

SCIENCES

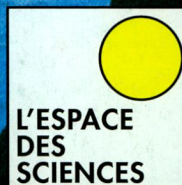
Ouest

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRETAGNE **N°175**



L'eau De la terre à la mer

MARS 2001
20 F / 3,05 €



NETwork Developments 2001

8th edition
ex. ATM Developments

Get all the answers on NGN: technologies and business models

International Conference/Exhibition

• FREE ACCESS WORKSHOP

Experimentation platforms for research and technical innovations



• TUTORIALS

T1 ✓ NGN: Principles, Architecture, Applications

T2 ✓ MPLS: Technology, Architectures, Services & Implementation Strategies by

• HIGHLIGHT SESSIONS

- ✓ Intelligence in Optical Networks
- ✓ Ethernet: new solution ?

• CONFERENCE TOPICS

- ✓ Engineering Techniques for Networking
- ✓ Voice mutation
- ✓ Integrator: a changing profession
- ✓ UMTS migration

March 20, 21, 22, 2001
Rennes – France

JUST A CALL TO RECEIVE THE FULL PROGRAMME AND YOUR REGISTRATION FORM AT 31 1 42 17 47 13

or ask them on vanessa.raguet@novamedia.fr

Press Partners



TELECOMMUNICATIONS



BUSINESS COMMUNICATIONS REVIEW

LIGHTWAVE

La Tribune

SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI



comtec

EDG Communication

Antennes

SCIENCES *quest*
www.espace-sciences.org

Sponsors

ERICSSON

PLATINUM PARTNER



Agilent Technologies

ALCATEL

ARCHITECTS OF AN INTERNET WORLD

Atos Origin

controlware

communicationssystem
technologies de télécommunication

GROUP
DEVOTEAM

DYNARC

General DataComm

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



NORTEL NETWORKS

telecom DEVELOPEMENT

DÉCRYPTAGE POUR UN SONDAGE

De l'actualité scientifique du mois de février 2001, on retiendra bien sûr l'annonce très médiatique du décryptage du génome humain. L'homme sait maintenant qu'il possède 30 000 gènes et que ceux-ci sont l'enjeu d'une véritable bataille financière, scientifique et éthique.

Ce n'est ni un heureux hasard, ni une information confidentielle soufflée dans l'oreille de la rédaction, mais simplement notre volonté de vous informer objectivement sur les débats scientifiques actuels qui nous a conduit à consacrer, le mois dernier, notre supplément *Découvrir* à la génétique.

Depuis septembre, ces quatre pages insérées dans *Sciences Ouest* à l'adresse des collégiens commencent, nous l'espérons, à trouver leur public. Après six mois de parution, votre avis sur *Découvrir* nous intéresse. Que lisez-vous en priorité ? Quels thèmes souhaiteriez-vous voir traités ? Lisez-vous *Découvrir* pour compléter vos cours ou votre culture personnelle ? Pour nous faire part de votre appréciation de cette parution pour les juniors, mais aussi - pourquoi pas ? - pour les adultes, vous trouverez ce mois-ci, dans votre *Sciences Ouest*, un

questionnaire accompagné d'une enveloppe T. Dépêchez-vous de nous le renvoyer : les 100 premiers à nous répondre recevront le minialbum "L'an pire des sciences" illustré par Loïc Schwartz et qui caricature les travers scientifiques et technologiques dont l'an 2000 a été fécond. Les

retardataires pourront aussi se procurer cet ouvrage désopilant en s'abonnant ou en se réabonnant à *Sciences Ouest**. ■

MARC-ANTOINE MARTIN, RÉDACTEUR EN CHEF

*Offre soumise à conditions et dans la limite des stocks disponibles.

Tirage du n°175 : 4 500 ex. Dépôt légal n°650. ISSN 1281-2749

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 ■ L'Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - E-mail lespace-des-sciences@wanadoo.fr - <http://www.espace-sciences.org> - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21 ■ **Antenne Finistère** : L'Espace des sciences, Technopôle Brest-Iroise, 40, rue Jim Sévellec, 29200 Brest. ■ **Président de l'Espace des sciences** : Paul Tréhen. **Directeur de la publication** : Michel Cabaret. **Rédacteur en chef** : Marc-Antoine Martin. **Rédaction** : Geoffrey Bansard, Jean François Collinot. **Comité de lecture** : Christian Willaime (physique-chimie-matériaux), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Carole Dugou (sciences humaines), Didier Le Morvan (sciences juridiques), Alain Hillion (télécommunications-traitement du signal), Michel Branchard (génétique-biologie), Thierry Auffret van der Kemp (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 : l'Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bertot création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.

