

SCIENCES *Ouest*

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRÉTAGNE N° 188

Les *énergies* renouvelables

MAI 2002 / 3 €



L'air pur est ici.

Et ici aussi.



La majorité des grandes villes a choisi
Gaz de France pour améliorer la qualité de l'air.

Une trentaine de grandes villes de France a déjà adopté
le bus au GNV (Gaz Naturel Véhicules). Parce qu'un bus au GNV,
c'est à la fois plus de confort et plus d'économie. Et c'est surtout
moins de bruit et moins de rejets néfastes pour la santé.

Ici. Là-bas. Pour vous. Pour demain.

Gaz
de
France



É QUELLE ÉNERGIE!

MICHEL CABARET
DIRECTEUR
DE L'ESPACE DES
SCIENCES

L'exposition "Le miroir de Méduse", qui propose une réflexion tout à fait originale sur les relations entre la biologie et la mythologie, accueille déjà un public nombreux attestant de la réussite et récompensant ainsi l'énergie mise en œuvre dans cette création.

Des profondeurs de l'océan où vivent les méduses, projetons-nous maintenant dans l'espace dans lequel Hubert Reeves nous a promenés pendant plus de deux heures, lors de sa formidable conférence, en avril dernier. Encore tous nos remerciements à celui qui a, par ailleurs, accepté d'être le parrain du futur planétarium de l'Espace des sciences dans le Nec.

Enfin, revenons sur terre mais laissons-nous porter par le vent alimentant les éoliennes, évoquées dans ce dossier avec les autres énergies renouvelables que sont le solaire, les biogaz, le bois ou encore l'hydrogène... En Bretagne, région pilote avec la construction de l'usine marémotrice de la Rance, mais aussi région révolutionnaire avec le refus d'accueillir la centrale nucléaire à Plogoff, il y a maintenant quelques décennies..., où en est-on aujourd'hui ? *Sciences Ouest* vous propose un panorama énergétique breton.

Bon vent et bonne lecture ! ■



- en énergie renouvelable
il y a l'énergie éolienne,



- l'énergie solaire,
les biogaz ...



- pour moi, c'est plutôt
la vitamine C ...

SCIENCES

Ouest

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

SPOTLIGHT ON NEWS P.8

A NEW TESTBED

The proteom testbed at Génopole Ouest is currently in the launch stage. Its Director, Charles Pineau, a researcher with Inserm unit 435, describes the role of mass spectrometry which was used jointly with 2D electrophoresis to improve protein typing. Thereafter, his team's efforts focussed on the standardisation of these methods and the development, as a joint project with two European companies, of robots capable of processing several thousand samples per day. Two of these devices are already in Rennes. Other heavy equipment is scheduled to arrive before the summer, making this technical platform one of the most comprehensive and powerful in Europe. Since Inserm is not necessarily best-placed to make the equipment financially viable, a company run by Charles Pineau will take over its management. The company is currently at the start-up stage within the Emergys business incubator and is expected to begin operation in September. ■

SPOTLIGHT ON NEWS P.9

RENNES, A MAJOR CENTRE WITHIN THE INTERNATIONAL PHARMACOLOGICAL SECTOR

Pharmacological companies from France, Brazil and Portugal met in Rennes on 8th, 9th and 10th April at the Sixth French Pharmacological Society conference, held

concurrently with the 23rd pharmacological vigilance conference. "Young researchers on the international scene" was the theme of a conference which attracted no less than 500 to 600 delegates. Medication safety and, more particularly, the safe or unsafe use of medication produced by biotechnologies was the main topic for discussion during the first day. This was followed, over much of the following two days, by discussion of the development of new molecules, especially in areas such as inflammation, the brain and cardiovascular diseases. The conference ended with a presentation of the role of genetic knowledge in pharmacology and the possible therapeutic perspectives resulting from such knowledge. ■

SPOTLIGHT ON LABORATORIES P.10

OPTIMISATION OF RESEARCH A MATTER OF MAJOR CONCERN

The 1999 law on innovation is continuing to bear fruit and it has led to a number of concrete actions aimed at the optimisation of research work. This article is an interview with Élisabeth Lagente, Director of the new "Industrial and Commercial Activities Department" within the University of Rennes I, and with Alain Marchal, Director of the Brittany - Pays de la Loire branch of the CNRS. The Centre has a new contract of objectives which fully integrates these points. As far as research is concerned, the emphasis is on the detection of potentially promising activities, as well as the training of,

and provision of information to, scientists with regard to industrial property and patents negotiations with companies; on another level, the emphasis is placed on a strengthening of ties with businesses in order to encourage discussion and exchange between the two, scientific and corporate, cultures. ■

SPOTLIGHT ON NEWS P.11

EMERGYS IS CELEBRATING TWO YEARS AS AN INCUBATOR

To mark the second anniversary of Emergys, one of Brittany's business incubators, Jacques de Certaines, its Chairman, invited Annick Castellani from the Ministry of Research with four young corporate bosses who talked about the support they had received from the centre. Together, they presented an overview of the last two years - and the results were resolutely positive! The network already created by the seven science and technology parks now involved in the incubator has been largely instrumental in achieving this success. The current trend is to detect projects at earlier stages by working closely with higher education and research institutes. The four talks given on that day all expressed gratitude for the assistance provided by Emergys in preparing the project. The drawing up of a business plan or the launch of a feasibility study are areas in which researchers and engineers are rarely at ease and the incubator's support is greatly appreciated. ■

AN IN-DEPTH LOOK AT RENEWABLE ENERGY SOURCES

P.13/21

Oil crises, the increasing rarity of fossil fuels and the efforts being made to fight the greenhouse effect are just some of the factors that are stimulating the search for alternative energy solutions. The recent melting of a huge block of ice in Antarctica has merely served to revive the debate, which has again hit the front pages. Since Brittany's refusal to allow the building of a nuclear power plant in Plogoff and since the opening of the tidal power station across the River Rance (a power plant that is still the only one of its kind in the world), how has Brittany defined its position? We take a look at the renewable

energy sources currently being developed i.e. solar energy, windmills and timber. We also look at a source for the future (hydrogen) and at sources which, for the moment at least, do not have any concrete applications e.g. wave power and ocean thermal energy. The article consists of interviews with Jean-Paul Gaouyer, Regional Delegate of Ademe*, Jean-Michel Guibert, Regional Delegate of EDF de Bretagne (electricity board) and Marc Baudry, lecturer at the School of Economics in the University of Rennes I. ■

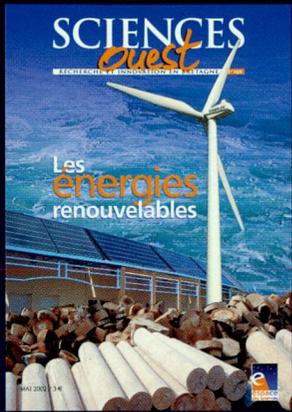
* Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Agency for the environment and energy control).

These abstracts in English are sent to foreign universities that have links with Brittany and to the Scientific Advisers in French Embassies, in an effort to widen the availability of scientific and technical information and promote the research carried out in Brittany.

If you would like to receive these abstracts on a regular basis, with a copy of the corresponding issue of *Sciences Ouest*, please contact Nathalie Blanc, Editor, fax +33 2 99 35 28 21, E-mail: lespace-des-sciences@wanadoo.fr



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.



Tirage du n°188 : 5 000 ex.
Dépôt légal n°650. ISSN 1623-7110

SCIENCEs OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association loi de 1901), centre associé au Palais de la découverte ■ Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - lespace-des-sciences@wanadoo.fr - nathalie.blanc@espace-sciences.org - http://www.espace-sciences.org - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21

■ *Président de l'Espace des sciences* : Paul Tréhen. *Directeur de la publication* : Michel Cabaret. *Rédactrice en chef* : Nathalie Blanc. *Rédaction* : Jean François Collinot, Louis-Marie Berthelot. *Comité de lecture* : Christian Willaime (physique-chimie-matériaux), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Carole Duigou (sciences humaines), Michel Branchard (génétique-biologie). *Abonnements* : Béatrice Texier. *Promotion* : Magali Colin. *Publicité* : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, e-mail info@admedia.fr

■ Sciences Ouest est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, du ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine, de la Ville de Rennes, de la Direction régionale des affaires culturelles et du Fonds social européen. Édition : Pierrick Bertôt création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.

SCIENCEs OUEST
sur Internet :
www.espace-sciences.org



SOMMAIRE MAI 2002

EN BREF 6/7 

 **GROS PLAN Actualité**
Génopole Ouest
Naissance d'une plate-forme 8

 **GROS PLAN Actualité**
Rennes au carrefour de la pharmacologie internationale 9

GROS PLAN Laboratoire
La valorisation de la recherche au cœur des préoccupations 10 

GROS PLAN Actualité
Energys fête ses deux ans d'incubation 11

D O S S I E R Les énergies renouvelables 13

Le soutien de l'Ademe 14/15

La prudence et l'intérêt d'EDF 14/15

Le dilemme français 15

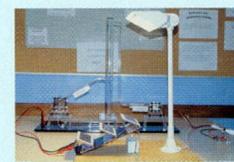
Éolien : retards malgré le vent en poupe 16/17

Les autres énergies renouvelables 18/19

Tombée à l'eau 20

Pour en savoir plus 21

Développement européen 22

 **GROS PLAN Comment ça marche ?**
La pile à combustible 23

AGENDA 24/25

À L'ESPACE DES SCIENCES 26

Supplément Découvrir
La microscopie.....



Du côté des entreprises



● Les lauréats d'Isogone 2002

Les quatre prix de l'innovation agroalimentaire bretonne du concours Isogone 2002 ont été décernés le 28 mars dernier, au Conseil régional de Bretagne. La brasserie Lancelot s'est ainsi vu remettre le prix produit pour la bière Blanche Hermine. Le prix emballage a, quant à lui, été décerné aux petits fours pâtisseries de la société Patigel. Dans la catégorie art culinaire industrialisé, ce sont les sardines au piment d'Espelette de la société Connetable qui ont été récompensées. Enfin, le prix sélection du jury s'est porté sur le Kouign-Amann de la biscuiterie Menou.

→Rens. : Association Isogone, tél. 02 99 59 48 22.

Les échos de l'Ouest

● Eurofood 2002



La 12^e édition de la convention d'affaires internationale Eurofood a rassemblé, les 27 et 28 mars, à Saint-Malo, 90 industriels de l'agroalimentaire et plus de 120 acheteurs de 15 nationalités différentes. Ce fut l'occasion pour le Conseil régional de rappeler ses actions d'accompagnement pour le développement des industries agroalimentaires bretonnes. Soutenir la démarche qualité dans les entreprises, les aider à s'approprier les nouvelles technologies ou encore développer la recherche et l'expérimentation en agriculture font ainsi partie des interventions de la Région pour se maintenir au rang de leader français dans ce secteur. Au terme de ces deux jours, la société "Les algues de Bretagne", basée à Rosporden dans le Finistère et dont l'originalité des produits a su séduire de nombreux acheteurs, s'est vu remettre le prix Eurofood de l'export.

→Rens. : www.eurofood-convention.com

● L'eau en Bretagne



Le 28 mars dernier, les Matinales de Rennes Atalante ont réuni une centaine de personnes autour du thème : "L'eau en Bretagne : un atout et une ressource essentielle". Élus, scientifiques, ingénieurs et représentants des chambres d'agriculture ont pu assister à la présentation du sujet par Paul Tréhen, président du conseil scientifique régional de l'environnement et de l'Espace des sciences, accompagné pour l'occasion de René Seux, professeur à l'École nationale de santé publique et de Georges Bertru, chercheur à l'Université de Rennes 1. La dégradation de la qualité des eaux par le nitrate et le phosphore, les risques liés aux cyanotoxines produites par les algues "bleues" et la nécessité d'une forte mobilisation ont ainsi donné lieu à un débat vivant et direct.

→Rens. : Rennes Atalante, tél. 02 99 12 73 73 (site Web voir p. 7 ci-contre).

● Recyclage et écoconception



Les élèves de l'école des métiers de l'environnement (campus de Ker Lann), en collaboration avec la Meito (Mission pour l'électronique, l'informatique et les télécommunications dans l'Ouest) et l'Ademe, organisaient, le 4 avril dernier, une conférence sur le recyclage des Déchets d'équipements électroniques et électriques (DEEE). Estimés à 1,5 million de tonnes en France pour l'année 2000, ces DEEE sont la cible d'une nouvelle directive européenne visant à une meilleure gestion et à la valorisation de ces derniers. Elle pourrait, dès 2003-2004, supplanter la loi française qui impose une restriction de la mise en décharge aux déchets ultimes à compter du 1^{er} juillet 2002. Après l'illustration, par les entreprises ProRéseau, E3 et Flextronics, du dynamisme de l'Ouest dans ce domaine, Claude Krust, du Cedre (Centre européen de recyclage électronique), a introduit la notion d'écoconception dont le but est d'intégrer le respect de l'environnement tout au long du cycle de vie des produits électroniques et électriques.

→Rens. : Maryvonne Lahaie Communication, tél. 02 23 42 44 10.

RADOME

Musée des Télécoms

pour les 3/6 ans
**animations
special été**
24 juin - 31 août
"L'ÎLE AUX MACHINES"

- RÉALITÉ VIRTUELLE
- TÉLÉCOMS AU FUTUR
- SPECTACLES
- JEUX VIDÉO

8 JUILLET - 31 AOÛT

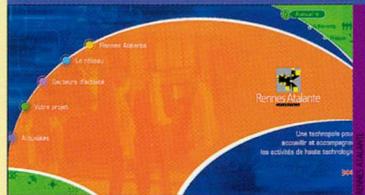
france telecom

Pleumeur-Bodou

Site de Cosmopolis

La meilleure façon de savoir ce que c'est, c'est encore d'y entrer

Tél. 02 96 46 63 80 (24 h/24)



→ **www.rennes-atalante.fr**
L'association Rennes Atalante vient de se doter d'un nouveau site Web, affichant un nouveau design et des couleurs acidulées. Même si l'on peut regretter le manque d'illustrations, la navigation y est toutefois agréable et très aisée. Un espace adhérents, avec mot de passe, permet de consulter et de télécharger différents documents édités par l'association : présentations issues des Matinales, cahiers techniques... et donne accès à des offres d'emploi et de stages.

