

- **Promotion du développement et de l'intégration des équipes d'appui aux soins palliatifs mobiles en milieu hospitalier**
Qualité de la Vie et Gestion des Ressources du Vivant
Disponible aussi en DE et EN – Brochure – ISBN: 92-894-6437-2
23 p. – Publication: 2004/07 – elena.sanchez-cuadrado@cec.eu.int
- **Control of infectious diseases - Catalogue of research projects in the fifth framework programme** – Rapport de projets – ISBN: 92-894-3748-0 – 402 p. – Publication: 2004/06 – mary.fitzgerald@cec.eu.int

Recherche industrielle

- **Nanotechnology - Innovation for tomorrow's world** – Brochure – ISBN: 92-894-7498-X – 56 p.
Publication: 2004/06 – renzo.tomellini@cec.eu.int
- **Research for a secure Europe - Report of the group of personalities in the field of security research** – Rapport – ISBN: 92-894-6611-1 – 30 p. – Publication: 2004/04 – rtd-pas@cec.eu.int
WEB: www.europa.eu.int/comm/research/security
- **Patents in the service industries** – Rapport de projets
ISBN: 92-894-4836-9 – 190 p. – Publication: 2004/04
fotini.chiou@cec.eu.int

Agenda

Carnet de la Présidence néerlandaise

- **Genomics Momentum 2004**
30-31/08-1/09/2004 – Rotterdam
www.genomics.nl/genomics_momentum_2004
- **Brain Gain, the Instruments** – 29-30/09/2004 – La Haye
www.braingain-instruments.nl
- **Investing in Research and Innovation: Realizing the Potential of Public-Private Interaction** –
12-13/10/2004 – Noordwijk – www.investinginresearch.nl
- **Science is Primary – Primary Science and Technology Education** – 15-16/10/2004 – Amsterdam –
www.science.uva.nl/scienceisprimary
- **Research Training as a Key to a Europe of Knowledge** – European University Association (EUA) annual meeting – 28-30/10/2004 – Maastricht – www.unimaas.nl/eua
- **Permanent Access to the Records of Science** – R&D for electronic academic publications – 01/11/2004 – La Haye – www.kb.nl
- **IST Event 2004 – Participate in your Future** – 5-17/11/2004 – La Haye
europa.eu.int/information_society/istevent/2004/index_en.htm
- **European Leadership in e-Science and Grids** – 5 pan-European events – 18-24/11/2004 – La Haye – www.arcade-eu.org
- **Images of Science** – New Interactions between Science and Society – 6/7/12/2004 – Amsterdam – www.imagesofscience.nl
- **European Platform for Biodiversity Research Strategy (EPBRs)**
10-13/12/2004 – Amsterdam – www.biodiversity-chm.nl

Carnet européen

- **11th Symposium on Thermodynamics of Nuclear materials**
6-9/09/2004 – Karlsruhe (DE) – itu.jrc.cec.eu.int
- **Building the Future on Knowledge: Foresight and the Transition to Regional Knowledge-based Economies** – 23/09/2004 – Bruxelles (BE)
europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/foresight/index_en.html
- **Atalante 2004 - Future nuclear fuel cycles and waste management** – 21-24/11/2004 – Marcoule (FR) – www.atalante2004.cea.fr/
- **Schools and Museums: designing for a difference** – Conférence Annuelle Ecsite – 4-6/11/2004 – Barcelone (ES)
- **Integrating Safety and Nutrition Research along the Food Chain: the New Challenge** – 27-29/10/2004 – Lille (FR)
www.ssha.asso.fr/site/index.php
- **1st International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT 2004), 'focused on young researchers'** – 22-24/11/04 – Zilina, (SK) – www.icrat.org/
- **IP2004 Summit - Building up a dynamic Intellectual Property Infrastructure for Europe** – 02-03/12/2004 – Bruxelles (BE) – www.ipsummit.info/

Environnement & Energie

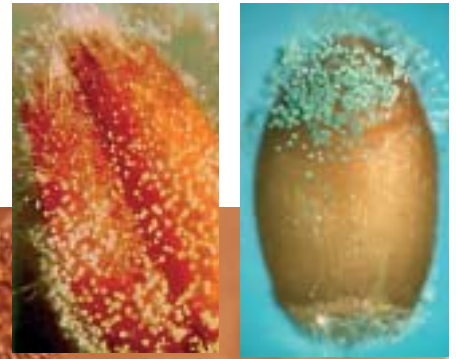
- **EU Research for sustainable urban development and land use - Building the future** – Brochure – ISBN: 92-894-7707-5 – 16 p.
Publication: 2004/07 – rtd-sustainable@cec.eu.int
- **EU Research for sustainable urban development and land use - Sustaining Europe**
Brochure ISBN: 92-894-7701-6 – 16 p.
Publication: 2004/07 – rtd_sustainable@cec.eu.int
- **Renewable energy technologies and Kyoto Protocol mechanisms** – Rapport – Publication: 2003/10 – 60 p. – ISBN: KI-NA-20871-EN-C – rtd-energy@cec.eu.int

ERRATUM

Le Centre européen d'excellence *Miracle (Machine Intelligence Research and Application Centre Learning Experience)* est le département cybernétique de l'Université technologique de Prague et n'est donc pas rattaché à l'Université Charles, comme nous l'avions écrit en page 12 de notre dossier sur la recherche en République tchèque dans le n°41 de RDT info (Mai 2004), <http://cyber.felk.cvut.cz/>

L'Homme a de longue date tiré parti des propriétés alimentaires bénéfiques de certains champignons microscopiques, tels les ferments et levures à la base de la fabrication des fromages, de la bière, du pain, du vinaigre et des yaourts. Mais certains types de moisissures d'origine fongique produisent aussi de redoutables poisons, en particulier la famille des mycotoxines, qui font l'objet d'une attention croissante depuis une quinzaine d'années. Les recherches européennes rassemblées dans le *Mycotoxin Prevention Cluster* passent au crible les moyens de protéger les consommateurs contre ces menaces perfides qui constituent un véritable problème de sûreté alimentaire et de santé publique.

Sus aux mycotoxines



Perverses, diverses, les mycotoxines sont d'autant plus dangereuses qu'elles agissent parfois à de très faibles concentrations et qu'elles sont d'une stabilité impressionnante. Ces molécules nocives résistent à des températures élevées et à certains processus industriels.

Les mycotoxines sont à la fois dangereuses, envahissantes et perverses. Les effets cancérigènes de nombre d'entre elles sont avérés. Mais les impacts nocifs de certaines variétés peuvent aussi avoir des conséquences cytotoxiques (destruction de cellules), tératogènes (déclenchement de malformations héréditaires) ou encore immunitaires.

Formant différentes familles⁽¹⁾, les mycotoxines peuvent être présentes dans une gamme étendue de produits alimentaires. Les céréales sont leurs premières cibles – d'autant plus vulnérables qu'elles sont souvent stockées en très grandes quantités – mais on peut également en trouver dans les fruits et les légumes. Les pommes, poires, tomates, carottes, raisin, noix, cacahuètes, de même que le café et le cacao, en contiennent périodiquement. Selon certaines études, 25% de la production agricole mondiale pourrait être contaminée, dans des proportions évidemment très variables.

Leur dangerosité est d'autant plus inquiétante qu'elles agissent parfois à des concentrations vertigineusement faibles. "Celles-ci sont sans commune mesure avec la toxicité classique et avérée de l'usage alimentaire de certains solvants industriels, comme par exemple le tétrachlorure de carbone", explique le professeur Naresh Magan, de l'Université de Cranfield

(UK), coordinateur du projet *Mycotoxin Prevention Cluster*. "On sait ainsi que ce produit induit des tumeurs chez 50% des rats exposés à une dose de 0,2 gramme par kilo et par jour. En comparaison, une mycotoxine bien connue, comme l'aflatoxine B1, est 3 millions de fois plus puissante que ce solvant dangereux. Son seuil est de 0,000001 gramme par kilo et par jour."

Prévenir dès l'amont

Le problème s'aggrave du fait que nombre de ces molécules sont d'une stabilité impressionnante. Celles-ci résistent à des températures élevées et à certains processus industriels. La cuisson n'offre aucune protection et, même après destruction du champignon fautif, le poison peut encore être présent. L'absence de moisissures ne garantit donc pas la qualité d'un aliment...