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



Brèves

4/5

La vie des entreprises

Protection juridique des logiciels, où en est-on ? 6

Environnement

In Vivo Environnement expertise le littoral 7

Environnement

Mesure des pollutions organiques dans l'eau de Brest : Hocer surveille l'eau potable en continu 8

La vie des entreprises

Bourses à l'innovation : comment obtenir des aides pour son entreprise ? 9

Cycle de l'eau, de la terre à la mer 11

L'eau, une molécule peu ordinaire 12

Des réserves sous-exploitées dans le sous-sol breton 13

IUEM de Brest : étudier le littoral pour comprendre océans et continents 14/15

Plancoët : une eau d'exception 16

Pour en savoir plus... 17

Les sigles du mois 18

Comment ça marche ? Les vents locaux 19

Agenda 20/21

La page de l'Espace des sciences 22

Mesure des pollutions organiques dans l'eau de Brest

Hocer surveille l'eau potable en continu

Basée au technopôle de Brest-Iroise, l'entreprise Hocer a mis au point un outil performant et peu coûteux qui mesure en continu la présence accidentelle de micropollutions organiques dans l'eau.

Quand elle est créée en 1993, l'entreprise Hocer a pour vocation d'étudier le milieu marin et se spécialise en particulier dans la mesure des courants. En 1997, la société Hocer fait sa première brasse dans l'eau douce : elle répond à un appel d'offre intitulé "métrologie en milieu aquatique" lancé par le ministère de l'Environnement et l'Agence française de l'innovation (Anvar). En collaboration avec le Pôle analytique des eaux de Brest (PAE), la société Secomam et l'École des mines d'Alès, ce premier projet étudie le développement d'un prototype de détection des micropollutions organiques.

Une analyse toutes les 30 minutes

Après deux années de travail, Hocer met au point un appareil de mesure en continu des micropollutions accidentelles d'origine orga-

nique dans les eaux douces et dépose un brevet en mai 2000.

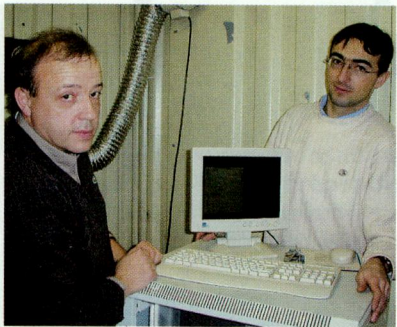
Ce système est basé sur l'analyse des substances organiques par spectrométrie aux rayons ultraviolets (UV). Il peut reconnaître la présence de différentes familles de molécules comme les triazines et les urées (pollutions d'origine agricole), les détergents, le benzène et les phénols, et même certains produits complexes tels que les hydrocarbures ou le lisier.

Ce processus d'analyse de l'eau brute donne d'abord la concentration en nitrates et matières organiques dissous. Dans un deuxième temps, un échantillon de 100 millilitres d'eau est concentré sur des colonnes adsorbantes toutes les demi-heures. La solution ainsi obtenue est analysée au spectromètre. Enfin, un logiciel de "déconvolution du spectre" calcule la concentration des polluants présents avec une

précision de l'ordre du microgramme par litre.

Constitué de cinq colonnes utilisables chacune pendant 2 à 3 jours, l'appareil peut fonctionner en totale autonomie pendant 15 jours. Toutes les données recueillies sont traitées et stockées dans des fichiers informatiques consultables à distance.

Grâce à cette technique, une alerte peut être générée toutes les trente minutes. Cette rapidité de réaction demeure essentielle pour la production d'eau potable puisque les accidents de pollution sont souvent très limités dans le temps. Utilisé en amont d'une station de pompage, ce système permet d'arrêter la production d'eau tant que les concentrations en matières organiques ne sont pas redevenues conformes aux seuils fixés par la législation.



De gauche à droite : Roger Delmas, océanographe et directeur technique de la société Hocer et Goulven Cavalin, ingénieur chimiste.