À lire

● **Données économiques maritimes françaises 2001**



Ce document présente en 80 pages le panorama 2001 des activités liées à la mer en France. Un chapitre sur le tourisme donne notamment des indications quantitatives sur les impacts de la pollution causée par l'Erika.
→ Rens. : Éditions Ifremer, tél. 02 98 22 40 13, editions@ifremer.fr

Échos

● **L'ANSTJ fête ses 40 ans**

Ce sont 40 années dédiées à l'animation scientifique qui sont saluées à travers les différentes opérations organisées pour l'anniversaire de l'ANSTJ. L'Association nationale sciences techniques jeunesse et ses 8 délégations ou antennes territoriales, fortes de leurs 1000 animateurs spécialisés, soutiennent près de 600 clubs scientifiques, interviennent auprès de plus de 300 établissements scolaires, organisent des séjours et des animations durant les vacances pour plus de 20 000 jeunes et s'attachent à développer la culture scientifique et technique par la formation d'animateurs et d'enseignants. D'ores et déjà, nouvelles techniques, éthique et éducation populaire des sciences sont au cœur des projets pour les dix prochaines années.
→ Rens. : www.anstj.org/40ans

Du côté des laboratoires

● **Un laboratoire franco-chinois**

L'Irisa a reçu en mars dernier Hu Baogang, codirecteur du Liama, laboratoire franco-chinois situé à Pékin. Spécialisé dans l'informatique, l'automatique et les mathématiques appliquées, le Liama travaille en collaboration avec des chercheurs d'autres organismes comme l'Inria, le CNRS ou encore le Cirad. Son conseil scientifique, qui s'est réuni en novembre dernier, a retenu les projets de deux équipes de l'Irisa qui entendent ainsi renforcer ses relations avec l'Asie. Le premier, intitulé "Tolérances aux défaillances" est conduit par Michel Hurfin. Le second, qui porte sur les "Technologies d'ingénierie du trafic dans les réseaux MPLS" est dirigé par Jean-Marie Bonnin. Hu Baogang a profité de sa visite pour rencontrer les partenaires Rennais et a exprimé le souhait de développer des liens étroits avec la Bretagne, où il se rendait pour la première fois.
→ Rens. : Irisa Rennes, tél. 02 99 84 71 00, www.irisra.fr

● **A qui de droit !**



L'hepcidine. À Paris, une équipe de chercheurs de l'institut Cochin a annoncé la découverte de cette hormone qui régule le niveau du fer dans l'organisme. Ce grand pas dans la compréhension de maladies telles que l'hémochromatose, très répandue en Bretagne, n'a pas été accueilli de la même manière par tous. En effet, à Rennes, l'unité Inserm 522, spécialisée dans les pathologies du foie, avait déjà mis en évidence l'existence de cette protéine et son implication dans le métabolisme du fer. La séquence du gène de l'hepcidine avait même été déposée dans un registre international début 2001. Reconnaisant la qualité des travaux de l'équipe de l'institut Cochin, Christiane Guillouzo, directrice de l'unité Rennaise, regrette néanmoins la tendance des Parisiens à s'approprier la recherche fondamentale.
→ Rens. : Christiane Guillouzo, unité Inserm 522, Pontchaillou, tél. 02 99 54 37 37, christiane.guillouzo@rennes.inserm.fr

● **Rendez-vous texan**



Le Festival international de Houston, qui s'est déroulé du 18 au 28 avril dernier, avait choisi, pour sa trentième édition, de mettre la France à l'honneur grâce à la présence de la Bretagne, des Pays de la Loire et du Poitou-Charentes. Cette participation fut l'occasion pour les trois régions de l'Ouest Atlantique de promouvoir le savoir-faire de leurs entreprises, notamment dans le domaine des technologies de l'information et de la communication. De plus, le 1^{er} Business forum, qui se déroulait à Dallas le 16 avril, a donné l'occasion à la délégation française de déterminer le potentiel de partenariat avec les sociétés texanes.

→ Rens. : Conseil régional de Bretagne, www.region-bretagne.fr/

● **Bretagne Eau Pure**



Le Programme Bretagne eau pure (BEP) a lancé une campagne de communication visant à fédérer le grand public à cette cause commune. Son but : l'information et la sensibilisation sur les efforts entrepris pour la reconquête de la qualité de l'eau en Bretagne. L'opération ne cache pas ses ambitions puisqu'elle entend toucher chaque consommateur, de l'agriculteur au jardinier amateur. Dotée d'un budget de 600 000 euros, cette campagne sera complétée, d'ici l'été, par la création d'un site Internet reprenant l'actualité de BEP ainsi que toutes les informations utiles destinées aux usagers, enseignants et collectivités. De plus, un réseau extranet reliera les 44 bassins versants qui accueilleront, au mois de juin, tous ceux qui souhaitent découvrir les techniques et réalisations concrètes de BEP lors de "journées Bretagne eau pure", portes ouvertes animées par des spécialistes.

→ Rens. : bretagne.eau.pure@wanadoo.fr

● **Du nouveau au Rieb**

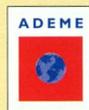


L'équipe du Rieb, Réseau d'information sur l'environnement en Bretagne, voit son effectif renforcé. Un stagiaire, assurant le développement

du site Internet, ainsi qu'une assistante, pour la rédaction du contenu, sont arrivés afin d'épauler Ronan Lucas, l'actuel chef de projet. Objectif : l'ouverture, d'ici la fin de l'année, d'une version portail du site Internet. Pour cela, un site de travail en réseau permet aux différents acteurs régionaux de l'environnement membres du Rieb de participer à la définition du plan et des sources de contenu. Son accès se fait via un mot de passe qu'il est possible d'obtenir sur simple demande. Par ailleurs, les outils présents sur le site public proposent toujours de nombreuses informations comme celles renseignant sur la qualité des cours d'eau de surface en Bretagne ou la base de données sur les espaces protégés (Znieff, Natura 2000...).

→ Rens. : Ronan Lucas, tél. 02 99 35 45 82, www.rieb-environnement.org

● **Opération sensibilisation déchets**



Au cours de l'année scolaire 1999/2000, l'Ademe Bretagne a organisé une opération de sensibilisation intitulée "La clé des déchets". Ce ne sont pas moins de 130 000 cahiers de sensibilisation accompagnés de leurs guides pédagogiques qui ont été diffusés à l'ensemble des classes de CM1, CM2 et 6^e des écoles et collèges de Bretagne ainsi qu'aux collectivités, aux associations d'éducation à l'environnement, de consommation et aux centres de loisirs. Cette initiative a reçu un bon accueil de la part des enseignants qui l'ont jugée bien adaptée au niveau des élèves et facile à exploiter. Même s'il est difficile d'évaluer précisément l'impact de ce type d'opération auprès des enfants et des parents, il en ressort que cette démarche a eu des effets de sensibilisation au thème du tri des déchets et a contribué à alerter les jeunes sur l'existence d'un problème dans ce domaine.

→ Rens. : Ademe Bretagne, tél. 02 99 85 87 00, ademe.bretagne@ademe.fr

QUI A DIT ?

"On devrait construire les villes à la campagne, l'air y est tellement plus pur."

Réponse page 24

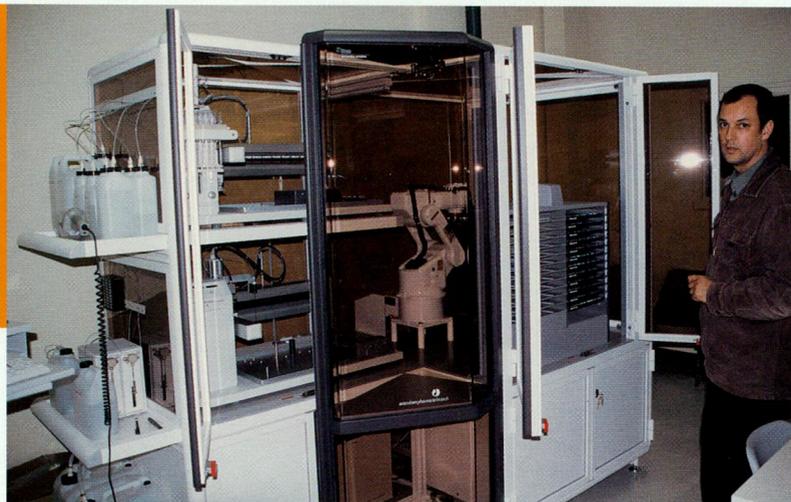
Génopole Ouest

Naissance d'une plate-forme

À la une de l'actualité de la Génopole Ouest, la plate-forme protéomique qui est actuellement en pleine phase de lancement. *Sciences Ouest* est allé à la rencontre de Charles Pineau, son responsable. Chronique d'une naissance annoncée.

→ Responsable de l'équipe "Physiologie testiculaire" au sein de l'unité Inserm 435 dirigée par Bernard Jégou, responsable de la plate-forme protéomique haut débit de la Génopole Ouest et bientôt chef d'entreprise (voir encadré), Charles Pineau assume toutes ces fonctions avec dynamisme et passion. Et si les travaux de son équipe sont ainsi impliqués dans de grands projets, ce n'est pas par hasard. "Depuis 1994, nous travaillons sur la caractérisation de protéines spécifiques des cellules souches de la lignée germinale mâle. Mais à cette époque, on ne parlait pas encore de protéomique ; les méthodes étaient moins puissantes", commence-t-il.

La technique de base est assez ancienne, mais très performante, pour fractionner de façon satisfaisante, selon leur charge puis leur taille, les protéines contenues dans



un mélange complexe : il s'agit de l'électrophorèse bidimensionnelle. Couplée à l'identification des molécules, directement à partir du gel, elle promettait d'être à l'origine d'une véritable révolution. Mais la méthode de séquençage (Edman) utilisée alors, était plutôt coûteuse, très lente et pas toujours efficace. "Je suis très vite arrivé à ce constat que la biochimie avait besoin de techniques à grande échelle pour aller dans le sens des progrès déjà réalisés dans le domaine du séquençage, poursuit Charles Pineau. C'est pourquoi nous avons énormément investi dans le développement et la standardisation de ce qui s'appelle aujourd'hui l'électrophorèse 2D haute résolution."

La solution va venir en 1995, avec l'arrivée dans les laboratoires de biochimie de la spectrométrie de masse, jusque-là réservée à la chimie. Elle va permettre d'identifier les protéines directement à partir de gels d'électrophorèse, remplaçant ainsi les phases d'extraction et le séquençage conventionnel. Visionnaire, Charles Pineau conclut, en 1997, un accord de partenariat avec une société de biotechnologie danoise pionnière dans ce domaine, afin d'adapter la technique. Résultat : les premières méthodes standardisées sortent dès 1998 et l'unité 435 devient rapidement la référence française en la matière. "Nous volons désormais de nos propres ailes et avons développé un ensemble de méthodes qui nous permet d'atteindre un seuil de sensibilité de 500 à 1 000 fois supérieur à celui pratiqué par nos concurrents !", précise-t-il. 1998 marque aussi la rencontre de Charles Pineau avec Jean-François Bouhours, l'un des rares "massistes" de l'Inserm, directeur de l'IFR26 de Nantes. Tous deux réfléchissent alors à un projet d'équipement interrégional, auquel se joindra Pierre Guenot, directeur du Centre régional de mesures physiques de l'Ouest de l'Université de Rennes 1, qui propose alors un accès à ses appareils. Ce sont les prémices de la mise en place d'un réseau de compétences qui contribuera à la labellisation de la Génopole Ouest (voir *Sciences Ouest* n° 186) et aux premiers pas de la plate-forme protéomique. Et le rythme s'accélère : en février 2001, une société suédoise met au point Prospot, un robot capable de prendre en charge des gels d'électrophorèse, d'en extraire

les spots protéiques intéressants et de préparer les échantillons en vue de leur analyse par spectrométrie de masse. Il peut traiter jusqu'à 1152 échantillons par jour ! Démesuré pour certains (l'investissement avoisine quand même les 610 000 € (4 millions de francs)), l'appareil trouve tout de suite sa place à Rennes. Parmi les cinq actuellement en place dans le monde, il est l'unique exemplaire présent en France. "Nous sommes les premiers à être équipés, ce qui est un inconvénient - on essuie les plâtres ! - mais en même temps un avantage : on a en effet la chance de pouvoir travailler en direct avec le constructeur pour adapter le robot et ses logiciels à nos besoins."

Le deuxième grand moment fut l'arrivée du second appareil : l'Autoflex, un spectromètre de masse Maldi-Tof équipé d'un système automatique de chargement, qui peut traiter 14 800 échantillons en 24 h, c'est-à-dire 10 fois plus que le premier robot ! Les deux "monstres" sont actuellement en phase de développement. "Il faut adapter et calibrer nos protocoles expérimentaux aux machines, puis valider nos méthodes, et il faut en plus faire dialoguer les deux appareils !" D'autres équipements lourds doivent arriver avant l'été et feront de ce plateau technique l'un des plus complets et puissants d'Europe. Un prototype de logiciel assurant la traçabilité de chaque échantillon et la confidentialité des résultats sera mis en place lors de l'installation dans les futurs bâtiments (voir encadré). Autant dire que la Génopole Ouest promet de tenir une part importante dans les bons résultats de l'Europe qui, dans le domaine de la protéomique, se place, pour une fois, devant les États-Unis et le Japon. ■ N.B.

Une société anonyme mais prometteuse

L'Inserm, à l'origine de la première subvention, gère actuellement l'ensemble des équipements de la plate-forme rennaise, acquis grâce au soutien financier du Conseil régional de Bretagne, de Rennes Métropole, de l'ARC et bientôt du Conseil général d'Ille-et-Vilaine. L'institut n'était pas forcément en mesure de rentabiliser ces équipements. D'où l'idée de créer une société, à l'image de celle qui existe déjà à Lille dans le domaine de la génomique. Le principe : la société loue les équipements à l'Inserm, se charge de leur entretien et offre des prestations de services dont les revenus permettront d'assurer leur renouvellement, mais également l'acquisition de technologies de pointe dès leur mise sur le marché, avec l'objectif d'en faire profiter en priorité les laboratoires de la Génopole Ouest. Actuellement en phase d'incubation au sein d'Emergys, la société, qui aura aussi ses propres axes de recherche, devrait naître en septembre prochain avec cinq personnes à temps plein. L'Université de Rennes 1 soutient fortement ce projet et rénove actuellement 300 m² de locaux pour l'accueillir sur le campus de Beaulieu. "Cette démarche entre tout à fait dans le modèle préconisé par le ministère de la Recherche pour les génopoles, à savoir la création de sociétés de biotechnologies génératrices d'emplois ; le développement de partenariats industriels et la formation par et pour la recherche, précise Charles Pineau, son futur directeur. Il y aura un gros travail de sensibilisation à faire au début auprès des chercheurs du public qui ne comprennent pas toujours bien la démarche, en l'occurrence les prix qui seront pratiqués et qui tiennent compte de l'amortissement et de la jouvence des équipements, mais également des charges de la société d'exploitation, en particulier les salaires des employés (!). ■

Contact → Charles Pineau,
unité Inserm 435, tél. 02 23 23 50 72,
charles.pineau@rennes.inserm.fr

Rennes au carrefour de la pharmacologie internationale

Le 6^e congrès annuel de la Société française de pharmacologie et les 23^{es} journées de pharmacovigilance se sont déroulés à Rennes les 8, 9 et 10 avril derniers. Récit de ces deux événements majeurs pour la discipline.

→ Installée dans le Val en direction du Triangle, l'espace congrès rennais, mon oreille capte une langue inconnue. Je cherche l'origine de la discussion et aperçoit trois jeunes, sacoches flanquées d'un logo pharmaceutique en bandoulière et posters roulés sous le bras : pas de doute, ils se rendent au congrès international de pharmacologie, au cours duquel les sociétés brésilienne et portugaise de pharmacologie étaient à l'honneur. Organisé sur le plan local par les professeurs de pharmacologie de l'Université de Rennes 1, Hervé Allain et Vincent Lagente et soutenu par l'Université de Rennes 1, l'Inserm, la ville de Rennes, Rennes Métropole, le Conseil général d'Ille-et-Vilaine et la Région Bretagne, l'événement a tenu ses promesses avec 421 résumés soumis, 125 conférences et communications orales présentées et de 500 à 600 congressistes accueillis chaque jour.

Rennes, cité internationale

Le mot d'ordre était : jeunes chercheurs à l'international, et "le pari a été tenu, se félicite Hervé Allain, organisateur ; dans les informations diffusées notamment grâce à Internet, Rennes a su donner une image de ville jeune et dynamique et les gens sont venus !" La pharmacologie est en effet un domaine très vaste qui ne regroupe pas des spécialistes mais plutôt des spécialistes de systèmes, ce qui a permis d'aborder plusieurs grands thèmes. Les 23^{es} journées de la pharmacovigilance ont, dès le premier jour, ouvert les débats sur la sécurité du médicament avec l'utilisation - risquée ou non ? - de médicaments issus des biotechnologies et donc produits par des organismes génétiquement modifiés. Les jours suivants ont été consacrés à la présentation du développement de nouvelles molécules, notamment dans le domaine de l'inflammation, avec des travaux sur

l'asthme, les processus allergiques, la rhumatologie ; dans le domaine du cerveau, dont les applications concernent la lutte contre les effets de la drogue, la connaissance des mécanismes de la maladie d'Alzheimer, de la sclérose en plaques ; des maladies cardio-vasculaires. "On voit bien que l'époque du savant Cosinus, isolé, c'est fini ! Le médicament permet de valoriser les données fondamentales de la recherche ; je le considère comme un pont entre la recherche et le monde extérieur, en l'occurrence les patients, commente Hervé Allain, et Rennes a formidablement su concrétiser ce pont avec la création d'entreprises comme Bioprojet, Biopredic et Biotrial qui sont trois structures appliquées" (voir encadré).