Que faire? Certes, les contrôles au stade de la distribution des produits restent un garde-fou essentiel, mais "jouer ce rôle de *pompier* intervenant pour endiguer les empoisonnements par le retrait des aliments contaminés des rayons est un pis-aller loin d'être satisfaisant", insiste Naresh Magan. "Le véritable progrès doit venir de l'action de prévention en amont, qui est la raison d'être de nos recherches européennes.

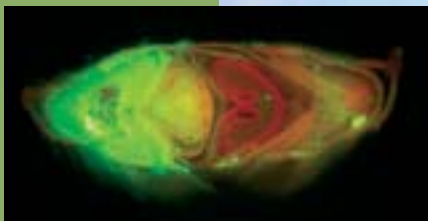
Notre stratégie consistait à identifier les points critiques tout au long de la chaîne alimentaire et de définir des procédures permettant d'éviter ces situations. Et cela, dès avant la récolte et jusqu'à la commercialisation, en passant par d'autres étapes, comme le stockage." Cette démarche, dénommée HACCP (*Hazard Analysis by Critical Control Points*), est désormais classique dans la fabrication industrielle des aliments mais moins courante en amont.

Le stockage des céréales

Une dizaine de champignons ont été tout particulièrement analysés. Les chercheurs ont enquêté sur les conditions les plus favorables à la prolifération des moisissures et à l'émission des toxines, notamment sur le plan de la température, de l'humidité, de la composition gazeuse et des produits chimiques présents (en particulier les fongicides). Ils ont découvert des phénomènes surprenants. Ainsi, les fongicides à faible dose ont parfois pour effet de stresser le champignon, ce qui, paradoxalement, stimule la production de toxines.

(1) Principalement les aflatoxines, les ochratoxines, les trichothécènes et la patuline.





Essais comparatifs de résistance à l'infection par *Fusarium graminearum* sur des lots séparés de plants de blé.

En médaillon: vue en coupe d'une inflorescence de blé dont la partie droite est colonisée par les filaments mycéliens de *Fusarium culmorum*.

© C.Waalwijk/GHJ. Kema



Un modèle mathématique a été élaboré pour permettre de calculer le temps de stockage acceptable en fonction de la température et de l'hygrométrie. Il en ressort qu'au-dessus de 20% d'humidité dans les céréales, la sécurité alimentaire n'est plus garantie, même pendant un temps

très court; il faut alors impérativement sécher les grains. Ces travaux vont permettre la mise sur pied de systèmes d'alerte tenant compte des conditions météorologiques, souvent déterminantes. Il y a, en effet, des années à mycotoxines et des années "sans". Ainsi est-il possible de tirer la sonnette d'alarme auprès des professionnels et de leur indiquer des conduites à tenir, en fonction des facteurs de risque.

Des conseils sur la conception et l'entretien des silos sont désormais diffusés à la suite de ces études. Des systèmes de ventilation évitant la condensation peuvent, par exemple, s'avérer très utiles pour lutter contre le problème déterminant de l'humidité. Par ailleurs, des carences au niveau de l'étanchéité sont fréquemment constatées et les professionnels sont incités à inspecter leurs installations avant la récolte. En outre, c'est généralement au sommet des silos que prennent naissance les contaminations: c'est donc là que doivent s'exercer les contrôles les plus stricts. La possibilité de mesurer la température dans le silo, grâce à des thermomètres judicieusement répartis, permet également de réduire les risques.

Un champignon peut en chasser un autre

D'autres pistes préventives sont également explorées. On sait, par exemple, que certaines

Traquer la toxicité

Les connaissances actuelles sur les méfaits sanitaires des mycotoxines sont établies, dans leur ensemble, à partir de recherches sur des souris et des rats. Pour affiner l'estimation du risque et mieux évaluer les seuils de toxicité, diverses expériences sont en cours sur des lignées cellulaires humaines. Ces travaux sont menés en collaboration avec l'EFSA (Agence Européenne de Sécurité Alimentaire) et l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). De quoi nous rassurer quelque peu: les seuils de sécurité existant actuellement en Europe se sont tous montrés suffisants pour protéger le consommateur. Du moins dans l'état actuel des connaissances.

Ces travaux pourraient également permettre d'en savoir plus sur les mécanismes de la toxicité, encore peu connus. En étudiant la nature des dommages infligés à l'ADN par les toxines, les chercheurs européens ont ainsi pu identifier des marqueurs biologiques libérés par les cellules lorsqu'elles sont en état de stress. "A terme", souligne Naresh Magan, de l'Université de Cranfield, "il faudra également étudier de manière plus approfondie les effets de l'exposition durable, à de faibles doses, pour l'instant insuffisamment explorés."

substances antioxydantes, notamment les huiles essentielles, parviennent à empêcher assez efficacement la formation de mycotoxines. La possibilité d'une application à grande échelle, tenant compte des questions techniques et financières, est à l'étude.

La "lutte biologique" représente une autre voie. En effet, toutes les espèces de champignons ne produisent pas de toxines et l'on peut imaginer de favoriser la présence d'un élément inoffensif, qui empêcherait l'installation ultérieure d'un concurrent dangereux. Ainsi, au sein du genre *Fusarium*, qui s'en prend à toutes les céréales, les chercheurs ont

Disséminer tous azimuts.

Faire connaître le résultat de leurs recherches est depuis le début une des préoccupations des participants du projet. Différents articles faisant le point sur les connaissances et offrant en outre des renseignements pratiques sont disponibles sur CD-rom (*). Ils concernent notamment les stratégies de décontamination, les méthodes PCR ou encore la détection des champignons à mycotoxines. De nombreuses conférences ont également été organisées à l'intention des professionnels (brasseurs, céréaliers, etc.). Les différents sites Internet liés au projet (voir page 31) contiennent également de nombreuses précisions sur le sujet.

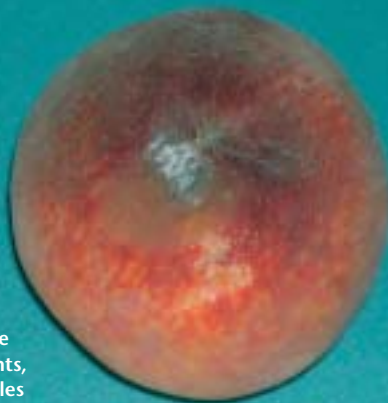
(* Demandes auprès du coordinateur:

N.Magan@Cranfield.ac.uk

identifié des espèces sans nuisance dont la présence réduit de 60 à 70% la quantité de toxine. Les fongicides chimiques ne font pas mieux. Pour l'instant, néanmoins, la commercialisation de ces souches demeure problématique: dans l'état actuel de la législation, la procédure d'homologation est la même que pour les produits de synthèse, à savoir très coûteuse. Une PME participant au projet étudie cependant les possibilités de mise sur le marché de cette solution.

Une autre pièce importante de ce puzzle est constituée par l'effet des différents traitements industriels sur la contamination. Si la cuisson ne suffit pas à supprimer la toxicité, la succession des transformations diminue néanmoins les concentrations présentes. Les scientifiques ont examiné ce phénomène sur les ochratoxines, ces éléments particulièrement nocifs présents (notamment) dans les cafés et les céréales. Ils ont estimé que les grains perdaient 2 à 3% de leur contamination lors du lavage, de 3 à 44% au moment du dégraissage, que la mouture abaissait la contamination jusqu'à 60% et la cuisson de 5 à 10%. De même, les différentes étapes de fabrication de la bière diminuent la toxicité de l'orge d'environ 20%. Ces informations sont précieuses

Les mycotoxines peuvent être présentes dans de nombreux aliments, dont les fruits et les légumes. Selon certaines études, 25% de la production agricole mondiale pourraient en contenir, dans des proportions évidemment très variables.



pour le législateur car les niveaux de contamination tolérés ne seront pas les mêmes selon qu'il s'agit d'un produit destiné à être directement consommé ou d'une denrée qui subira diverses transformations.