Mise en place d'une stratégie commerciale

L'appareil est expérimenté avec succès depuis le mois d'avril 2000 à la station de production d'eau potable de Pont Ar Bled qui fournit 80% de l'eau de la Communauté urbaine de Brest. La société Hocer a également intégré le système Marel mis au point par l'Ifremer dans la station de surveillance de l'usine. Habituellement, cet appareil Marel est contenu dans une bouée et mesure en continu le taux d'oxygène dissous, le pH, la conductivité, la turbidité et la température de l'eau. Avec cette intégration de deux systèmes, Hocer offre un parc complet d'instruments de mesures en simultané de l'eau. Cette offre intéresse les collectivités locales, mais aussi l'industrie dans des filières où une eau d'une qualité irréprochable est indispensable à la qualité du produit final. Des contacts avec l'industrie agro-alimentaire offrent déjà un bon potentiel. Hocer développe aujourd'hui son plan de commercialisation avec, au programme, une présence incontournable au salon Pollutec en septembre prochain à Paris. ■

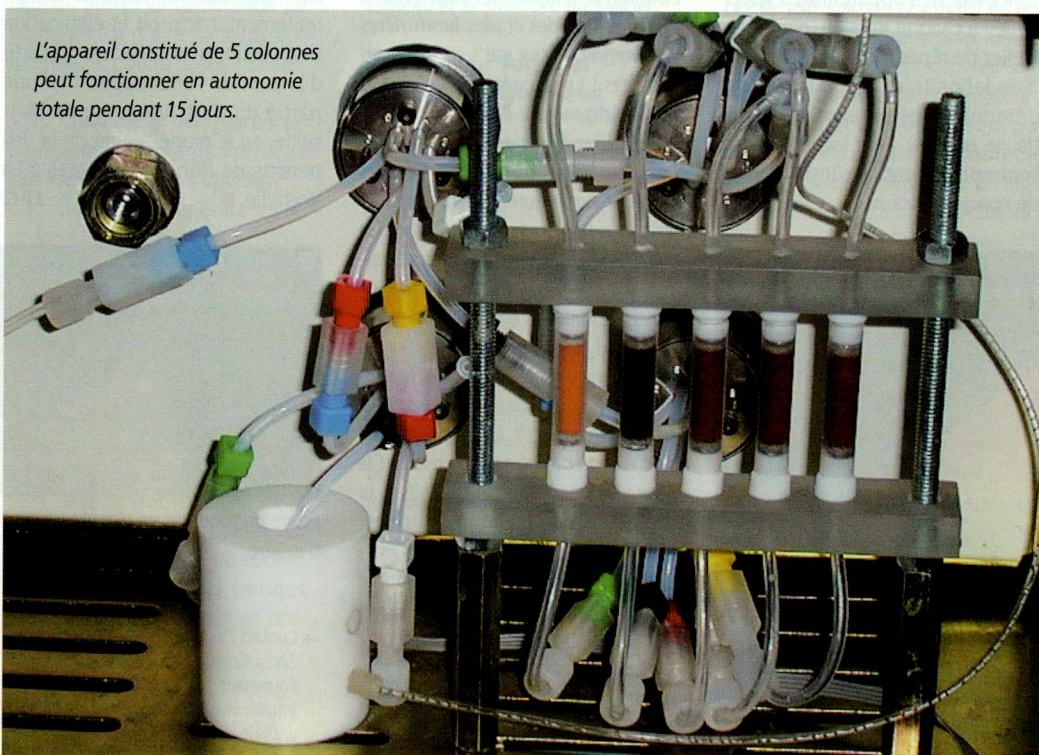


Ce texte a été réalisé par l'Anvar Bretagne

Hocer en bref

Société d'ingénierie et de services en environnement, Hocer a été soutenue financièrement par l'Anvar et a aussi bénéficié du soutien de la Région Bretagne et du PAE pour le projet "métrologie en milieu aquatique". Les 12 employés d'Hocer ont réalisé en 2000 un chiffre d'affaires de 655 000 euros (4,3 millions de francs). ■

→ Contact Anvar : Valérie Thorin, tél. 02 99 38 45 45, vthorin@anvar.fr
→ Contact Hocer : Roger Delmas, directeur technique, tél. 02 98 49 76 13, infos.hocer@wanadoo.fr



L'appareil constitué de 5 colonnes peut fonctionner en autonomie totale pendant 15 jours.