Gènes et pharmacologie

Enfin, une partie de la dernière journée, "la journée Inserm" était consacrée au rôle de la connaissance du gène dans la pharmacologie. "Cette journée était libre d'entrée pour, encore une fois, impliquer au maximum les jeunes chercheurs sur des sujets d'avant-garde !", poursuit, toujours aussi enthousiaste, Hervé Allain. Les investissements engagés dans la recherche augmentent régulièrement et fortement depuis plusieurs années, mais l'apparition de nouveaux produits cliniques est loin de suivre la même évolution. Il faut en effet entre huit et douze ans pour

Hervé Allain, neurologue, professeur de pharmacologie à l'Université de Rennes 1, président du Centre régional de pharmacovigilance et organisateur de ces journées.

développer un médicament. C'est pourquoi les scientifiques s'engagent sur de nouvelles voies, comme la détection de gènes cibles, source directe de la pathologie, pour tenter de gagner du temps. C'est ce genre d'approche qui a été présentée par M. Mehtali de la société Deltagen basée à Strasbourg. Les travaux de Deltagen consistent à supprimer un gène chez une souris et à caractériser systématiquement le phénotype induit par cette suppression. L'opération, qui a été véritablement standardisée et industrialisée, est répétée inlassablement. Le but : permettre à des cliniciens qui eux n'ont accès qu'au phénotype de leurs patients, de remonter éventuellement jusqu'aux gènes cibles. Ceux-ci sont évalués de 5 à 8 000, or seulement 5 % d'entre eux seraient pour l'instant identifiés. "Nous sommes plutôt actuellement dans une phase d'accumulation des données - nous avons déjà caractérisé le phénotype de 400 gènes cibles - qui ne sont pas ou très peu exploitées dans le suivi de pathologies, explique M. Mehtali, mais c'est le début, nous sommes en train d'ouvrir une voie."



■ Bioprojet

Saint-Grégoire (35)



Mise au point de nouvelles classes de médicaments, partant de l'identification de cibles moléculaires originales dans le génome humain. Ces cibles moléculaires sont cardiaques, cardiovasculaires, mais s'étendent aussi au système nerveux central.

→ Rens. : Tél. 02 99 28 04 40, j.m.lecomte@bioprojet.fr

■ Biotrial

CHU Pontchaillou



Évaluation clinique et préclinique de produits à vocation santé ou nutrition. Première administration chez l'homme et pharmacologie clinique (système nerveux central et cardiovasculaire).

→ Rens. : Tél. 02 99 59 91 91, info@biotrial.com <http://www.biotrial.com>

■ Biopredic

Rennes Villejean



Production et distribution de cellules et tissus dérivés du foie, de l'intestin, du sang, de la peau, du tissu graisseux, des vaisseaux ou de l'œil, d'origine animale ou humaine et de kits pour la toxicologie et la pharmacologie.

→ Rens. : Tél. 02 99 14 36 14, biopredic-info@biopredic.com <http://www.biopredic.com>

Espérons que ces nouvelles méthodes porteront leurs fruits : que ce gain de temps tant recherché, et donc ce gain d'argent, inciteront les grandes firmes pharmaceutiques à se pencher plus sur le traitement des maladies orphelines ou la mise au point de médicaments spécifiquement adaptés aux jeunes enfants, qui, parce qu'ils ne constituent pas une part majoritaire de la population, ne sont pas intéressants financièrement. Le fait de veiller à ne pas exclure les pays en développement de l'accès aux soins est aussi au centre des débats car, comme le rappelle Hervé Allain : "Les recherches sur le médicament sont avant tout au bénéfice de la santé et tous les citoyens sont concernés." ■ N.B.

Contacts → Hervé Allain, tél. 02 23 23 47 13, herve.allain@univ-rennes1.fr
Vincent Lagente, tél. 02 23 23 48 35, vincent.lagente@univ-rennes1.fr

La valorisation de la recherche au cœur des préoccupations

La loi de 1999 sur l'innovation continue de porter ses fruits et d'être à l'origine d'actions concrètes de valorisation des travaux de recherche. Elisabeth Lagente, directrice du Service d'activités industrielles et commerciales de l'Université de Rennes 1 et Alain Marchal, directeur de la Délégation Bretagne - Pays de la Loire du CNRS, illustrent ici ce propos.



Alain Marchal.

→ La création de Services d'activités industrielles et commerciales (Saic) au sein même des universités constitue l'un des derniers outils émanant de la loi sur l'innovation, votée en 1999. Elle répond également aux nouvelles dispositions fiscales imposant d'ici 2003 à tout producteur d'activités lucratives de s'acquitter de l'impôt sur les sociétés et de la taxe professionnelle. Six universités réparties sur tout le territoire les expérimentent depuis décembre 2001 et l'Université de Rennes 1 fait partie de celles-ci.

Les chercheurs face à la négociation de contrats

Mais cette démarche n'est pas nouvelle à Rennes 1 : un service de valorisation existait déjà depuis dix ans, géré par le service administratif de la recherche. "Nous répondions déjà aux besoins des chercheurs dans leurs demandes de brevets ; nous

avons créé des manuels traitant de la négociation avec les entreprises, présentant des contrats types, à destination des chercheurs et des enseignants-chercheurs", explique Elisabeth Lagente, qui dirigeait ce service de valorisation et actuelle directrice du Saic de Rennes 1. Ces besoins d'information des scientifiques, en effet, ne sont pas nouveaux et surtout se retrouvent quel que soit l'organisme de recherche. Alain Marchal, directeur de la Délégation Bretagne - Pays de la Loire du CNRS rapporte : "Les chercheurs ont vraiment besoin d'assistance sur ces questions de propriété industrielle et de négociation avec les entreprises. À la base, ils ne sont pas formés à cela et il y a un effort d'explication à réaliser. Mais le CNRS ne doit pas brader sa recherche !"

L'incubation entre dans les mœurs

L'heure est donc à l'organisation et à la réaction face à ce constat et la création, en 1998, de l'incubateur d'entreprises breton Émergys a donné un bon élan (voir page ci-contre). "Avant 1998, la création d'entreprise au niveau de l'université était vraiment marginale, souligne Elisabeth Lagente, on n'avait pas les moyens." Mais il faut du temps et même si l'Université de Rennes 1 compte actuellement neuf entreprises en incubation : "Il faut faire changer les mentalités dans l'université. Et puis la dualité entre recherche fondamentale et recherche appliquée est toujours perceptible. Mais ici à

Rennes 1, on peut dire que le Saic a été bien accepté par les scientifiques qui ont bien compris qu'il s'agit d'un soutien, poursuit-elle. Comme je le dis souvent, la création du Saic n'est pas une révolution, mais une évolution vers la professionnalisation. Cette structuration permet en effet d'amplifier nos actions et, par exemple, de nous rendre plus souvent dans les unités de recherche, afin de détecter les projets et de sensibiliser les chercheurs à notre démarche. De l'autre côté, cela nous permet aussi d'augmenter notre écoute et notre lisibilité auprès des entreprises et de renforcer le lien entre les deux cultures."

Valoriser à la source

Et pour Alain Marchal, la valorisation de la recherche ne doit pas être réduite à une meilleure collaboration avec les entreprises. Cela doit commencer à la source, dès la phase d'enseignement, puis, au sein de la communauté des chercheurs, par une valorisation des résultats en interne qui mènera à la découverte de nouvelles compétences. "Enfin, valoriser les résultats de la recherche, c'est aussi communiquer vers le grand public, on ne doit pas l'oublier ! Et puis, c'est bien sûr travailler avec les entreprises, mais aussi avec les collectivités, comme par exemple en géographie, discipline qui fait partie de notre panel de compétences." Ces mesures font partie des priorités du nouveau contrat d'objectif du CNRS, résultat de sept séminaires de réflexion stratégique organisés l'année dernière par la direction, pour répondre à une

critique concernant le manque de lisibilité de la stratégie du principal organisme public de recherche fondamentale... S'inscrit également dans ce plan une politique ambitieuse de ressources humaines pour faire face à un taux de renouvellement du personnel qui devrait atteindre 50% d'ici dix ans... Tout cela s'inscrivant dans une démarche de "réaffirmation d'une recherche fondamentale de grande qualité". À cet égard, le CNRS, en collaboration avec l'Université de Rennes 1 et l'Inria, travaille sur l'organisation de groupes de réflexions ayant pour thème la démarche qualité des cellules de valorisation de la recherche dans tout le grand Ouest. Sont concernés : l'Université de Bretagne occidentale, l'Université de Rennes 2, l'École nationale supérieure de chimie de Rennes, l'Inria, les universités de Nantes et d'Angers, l'École centrale de Nantes. ■ N.B.



Elisabeth Lagente.

Contacts → Elisabeth Lagente, directrice du Saic de Rennes 1, Cyrille Chapon, responsable valorisation au Saic de Rennes 1, tél. 02 23 23 36 03 / 37 22 elisabeth.lagente@univ-rennes1.fr cyrille.chapon@univ-rennes1.fr Alain Marchal, délégué régional CNRS, tél. 02 99 28 68 04, a.marchal@dr17.cnrs.fr

Emergys fête ses deux ans d'incubation

L'incubateur breton Emergys fête cette année ses deux ans ; Jacques de Certaines, son président, avait convié, le 4 avril dernier, Annick Castellani du ministère de la Recherche ainsi que quatre jeunes dirigeants de jeunes entreprises "émergysiennes" pour dresser le bilan, positif !



→ Regroupant pas moins de sept technopoles réparties sur toute la région, de Rennes à Brest, en passant par Saint-Brieuc, Lannion, Vannes, Lorient et Quimper, ainsi que 22 établissements d'enseignement supérieur et de recherche, le tout entouré de partenaires financiers, industriels et du réseau des Centres d'innovation technologique (Critt), l'incubateur Emergys a souvent été qualifié "d'usine à gaz, plaisante Jacques de Certaines. Mais une fois le fonctionnement rodé, les résultats sont là." "Je pense effectivement que cette complexité ne doit pas être considérée comme un handicap, mais plutôt comme un atout qui illustre la richesse du tissu local breton", renchérit Annick Castellani. "Après avoir fait le tour de plusieurs incubateurs, j'ai trouvé à Rennes l'environnement dont j'avais besoin", rapporte Quentin Gallet, 27 ans, ingénieur Supélec et fondateur de L2T, une société de développement et commercialisation de solutions logiciels "Peer to Peer".

déjà sorties de l'incubateur. Au total, 76 emplois ont été créés. "Ce chiffre reste encore modeste, poursuit Jacques de Certaines, mais ce qui est caractéristique de la dynamique c'est bien la création même des start-up, qui, au départ, se contentent de petits effectifs pour évoluer ensuite."

L'incubation, un nouveau courant de pensée

"À l'écoute de tous ces résultats, la démarche a l'air bien reconnue, mais lorsque que le ministère de la Recherche a lancé en 1998-99 un appel à projet pour la mise en place d'incubateurs, la création d'entreprises était loin d'être une évidence !", commente Annick Castellani. Mais maintenant que la machine est lancée, la tendance est même de détecter les

projets de plus en plus tôt, au niveau des étudiants, à l'image de ce qui se fait déjà pendant "les Doctoriales". Cela est possible grâce au travail en étroite collaboration avec les établissements d'enseignement et de recherche tels que les universités de Rennes 1 et de Rennes 2, l'Ensat, l'ENST Bretagne, l'Irisa, l'Insa, l'Institut de gestion de Rennes... qui ont d'ailleurs leur propre structure de valorisation de la recherche (voir article ci-contre).

Les "plus" d'Emergys

Ce qui a été salué au travers des quatre témoignages présentés ce jour-là, c'est la synergie qui émane de la collaboration entre tous les partenaires de l'incubateur et en particulier l'aide apportée au montage de projet, comme la mise en place d'un business plan ou le lancement d'une étude

de faisabilité, qui sont des domaines dans lesquels chercheurs et ingénieurs sont rarement à l'aise. Christophe Frocrain, cofondateur de la société Headway Concept qui réalise des études et aussi des produits dans le secteur du nautisme (voir Sciences Ouest n° 183 - décembre 2001) rapporte : "L'étude de marché a démontré que, pour notre sondeur acoustique, la planche à voile ne constituait pas un marché ; il était très important pour nous de le savoir ! Nous nous sommes donc recentrés sur le domaine de la voile légère."

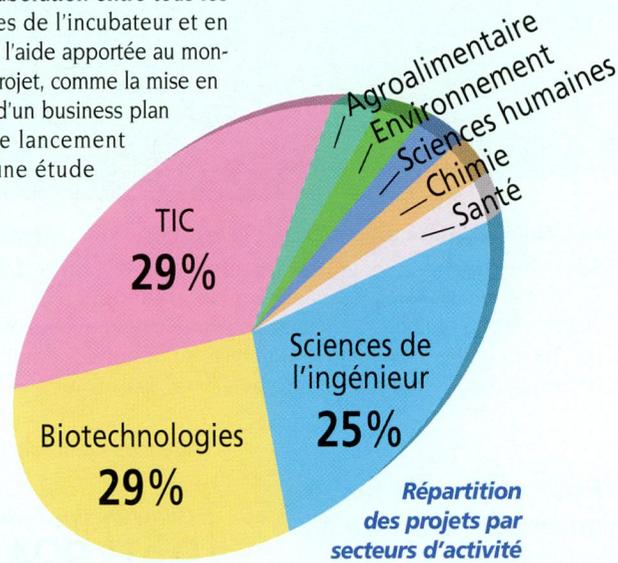
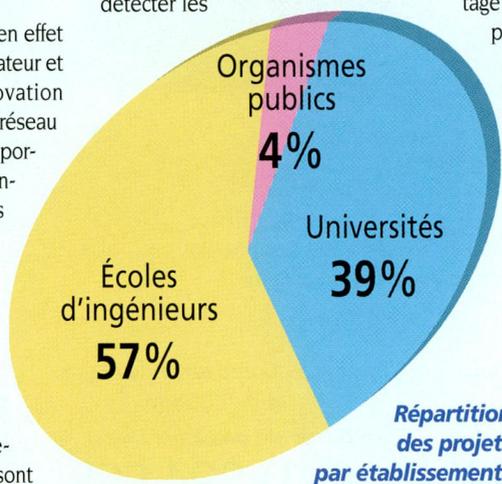
Et, pour preuve que les jeunes pousses issues d'Emergys sortent solides et bien armées pour affronter le monde des entreprises, voici quelques conseils et encouragements :

"L'industrialisation de notre produit commence lundi prochain ! Et sa commercialisation est prévue pour le mois de juin !", jubile Christophe Frocrain.

"Il faut toujours persévérer, ne pas négliger les aides publiques, mais aussi savoir trouver d'autres sources de financements plus originales ; pour cela, il ne faut pas hésiter à aller solliciter des particuliers ou des holdings qui en ont les moyens mais pas toujours l'idée !", conseille Gabriel Festoc, 29 ans, docteur en biologie et fondateur de GeneSystems, qui conçoit et commercialise des outils de diagnostic pour la sécurité alimentaire, comme les puces à ADN (voir Sciences Ouest n° 182 - novembre 2001). ■ N.B.

La Bretagne, terre d'expérience

Les sept technopoles ont en effet été créées bien avant l'incubateur et la sortie de la loi sur l'innovation (1999). Elles constituaient un réseau déjà existant qui a été très important pour l'émergence de l'incubateur. Résultat : parmi les 31 incubateurs français, Emergys se classe dans le peloton de tête. Les chiffres datés du 1^{er} janvier 2002 sont évocateurs : sur les 36 projets présentés, 28 ont été retenus, 16 ayant abouti à la création d'entreprises, dont 6 d'entre elles sont



Facture d'eau en braille,

La liberté *de pouvoir lire*

Edition braille : Association



"donne-moi tes yeux"

La facture en braille est proposée à l'ensemble de nos clients non-voyants.