L'ensemble des données rassemblées sera d'autant plus utile que l'Union a ouvert un nouveau chantier réglementaire pour les mycotoxines. Il existait déjà des seuils légaux pour les principales d'entre elles (ochratoxines, aflatoxines) mais cette liste va s'allonger prochainement.



Des conditions de stockage inadéquates dans des silos peuvent avoir des conséquences très graves sur la santé et, dans certains cas, être mortelles. Ainsi, du maïs contaminé par des aflatoxines, a entraîné la mort de 80 personnes, et 180 hospitalisations, au Kenya, en avril dernier.

Contact

- Naresh Magan
N.Magan@Cranfield.ac.uk

En savoir plus

Sur le projet en général

- www.mycotoxin-prevention.com

Sur des recherches particulières du projet

- **Detox-Fungi**
<http://detox.ba.cnr.it>
- **Ota Prev**
www.slv.se/Otaprev
- **Control Mycotox Food**
www.mycotoxin-prevention.com
- **Ochratoxin A – Risk Assessment.**
www.uni-wuerzburg.de/toxikologie/
- **Wine-Ochra Risk**
www.ochra-wine.com
- **Eman (The European Mycotoxin Awareness Network)**
www.mycotoxins.org
- **Autres projets européens sur le même thème**
- **Fucomyr**
www.ifa-tulln.ac.at/Fucomyr/
- **Safe Organic Vegetables**
www.seedcentre.nl/
- **Rafbca**
www.rafbca.com

Détecter l'ennemi

Un des enjeux majeurs de la lutte contre les mycotoxines est la détection. Même si l'on parvient à réduire considérablement les risques, il reste indispensable – tant pour les professionnels de l'agroalimentaire que pour les autorités sanitaires – de déceler la contamination lorsqu'elle se produit. Le *Mycotoxin Prevention Cluster* a développé différents types d'instruments spécifiques à cet effet: puces à ADN, PCR en temps réel, tests Elisa, *lateral flow devices*, etc. Certaines de ces techniques sont ultrasensibles et réagissent à des concentrations de 0,02 ppm (parties par milliard). D'autres, moins fines, conduiront à des tests rapides et peu onéreux, sur le modèle des tests de grossesse, destinés à l'utilisation sur le terrain. Ces outils doivent aider à l'application de la législation. L'enjeu est important, car comme l'explique Naresh Magan, de l'Université de Cranfield, "il est inutile d'imposer une réglementation contraignante si seuls quelques individus et laboratoires sont capables de contrôler son application à travers tout le continent."

“Notre seule matière première, c’est la matière grise.” La formule, populaire en Slovénie, résume l’importance accordée à la science et à la technologie par ce territoire de deux millions d’habitants, couvert de forêts, blotti entre les Alpes et la mer Adriatique. Après nos reportages en Hongrie et en République tchèque⁽¹⁾, photographie de la recherche dans un petit pays résolu à tenir son rang dans la société de la connaissance. Et qui ne craint pas de s’exposer au feu de la compétition internationale.

Petit pays, haut niveau

Pendant des siècles, la science slovène fut synonyme d’exil. On s’en allait étudier et travailler à Vienne (capitale de l’empire austro-hongrois dont la Slovénie faisait partie), Berlin, ou dans d’autres centres européens. Dès le 15^{ème} siècle, on trouve un Slovène, Bernard Preger, au poste de doyen de l’Université de Vienne.

Cette diaspora scientifique a pris fin en 1919, avec la création de l’Université de Ljubljana, qui a permis à nombre d’intellectuels originaires de la région de rentrer au bercail. La Slovénie n’était à l’époque qu’une province du nouveau royaume yougoslave, mais la jeune université ne manquait pas d’ambition. Elle s’est efforcée de couvrir l’ensemble des domaines de la connaissance afin d’offrir aux jeunes la possibilité de s’éduquer sans s’expatrier.

L’équation multidisciplinaire

Cette démarche s’est maintenue durant la période socialiste de l’ex-Yougoslavie et est plus que jamais d’actualité dans une Slovénie désormais indépendante. Il n’est pourtant pas facile, avec seulement 80 000 étudiants, de maintenir un haut niveau d’enseignement (et donc une activité de recherche) dans l’ensemble des disciplines, depuis la géochimie jusqu’à l’anthropologie.

Dans un contexte général où des intervenants privés se mettent à leur tour à proposer des enseignements, de même que certains instituts de recherche, le risque existe d’une excessive dispersion des forces. En 1975, une seconde université a été créée à Maribor. On parle aujourd’hui d’en lancer une troisième, de type généraliste, à Koper. Matjaz Omladic, vice-recteur de l’université de Ljubljana, n’y semble guère favorable: “On nous dit qu’il faut plus de compétition, mais le problème c’est de se mettre en compétition avec les Américains, pas avec les collègues de l’immeuble d’en face...”

La Slovénie compte également 18 instituts de recherche nationaux. Si certains regroupent plusieurs centaines de personnes, les plus petits d’entre eux fonctionnent avec une poignée de spécialistes. En effet, la science coûte cher... Et même si les rémunérations des chercheurs sont ici trois fois moindres que celles attribuées en moyenne dans l’Union, le matériel de laboratoire exigé pour se maintenir à un niveau international est de plus en plus onéreux.

Transition sans chaos

Les scientifiques slovènes ne s’estiment cependant pas mal lotis et, dans ce pays où il fait bon vivre, la fuite des cerveaux n’a jamais représenté un problème. L’indépendance et le tournant

Bâtiment principal de l’université de Ljubljana - “Sous Tito, l’université de Ljubljana avait autant de liens avec celles de Graz, en Autriche, ou de Trieste, en Italie, qu’avec les institutions de Zagreb ou de Belgrade”.

© Kodia Photo & Graphis/Marko Feist



Le Tromostovje, ou les Trois Ponts franchissant la rivière Ljubljanica dans la capitale slovène. Dans un pays où “il fait bon vivre”, l’exode des cerveaux n’est pas un problème central.

© Kodia Photo & Graphis/Matjaz Prešeren

vers l’économie de marché n’ont pas entraîné pour eux les années de chaos et d’exil qui frappèrent la plupart des Etats ex-communistes.

Dès 1985, un ambitieux programme de développement de la recherche (“2000 chercheurs pour l’an 2000”) s’est poursuivi durant toute cette période troublée, permettant la formation de quelque 250 nouveaux scientifiques chaque année. Aujourd’hui, la Slovénie consacre 1,57% de son PIB à la R&D, ce qui la place assez près de la moyenne de l’Union.

Le secteur privé assure 53% de l’effort de recherche national – là aussi, un assez beau score – mais, pour atteindre l’objectif européen des 3% du PIB consacrés à la R&D d’ici 2010, il faudra nécessairement accroître la participation des entreprises.

L’impact des restructurations dans le privé

Or, l’économie sort à peine d’une sévère période de restructuration. Depuis la dislocation de l’ex-Yougoslavie, il y a à peine plus de dix ans,

(1) Voir RDT Info n°41, mai 2004.

les fleurons de l'industrie slovène ont presque tous été rachetés par des groupes étrangers. Ainsi le producteur de pneus Sava est devenu la propriété de Goodyear, le fabricant de produits pharmaceutiques Lek appartient désormais au suisse Novartis et le premier industriel du pays est le constructeur automobile français Renault depuis des décennies. Toutes ces sociétés disposent de leurs propres laboratoires de recherche, généralement situés dans leurs pays d'origine, et il semble très difficile de les convaincre de s'appuyer également sur les scientifiques "locaux". Ce n'est qu'au prix de beaucoup de temps et d'énergie que les laboratoires slovènes parviennent à arracher ce type d'intégration.

Quant aux nombreuses PME, elles luttent le plus souvent pour leur survie et disposent de peu de moyens pour la recherche. "Dans bien des secteurs, notre appareil de scientifique est plus développé que notre appareil industriel, ce qui nous pose inévitablement des problèmes de stratégie", résume Tamara Lah, directrice de l'Institut National de Biologie.