Elle leur permet de connaître et gérer leur budget Eau de façon autonome.

Sur demande, les documents d'information sur l'eau (courriers, brochures,...) peuvent également être traduits en braille. Ce nouveau service vient compléter ceux adaptés aux personnes à mobilité réduite ou mal-entendantes, disponibles sur notre site internet www.generale-des-eaux.com et par téléphone en contactant Générale des Eaux Direct.

Pour obtenir la facture
en braille, contactez :

Agences Générale des Eaux

Générale des Eaux Direct
0811 904 904*

Agences Compagnie des Eaux
et de l'Ozone

Générale des Eaux Direct
0811 904 905*

* Prix d'un appel local

GÉNÉRALE
des **eaux**

Les énergies renouvelables

Débat sur le titre

Énergies renouvelables, alternatives, propres... ? Quel est le terme le plus adapté pour évoquer les éoliennes, le biogaz, le bois-énergie, le solaire, ou encore l'énergie provenant de la houle ?

L'expression "énergies alternatives" renvoie à tout ce qui n'est ni fossile ni nucléaire, avec l'idée sous-jacente qu'elles soient non polluantes et respectueuses de l'environnement ; d'où l'addition d'adjectifs plus précis et plus évocateurs tels que "renouvelables" et "propres".

Renouvelable. Le dictionnaire *Le petit Robert* propose la définition suivante : "qui peut être renouvelé. Énergies renouvelables : provenant de sources naturelles qui ne s'épuisent pas". Or dans l'absolu, l'énergie solaire n'est pas renouvelable. On la consomme bel et bien. Mais elle peut être considérée comme inépuisable, si l'on se base sur une échelle de temps appréciable pour l'homme. Ce raisonnement peut paraître totalement égoïste, mais au fond : toute la vie sur Terre est conditionnée par la présence du roi Soleil qui se consume sans que l'on puisse l'en empêcher et le jour où son énergie sera épuisée, personne ne sera plus en état de consommer quelque autre énergie que ce soit. L'énergie solaire serait donc une énergie "propre, consommable et inépuisable" !

Une autre définition des énergies renouvelables, proposée par l'Ademe* est : "qui ne produit aucun déséquilibre sur la Terre". Tout, alors, est question de bilan - on rappellera la formule "Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme" - et de l'échelle de temps sur laquelle on raisonne.

Enfin, il est bon de rappeler que le manque de conviction liée à l'utilisation de ces énergies vient du fait qu'elles ne produisent pas de grandes puissances et que, de ce point de vue, les énergies fossiles et nucléaires sont les mieux à même de répondre à nos besoins toujours croissants. Alors, ce dossier serait-il celui des "énergies peu rentables" ? En tout cas, à l'heure où les glaces de l'Antarctique fondent comme neige au soleil, les débats relatifs à la production d'énergies non carbonées sont plus que jamais d'actualité.

Entretiens avec Jean-Paul Gaouyer, le délégué régional de l'Ademe, Jean-Michel Guibert, délégué régional d'EDF, Marc Baudry, maître de conférences à la faculté de sciences économiques de Rennes 1 et panorama de ce qui se passe en Bretagne. ■

N.B.

*Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Ademe

Soutenir les énergies renouvelables

Rencontre avec Jean-Paul Gaouyer, le délégué régional Bretagne de l'Ademe, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Sciences Ouest : *Quelles sont, en Bretagne, les projets et les installations concrètes en matière d'énergies renouvelables ?*

Jean-Paul Gaouyer : Si l'on commence par le solaire, l'Ademe soutient financièrement les particuliers qui désirent s'équiper en capteurs solaires, pour la production d'électricité, de chauffage ou d'eau chaude sanitaire. Depuis le 1^{er} janvier 2002, la Région Bretagne s'est associée à cette aide pour la production d'eau chaude sanitaire. En 2000 et 2001, une cinquantaine d'installations ont été réalisées en Bretagne.

S.O. : *Mais ces équipements sont-ils vraiment intéressants ? Ne dit-on pas que la durée de vie des chauffe-eau solaires est égale à la durée de leur amortissement ?*

J.P.G. : Effectivement, c'est ce qui se dit et c'est exact en l'absence d'aide.

Les soutiens de l'Ademe et de la Région permettent justement aux particuliers d'amortir plus vite leur installation. L'autre idée étant que cette incitation à acheter des chauffe-eau solaires devrait permettre aux constructeurs d'investir dans la recherche et de baisser leur prix de revient. Si ce n'était pas le cas, il est probable que nous mettrions fin à cette démarche incitative.

S.O. : *Il existe peut-être d'autres aspects plus spécifiques à la Bretagne ? L'éolien ? L'énergie issue de la mer ?*

J.P.G. : En ce qui concerne la mer, les moyens n'ont jamais été mis sur ce projet ; peu de personnes y ont cru et dans cette situation, l'énergie des vagues et de la houle est moins compétitive. Par contre des efforts importants ont été réalisés sur l'éolien, notamment en Allemagne, au

Danemark, en Espagne, qui est bien sûr le domaine qui offre les meilleures perspectives en Bretagne.

S.O. : *La Bretagne ne pourrait-elle pas être productrice d'énergie à partir de biomasse ? De bois ?*

J.P.G. : Pour ce qui est du bois, la Bretagne fait partie des treize régions de France retenues dans l'appel d'offre "Plan bois-énergie et développement local", lancé en 1994 par le ministère de l'Industrie et géré par l'Ademe. Des installations représentant une capacité totale de plus de 30 MW* ont été réalisées. Mais, on peut également citer la valorisation énergétique des matières organiques agricoles, soit pour la production de biogaz, soit par l'incinération de matières organiques peu hydratées.

S.O. : *Trente ans après le refus de la Bretagne d'accueillir une centrale nucléaire à Plogoff (Finistère), est-elle en mesure d'être*

EDF

Prudence mais intérêt pour les énergies

Réservé, il y a un an encore (*Sciences Ouest* n° 172 - décembre 2000), quant au développement des énergies renouvelables au sein d'EDF, Jean Michel Guibert, délégué régional de Bretagne, se veut aujourd'hui beaucoup plus optimiste.

Sciences Ouest : *Lors d'une conférence de presse donnée le 10 avril dernier, vous avez exposé la volonté forte d'EDF de s'impliquer dans le développement durable régional. Notion qui prend en compte la nécessité de développer les énergies renouvelables. Vous ne teniez pas exactement ce discours il y a un an ?*



Jean Michel Guibert :

Oui et non... J'ai été, je crois, le premier délégué régional à m'exprimer sur le sujet ! Il y a longtemps que nous y réfléchissons et que nous y travaillons. Mais, il y a un an, nous n'en étions qu'au stade des projets. Depuis, nous avons eu la première unité EDF, celle de Quimper, certifiée ISO 14001*, il y a eu le décret tarifaire qui fait que le courant éolien, par

exemple, est acheté plus cher, il y a eu l'automne dernier un accord EDF-Shell permettant d'étudier plus sérieusement les projets off-shore...

S.O. : *Vous semblez beaucoup miser sur l'éolien ?*

J.M.G. : Dans le cadre du développement durable, et en réponse aux accords de Kyoto, il est évident que l'éolien est une alternative très intéressante. C'est un domaine que nous explorons et soutenons.

S.O. : *N'y a-t-il pas quelque chose d'artificiel, dans cet engouement pour l'éolien ?*

J.M.G. : Ce n'est pas faux. L'augmentation des tarifs d'achats a gonflé un peu artificiellement ce marché. Reste que sur les quelque 250 projets actuellement en cours, moins de 50% verront le jour ! Il ne suffit

pas d'avoir un site potentiellement venté, encore faut-il vaincre les résistances internes et externes au projet et, surtout, il faut résoudre le problème du raccordement au réseau EDF. Un problème qui est moins technique qu'économique. (NDLR : le coût de raccordement est en effet imputé à l'investisseur).

S.O. : *Les accords de Kyoto fixent à 6% la diminution des émissions de gaz à effet de serre. Que représente l'éolien dans cette perspective ?*

J.M.G. : Ces 6% représentent environ 5000 MW. Les 250 projets éoliens actuels représentent environ 2000 MW. Et encore, il faut tempérer ces chiffres, puisqu'en fait on ne récupère effectivement qu'environ un tiers... Un récent rapport montre pourtant que, si toutes les possibilités d'implantation étaient exploitées, il serait possible de récupérer jusqu'à 5% ! Toutes les niches de production d'énergie renouvelable doivent être explorées et soutenues. On ne doit en négliger aucune.

indépendante énergétiquement ?

J.P.G. : Le potentiel existe certainement avec l'éolien et la biomasse. Il est nécessaire de mettre toutes les chances de notre côté. En effet, il faut assurer une bonne acceptation du public et choisir des sites adaptés sans détériorer le paysage. La Bretagne pourrait acquérir cette indépendance de production électrique d'ici 2015 à 2020. Mais cela suppose que les citoyens, les riverains, les élus soient bien informés et marchent tous dans le même sens.

Pour conclure, il ne faut pas oublier que les économies d'énergie sont encore possibles : la meilleure énergie est celle que l'on ne consomme pas ! ■

Contact → Ademe,
Délégation régionale Bretagne,
33, bd de Solférino, BP 196,
35004 Rennes Cedex,
tél. 02 99 85 87 00,
jean-paul.gaouyer@ademe.fr



Éolienne et modules photovoltaïques installés sur l'une des îles de l'archipel de Glénan.

Le dilemme français

Historiquement et sur le plan de l'économie, l'intérêt pour les ressources renouvelables est né de trois préoccupations. Le point avec Marc Baudry, maître de conférences à la faculté de sciences économiques de Rennes 1.

Les chocs pétroliers

Ce sont évidemment les chocs pétroliers qui ont poussé à la recherche de substituts. Mais cela s'est fait, notamment en France, au profit d'une autre énergie fossile, et donc non renouvelable : le nucléaire.

La raréfaction de la ressource

Les énergies les plus utilisées, encore aujourd'hui, sont les énergies fossiles (charbon, pétrole, uranium...) et donc par nature épuisables. Or, pour des raisons de croissance démographique et/ou économique, la consommation de ces énergies ne cesse d'augmenter. Résultat : la raréfaction d'une ressource épuisable se traduit par l'augmentation de son prix ce qui, d'une part, rend rentable l'exploitation de ressource qui ne l'était pas auparavant (comme l'exploitation pétrolière off shore) et pousse, d'autre part, à la recherche d'innovations techniques, comme le développement d'énergies alternatives, en vue d'économiser cette ressource.

L'effet de serre

La lutte contre l'effet de serre est devenue le point clé du développement durable. Elle implique une inflexion nette de la consommation mondiale d'énergies fossiles à base de carbone, ce qui pose deux problèmes souvent débattus. Le premier est purement économique, il s'agit de la "tragédie des communs" : chaque pays a évidemment intérêt à ce que la lutte contre l'effet de serre se développe au niveau mondial, mais cette lutte est coûteuse et donc chacun ne va investir qu'à raison des dommages que cela lui évite, en négligeant les dommages que cela évite aux autres. Résultat : la lutte n'est pas optimale.

Certains pays, et notamment la France, présentent l'énergie nucléaire comme une réponse optimale à la lutte contre l'effet de serre. Or, le deuxième problème vient de l'arbitrage entre une pollution avérée, l'effet de serre et un risque de pollution majeure de faible probabilité ; l'arbitrage reposant

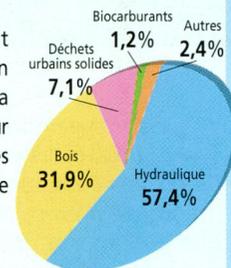
L'énergie en chiffres

En 2000, la Bretagne a consommé 8,6 Mtep* (hors charbon) - contre 258 Mtep au niveau national -, ce qui représente une augmentation de 2,42 % par rapport à l'année précédente.

Concernant les ressources d'énergies renouvelables, la France, en plus de son fort potentiel hydraulique et géothermique, est bien placée : 1^{re} forêt d'Europe occidentale et 2^e "gisement" éolien.

Avec 27,6 Mtep, soit 22,2 % de la production énergétique nationale, la France est le 1^{er} producteur d'énergies renouvelables en Europe. Elle est aussi le 1^{er} consommateur. ■

* Millions de tonnes équivalent pétrole.



→ Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement de Bretagne, Michel Nevo, tél. 02 99 87 43 93, www.bretagne.drire.gouv.fr

de manière étroite sur l'évaluation des différents dommages à l'environnement et de la probabilité d'accident nucléaire.

Le "dilemme français"

Dans un pays où l'énergie provient essentiellement de centrales thermiques, le développement des énergies renouvelables permet de réduire l'émission des gaz à effet de serre ; l'énergie des centrales thermiques étant utilisée comme palliatif des aléas de production des énergies renouvelables. Mais, dans un pays comme la France, où l'essentiel de l'électricité est produit par le nucléaire, il n'y a pas de gain à attendre en terme de réduction de l'effet de serre du remplacement de ces centrales par des unités de production d'énergie à base de ressources renouvelables.

La France est en quelque sorte victime de son choix pour le nucléaire qui lui permet d'être un faible producteur de gaz à effet de serre mais qui ne l'incite pas à développer les énergies alternatives. C'est ce que l'on appelle, en économie, l'effet de verrouillage technologique. ■

renouvelables

Agenda 21 de Rio et commissions nationales de développement durable

EDF est l'un des premiers groupes internationaux à s'être engagé dans cette voie, l'un des premiers buts étant la réduction des impacts environnementaux. C'est dans ce cadre que le centre EDF-GDF Services de Comouaille (Quimper) a été le premier à obtenir la certification ISO 14001 et que le démantèlement de Brennilis a été entrepris. Conçu en 1962, "EL4" était à la fois un réacteur expérimental et un prototype industriel. Arrêtée en 1985, la centrale nucléaire est entrée dans la dernière étape de sa vie : la déconstruction ; une première en France. ■

* Norme sur la réduction des impacts environnementaux.

Contact → marc.baudry@univ-rennes1.fr

Éolien :

retards malgré le vent en poupe...

On a vu se multiplier, depuis trois ans, les bureaux d'étude consacrés à l'énergie éolienne, les projets d'implantation de fermes éoliennes... Et ceci, après des années de désintérêt manifeste pour ce mode de production énergétique, au point que la France a pris un très sérieux retard dans le domaine, par rapport aux autres pays européens. Prise de conscience subite ? Passion soudaine pour l'environnement ? Ou, plus prosaïquement, création d'un nouveau marché ? Enquête.

→ Une hélice entraînée en rotation par la force du vent permet la production d'énergie mécanique (pompage d'eau, action d'une meule...) ou électrique, en tout lieu suffisamment venté : ce sont des parcs d'aérogénérateurs ou "fermes" éoliennes, qui mettent en œuvre des machines de moyenne et grande puissances (200 à 2 000 kW).

Mais alors qu'en Californie ou dans la majorité des pays européens les gouvernements ont largement encouragé le développement de l'énergie éolienne, la France est restée à la traîne. Bien qu'elle détienne le second gisement éolien européen, elle n'a installé que 17 MW malgré plusieurs programmes, baptisés Éole. Du coup,

elle se situe aujourd'hui en avant-dernière position de l'Union européenne, juste devant la Turquie.

À quoi tient ce retard ? Il est certain que le monopole EDF, et le lobby nucléaire ont freiné le développement des énergies alternatives, avec l'argument exact, qu'aucune solution alternative ne permet aujourd'hui de répondre aux besoins croissants en énergie.

Cette situation devrait pourtant changer pour deux raisons au moins. La première est la résolution adoptée lors de la conférence de Kyoto sur le contrôle des émissions de gaz à effet de serre. Résolution qui entraîne la nécessité de limiter les centrales thermiques et, par exemple, de leur préférer les centrales éoliennes. Ainsi, en 2005, par exemple, l'éolien couvrira 20% de l'électricité danoise. La deuxième est d'ordre économique...