Des traditions-atouts

Au-delà de ces difficultés, les atouts de la recherche slovène sont solides. Elle jouit tout d'abord d'une forte tradition d'ouverture vers

l'extérieur, elle aussi maintenue du temps d'un socialisme qui n'était guère aligné sur les verrouillages pratiqués dans l'ancien bloc de l'Est. "Même dans les années soixante, il n'y avait pas vraiment de problème, en dehors des questions financières, pour sortir du pays", se souvient Matjaz Omladic. "Nous pouvions facilement assister à des congrès si l'on consentait à manger des sandwiches tandis que nos collègues étrangers allaient au restaurant."

De nombreux chercheurs ont ainsi fréquemment l'Europe occidentale et les Etats-Unis. Ils y ont noué des contacts, souvent bien plus vivaces qu'avec les anciennes démocraties populaires. "Sous Tito, l'université de Ljubljana avait autant de liens avec celles de Graz, en Autriche, ou de Trieste, en Italie, qu'avec les institutions de Zagreb ou de Belgrade", précise Matjaz Omladic.

Certaines institutions représentent des bastions traditionnels de cet esprit d'ouverture. "Nous avons toujours été draconiens dans notre politique de formation des chercheurs, auxquels nous demandons de faire au moins une période de post-doctorat à l'étranger", explique Vito Turk, directeur du Joseph Stefan Institut, premier des centres nationaux de recherche slovènes, fort de 350 scientifiques. Lui-même s'est formé en Arizona avant d'enseigner en Italie, en Allemagne, en Argentine et au Japon. Il est membre de nombreuses institutions scientifiques européennes (notamment la Fédération européenne des sociétés biochimiques, dont il a été plusieurs années secrétaire général) et jouit d'un statut de *referee* dans plusieurs revues scientifiques internationales de renom.

L'électricité au service de la médecine

"Il est interdit de circuler en roller dans les bâtiments." Les affiches apposées dans le grand hall de la très classique *Fakulteta za Elektrotehniko* de l'Université de Ljubljana dégagent une ambiance universitaire branchée sur l'air du temps. On est ici au cœur d'une des institutions de recherche les plus dynamiques et les plus impliquées sur la scène internationale du pays. En participant à 22 projets dans le seul cinquième programme-cadre, elle s'est offerte plus de 10% des crédits de recherche européens octroyés à la Slovénie. Sa particularité? Une longue tradition de développement d'applications au service de la médecine, qui s'explique notamment par le haut niveau du système de santé slovène. Depuis des décennies, on vient de nombreuses régions d'Europe centrale se faire soigner à Ljubljana, notamment en raison de la réputation parallèle de son Institut d'Oncologie, fondé en 1928.

Damijan Miklavcic, 40 ans, vice-doyen de la Faculté d'Electrotechnique, en dirige le laboratoire de biocybernétique. Son équipe travaille sur le passionnant phénomène de l'électroporation, une propriété physiologique des membranes cellulaires. Lorsque celles-ci sont soumises à des impulsions électriques d'une intensité soigneusement appropriée, leur perméabilité augmente et permet l'absorption de molécules qui, "normalement", ne peuvent franchir la barrière de protection cellulaire. Cette technologie *bio-électrique*, qui a notamment été approfondie dans le cadre du projet européen *Esope*, est déjà utilisée sur des patients pour augmenter l'efficacité des chimiothérapies. L'électroporation pourrait également permettre d'introduire des séquences d'ADN dans des cellules soigneusement ciblées. C'est l'objet de *Cliniporator*, une autre recherche soutenue par l'Union dans laquelle la faculté joue un rôle de premier plan. Ces travaux semblent ouvrir de très intéressantes possibilités à la thérapie génique.



Projets européens consacrés à l'électroporation

www.cliniporator.com

Faculty of Electrotechnical Engineering:

www.fe.uni-lj.si/welcome-E.html

Développement de circuits électroniques (voir médaillon à droite) pour des applications d'électroporation (transfert d'ADN dans des cellules via des impulsions électriques appliquées à leur membrane). Dans le médaillon inférieur, protéine rendue fluorescente après électroporation.

Records de participation

Le résultat de cette politique extravertie se concrétise en quelques chiffres. La Slovénie, depuis son indépendance en 1991, a conclu quelque 600 projets de recherche bilatéraux avec des pays aussi différents que les Etats-Unis, la Chine, Israël ou la Turquie. Parmi les projets de coopération

financés par l'Union européenne, on en dénombre près de 800 à participation slovène⁽²⁾, dont 244 pour le cinquième programme-cadre.

(2) Jusqu'en 2001.

“Parmi les nouveaux membres, notre taux de participation est le plus élevé, et nous sommes déterminés à faire encore mieux dans l’actuel programme-cadre...”, souligne Albin Babic, chargé des activités de coordination internationale au Ministère de l’Éducation, de la Science et des Sports.

Nul besoin donc, sur les rives de la Ljubljana, de vanter la nécessité d’une Europe forte et intégrée. De par sa petite taille et sa tradition, la Slo-
vénie en est bien convaincue. Et elle n’aspire qu’à y jouer son rôle. ■

En savoir plus

- *Université de Ljubljana*
www.uni-lj.si



Le centre de RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) slovène, situé à Ljubljana, est un département de l’Institut National de Chimie. Il a obtenu le titre de *Centre d’excellence européen* pour ses travaux sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de la matière, et notamment sur la structure spatiale des protéines. Le laboratoire possède un spectromètre d’une puissance de 600 MHz. Il s’équiperait prochainement d’un appareillage de 800 MHz, qui devrait conforter sa position de pôle régional, rayonnant sur l’Italie et l’Autriche voisines. Ci-contre, Janez Plavec, directeur du centre, insérant un échantillon dans le spectromètre.

L’environnement au premier plan

Le Lac Noir (50 km de long), encerclé de forêts dans le massif de Pohorje.

© Kodia Photo & Graphis/Joze Hanc

Le petit port de Piran, sur l’Adriatique, abrite l’antenne marine de l’Institut National de Biologie (NIB).

© EPA Photo/STR

Courant sur une centaine de kilomètres, la rivière Mura assure notamment la fertilité de la plaine de Pomurje.

© Kodia Photo & Graphis/Joze Pojbič

Le Triglav, 2 864 mètres, symbole national d’un pays dont les montagnes recouvrent 40% du territoire.

© Kodia Photo & Graphis/Stane Klemenc



La Slovénie possède une variété d’écosystèmes étonnante en regard de sa superficie. Depuis les fonds méditerranéens au large de Koper jusqu’au sommet enneigé du Triglav, à plus de 2 800 m d’altitude, s’étend une succession de milieux naturels originaux et préservés: forêts mixtes, plaines alluviales, prairies sèches, lacs de montagne... La sauvegarde de ce riche environnement est une préoccupation nationale et nombre d’habitants sont attachés à divers loisirs liés à la nature. Cette sensibilité a son pendant en termes de recherche. Plusieurs institutions (laboratoires universitaires, centres forestiers ou agronomiques, etc.) consacrent des volets d’activités significatifs aux problèmes de protection écologique et de développement durable. Situé dans un faubourg verdoyant de Ljubljana, l’Institut National de Biologie (NIB)⁽¹⁾ joue dans ce domaine un rôle majeur. Il possède notamment une antenne marine à Piran où se mènent diverses recherches interdisciplinaires sur les écosystèmes et l’halieutique, en collaboration avec plusieurs institutions internationales. Les chercheurs s’intéressent tout particulièrement à la dynamique planctonique, notamment aux proliférations désastreuses d’algues qui souillent périodiquement l’Adriatique et à leurs relations avec les activités humaines (agriculture, déchets domestiques, aquaculture, etc.).

Le NIB possède également un département consacré à la recherche sur les écosystèmes d’eau douce terrestres, impliqué dans plusieurs projets européens de surveillance de l’environnement – par exemple celui qui concerne les lacs d’altitude, via le projet *Emerge*. Une autre section, spécialisée dans l’écotoxicologie, mène des travaux passionnants, en particulier sur les toxines générées par les cyanobactéries présentes en eau douce. Ces microcystines sont des protéines, dont le NIB a montré qu’elles sont toxiques non seulement pour le foie mais aussi pour le cerveau, favorisant l’apparition de tumeurs en cas d’exposition durable, par exemple via l’eau de boisson.