Investir sur... du vent

Les progrès techniques réalisés depuis une vingtaine d'années ont été accompagnés d'une baisse du coût du kWh produit. Ce dernier varie aujourd'hui entre 0,03 et 0,06 € du kWh, pour des parcs d'aérogénérateurs modernes implantés sur de bons sites éoliens (vitesse moyenne du vent de 25 km/h). Ces prix sont fonction du nombre d'aérogénérateurs et

intègrent l'amortissement du matériel, sa maintenance et son exploitation (ce qui se fait avec un personnel extrêmement réduit !).

Or, EDF est dorénavant contrainte d'acheter le courant à 0,073 € (0,48 F). De quoi permettre, sur les meilleurs sites, de réaliser des économies substantielles, aptes à attirer des investisseurs. Une étude de l'Ademe montre par ailleurs que 62% de l'investissement d'une centrale devraient revenir à la Bretagne.

Enfin, sachant que la taxe professionnelle est indexée sur le chiffre d'affaires des entreprises, c'est également un encouragement puissant pour les petites communes, à tout faire pour convaincre leurs administrés de l'intérêt d'installations éoliennes (voir ci-contre). On comprend mieux les récentes installations et la multiplication des projets depuis deux ans...

L'éolienne à la maison...

Raccordé ou non au réseau, il est aisé d'installer chez soi une éolienne. À condition, toutefois, d'obtenir un permis de construire pour les mâts de plus

Puissance éolienne installée dans le monde à la fin de 1998 (en MW)

Allemagne : 2 873	Autriche : 25
Danemark : 1 380	Finlande : 17
Espagne : 907	France : 17
Pays-Bas : 359	Autres pays européens : 20
Royaume-Uni : 330	Union européenne : 6 379
Italie : 154	Total Europe : 6 420
Suède : 148	États-Unis : 1 819
Irlande : 60	Canada : 83
Portugal : 60	Total Amérique du Nord : 1 902
Grèce : 39	Total mondial : 9 615

Source : Observ'ER - Windpower Monthly - Worldwatch Institute

de 12 m de haut, et de réaliser une étude d'impact sur l'environnement.

L'électricité produite peut être stockée dans des accumulateurs, mais il est économiquement plus intéressant de la distribuer aux normes sur le réseau. De nombreuses entreprises proposent aujourd'hui des kits plus ou moins solides et efficaces, allant de 1 à 2,7 kW (pales de 3 à 5 m de diamètre) avec régulateur, onduleur, mât (de 12 à 18 m) et câble, pour des sommes allant de 8 200 à 18 000 €,

permettant une production annuelle de 2 300 à 9 000 kWh.

Le principal inconvénient d'une éolienne à proximité de l'habitation, outre son caractère peu esthétique, est le bruit : 20 à 60 dB, selon la puissance de l'installation. Attention donc à la gêne pour les voisins les plus proches (la zone "critique" se situant dans les 400 à 500 m autour de l'appareil).

Principal avantage : une durée de vie de 15 ans au moins, au terme desquels le site peut retrouver immédiatement son état initial, à la différence d'une centrale thermique, hydroélectrique ou, à plus forte raison, nucléaire.

Éoliennes en mer

En mer, le vent est plus fort et plus stable puisqu'il n'a pas à lutter contre les reliefs. Et la gêne visuelle occasionnée par les éoliennes est moindre. Par ailleurs, les installations en mer permettent de s'affranchir des très nombreuses servitudes existant à terre : faisceaux hertziens, paysages, couloirs aériens, constructibilité, zones sensibles... Et, si l'on en juge d'après les expériences suédoises (première éolienne off shore près de Blekinge, en 1990), hollandaises (4 éoliennes depuis 1996) et danoises (11 éoliennes en service depuis 1995), la filière off shore semble prometteuse.

Le potentiel breton paraît tout particulièrement riche et adapté : avec des vents moyens de 9 à 10 m/s à 60 m de hauteur ; des fonds peu profonds et solides, la proximité de ports... Ce qui en fait le potentiel le plus élevé de l'Atlantique, avec une production possible, estimée à 450 TWh/an ! Actuellement, 7 sites sont identifiés par l'Ademe, prenant en compte les contraintes techniques (zone de 3 à 20 km des côtes, profondeur maximale de 50 m, proxi-

mité du réseau...), les contraintes environnementales (visibilité, zones protégées, usages de la mer, servitudes...). Il s'agit de Saint-Malo-côte d'Émeraude (188 éoliennes), baie de Saint-Brieuc (137), Paimpol-Goëlo (157), Morlaix-Roscoff (163), Kerlouan-côte des Légendes (28), Les Glénans-Guilvinec (144), Le Palais-Houat (95). Plusieurs autres sites sont également envisagés, mais les projets ne semblent pas aussi avancés (comme Lorient-Groix, par exemple).

L'éolienne en Bretagne

Reste que la majorité des projets sont terrestres. La Bretagne occidentale, région française des plus ventées, offre un potentiel non négligeable. À partir des données de relief, de vent et des différentes contraintes liées à l'implantation d'éoliennes (voir encadré le savoir-faire de Météo France), 30 zones favorables ont été repérées, permettant d'installer un minimum de 100 MW, soit environ 150 éoliennes. Ces centrales produiraient 228 GWh, soit l'équivalent de la consommation électrique, hors chauffage, de 90 000 foyers !

Dans le cadre d'Éole 2005, deux projets sont réalisés actuellement en Bretagne : Goulien (6 MW) et Plouarzel (3,3 MW). Avec le projet de Plouyé (3 MW) (programme européen Thermie), la puissance installée en Bretagne passera à 12 MW.

D'autres projets ont été retenus à l'occasion du dernier appel d'offre Éole 2005. Il s'agit de : Edem (6,5 MW), Lanrivoaré (2,64 MW), Plourin (3,3 MW), pour le Finistère ; Plougras (6 MW) et Haut-Corlay (voir ci-contre) pour les Côtes-d'Armor. ■ J.F.C.

Un exemple

le Haut-Corlay

→ Petite commune de 729 habitants, le Haut-Corlay (22) envisage avec sérénité l'aventure éolienne. Tout commence en 2000, lorsque Philippe Le Goff, directeur de l'agence Ouest de la société Espace Éolien Développement demande à rencontrer René Allo, le maire. Avec un art consommé de la pédagogie, il lui explique qu'il souhaite réaliser une étude de faisabilité d'un projet éolien sur le site dit des crêtes de Kerchouan. Il s'agit en fait d'installer un mât haubanné de 10 m de hauteur, équipé d'anémomètres et d'une unité d'enregistrement, vitesse et direction du vent. Si les résultats sont conformes aux prévisions, la commune pourrait, d'ici 2003, voir s'ériger 6 éoliennes de 1 300 kW chacune, hautes de 90 m. Le projet est immédiatement et favorablement accepté : "D'une part, explique René Allo, les propriétaires des terrains signeront un bail de 20 à 30 ans, et recevront un loyer" ; "plus intéressant que ce que rapporte 100 m² de maïs !",

complète Philippe Le Goff. La commune, par ailleurs, devrait percevoir annuellement 51 750 € (340 000 F) en taxe d'apprentissage, ce qui doublerait ses recettes ! Si le projet semble aujourd'hui sur des rails, il a pourtant failli échouer l'an passé. En effet, la commune se trouve précisément dans un couloir aérien, réservé aux militaires de l'aéronavale de Landivisiau. Heureusement, après intervention de plusieurs politiques locaux, et en particulier du député Didier Chouat, les militaires acceptent un compromis : d'accord pour les éoliennes, mais à condition qu'elles ne fassent pas plus de 90 m de haut (contre les 105 prévus).

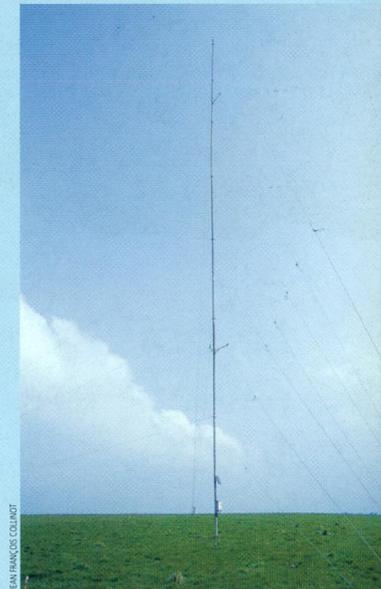


René Allo.



Philippe Le Goff.

Qui sera l'investisseur ? Philippe Le Goff affirme que "depuis que l'on parle de ce site, les investisseurs se précipitent. Les sérieux mais aussi les moins sérieux, alléchés par l'idée de profits aisés... Quoi qu'il en soit, pour le Haut-Corlay, rien n'est encore décidé", mais René Allo se déclare convaincu qu'il s'agira de Cegelec (déjà engagé dans le site de Goulien, autre réalisation de... Espace Éolien Développement). La société travaille actuellement sur d'autres sites potentiels : Plouhiné dans les monts d'Arrée, Plougras (22), Edem près de Quimper, Guihaëc (29), Haut-Corlay (22), Lanfin, Saint-Armel près de Vannes... ■ J.F.C.



Mât haubanné de 10 m de haut, équipé d'anémomètres et d'une unité enregistrant la vitesse et la direction du vent.

Le savoir-faire de Météo France



→ Le choix d'un site pour l'implantation "d'arbres à vent" passe nécessairement par une étude de son potentiel éolien. Les conditions idéales recherchées : un endroit exposé où le vent possède une direction dominante et bien marquée. Pour cela, les experts de Météo France se basent sur des données observées sur plusieurs années. Des extrapolations sont alors nécessaires afin de se rapprocher au maximum des conditions finales. Exemple : le vent est mesuré à 10 m de hauteur, or l'axe du rotor de l'éolienne se situe à 80 m. Il faut donc tenir compte de l'environnement (relief, végétation, bâtiments). Une estimation du potentiel éolien peut aussi être réalisée à partir de données issues des modèles de prévision numérique sachant, par ailleurs, que l'éolienne ne récupère pas toute la puissance du vent. Enfin, l'aide de Météo France est aussi indispensable lors du montage de l'éolienne, une étape très délicate qui doit s'effectuer... sans vent. ■

→ Météo France, Direction interrégionale Ouest, Patrick Bonnet, service communication, tél. 02 99 65 24 13, patrick.bonnet@meteo.fr - Isabelle Soulan, service études, tél. 02 99 65 22 25.

N.B.

Les autres énergies

Le bois revient en force...

→ Il faut parfois se méfier de l'arbre qui... cache la forêt. Parmi toutes les énergies alternatives proposées, il en est une à laquelle on ne pense généralement pas et qui, pourtant, offre d'ores et déjà des solutions intéressantes à bien des égards : le bois-énergie. On ignore en effet trop souvent qu'il représente à lui seul 80 % des énergies renouvelables en France, et 4 % de la consommation nationale d'énergie (hors hydraulique) ! Abondant et quasiment inépuisable s'il est bien géré, pratiquement non polluant, d'une mise en œuvre ne nécessitant pas de gros investissements, d'un rapport qualité-prix très compétitif, dans un secteur qui ne demande qu'à créer des emplois... Le bois est bien une solution alternative intéressante. Certes, ce n'est pas LA solution aux problèmes énergétiques futurs, mais c'est un produit qu'il ne faut ni ignorer, ni mépriser comme cela a été le cas jusqu'à récemment. Démonstration.

Un produit qui ne risque pas la crise

La France est le premier massif forestier de l'Europe communautaire, dont elle détient 30 % de la surface boisée, soit 14 millions d'hectares. La forêt bretonne occupe environ 296 000 hectares, se répartissant en 266 000 hectares de forêt privée (appartenant à 226 000 propriétaires, dont 50 000 détiennent 82 % des surfaces), et environ 30 000 ha de forêt publique. Depuis la Seconde Guerre mondiale, les efforts entrepris pour augmenter le taux de



boisement du territoire (par plantation), améliorer les peuplements existants (reboisement, conversion des taillis en taillis sous futaie ou futaie) ont été constants. Si la tempête de 1987 a mis par terre 15 000 ha, elle a entraîné une prise de conscience des professionnels, qui ont sensiblement augmenté la part des essences feuillues, en remplacement des résineux plus "fragiles". La tempête de 1999, qui a mis au sol, pour la France, 140 millions de m³ de bois, sinistré 500 000 hectares (12 000 en Bretagne), entraînant 30 milliards de francs de perte patrimoniale nette... a encore augmenté ce phénomène, en encourageant nombre de propriétaires agricoles à replanter des taillis coupe-vent, en bordure de champs. Bref, du bois il y en a. Reste à l'exploiter.

Une énergie "propre"

Lors de sa combustion, le bois libère du dioxyde de carbone. On estime cependant, qu'en reboisant à quantité égale de bois consommé, tout le carbone émis sera incorporé par les nouveaux arbres au moment de leur croissance. Il se forme ainsi un cycle entre le volume de gaz carbonique rejeté et incorporé. La valorisation énergétique du bois-énergie contribue de cette façon à lutter contre le changement climatique, en participant notamment à la satisfaction des objectifs français de réduction de gaz à effet de serre. Selon le ministère de l'Environnement : "On retient que la substitution de 1 000 Tep/an de combustible fossile réduit les émissions de gaz carbonique d'environ 3 000 t/an (...). Par ailleurs, l'utilisation de 4 m³ de

bois-énergie permet d'économiser environ 1 tonne de pétrole, et réduit en moyenne de 2,5 tonnes l'émission de CO₂ dans l'atmosphère."

Le Plan bois-énergie Bretagne

Lancé en 1994 par le ministère de l'Industrie, le "Plan bois-énergie et développement local" avait pour objectif de favoriser la création d'installations de chauffage collectif, fonctionnant à partir des déchets de la filière bois. La Région Bretagne s'était immédiatement mobilisée, et avait fixé comme objectif, l'installation d'au moins 16 MW en chaufferies (16 000 t de bois). Objectif atteint dès la première phase de développement (1995-1999) avec : 117 chaufferies collectives, 68 industrielles et, en sus, la création de trois plates-formes de stockage du bois (environ 30,5 millions d'€ d'investissement). La deuxième phase (2000-2006), actuellement en cours de développement, prévoit la création de 20 MW supplémentaires et la mobilisation de 25 000 t de bois.

Doté d'un budget de 3,8 millions d'€ (25 MF), le Plan bois-énergie Bretagne a suscité un nombre impressionnant d'initiatives et de projets : chauffage d'écoles (Rostrenen...), piscines, mairies (Belle-Isle-en-Terre, Plounévez-Moëdec, Trébivran, Garlan...), serres horticoles (Rennes, Lorient...), hôpitaux (Concarneau...), HLM (Lorient...)...

D'ici 2006, le programme bois-énergie devrait permettre d'économiser 260 000 Tep/an, de réduire de 620 000 tonnes l'émission annuelle de CO₂ et de créer environ 600 emplois.

À noter enfin, que pour les collectivités, une chaudière de puissance moyenne de 300 kW permet une économie d'environ 5 335 €/an par rapport à une solution fioul domestique et évite un rejet de 140 tonnes de CO₂.

Les limites actuelles

Si l'intérêt de la filière bois en matière d'énergie est évident, il n'en reste pas moins vrai que nombre de problèmes sont encore à résoudre. Quid, par exemple, de la qualification et de la promotion des appareils de chauffage individuel au bois ? Certes, un label "flamme verte" permettant une petite réduction de TVA existe bien. Mais, est-ce suffisant pour encourager les particuliers à investir entre 3 000 à 7 600 € (20 et 50 000 F) dans une chaudière à bois ? Même en sachant que le kW revient à 0,02 cent pour le bois contre 0,045 pour le fioul.

Quid, également, des réseaux de collecte du bois ? Nous l'avons dit, la forêt bretonne étant essentiellement privée et morcelée, comment collecter, stocker et distribuer le bois ? Comment aider les petits propriétaires, sans qu'il leur en coûte trop ? Actuellement, le m³ de plaquettes de bois est payé entre 15 et 21,34 euros, à la livraison... Une fois extrait le prix du transport, du stockage, de la main-d'œuvre, et de la collecte, que revient-il au producteur ?