L’Institut de Biologie s’intéresse également à la physiologie végétale, notamment aux facteurs de croissance, aux OGM ou encore aux infections des plantes par les virus. Un laboratoire s’occupe de neurobiologie des invertébrés tandis que la physiologie des insectes, notamment leurs systèmes de communication, est étudiée dans le cadre de différents partenariats, entre autres avec l’Institut National de Recherche Agronomique Français, l’université californienne de Riverside, l’université de Gottingen et celle du Queensland en Australie.

Institut National de Biologie

www.nib.si

Chiffrer la recherche

- *Nombre de chercheurs:* 6 562 (chiffre 2000), soit 4,5 chercheurs pour 1 000 actifs (moyenne UE: 5,5).
- *Proportion de chercheurs:* 35,2% (2000).
- *Pourcentage du PIB consacré à la recherche (1999):* 1,57% (moyenne UE: 1,86%).
- *Progression annuelle moyenne de la dépense R&D (1995-99):* 6,5% (moyenne UE: 3,3%).
- *Publications scientifiques par million d’habitants:* 516 (moyenne UE: 613)

Même si elle se situe sous la moyenne européenne pour différents points, la Slovénie devance souvent des pays bien plus grands et membres de l’Union de longue date.

(1) Le NIB est le troisième en importance des instituts nationaux, après l’Institut Josef Stefan et l’Institut de Chimie.

“Les crédits nationaux consacrés à la recherche sont squelettiques et nous n’attendons pas grand chose de ce côté.” Ce constat sans illusion revient souvent dans les propos des scientifiques slovaques. Ce qui ne les empêche pas de se battre. L’insertion dans des équipes internationales constitue, pour ceux qui refusent de s’exiler, la planche de salut *sine qua non* afin de continuer à travailler. Plusieurs centres de très bon niveau y réussissent et mettent ainsi un frein à l’exode des jeunes cerveaux.

Des chercheurs combatifs



Le premier ministre slovaque, Mikuláš Dzurinda, annonçant les résultats du référendum sur l’adhésion à l’Union, le 17 mai 2003.

“ Cette voiture donne une idée des moyens dont nous disposons pour la recherche en Slovaquie”, plaisante Martin Kedro, directeur du Centre pour la promotion de la science et de la technique (SARC), en vous embarquant dans la vieille Skoda servant de véhicule de service à son organisme. “Mais je n’ai pas à me plaindre, j’ai la chance de toucher un salaire correct”, nuance-t-il aussitôt.

Dans ce pays de 5 millions d’habitants, au tissu industriel encore mal remis de la fracture de 1989, les problèmes socio-économiques sont aigus et la recherche semble passer loin derrière d’autres priorités. Les fonds publics qu’elle reçoit, gérés par une simple *Division de la science et de la technologie* au sein du Ministère de l’Education, représentaient à peine 0,27% du PNB en 2001.

Quant à l’estimation des investissements de recherche du secteur privé, ils sont controversés: les calculs officiels les situent à quelque 0,38%, ce qui assurerait un rang “honorable” à la Slovaquie parmi les nouveaux membres de l’Union, mais les scientifiques contestent cette estimation et considèrent que les moyens dégagés par les entreprises sont en réalité trois fois plus faibles.

Petits apports d’oxygène

Un tournant, considéré comme positif par les chercheurs, est cependant amorcé depuis 2001 avec la décision gouvernementale de créer l’*Agence de soutien à la science et à la technologie* (APVT). Celle-ci lance chaque année des appels d’offres, fait évaluer les réponses par des experts (dont un est obligatoirement étranger) et finance les mieux classés. Mais son budget reste limité et il y a peu d’élus. “Nous n’avons pas les moyens de satisfaire beaucoup de monde et nous considérons qu’il vaut mieux doter suffisamment les meilleurs plutôt que de partager une maigre pitance”, explique son directeur, Stanislav Hlavac.

Toujours dans la même voie, les pouvoirs publics ont défini, à partir de 2002, dix programmes triennaux de R&D, en dégageant quelques priorités comme la société de l’information, la qualité de la vie, la production de l’énergie, etc. Dans ces domaines, ce bol d’oxygène se limite cependant essentiellement à permettre l’amélioration des structures et conditions de la recherche scientifique. Ainsi, de manière générale, les crédits alloués par le budget national couvrent à peine les salaires et l’entretien des bâtiments. “Nous devons aller chercher à l’étranger l’argent nécessaire pour réellement commencer à pouvoir faire de la recherche”, explique Fedor Gömöry, de l’*Elektronický Ústav* (ELÚ – Institut du génie électrique) de Bratislava (voir encadré).

Cette ouverture vers l’étranger est évidemment l’acquis essentiel du grand changement par rapport au passé. Mais elle est forcément aussi la source d’une frustration. “Avant 1989, nous avions les moyens d’acheter du matériel occidental mais c’était interdit. Maintenant nous y avons accès mais pas de quoi l’acquérir”, ironise Vladimír Strbák, président de l’Institut d’endocrinologie expérimentale de Bratislava. Ce centre d’excellence européen s’apprête cependant à installer, grâce à des fonds internationaux, une des rares caméras à positrons (*PET scan*) mises au point dans le monde pour l’étude des petits modèles animaux.

Sortir de l’ancien moule

Côté structurel, la recherche slovaque est encore marquée par les contraintes de l’ancien moule forgé dans le passé communiste de l’ex-Tchécoslovaquie. A cela s’ajoute l’étape supplémentaire de la scission en deux Etats distincts opérée en 1993. Toutefois, pour la recherche, la dimension fédérale était antérieurement fortement inscrite dans les faits et la séparation a pu se réaliser – sur le plan institutionnel – sans véritable difficulté.



Ainsi, la région slovaque disposait depuis 1953 de sa propre Académie des sciences, dont quelque soixante instituts, couvrant l'ensemble des disciplines, avaient le monopole de la recherche fondamentale. Le choc de la transition a été, comme ailleurs, assez rude pour cette structure. "Certains chercheurs n'avaient pas publié depuis dix ans. L'argent arrivait sans que personne ne demande de résultats. De 6 500, les effectifs sont passés à 3 500 personnes", se souvient l'actuel vice-président de l'Académie slovaque, Fedor Champion. Ainsi amaigrie, l'Académie n'emploie désormais guère plus de 15% des chercheurs du pays. Mais elle a gagné en qualité et fournit 40% de la participation slovaque au cinquième programme-cadre européen.

Pour l'Université, cantonnée auparavant à un rôle essentiellement pédagogique, le défi a été et est encore celui de réussir une évolution vers un modèle occidental et de développer ses propres capacités de recherche. Outre la faiblesse des crédits, un frein majeur est la dispersion des établissements en 26 sites différenciés... A côté des institutions célèbres – l'université Comenius et l'université de technologie de Bratislava, les universités techniques de Kosice et Zvolen –, bien peu ont la taille suffisante pour constituer de véritables centres d'excellence.

Quant à la recherche technologique et appliquée, elle était, historiquement, confiée à des instituts spécialisés chapeautés par les ministères concernés. En 1989, la plupart ont purement et simplement disparu et les quelques survivants ont été privatisés. Les investisseurs ne se bousculant pas, ces nouvelles sociétés doivent s'autofinancer et, très logiquement, la part de la recherche dans leur activité diminue au profit de services et prestations diverses, ce qui n'est pas sans inquiéter les scientifiques.

La recherche en entreprises est, pour sa part, rarissime. Les anciennes grandes firmes, obsolètes, ont souvent sombré. "Les PME se battent pour survivre et n'investissent pas dans la haute technologie. Cela nous a d'ailleurs posé un problème pour intégrer le cinquième programme-cadre", souligne Fedor Champion. Attirées par une main-d'œuvre formée



Le Savba, ou institut d'endocrinologie expérimentale. Grâce à des fonds internationaux, ce centre d'excellence va acquérir un objet rare et précieux: une caméra à positrons pour l'étude des petits modèles animaux.

et peu coûteuse, des sociétés étrangères ont certes implanté de grosses unités de production en Slovaquie (à l'instar de Peugeot, du groupe coréen Kia ou d'US Steel), mais leurs laboratoires et leur ingénierie restent dans leur pays d'origine.

Faire reculer le brain drain

Dans ce contexte, la Slovaquie n'échappe pas au phénomène du *brain drain*, sous ses formes multiples. Des éléments de valeur en séjour post-doctoral à l'étranger choisissent de ne pas rentrer ou, s'ils reviennent, abandonnent la recherche. "Un équipement et des financements insuffisants, des salaires mensuels de 200 à 300 €, on peut comprendre que l'on baisse les bras et préfère se tourner vers des carrières mieux payées," commente Valentin Both, biologiste de l'Académie des Sciences.

Pourtant, certains jeunes talents "résistent", en dépit des conditions difficiles, et l'on assiste à l'émergence de quelques centres de très bon niveau. Ces lieux d'excellence bénéficient de l'aura de personnalités scientifiques de premier plan. Ils parviennent à s'équiper et à travailler par le biais de collaborations et de financements internationaux.

Les programmes européens – et les collaborations extérieures en général – représentent donc la planche de salut pour les chercheurs slovaques. "Depuis 1998, la participation de plein droit au programme-cadre de l'Union constitue désormais une filière de financement qui a pris une place stratégique", souligne Fedor Gömöry. Mais la mécanique jugée complexe pour intégrer les équipes dans les appels à propositions n'est pas sans embûches. Le SARC, hébergé par le Ministère de l'éducation et dirigé par Martin Kedro, joue sur ce plan un rôle clé. Avec peu de moyens, le centre tente d'assumer une mission de plate-forme d'information et de logistique pour aider les équipes de recherche à mettre sur pied leur candidature aux appels à propositions européens. ■

Une ruche zoo-biologique

Une concentration surprenante de milliers de lapins, soigneusement rangés dans une impressionnante forêt de cages, en fonction de lignées bien caractérisées. Ce n'est pas un élevage alimentaire, mais l'une des animaleries de l'Institut de recherche sur la production animale (VUZV) de Nitra, une importante ville agricole de la Slovaquie. "Son rôle est de procurer à des laboratoires vétérinaires et pharmaceutiques dans de bonnes conditions des animaux-modèles nécessaires à leurs travaux", souligne Jan Rafay, directeur du département des petits animaux.

Fondé en 1947, le VUZV – qui fut en son temps un organisme central de la zootechnie au sein de l'ex-Comecon – est un des très rares instituts de recherche appliquée à être

resté sous la tutelle étatique du Ministère de l'agriculture après 1989. Outre les lapins, le centre se consacre à de nombreux animaux de production, des bovins aux abeilles, en passant par les poissons et les cerfs de la variété *red deer*, espèce abondante et gibier très apprécié des monts Tatras.

Après d'importantes restructurations et une baisse de plus de moitié de ses effectifs (ramenés aujourd'hui à 260 personnes), le VUZV a réussi à opérer une reconversion essentielle en ajoutant à ses compétences de zootechnie classique une recherche biologique de pointe. La greffe a bien pris. Reconnu comme centre d'excellence européen depuis 2002, l'institut participe à l'heure actuelle à une dizaine de projets internationaux, dont trois dans le cinquième programme-cadre européen. Congrès, publications scientifiques, organi-

sation régulière du festival *Agrofilm* – avec le soutien de la FAO... L'activité de cette ruche zoo-biologique, qui forme une quinzaine de thésards chaque année, ne manque pas d'intensité et a de quoi séduire.

En témoigne, par exemple, Peter Chrenek, un jeune chercheur qui a passé quelques années en France au Laboratoire de biologie du développement de l'Inra (Jouy-en-Josas). Dans des locaux certes rustiques, il a installé les équipements les plus récents de la génétique moléculaire. "Je suis heureux d'être revenu ici. Je travaille aujourd'hui sur des lapins transgéniques porteurs du gène du facteur VIII humain, une protéine impliquée dans la coagulation qui pourrait servir au traitement de l'hémophilie."

www.vuzv.sk
www.agrofilm.sk

“Vous avez dit exode des cerveaux?”

“Je vais vous montrer l'inverse, venez voir...” Energique, Fedor Gömöry, directeur adjoint de l'Institut de génie électrique (ELÚ) de Bratislava et responsable du département de physique des supraconducteurs, ouvre une à une les portes de son centre, où s'activent de jeunes chercheurs – slovaques mais aussi étrangers. Son laboratoire, connu dans sa spécialité de pointe, est formé pour une large part de fundamentalistes, mais il consacre cependant aussi beaucoup d'efforts aux applications, en particulier autour d'un nouveau matériau: le borure de magnésium ⁽¹⁾.

“Oui, au début des années '90, il y a vraiment eu une hémorragie de talents. Mais à partir de 1996, le programme européen Copernicus a petit à petit permis de renforcer certains axes de recherche et de commencer à retenir nos capacités de matière grise.” Outre l'apport de financement cruellement manquant au plan national, Fedor Gömöry considère que cette quête vitale d'appuis extérieurs est un stimulant puissant en termes d'excellence. “J'apprécie la mise en compétition non biaisée qu'implique le mode de sélection européen. La Slovaquie est très petite. Tous ceux qui travaillent sur un même sujet se connaissent... et rivalisent pour des crédits trop maigres. Le filtrage d'une évaluation indépendante assainit les relations humaines entre chercheurs. Avec le recul, je pense que l'Europe a soutenu les bonnes

(1) Ces travaux sont notamment menés dans le cadre de deux projets européens.

propositions. Résultat: les équipes actuelles sont organisées autour de véritables leaders scientifiques et l'institut bouge. Ces dix dernières années, trois nouveaux départements ont été créés – et trois autres ont disparu.”

www.elu.sav.sk



“ J'apprécie la mise en compétition non biaisée qu'implique le mode de sélection européen. ”

(Fedor Gömöry)

En savoir plus

- Académie des Sciences
www.sav.sk
- Ministère de l'éducation
www.education.gov.sk
- Agence de soutien à la science et la technologie (APVT)
www.apvt.gov.sk
- Centre pour le développement de la science et la technologie (SARC)
www.sarc.sk
- Université Comenius
www.uniba.sk
- Université slovaque de technologie
www.stuba.sk/eng/
- Université technique de Kosice
www.tuke.sk/index-e.html
- Université technique de Zvolen
http://alpha.tuzvo.sk/tuzvo/english_new/menu/index.html
- Institut d'endocrinologie expérimentale
www.endo.sav.sk

VUJE Trnava, carte maîtresse en nucléaire

Dans les années '70, le centre de recherche nucléaire slovaque de Trnava a été le fer de lance du développement important de cette filière énergétique dans l'ex-Tchécoslovaquie. Après 1989, puis la scission en deux Etats, son activité a été poursuivie en tant qu'entreprise privatisée reprise par son personnel sous le nom de *VUJE Trnava Inc.*

Les crédits pour la recherche ayant drastiquement fondu, la nouvelle firme développe les contrats de maintenance et d'ingénierie de reconversion avec le parc des centrales existantes. “L'importance prise par ce type de services et de prestations, qui représente aujourd'hui 80% de nos activités, pose évidemment des problèmes pour garder nos chercheurs dans les domaines de pointe. Mais nous arrivons à nous maintenir dans ce créneau via quelques financements nationaux et surtout par le biais de participations à des programmes extérieurs, en particulier européens”, explique Jan Bahna, coordinateur des projets internationaux à *VUJE Trnava*.

Locaux modernes et équipements techniques *up to date*, l'entreprise est un fleuron de la haute technologie. Le nucléaire en Slovaquie – six réacteurs en service, dont les plus anciens sont confrontés à des mises aux normes complexes (et controversées) – est un secteur énergétique éminemment stratégique. Il en va de même en République tchèque voisine et dans d'autres pays de l'ex-bloc européen de l'Est. La société intervient en tant qu'expert

ou bureau d'étude dans tous les domaines liés à cette industrie – sécurité, matériaux, procédures, matériel, modernisation, mise hors service, réseau, etc. – et se diversifie actuellement vers d'autres énergies (thermique classique, hydroélectricité et biomasse).