Il faut donc une volonté forte de la part des politiques pour encourager au développement du bois-énergie. Un élément qui pourrait être décisif : la valorisation de 1,4 million de m³ de bois supplémentaire sous forme énergétique créerait 2 800 emplois à plein temps en zones rurales et 43 millions d'euros par an de chiffre d'affaires en plus pour la filière bois (280 millions de francs). ■

J.F.C.

Contact → Association de promotion de la filière bois-énergie en Bretagne, Paul Briand, 42 bis, rue Notre-Dame, 22200 Guingamp, tél. 02 96 13 50 36.

es renouvelables

Le solaire

→ On distingue deux aspects d'utilisation de l'énergie solaire : le solaire photovoltaïque, pour la production d'électricité et le solaire thermique pour la production de chaleur.

Utilisée à l'origine pour le fonctionnement des satellites (dans les années 60), l'énergie photovoltaïque trouve aujourd'hui différentes applications : calculatrices, horodateurs, balises en mer, relais de télécommunication, électrification d'habitats isolés ; ces deux derniers marchés étant en croissance depuis 1990.

Mordelles marche au solaire

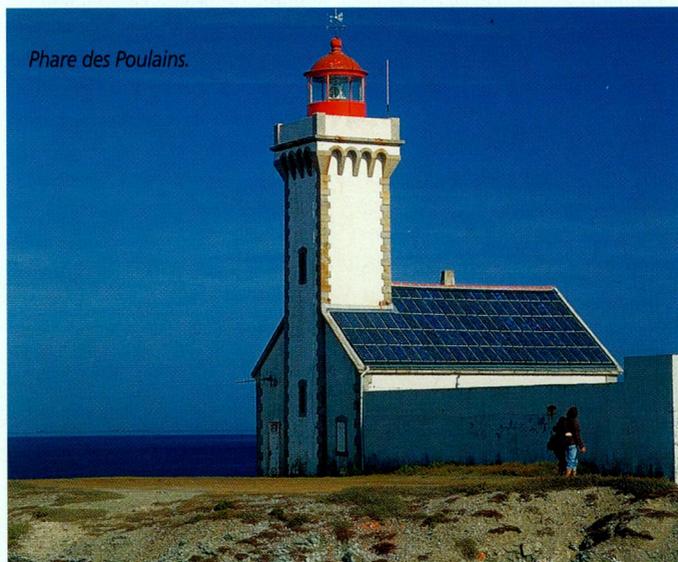
La commune de Mordelles (9 000 habitants), dans la périphérie de Rennes, vient de fêter le cinquantième anniversaire de ses abris bus solaires. Jean-Claude Briand, directeur des services de la ville, ne cache pas sa satisfaction : "C'est une expérience très positive. Grâce aux capteurs solaires, nous avons pu réaliser de substantielles économies et, surtout, nous avons pu donner aux usagers un service quasiment impossible autrement. Les quatre abris équipés en solaire se trouvent en effet loin des réseaux électriques. S'il avait fallu les raccorder, cela nous aurait coûté une petite fortune ; alors que là, pour un investissement de 80 000 F à l'époque (12 200 €), nous avons réussi à les éclairer. C'est un confort important pour les usagers !" Il faut dire que Mordelles affiche depuis de nombreuses années une véritable volonté environnementale, en développant notamment deux grands projets de lotissements répondant aux normes Haute qualité environnementale (HQE) avec, en particulier, des capteurs solaires sur toutes les habitations, permettant de chauffer l'eau. ■ J.F.C.



Crèche de la Poterie à Rennes.

En Bretagne, la production de chaleur par énergie solaire s'est beaucoup développée entre 1980 et 1986, avec une orientation volontaire vers un usage saisonnier (l'été) et concernait principalement des piscines, des centres de vacances, des crèches et des usages tertiaires. À Rennes, par exemple, la première

installation thermique date de 1980 au camping des Gayeulles. Aujourd'hui, des protocoles de modernisation et de maintenance des installations existantes sont relancés mais le choix du solaire thermique reste cependant en retrait, par choix de société. ■ N.B.



Phare des Poulains.

Hydrogène, future star

→ L'hydrogène a été promu, à l'unanimité, énergie de demain. Élément le plus abondant sur la planète, renouvelable et propre, l'hydrogène semble en effet répondre à tous les critères de remplacement des énergies fossiles et de palliatif du nucléaire. Depuis ses modes de production, jusqu'aux techniques d'utilisation, en passant par son transport, son stockage, et sa distribution sécurisée, toutes les étapes font actuellement l'objet de recherches, la pile à combustible apparaissant comme la technologie émergente (voir la rubrique "Comment ça marche ?" en page 23). ■

Le biogaz

→ La méthanisation des déchets organiques comme le lisier d'élevages porcins, les boues issues des stations d'épuration ou encore certains effluents agroalimentaires, est une des techniques de valorisation de la biomasse, l'utilisation du "bois-énergie" en étant une autre (voir ci-contre).

Le biogaz produit dans des réacteurs en anaérobiose (au bout de trois semaines à 35°C ou de deux semaines à 55°C) peut être brûlé comme du gaz de ville (même s'il est moins pur) ou servir à la production de chaleur ou d'électricité. La production potentielle est évaluée à quelques dizaines de MWh/an pour des digesteurs de quelques m³, ou à plusieurs centaines de MWh/an pour des installations collectives faisant de la méthanisation combinée, c'est-à-dire utilisant un mélange de déchets organiques. Certaines références font état d'une possibilité de production correspondant à 10% de la consommation nationale actuelle en gaz naturel.

Une énergie qui pollue quand on ne s'en sert pas

Le marché de la méthanisation pourrait concerner en France plusieurs milliers de fermes pratiquant notamment l'élevage porcin, plusieurs centaines de stations de traitement des eaux usées, ainsi que des sites industriels. Et même si la part du biogaz paraît bien marginale dans le bilan énergétique, la méthanisation offre quand même la caractéristique de pouvoir hygiéniser et désodoriser les déchets organiques, ce qui, dans cette période marquée par les contraintes sanitaires, pourrait agir en faveur de son développement. Par ailleurs, l'incidence du méthane (le gaz majoritaire du biogaz) sur l'effet de serre étant plus de dix fois supérieure à celle du gaz carbonique, il est préférable de la valoriser !

Trois projets de méthanisation de sous-produits industriels et d'élevage sont actuellement en cours d'étude en Bretagne, et devraient voir le jour en 2003. ■

Tombée à l'eau

Puissance d'une vague

La puissance d'une vague est exprimée en kW/m.

Une houle de 2 m et de 5 s aura une puissance de 11 kW/m.

Une houle de 4 m et de 8 s aura une puissance de 70 kW/m.

Sur la côte, la puissance dissipée est en moyenne de 10 kW/m.

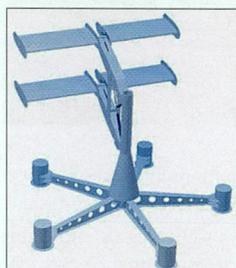
Au large de l'Atlantique, en France : 15 à 20 kW/m.

Au large de l'Atlantique, en Écosse, Irlande ou Norvège : 50 kW/m.

Sur une planète occupée à plus de 70 % par les océans, dans une région entourée par l'eau, une question brûle nos lèvres : pourquoi ne parle-t-on pas plus de l'utilisation de l'énergie issue de la mer dans les programmes liés aux énergies renouvelables ? La réponse est assez mitigée ; le point avec Philippe Marchand, responsable thématique en océanographie opérationnelle au centre Ifremer de Brest, spécialiste et passionné du sujet.

→ Tout le monde connaît ou a entendu parler de l'usine marémotrice de la Rance qui est d'ailleurs le site industriel le plus visité de France (avec de 250 000 à 500 000 visites chaque année) et qui reste malgré tout une installation unique au monde. Oui bien sûr, la mer est productrice d'énergie renouvelable. Mais pourquoi l'usine de la Rance est-elle toujours unique au monde ? Et bien si les rendements ne sont pas exceptionnels, le site, lui, l'est ! Les projets se sont donc tournés vers la haute mer.

L'énergie issue des vagues possède l'avantage d'être plus concentrée et plus régulière que l'énergie éolienne, mais présente par contre des écarts considérables à l'échelle des saisons, ce qui rend son exploitation difficile. Elle a cependant fait l'objet de recherches intenses, notamment à la suite des deux chocs pétroliers et principalement sous l'impulsion britannique de 1974 à 1982. Quelques prototypes de puissance modeste ont émergé de ces activités, comme une colonne d'eau oscillante installée en 1990 au large de l'Écosse dans l'île deIslais qui fut l'un des ouvrages les plus marquants. Il fut détruit en octobre 1995 par une tempête, mais un nouveau pilote de 500 kW fonctionne



Le mouvement engendré par les courants marins sur les pales du générateur Stingray est transmis à un cylindre hydraulique. Installé dans le passage du Fromveur, un endroit où le courant est particulièrement fort, entre les îles de Ouessant et Molène, ce système, totalement immergé, pourrait fournir plusieurs dizaines de MW.

depuis un an. Le Japon, qui est certainement le pays le plus régulier dans ses recherches sur l'énergie de la houle, expérimenta divers prototypes sur le principe du "trou souffleur" - compression de l'air au passage de la houle, l'air entraînant une turbine reliée à un générateur électrique -, faisant par exemple des brise-lames générateurs d'énergie. Encore loin d'être compétitif pour la seule production d'électricité, d'autres fonctions comme la production d'air comprimé pour l'oxygénation des élevages aquacoles seraient à l'étude. Mais globalement, mis à part quelques centaines de bouées de signalisation lumineuse fonctionnant au large des côtes japonaises depuis trente ans, et malgré des tentatives émanant de la Suède, du

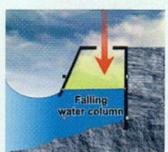
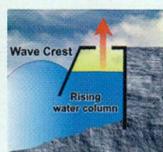
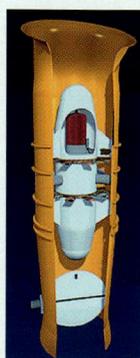
Danemark, de l'Irlande, du Portugal, des États-Unis, du Canada..., aucun dispositif de puissance significative, c'est-à-dire de l'ordre de quelques dizaines de kW ou de MW, n'est aujourd'hui commercialement disponible.

La France, pourtant bien pourvue en terme de sites sur son littoral, mais aussi dans les territoires d'outre-mer souvent très isolés en plein océan, est remarquablement peu active sur le sujet, les échos sont unanimes : tout financement public a cessé depuis vingt ans. Que ce soit au centre Ifremer de Brest, à l'École centrale de Nantes dans le laboratoire mécanique des fluides, les scientifiques les plus convaincus se retrouvent impuissants mais continuent cependant leur travail de veille. "Le problème fondamental reste la tenue des ouvrages dans des zones nécessairement exposées aux tempêtes, les prototypes à terre ou en mer ayant tous été détruits au bout de quelques années ! La vraie question est finalement celle de la prise de risque de l'investisseur face à la durée de vie aléatoire d'installations capitalistiques, où l'on achète par avance les kWh qui seront produits", souligne Philippe Marchand.

Une autre forme d'énergie renouvelable offerte par la mer, mais dont on n'entend très peu parler est l'énergie thermique, dont le principe consiste à tirer profit de la différence de température existant, dans les zones tropicales, entre les eaux chaudes de la surface (25°C) et les eaux froides des profondeurs (4°C). Conformément au second principe de la thermodynamique, il est en effet possible de produire une force motrice à partir de ce gradient de chaleur, grâce à une machine thermique. Comme dans le cas de l'énergie issue des vagues, de grands programmes de recherche ont été lancés dans les années 80. En France, l'Ifremer en collaboration

avec différents groupes industriels, se lança dans l'étude détaillée d'une centrale pilote de 10 MW qui aurait pu fournir le quart de la consommation électrique de Tahiti. Les obstacles techniques, comme la faible différence de température entre les eaux chaudes et froides qui impliquait de grandes surfaces de contacts entre les échangeurs, ou encore la nécessité de pomper d'énormes débits d'eau froide à 1 000 m de profondeur, avaient pourtant été résolus. Mais c'est l'effondrement du prix du pétrole en 1986 qui a fait s'écrouler en même temps la perspective de compétitivité de telles installations électriques. L'Ifremer s'est complètement désengagé des recherches mais cela n'empêche pas Philippe Marchand de rester convaincu : "Rendez-vous compte : l'énergie thermique marine est non seulement renouvelable, mais aussi extrêmement concentrée et constante ; des projets de centrales flottantes de 100 à 400 MW, soit l'équivalent de 100 ou 400 éoliennes ont été étudiés aux États-Unis." Et il ne s'arrête pas là. "Utiliser cette énergie pour fabriquer de l'hydrogène en mer qui serait ramené à terre par navire est une perspective énergétique futuriste, d'accord, mais à l'échelle de la planète en énergie propre sans effet de serre !"

Pas si futuriste que cela : la Communauté européenne a relancé le financement des programmes sur les énergies issues de la mer depuis deux ans et ce sont principalement l'Angleterre, le Danemark et l'Irlande qui savent en profiter. En France, le savoir-faire existe, les experts aussi. C'est de la volonté des décideurs dont dépend la reprise des recherches. Alors, se jetteront-ils à l'eau ? ■ **N.B.**



Principe de la turbine de Wells, colonne d'eau oscillante.

Organismes

■ Ademe

Créée par les pouvoirs publics pour contribuer à la mise en œuvre d'un développement durable, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie s'est fixée trois priorités majeures qui sont la gestion des déchets, la maîtrise de la consommation d'énergie et la lutte contre la pollution engendrée par les transports.

→ <http://www.ademe.fr/bretagne/>



■ Association française de l'hydrogène

Créée en 1998, l'Association française de l'hydrogène réunit des institutions, des laboratoires, des entreprises et des spécialistes. Par son rôle d'information, de représentation, d'expert, de formation et d'enseignement, elle fait la promotion du développement et de l'utilisation du carburant de l'avenir.

→ www.afh2.org



À lire

■ Découverte n° 293

Décembre 2001 - revue du Palais de la découverte. Quelles énergies pour l'avenir ?

■ L'énergie thermique des mers

Philippe Marchand, Éditions Ifremer, 216 pages, 27,88 €.

■ Clefs n° 44

Hiver 2000/2001 - revue du CEA. Nouvelles technologies de l'énergie.

■ L'énergie en Bretagne

Édition 2001, éditée par la DIRE devrait bientôt être disponible.

■ Conférence Les énergies renouvelables : quels enjeux pour les entreprises et les collectivités locales ?

Tel était le thème des 13^{es} Rencontres chimiques de l'Ouest (RCO), organisées par les étudiants de l'École nationale de chimie de Rennes les 10 et 11 octobre 2001. Pour se procurer les résumés de l'ensemble des conférences :

→ <http://www.ensc-rennes.fr/>

■ Conférence All-Energy Opportunities 2002 Les 28 et 29 mai 2002 à Aberdeen, Écosse

Éolien, éolien off shore, énergie des courants marins sont au programme de cette conférence.

→ <http://www.all-energy.co.uk/index.htm>

■ Congrès européen sur l'hydrogène : Hypothesis

Grenoble du 2 au 5 septembre 2003.

■ Car itinérant

E = énergies renouvelables est un car itinérant circulant en Bretagne.

→ Rens. : Abret (Association bretonne pour la recherche et la technologie), tél. 02 96 46 60 50, abret.espace@wanadoo.fr

■ Les effets du climat sur l'économie

Conférence proposée par Cédric Philibert et Vincent Denhy-Wilkes, deux économistes experts en énergie, le 19 avril dernier à l'institut Locarn (29).

→ *Compte rendu disponible* : <http://www.institut-locarn.com>

Avec le chauffe-eau solaire préservez votre argent, préservez votre planète !