VUJE Trnava possède un impressionnant simulateur. Cette copie conforme de la salle des commandes d'une centrale nucléaire peut reproduire toutes les situations grâce à un système informatique utilisant les logiciels occidentaux les plus récents. Cette installation en fait une plate-forme importante en matière de formation, qui accueille chaque année quelque 5 000 stagiaires de tous niveaux, dont un nombre croissant d'étrangers.

www.vuje.sk

Locaux modernes et équipements techniques *up to date*, l'entreprise *VUJE Trnava* est un fleuron stratégique de la haute technologie en Slovaquie.





Parcours d'un Hollandais volant

**“J’ai attrapé la vocation lorsque j’étais gamin.”
A 45 ans, en avril 2004, le médecin-astronaute
André Kuipers a accompli sa première mission
dans l’espace en séjournant neuf jours
sur la Station spatiale internationale.
Itinéraire d’un aventurier qui vit, avec passion,
l’accomplissement de ses rêves.**

Dans les années ‘70, l’Espace semble pour longtemps un “domaine réservé” des superpuissances américaine et soviétique, qui en ont fait le champ clos de leur compétition “froide”. A cette époque, l’ambition de la présence humaine dans l’Espace est le monopole partagé des Etats-Unis – qui développent le concept de leurs premières *Space Shuttles* récupérables – et de l’ex-URSS – qui continue à développer avec succès la filière des fusées Soyuz et met en orbite la première “station habitée” Saliout. Certes, l’Europe a, entre-temps, fondé sa propre agence spatiale, mais sa vocation initiale repose sur les lanceurs et non les vols habités. Le rêve ancré dans la tête d’un adolescent hollandais qui termine ses études secondaires apparaît encore bien peu réalisable.

Une médecine à coloration spatiale

André Kuipers trouve alors un judicieux compromis. L’idée de commencer la médecine le tente et, tant qu’à faire, pourquoi ne pas concilier ce choix avec sa passion spatiale toujours vivace? Il oriente donc tout son cursus médical vers les aspects physiologiques de l’équilibre et de l’adaptation du corps humain dans les conditions extrêmes auxquelles il est soumis dans les avions supersoniques et les fusées, ainsi qu’en apesanteur. A sa sortie de l’université, bardé de cette spécialité très

pointue, il est engagé par l’armée de l’air néerlandaise où il devient immédiatement responsable du suivi médical des pilotes.

“A ce poste, j’étais excellemment placé pour être en contact avec les milieux spatiaux européens, c’est-à-dire avec l’ESA (l’Agence spatiale européenne). Durant les années 80, l’Europe avait évolué et s’intéressait désormais à une participation active à l’aventure spatiale habitée. En 1985, lors de la deuxième mission commanditée par l’ESA sur le Spacelab – à bord de la navette américaine Columbia, l’un des trois astronautes européens était un Hollandais, Wubbo Ockels. Il n’était absolument plus irréaliste de rêver...”

En tant que médecin, l’un des premiers “extra-jobs” effectués dès cette époque par André Kuipers pour le compte de l’ESA fut la supervision des “vols paraboliques⁽¹⁾”. Ensuite, très vite, sa passion et ses connaissances précieuses pour le monde spatial intéressent de plus en plus les responsables de l’Agence européenne. Celle-ci l’engage, en 1991, pour un premier contrat d’un an comme *invited fellow* afin de développer les recherches sur l’adaptation physiologique humaine en vols habités.

Un long stand by

“J’étais donc ‘dans le bain’, lorsque l’Agence a lancé, à cette époque, une vaste campagne de sélection de candidats astronautes européens. J’ai pensé: voici ta chance qui passe... Mais il y avait des milliers de postulants dans toute l’Europe. J’ai terminé parmi les finalistes invités à venir se présenter au QG de l’ESA à Paris. Je commençais à y croire, et puis ce fut un grand désappointement car il n’y avait, en réalité, que six places à pourvoir. Je n’ai finalement pas été retenu. On m’a dit: ‘vous auriez été sélectionné s’il y avait eu plus de moyens, vous aurez peut-être votre chance plus tard’, et je suis resté au sol”.

Notre astronaute “rentré” n’en continue pas moins sa carrière dans

le giron de l'Agence. Il coordonne la préparation physique des missions habitées européennes sur la station MIR ainsi que diverses expérimentations liées aux biosciences. Les missions initiées par l'ESA - que ce soit à bord d'engins américains ou russes - se multiplient.

Avec la mise en place progressive de la nouvelle Station spatiale internationale (ISS), les pays membres de l'ESA décident, en 1998, de former un véritable "corps" permanent des astronautes européens, placé sous l'égide de l'Agence. Dans ce contexte, les Pays-Bas attachent - comme d'autres "petits pays" tels que la Belgique ou la Suisse - une grande valeur au rôle d'*ambassadeur* que représente un spationaute "national". Ils proposèrent la sélection d'André Kuipers, qui fut cette fois retenue par l'ESA.

"J'ai évidemment accepté, tout en étant conscient que je rentrais en même temps dans un processus d'attente qui allait bouleverser ma vie. Cela signifiait que je devais mettre entre parenthèses une très large part des responsabilités médicales à la base de ma carrière. Car, être astronaute 'potentiel', c'est vivre en *stand by*, sans savoir avec certitude pour combien de temps, en se soumettant à un entraînement et à des contrôles médicaux permanents. La planification des missions s'étale sur des années. La construction de l'ISS était (et est encore) un processus très lent, soumis à des décisions financières internationales complexes et à des imprévus technologiques. Souvenez-vous du 1^{er} février 2003 et de la terrible catastrophe de la navette Columbia qui a entraîné l'arrêt de tous les vols américains jusqu'à aujourd'hui..."

En route pour l'ISS

Le destin spatial d'André Kuipers a échappé de justesse aux retombées de cet accident. Après quatre années de préparation, en décembre 2002, il est choisi comme astronaute pour assurer la participation de l'ESA à une mission Soyouz sur l'ISS. Il s'agit de procéder, en avril 2004, à la relève de l'équipe en séjour de travail semestriel sur la station, ainsi qu'à un échange de la "capsule de sauvetage" qui y est attachée en permanence pour garantir la possibilité d'une évacuation en cas de besoin. Dans ce cadre, l'ESA compte mettre à profit les neuf jours de présence de son astronaute à bord de l'ISS pour mener un programme d'expérimentations scientifiques baptisé *Delta*.

"Remarquables en terme de fiabilité, les vols de Soyouz ont ceci de particulier qu'ils fonctionnent comme une sorte de vaisseau-taxi de l'espace qui ne peut embarquer que trois voyageurs, dont deux doivent être à même de piloter l'engin. La place que l'ESA *louait* à bord pour ma mission comportait dès lors une obligation. A l'aller, comme au retour, il fallait être le second du commandant de bord russe en charge du vol. Me voici donc, toubib, ayant un an pour apprendre à être pilote de vaisseau spatial..."

Autant dire, un singulier challenge que notre Hollandais volant est bien décidé à relever. Durant quelque 16 mois, André Kuipers passe une large part de son temps à la Cité des Etoiles près de Moscou et au cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan. L'écolage, qui nécessite l'acquisition d'un bagage minimal de la langue russe, est un éprouvant parcours: tests médico-physiques en tous genres, étude de l'ingénierie

de la fusée et de sa capsule, simulation des conditions de vol, de pilotage et de vie à bord de l'ISS - le tout sans perdre de vue une intense préparation des aspects scientifiques de la mission *Delta*.

Le 19 avril 2004, André Kuipers, Guennadi Padalka (Russie) et Mike Fincke (USA) s'installent dans la capsule du Soyouz, prête pour le tir. A-t-il peur? "Non, je laissais toute angoisse derrière moi. La peur, je l'avais connue auparavant, à l'entraînement. Ce que je craignais surtout, c'est que, le jour venu, une sorte de panique m'envahisse et me paralyse. Mais la préparation est telle que, lorsque que la fusée démarre, plus rien ne vous semble insolite ou inquiétant."

Vol et amarrage de routine à l'ISS. La première surprise, ce fut la découverte de cette fameuse station en orbite à 400 km de la Terre. "Il faut y être pour se rendre compte à quel point ce lieu est un extravagant chantier, encombré de machines et d'appareillages en tous genres, dont beaucoup sont en cours de montage. Ce n'est pas facile de trouver sa place dans cet encombrement pour commencer à travailler aux multiples tâches que vous devez boucler en neuf jours."