Où que vous soyez en France, partout en France !
Selon les régions, la couverture annuelle des besoins en eau chaude est comprise entre 40 et 60% dans le nord, 60 et 80% dans le sud.

Rien n'est plus simple !
Un liquide circule entre un capteur exposé au soleil, (c'est là que le liquide se réchauffe), et un ballon de stockage. La chaleur solaire est transmise à l'eau sanitaire du ballon.

Naturellement propre !
Un chauffe-eau solaire ne produit aucun gaz à effet de serre. Une façon efficace de participer personnellement à la protection de l'environnement.

Un équipement intelligent !
L'utilisation du chauffe-eau solaire préserve les énergies non renouvelables (pétrole, gaz, charbon...) et permet de les réserver aux usages pour lesquels il n'existe pas d'alternative aujourd'hui.

Votre installation prise en charge à hauteur de 30% !
Dans le cadre du Plan Soleil, le développement du chauffe-eau solaire est subventionné sur fonds publics L'ADEME et certaines régions attribuent des primes importantes qui couvrent en moyenne 30% du coût des installations.

Votre facture d'eau chaude divisée par 2 !
L'énergie solaire est inépuisable et gratuite. Elle est là, à votre disposition, et pour très longtemps encore. Avec un chauffe-eau solaire, votre facture d'eau chaude est divisée par 2 !

Une fenêtre sur le ciel !
Respecter l'environnement, c'est aussi veiller à l'intégration soignée des capteurs solaires sur votre maison. Harmonie, discrétion, le chauffe-eau solaire se marie à tous les styles de construction.

Les installateurs QUALISOL !
Répondant à des critères professionnels exigeants et assurant aux particuliers conseils éclairés et savoir-faire de qualité, ils installent les matériels solaires validés par l'ADEME et assurent aux clients les meilleures conditions de fonctionnement.

N° Vert 0 800 310 311
Appel gratuit du lundi au samedi de 9 h à 20 h

JE SOUHAITE RECEVOIR LE GUIDE DU CHAUFFE-EAU SOLAIRE :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____

Ville : _____

Coopérative et réseau 1 - ACTICALL
OPÉRATION ADEME PLAN SOLEIL - BP 19 - 75921 Paris Cedex 19





Abonnez-vous et recevez chaque mois Sciences Ouest + Découvrir

Tarif normal

2 ANS 54 € (au lieu de 66€*)

soit 4 numéros gratuits

1 AN 30 € (au lieu de 33€*)

soit 1 numéro gratuit

Tarif étudiant (joindre un justificatif)

2 ANS 27 € (au lieu de 66€*)

soit 13 numéros gratuits

1 AN 15 € (au lieu de 33€*)

soit 6 numéros gratuits

Tarif étranger ou abonnement de soutien

2 ANS 76 € 1 AN 50 €

* prix de vente au numéro.



Je souhaite un abonnement de

- 1 AN (11 N^{os} Sciences Ouest + 11 N^{os} Découvrir)
- 2 ANS (22 N^{os} Sciences Ouest + 22 N^{os} Découvrir)

- Tarif normal Tarif étudiant (joindre un justificatif)
- Tarif étranger ou abonnement de soutien

Nom _____

Prénom _____

Organisme/Société _____

Secteur d'activité _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

Tél. _____

Fax _____

Je désire recevoir une facture

Bulletin d'abonnement et chèque à l'ordre de l'Espace des sciences, à retourner à : Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes.

Appel à propositions pour le programme ALTERNER II

Développement européen

Joce C 6 du 9.01.2002 p. 13

Objectifs

Promouvoir l'utilisation des sources d'énergies renouvelables dans la Communauté européenne.

Types d'actions concernées

- Actions intégrées qui abordent des aspects liés à l'utilisation accrue des Sources d'énergies renouvelables (SER) du côté de l'offre, à l'Utilisation rationnelle de l'énergie (URE) du côté de la demande : mesures visant à développer, promouvoir et assurer le suivi de politiques intégrées, réglementations et instruments législatifs destinés à assurer un cadre économique favorable aux SER et à l'URE.
- Reproduction des bonnes pratiques dans le domaine des Sources d'énergies renouvelables : campagnes de promotion et/ou des activités de formation..., concentrées sur des thèmes prioritaires et ayant une incidence sensible et une forte visibilité dans l'Union européenne, l'EEE et/ou les pays candidats à l'adhésion.
- Actions spécifiques visant à accroître l'utilisation des Sources d'énergies renouvelables.
- Actions aux niveaux local et régional en matière de Sources d'énergies renouvelables, visant à : soutenir des activités s'adressant à des utilisateurs finaux disséminés (particuliers, consommateurs, PME, architectes...) et à encourager l'utilisation des Sources d'énergies renouvelables et des mesures d'efficacité énergétique dans une localité ou région spécifique de l'Union européenne, de l'EEE et/ou les pays candidats à l'adhésion.

Budget indicatif : 15,5 millions d'euros. Le financement communautaire maximal pour ces actions cofinancées s'élèvera à 50% des coûts éligibles du projet. Priorité sera donnée aux propositions dont les promoteurs s'engagent eux-mêmes à fournir plus de 50% des moyens de cofinancement.

- Un petit nombre de subventions directes seront octroyées pour soutenir des actions de nature non commerciale.

Budget indicatif : 200 000 euros. Le financement communautaire maximal s'élèvera à 35% du projet.

Date limite

30 septembre 2002 (avant 12 h).

Bénéficiaires

Les projets doivent réunir au moins deux partenaires de plusieurs États membres, de l'EEE et des pays candidats à l'adhésion.

Informations supplémentaires

<http://europa.eu.int/en/comm/dg17/altener.htm>

<http://www.agores.org>

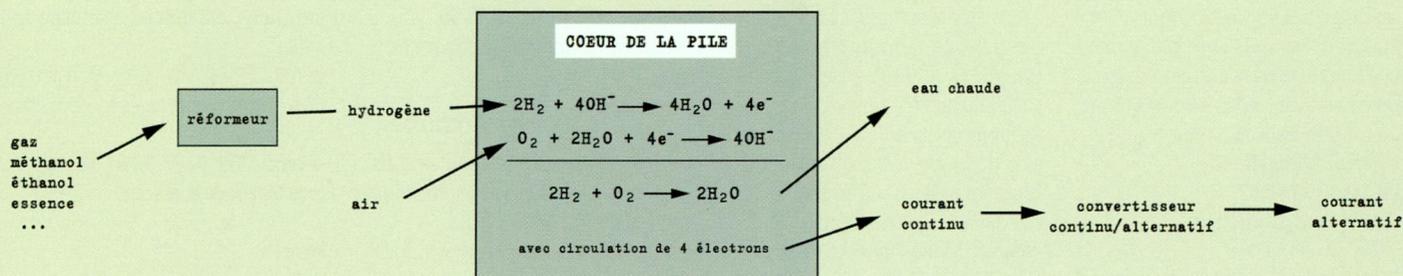
http://europa.eu.int/comm/energy/en/pfs_altener_call_en.html

Euro Info Centre Bretagne :
tél. 02 99 25 41 57, eic@bretagne.cci.fr



La pile à combustible

PRINCIPE DE LA PILE A COMBUSTIBLE



Des automobiles ne rejetant quasiment aucun gaz d'échappement... sauf de l'eau, ce rêve peut devenir réalité dans les années qui viennent, grâce aux piles à combustible.

→ Comme les batteries et les piles électriques, la pile à combustible transforme directement l'énergie chimique en énergie électrique.

Par quoi se distingue-t-elle ?

- Un accumulateur ne fait que stocker, sous forme d'énergie chimique, l'énergie électrique fournie lors de la charge. Il la restitue par réaction inverse.
- Dans le cas des piles, certains composés chimiques y ont été placés une fois pour toute. En réagissant, ils génèrent un courant électrique jusqu'à leur épuisement.
- Contrairement aux piles classiques, la durée de fonctionnement d'une pile à combustible ne dépend que du combustible.

Pas née d'hier

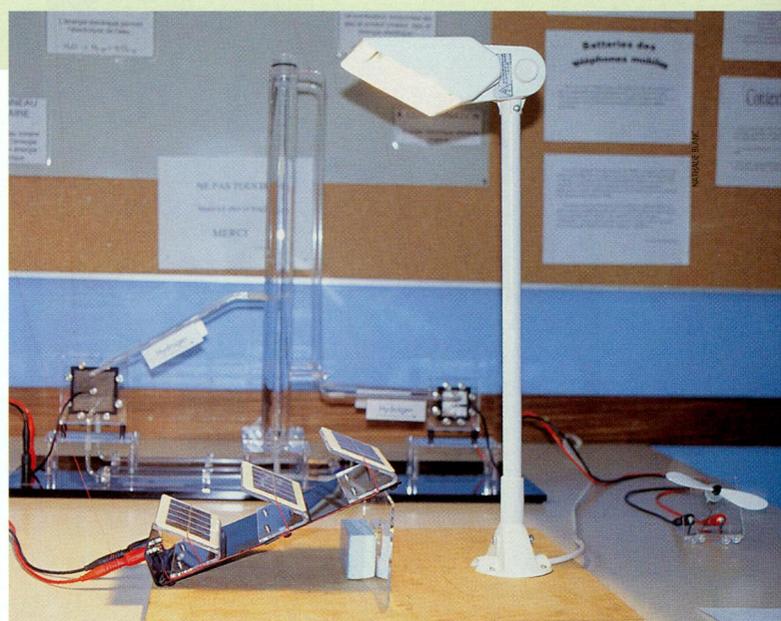
La pile à combustible est connue depuis près de deux siècles. La première fut construite en 1839 par l'Anglais W.R. Grove et il fallut attendre 1953 pour qu'un autre Anglais, F.T. Bacon, réalise le premier prototype d'une puissance de 1 kW, ceci après dix huit ans d'études ! Cette pile servit de modèle pour la pile à combustible hydrogène-oxygène utilisée par la Nasa lors des missions spatiales Apollo, à partir des années 60.

La pile à combustible la plus fréquemment envisagée est celle à hydrogène, car c'est le composé qui donne le meilleur rendement. Soit on utilise directement de l'hydrogène, soit on l'obtient à partir de combustibles bon marché (méthanol, hydrocarbure...), à l'aide d'un appareil appelé "réformeur". Pour le comburant, on utilise en général l'oxygène de l'air pour des raisons évidentes de coût et de disponibilité.

Le schéma de principe d'une pile à combustible comprend deux électrodes qui jouent le rôle de catalyseur et qui ne sont pas consommées et un électrolyte. L'électrolyte d'une pile hydrogène/oxygène est le plus souvent constituée de potasse (K^+OH^-). Sur l'anode, les ions OH^- de l'électrolyte réagissent avec l'hydrogène pour former de l'eau. Dans le même temps, ces ions sont régénérés à la cathode, grâce à cet apport d'électrons, par l'oxygène, et l'eau contenue dans l'électrolyte. C'est la réaction inverse de celle d'électrolyse (décomposition de l'eau en oxygène et hydrogène par l'électricité) - voir schéma -.

Quelles sont les perspectives qu'offrent ces piles dans le domaine de l'automobile ?

Les études montrent que la pile à combustible s'emploiera en tant



Pile à combustible présentée en octobre dernier lors des rencontres chimiques de l'Ouest à l'École nationale supérieure de chimie de Rennes. Un circuit renouvelable : la lampe remplace ici le Soleil pour alimenter les panneaux solaires qui vont fournir l'électricité à la pile à combustible (en arrière-plan). L'énergie fournie par celle-ci permet de faire tourner une hélice (sur la droite).

que générateur principal dans des véhicules électriques ou thermiques.

Elle offre :

- un rendement double de celui des moteurs thermiques,
- une absence quasi complète de pollution de l'air,
- une voiture silencieuse,
- une recharge immédiate contrairement au cas des batteries,
- une autonomie plus grande qu'avec les batteries,
- des performances similaires à celles d'un moteur diesel.

Mais elle ne joue pour l'instant que le rôle de générateur auxiliaire dans des véhicules hybrides (électrique batterie/électrique pile

à combustible ET thermique/électrique pile à combustible), actuellement en phase de semi-commercialisation. Pour ce qui est de l'utilisation de la pile à combustible comme seule source d'énergie, les constructeurs ne promettent rien avant 2010-2020.

La solution au problème de la pollution aura alors nettement progressé ; pas celui de la circulation ! ■

→ Article réalisé en collaboration avec Jean-Pierre Michaut, directeur du Centre de vulgarisation de la connaissance, université Paris-Sud, 91405 Orsay.

Formations

Ensieta

● Géomatique marine



Accrédité par la conférence des grandes écoles, ce nouveau mastère, conçu avec le Service hydrographique et océanographique de la Marine (Shom) et l'Ifremer, valide une année de spécialisation dans ce domaine avancé des sciences de la mer. Il débutera à la rentrée 2002.

→Rens. : Michel Rondy, tél. 02 98 34 87 92, michel.rondy@ensieta.fr

Formation médicale continue

● Traitement de l'information médicale et hospitalière



Proposé par le département de santé publique, ce DESS a pour objectif de former des spécialistes capables de prendre en charge des projets d'informations dans le secteur de la santé. Programme 2002-2003.

→Rens. : Département de formation médicale continue, Sylvette Guidal, tél. 02 23 23 44 10, www.dfmc.univ-rennes1.fr

Ifria



Du CAP au diplôme d'ingénieur, l'Ifria Bretagne offre une palette de formations dans le domaine de l'industrie agroalimentaire.

→Rens. : Ifria Bretagne, tél. 02 98 64 55 51, ifria.bretagne@online.fr

ENST Bretagne

● Sécurité des systèmes d'information



Coaccrédité par Supélec Rennes, l'objectif de ce nouveau mastère est de former aux métiers de responsable sécurité, de concepteur d'applications/évaluateur ou d'expert. La première rentrée aura lieu en septembre 2002.

→Rens. : Sylvain Gombault, tél. 02 99 12 70 37, sylvain.gombault@enst-bretagne.fr

● Informatique appliquée à la décision bancaire et actuarielle

La première rentrée de ce mastère, conduit en partenariat avec l'Euria (Euro institut d'actuariat) de l'UBO, aura lieu en septembre 2002.

→Rens. : Philippe Lenca, tél. 02 29 00 11 75, philippe.lenca@enst-bretagne.fr

Faculté de droit et de sciences politiques - Université de Rennes 1



● Biotechnologies, droit et société

Ce diplôme de 3^e cycle s'adresse aux scientifiques désirant se familiariser avec les questions éthiques, juridiques et sociales, ou aux juristes souhaitant acquérir une meilleure compréhension de la spécificité du secteur des biotechnologies. La première rentrée aura lieu en septembre 2002.

→Rens. : Marie-Pierre Le Nezet, tél. 02 23 23 39 50, marie-pierre.lenezet@univ-rennes1.fr

Université de Bretagne occidentale



● 23 mai/Médecine du travail. Le risque chimique ; aide au diagnostic et pratique des prélèvements.

Public : médecins du travail, médecins spécialistes, infirmiers(ères), auxiliaires de médecine du travail.

→Rens. : Albert Mévellec, service de formation continue de l'UBO, tél. 02 98 01 67 73, albert.mevelllec@univ-brest.fr



Adria

● 14 et 16 mai, Rennes. Audit environnemental.

● 18 et 19 juin, Paris. Analyse et contrôle des arômes et parfums.

→Rens. : Tél. 02 98 10 18 50, sebastien.lecouriaut@adria.tm.fr

Archimex



● 29, 30 et 31 mai, Vannes. Émulsions et mousses - Formulation, stabilité, propriétés.

● Du 3 au 7 juin, Vannes. Identification des matières premières végétales, aromatiques ou médicinales pour l'assurance - qualité.

● 11 et 12 juin, Vannes. Chromatographie préparative.

→Rens. : Tél. 02 97 47 97 35.



Ispaia

● 28 mai. Gestion du risque chimique en laboratoire d'analyses.

● 29 mai. Les bonnes pratiques de la pharmacie en élevage.

● 29 et 30 mai. Gestion du risque biologique en laboratoire d'analyses.

● 30 mai. L'hygiène en élevage porcin : mettre en place une stratégie cohérente par analyse des flux.

● 4 et 5 juin. Métrologie en agro-alimentaire.

● 5 et 6 juin. Analyse environnementale : exigences et méthodologie.

● 18, 19 et 20 juin. Validation des méthodes d'analyse pour l'accréditation.

→Rens. : Tél. 02 96 78 61 30, ispaia@zoopole.asso.fr

Reeb

● Du 1^{er} au 3 juillet/



Milieux aquatiques

"Ricochets" est un programme pédagogique qui propose de développer des actions de

sensibilisation sur l'eau, les milieux aquatiques, d'initier à la pédagogie de projet et à la pédagogie d'alternance. Inscription avant le 1^{er} juin.

→Rens. : Réseau d'éducation à l'environnement en Bretagne, tél. 02 96 48 97 99, REEB@wanadoo.fr

Salons

● Du 14 au 20 mai/ Journées de la Terre

Plouegat-Guerrand (29) - Conférences, expositions, animations... seront au programme de cette 4^e édition des journées de la Terre vouées à présenter des réflexions, actions et démarches compatibles avec un "développement durable".

→Rens. : Base du Douron - Pont Menou 29620 Plouegat-Guerrand, tél. 02 98 67 53 38.

● 30 et 31 mai/ Start West, deuxième édition

START WEST

Rennes - Le campus de Ker Lann accueille les 2^{es} rencontres du capital et de l'innovation de la région grand Ouest. Objectif : mettre en relation des porteurs de projets et des investisseurs privés et institutionnels de tout le grand arc Atlantique.

→Rens. : www.start-west.com

QUI A DIT ?

Réponse de la page 7
Henri Monnier (1799-1877), écrivain et caricaturiste français (*Les Mœurs administratives, Chansons de Béranger, Scènes populaires dessinées à la plume*). Également auteur de vaudevilles et de comédies, il jouait lui-même ses pièces.

FORMATION CONTINUE UNIVERSITÉ DE RENNES 1

L'IGR-IAE de Rennes propose plusieurs cycles de formations supérieures diplômantes, animées par des universitaires et des praticiens.



3^{ème} cycle
DESS CAAE (Certificat d'Aptitude à l'Administration des Entreprises)

DESS GRH (Gestion des Ressources Humaines)

DESS Marketing

DESS SICG (Système d'Information et Contrôle de Gestion)

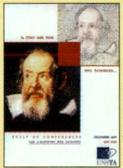
DESS IJF (Ingénierie Juridique et Financière)

2^{ème} cycle
MSG (Maîtrise de Science de Gestion)

Institut de Gestion de Rennes (IGR-IAE)
11, rue Jean Macé - 35708 Rennes Cedex 7
Tél. 02 23 23 77 83
http://sfc.univ-rennes1.fr

Conférences

● 24 mai/ L'affaire Galilée



Paris - Il était une fois des sciences... Ce cycle de conférences sur l'histoire des sciences se termine en revenant sur le procès scientifique le plus célèbre de tous les temps. Pour cette dernière qui aura lieu dès 14h à l'Ensta, l'entrée est libre mais une inscription préalable est toutefois requise.

→Rens. : Tél. 01 45 52 56 23, www.ensta.fr/sciences/cycle.html

● 4 juin/ Usages et usagers de la zone côtière vers le développement durable ?



Lorient - Dans le cadre des mardis de la *Thalassa* organisés par le CCSTI de Lorient, cette conférence sera animée par Alain Miossec, professeur de géographie à l'université de Nantes et membre de l'équipe Géolittomer.

→Rens. : CCSTI de Lorient, tél. 02 97 84 87 37, www.ccstilorient.org

● 4 juin/ Travailler en réseau : une nouvelle culture d'entreprise

Nantes - Une conférence organisée par les CCI de Nantes et de St-Nazaire et l'Alcee (Association française pour le commerce et les échanges électroniques) dans le cadre des rendez-vous du e-business. De 8h à 10h.

→Rens. : Mariette Geraud, tél. 02 40 44 63 90.

● 5 juin/ La pêche au thon sur les côtes françaises



Brest - Par Bernard Stequert, biologiste des pêches, dans le cadre des conférences du mercredi soir organisées par Océanopolis.

→Rens. : Océanopolis, tél. 02 98 34 40 40, www.oceanopolis.com

● 6 et 7 juin/ 19^{es} journées de micro-économie appliquée

Rennes et Saint-Malo - Ces journées accueillent des contributions originales por-

tant sur les applications de la théorie microéconomique.

→Rens. : www.rennes.inra.fr/jma2002/index.htm

● 10, 11 et 12 juin/ Journées ouvertes Biologie informatique et mathématique (Jobim)



Saint-Malo - Organisée par l'Irisa, cette conférence, qui se tiendra au palais du Grand Large, se veut un lieu de rencontre pour les communautés biologique, informatique et mathématique.

→Rens. : www.irisia.fr/manifestations/2002/jobim/

● 17 et 18 juin/ Cancer et génomique : quels enjeux pour les malades ?



Saint-Malo - Les chercheurs et médecins de l'Institut Gustave Roussy (IGR, Villejuif) se donnent rendez-vous au palais du Grand Large de Saint-Malo pour discuter de la génomique et des thérapies ciblées en cancérologie.

→Rens. : www.igr.fr

Congrès



● 22 et 23 mai/ Molécules et ingrédients santé

Rennes - Ce symposium organisé par CBB Développement abordera trois thèmes principaux : les molécules naturelles ou de synthèse, les aspects cliniques et la législation, et les molécules et ingrédients d'avenir. Il s'adresse aux professionnels de la diététique, de la cosmétique et de la pharmacie.

→Rens. : Florent Yvergnaux, tél. 02 99 38 33 30, florent.yvergnaux@cbb.developpement.com



● Du 29 au 31 mai/ Salmonelles et salmonelloses

Saint-Brieuc - Malgré les efforts accomplis depuis mai 1997, ces microorganismes tenaces ont refusé de quitter la scène internationale. Ce symposium qui se déroulera à la zoopole de Ploufragan fera le point sur ce problème.

→Rens. : www.zoopole.com/ispaia/i3s.htm

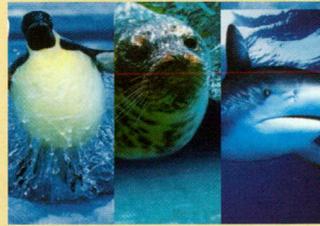
● 30 et 31 mai/ Gazométrie sanguine, biocapteurs et méthodes optiques

Rennes - Ce congrès international, qui se déroulera à la faculté de médecine et de pharmacie, réunira 500 spécialistes du monde entier. Sera aussi présent un médecin russe qui a vécu huit mois dans la station spatiale Soyouz.

→Rens. : alain.feuilleu@chu-rennes.fr

Expositions

Océanopolis



● Jusqu'à fin juin/ Expédition transgroëland 2000

Brest - Cette exposition retrace l'épopée du marin Frédéric Charnard-Boudet lors de sa traversée de la calotte glaciaire à pied.

● Jusqu'au 28 juin/ Les mécanos de l'Antarctique

Océanopolis ouvre ses portes à la photographe Lucia Simon qui propose une exposition sur la construction de la base Concordia, au cœur de l'Antarctique.

● Jusqu'au 8 septembre/ La vie cachée des huîtres

De l'huître, nous connaissons le côté festif et gastronomique. Mais que connaissons-nous de sa biologie, de sa reproduction et de son élevage ?

→Rens. : Océanopolis, tél. 02 98 34 40 40, www.oceanopolis.com

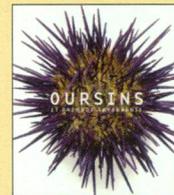
● Jusqu'au 28 juillet/ Né pour sentir

Laval - La nouvelle exposition du CCSTI de Laval incite le visiteur à explorer le plus méconnu de ses cinq sens : l'odorat.

→Rens. : CCSTI de Laval, musée des Sciences, tél. 02 43 49 47 81, animation.ccsti@mairie-laval.fr

● Jusqu'au 18 août/ Oursins et animaux rayonnants

Nantes - Oursins, ophiures, lys, concombres ou étoiles de mer,

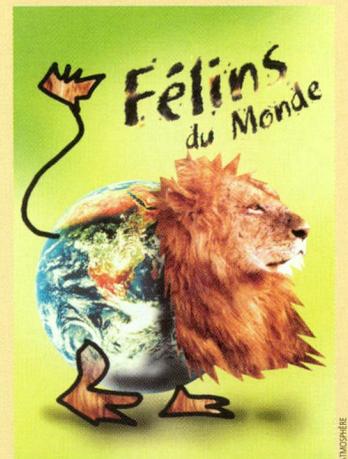


venez découvrir ces animaux étranges, soit actuels et vivants, soit au travers de fossiles, ou encore

des photos et des sculptures de Vincent Leray. Regards croisés d'un artiste et de scientifiques.

→Rens. : Muséum d'histoire naturelle de Nantes, tél. 02 40 99 26 20, <http://www.museum.nantes.fr>

● Jusqu'au 15 septembre/ Félins du monde



Angers - Pour cette nouvelle exposition, les félins font du muséum leur nouveau territoire. Vous découvrirez toutes les espèces de félins du monde, vous pourrez côtoyer tigre, puma, lynx... Ces parfaits chasseurs seront présentés en détail (anatomie, évolution, comportement...) dans trois grands espaces du muséum.

→Rens. : Muséum d'Angers, tél. 02 41 86 05 84.

Contactez-nous pour paraître dans le prochain *Sciences Ouest* !

Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21- redaction@espace-sciences.org

Sortie



● Jusqu'au 12 juillet/ "Meurtres au palais"

Paris - Le Palais de la découverte propose une exposition intitulée "Meurtres au palais, la science mène l'enquête", dans laquelle les visiteurs se transforment en détectives pour mener l'enquête sur deux faits divers et découvrir les différents procédés d'investigation scientifique et technique.

→ Rens. : Palais de la découverte, tél. 01 56 43 20 20, www.palais-decouverte.fr

Stages

● Écologie marine et gestion de l'environnement

Le muséum d'histoire naturelle - station biologique de Concarneau - propose des stages naturalistes ayant pour objet la prospection des fonds rocheux subtidiaux de Bretagne : suivi du réseau benthique, inventaires des crustacés décapodes en marée à pied, initiation à la fiche de relevé MNHN dans le cadre du suivi Erika... Ils ont lieu à Concarneau, aux Glénans, à Bréhat, Groix ou Belle-Île, et sont destinés à des biologistes, des naturalistes et/ou plongeurs (niveau II FFESSM minimum).

→ Rens. : Renseignements et formulaires à demander dès que possible à la station biologique marine du MNHN de Concarneau, Sandrine Derrien, tél. 02 98 97 06 59, derrien@mnhn.fr

Documentaire



● L'or bleu de Kerguelen

L'or bleu de Kerguelen, ou comment les poissons les plus chers au monde suscitent toutes les convoitises. Une histoire de pêcheurs et de pirates. Ce documentaire coproduit par TV Breizh sera diffusé sur la chaîne le dimanche 26 mai à 22 h 30.

Expositions



Les 5^{es} vous font visiter l'espace

● La mairie de Bruz a accueilli, du 18 au 29 mars dernier, une exposition tout à fait particulière. "Les 5^{es} vous font visiter l'espace" présentait une vingtaine de panneaux et une dizaine de maquettes de cadrans solaires entièrement réalisés par les élèves de 5^e du collège St-Joseph. Des animations dans le planétarium itinérant de l'Espace des sciences ont également eu lieu pendant ces quinze jours, accompagnées de conférences animées par la Société astronomique de Rennes (SAR), celle de Bruz (Miranda) ainsi que d'une soirée d'observation.

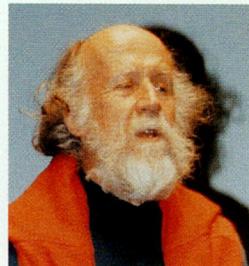
"Le but était de mettre en valeur le travail des élèves, mais aussi de les impliquer au maximum dans l'exposition", rapporte Michel Bouchet, animateur scientifique à l'Espace des sciences et coordonateur du projet. Pour cela, le travail a commencé bien avant l'exposition. Pendant 2 mois, à raison de une à deux heures par semaine, Michel Bouchet a guidé les jeunes apprentis dans la réalisation du dossier de presse, de l'affiche, du carton d'invitation... En tout 60 élèves de 5^e du collège ont participé à l'opération. Celle-ci s'est inscrite, côté collège, dans le parcours pédagogique diversifié des classes de 5^{es}, prôné par le ministère de l'Éducation nationale ; côté Espace des sciences, le projet était soutenu par le Conseil général (35), dans le cadre du partenariat "Découvrons la science en Ille-et-Vilaine".

→ Rens. : Michel Bouchet, tél. 02 99 35 28 26, michel.bouchet@espace-sciences.org



Le miroir de Méduse Biologie et mythologie

→ Du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30 et le samedi de 10 h à 18 h 30. Animations : tous les jours à 16 h. → Plein tarif : 2 € ; réduit : 1 € ; 25 € pour les groupes scolaires ; gratuit pour les enfants de moins de 12 ans accompagnés. → Renseignements et réservations : tél. 02 99 35 28 28.



Conférence

DIALOGUES DU CIEL ET DE LA VIE

● Le 16 avril dernier, Hubert Reeves a régalé plus de 600 personnes lors de sa conférence sur "Les dialogues du ciel et de la vie". Alliant humour et métaphores, il a parlé pendant près de deux heures, et répondu aux questions nombreuses du public, et même du jeune public, qui allaient de la vie extraterrestre au réchauffement de la planète, en passant par des demandes sur la vitesse absolue de la lumière ou encore sur la "théorie des cordes" qui pourrait expliquer l'organisation de l'univers. Rappelant que "la science n'apporte pas toutes les réponses, mais plutôt dix nouvelles questions" et comparant son travail d'astrophysicien théoricien à l'élaboration d'un puzzle. "J'essaie de regrouper les éléments et pour cela je lis énormément ; mon travail est à la fois proche de celui d'un mathématicien et d'un historien" ; il reste toujours un excellent vulgarisateur.

Site Internet

Les manipulations du mois

● Avec la dernière manipulation du mois, votre mission va être de construire une éolienne. Comme un ingénieur de bureau d'études, testez différents emplacements, longueurs de pales, hauteurs de mâts..., autant de facteurs qui vont influencer sur la puissance électrique récupérable.

Parmi les manipulations les plus récentes : "Une belle rivière" vous invite à découvrir le chemin emprunté par l'eau dès son entrée dans une station d'épuration avant son rejet dans le milieu naturel ; "La vie lactée" vous propose de fabriquer vous-même beurre, yaourt et fromage frais ; avec "Génération de dragons", créez une lignée de dragons dont vous observerez la transmission de deux caractères génétiques. À vous de jouer !



→ www.espace-sciences.org

Avec
*le Conseil
régional de
Bretagne*
des nouveaux TER
plus confortables
et plus performants



Le Conseil régional de Bretagne mène depuis plusieurs années une politique volontariste en faveur des transports ferroviaires régionaux : les TER.

Simplification des tarifs, augmentation du nombre de circulations des trains, renouvellement du parc de matériel ferroviaire sont quelques unes des actions engagées par le Conseil régional de Bretagne pour améliorer l'offre de transport.

La progression de la fréquentation de 11 % sur le réseau régional entre 1996 et 1999 nous encourage à poursuivre notre effort pour développer, en complémentarité avec le TGV, une offre TER encore plus performante.

Pourquoi se tourne-t-on de plus en plus
vers les énergies renouvelables ?

Le soleil, l'eau, le vent...

Déjà 1^{er} producteur d'énergies renouvelables
de l'Union Européenne, nous continuons d'investir
chaque jour dans les programmes européen
et français de développement de ces énergies.
www.edf.fr

donner au monde **l'énergie** d'être meilleur

EDF
Electricité
de France