Transmettre le feu sacré

Copieusement chargé, en effet, le programme scientifique *Delta* touche à des aspects fondamentaux en physiologie humaine, en biologie cellulaire et en microbiologie ainsi qu'à des expériences technologiques intéressantes de l'industrie. La "cerise sur le gâteau" c'est aussi un volet pédagogique dont Kuipers n'est pas peu fier. Aux Pays-Bas et en Allemagne, des milliers d'élèves ont été associés à la préparation d'une expérience sur la germination de graines végétales en apesanteur. Au cours de liaisons audio-visuelles directes, ils ont été les témoins interactifs de son déroulement. "Pour moi - et c'était aussi le point de vue des responsables de la politique spatiale néerlandaise, cette communication avec des jeunes

depuis l'espace revêtait une grande importance. Les astronautes ont une mission d'éducation scientifique essentielle."

Kuipers n'a pas oublié l'enfant qui rêvait de l'Espace. Le feu sacré qui n'a cessé de l'habiter, il souhaite le transmettre à d'autres jeunes. Et son plaisir personnel dans cette aventure? "Tout le monde sait à quoi ressemble la Terre vue d'en haut. Mais voir réellement notre planète, c'est une émotion unique et inoubliable. Cette rondeur bleue se détachant sur le noir du cosmos, le serpent scintillant du Nil la nuit et les lueurs des orages qui éclatent en permanence au hasard des régions survolées..."

En savoir plus

● Site de la mission Delta
www.esa.int/delta

“ C’est ma grand-mère qui fut l’une de mes inspiratrices. Elle me faisait lire des livres de science-fiction spatiale. J’avais 11 ans et la télévision montrait Neil Armstrong mettant le pied sur le sol lunaire. Je me suis rêvé en astronaute. ”

(1) Réalisés à bord d'un Airbus adapté, ces mini-exercices d'expérimentation en microgravité (chaque parabole offre une tranche de l'ordre de 20 secondes en quasi-apesanteur) sont régulièrement proposés par l'ESA à des participants scientifiques - étudiants ou confirmés.

Parfois hautes d'une trentaine de mètres, déboulant sans crier gare, les "vagues scélérates"⁽¹⁾ sont de véritables monstres marins. Durant les vingt dernières années, quelque 200 navires de plus de 200 mètres de long ont été perdus ou endommagés lors d'une rencontre avec ces houles extrêmes.

540 marins y ont perdu la vie.

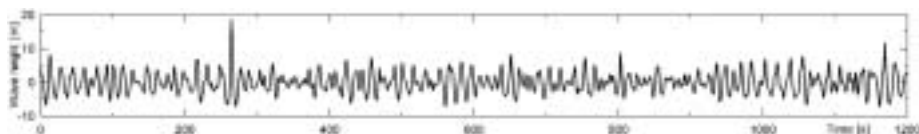
L'équipe pluridisciplinaire du projet européen *MaxWave* tente

de comprendre la formation de ces phénomènes, d'en analyser le potentiel destructeur et de suggérer des mesures d'alerte appropriées. Afin que la construction maritime intègre ces données pour renforcer les capacités de résistances des bateaux et des plates-formes off-shore.

Les scélérates des mers

▼ Cette série de photos montre une simulation modélisée reproduisant l'effet de cette fameuse "vague du Nouvel An" sur une maquette de navire. Elle est opérée dans un "réservoir à vagues" construit par l'Université technique de Berlin.

© Technical University Berlin



Ceux qui les ont croisées les décrivent comme des "murs d'eau". Elles ne ressemblent pas aux autres vagues mais sont de forme pyramidale. Lorsque le navigateur Jules Dumont d'Urville en parla à son retour des mers du Sud, au 19^{ème} siècle, il ne provoqua que ricanements et scepticisme.

Mais quand un porte-avions américain fut presque brisé en deux par une de ces démentes, au cours de la Seconde guerre mondiale, les "scélérates" prirent un goût de réalité. Les comptes-rendus de marins se multiplièrent et furent largement recoupiés. En 1980, le Derbyshire, 300 mètres de long, coule, non pas au centre mais à la périphérie d'un typhon, sans doute à cause d'une "pyramidale". En 1994, la navigatrice Isabelle Autissier chavire au large de la Nouvelle-Zélande en heurtant un de ces monstres, qu'elle estime haut de 35 mètres. Un an plus tard, au large de la Norvège, c'est la plate-forme pétrolière Draupner qui subit les assauts d'une vague de 18 mètres, surgie de nulle part, dans une zone sans courant et par une mer "normale". Heureusement rares, mais capricieuses, les *freak waves* peuvent apparaître en eaux profondes, ou tout près des côtes, agir en solitaire, ou se dérouler successivement (les *Three Sisters*).

Quand et comment se forment ces phénomènes⁽²⁾? Jusqu'où peut aller leur force néfaste? Comment la construction navale peut-elle se prémunir contre leurs effets dévastateurs? Telles sont les principales questions auxquelles entend répondre le projet *MaxWave*, soutenu par l'Union.

Coordonné par le centre de recherche allemand GKSS, ce partenariat rassemble des chercheurs d'instituts océanographiques et d'universités techniques, des météorologues, des ingénieurs de chantiers navals. En mettant ensemble des connaissances océanographiques fondamentales, des données statistiques sur les événements recensés, les nouveaux outils d'observation fournis par les satellites et le maillage des bouées "intelligentes", leur objectif est d'améliorer à la fois les systèmes d'alerte (notamment le *Global Maritime Distress Safety System*) et la résistance technique face aux "scélérates".

L'une des premières réalisations du projet fut d'exploiter la masse de données satellitaires capables de fournir un relevé étendu des occurrences du phénomène. En 2002, l'équipe du Centre aérospatial allemand DLR (*Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt*) a commencé à dresser une carte des vagues extrêmes en exploitant 30 000 enregistrements radar du satellite ERS 2, avant de poursuivre sur ceux, plus nombreux et en haute résolution, du satellite Envisat. Si on relève que ces vagues surviennent particulièrement à l'ouest du Cap Horn et au sud du Cap de Bonne Espérance, elles peuvent néanmoins surgir un peu partout...

Un autre aspect essentiel du projet a été l'étude des phénomènes concourant à la formation et à l'ampleur des "scélérates". L'Université technique de Berlin a, notamment, procédé à une étude de la physique des maxi-vagues à l'aide de modèles numériques. Les connaissances sur leur origine – répondant

◀ La pointe située entre les cotes 200 et 400 de cet enregistrement graphique correspond à la vague géante dite "du Nouvel An", qui déferla sur la plate-forme pétrolière Draupner, prise dans une tempête, le 1^{er} janvier 1995, dans le secteur norvégien de la Mer du Nord. Elle était constituée d'un mur de l'ordre d'une vingtaine de mètres de haut alors que les vagues environnantes lors de ce fort coup de grain ne dépassaient pas une moyenne "classique" de 12 mètres de hauteur.

© Technical University Berlin

à un comportement atypique – sont aujourd'hui beaucoup plus affinées. Alors que les fortes houles "classiques" se propagent pendant quatre ou cinq jours avant de s'évanouir ou de mourir sur une côte, les maxi-vagues concentrent une énergie toute verticale. Une explication serait que de "jeunes" vagues, de plus en plus hautes, se propagent très vite et s'additionnent, à la fois entre elles et à celles qu'elles rencontrent sur leur passage. Cette dynamique, confirmée par la modélisation, a été simulée dans des bassins d'essais et montre que l'interaction entre plusieurs vagues, qui se rattrapent ou se croisent, peut engendrer une nouvelle, anormalement haute.

Les résultats du projet *MaxWave* sont à présent disséminés et exploités par la communauté maritime européenne et mondiale. ■

En savoir plus

● <http://w3g.gkss.de/projects/maxwave/>

- (1) Dénommées également "vagues monstres". En anglais, "freak waves" ou "rogue waves".
- (2) Les vagues extrêmes ne peuvent être confondues avec les violents raz-de-marée appelés tsunamis. Ceux-ci sont provoqués par des séismes se produisant au fond des océans, entraînant un énorme déplacement d'eau qui s'accroît au fur et à mesure de l'approche des côtes.