Du côté des laboratoires

● Renouveau des conseils à Rennes 1



Rennes - L'université

Rennes I vient d'élire les vice-présidents de ses conseil d'administration, conseil scientifique et conseil des études et de la vie universitaire. Au conseil d'administration, Bertrand Fortin de l'IUT de Rennes I est nommé responsable du campus de Beaulieu, Jean Goasguen de l'Unité de formation et de recherche de médecine, responsable du campus de Villejean et Jean-Jacques Durand de la faculté des sciences économiques, responsable du campus Centre. Pierre Dixneuf (UFR SPM) et Marie-Jacqueline Marchand de la faculté des sciences économiques endossent respectivement les responsabilités de premier vice-président et vice-présidente du conseil scientifique. Au conseil des études et de la vie universitaire, Maurice Baslé de l'université de sciences économiques et Mickaël Ollivier en cinquième année de pharmacie

sont investis des charges de vice-président enseignant et de vice-président étudiant. Le prochain scrutin aura lieu dans quatre ans.

→Rens. : Présidence de l'université Rennes 1, tél. 02 99 25 36 12.

● Les turbocodes rentrent dans la norme



L'an 2000 a été l'année d'une double consécration pour Claude Berrou et Alain Glavieux, tous deux enseignants-chercheurs de l'École nationale des télécommunications de Bretagne.

Ils sont en effet les inventeurs des turbocodes, codes de correction des erreurs de signaux lors d'une transmission par câble (ADSL), ondes (mobiles) ou fibres optiques. Ces codes font l'objet, depuis juillet 2000, d'une norme européenne portant sur la voie de retour par satellite (standard DVB-S) dont l'application majeure concerne la connexion à Internet pour les particuliers avec une vitesse

de transfert pouvant aller jusqu'à 2Mbits/s. Outre la normalisation européenne, la seconde consécration est le prix de l'innovation 2000 remis par France Télécom, début décembre, qui possède les brevets des turbocodes.

→Rens. : Claude Berrou, tél. 02 29 00 13 06, claude.berrou@enst-bretagne.fr

● Le président de Rennes 1 à la tête de l'Agence de modernisation des universités

Rennes - Le président de l'université Rennes I, Patrick Navatte, a été élu, le 25 janvier dernier, président de l'Agence de modernisation des universités et établissements d'enseignement supérieur (Amue). Spécialiste des sciences de gestion, il aura pour tâche de développer les universités et de renforcer leur cohésion. L'Amue est un groupement d'intérêt public national concourant à une meilleure adaptation de la gestion publique des institutions, sans les rendre concurrentes par un recours aux services de sociétés privées.

→Rens. : Présidence de l'université Rennes 1, tél. 02 99 25 36 12.

● Du lycée au laboratoire

Le lycée d'enseignement général et technologique privé des Pays de

Vilaine de Saint-Jacut-les-Pins (Morbihan) a organisé les 28 février, 1^{er} et 2 mars ses "Journées du laboratoire", ensemble de conférences et de débats sur les activités des laboratoires de contrôles, de recherche et de R&D.

Les interventions de professionnels des secteurs du médical, du domaine vétérinaire, des industries agroalimentaires et de l'environnement ont porté plus précisément sur les métiers du laboratoire, la méthode PCR, la sécurité alimentaire et la gestion des déchets.

→Rens. : Issat, centre de formation continue, tél. 02 99 91 23 22, issat.stjacut@wanadoo.fr



Patrick Navatte

À lire

● Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons



Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons

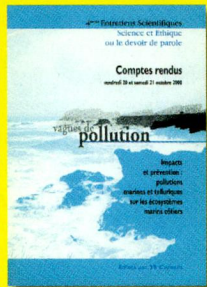
Ce volumineux document de 684 pages est un bilan du colloque international intitulé "Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons" qui s'est tenu en octobre 1999 en Martinique. Ce recueil de publications fait le tour des dispositifs de concentration de poissons (DCP) et de leurs implications technologiques sur la gestion des ressources halieutiques. L'Ifremer, éditeur de ce livre, affiche dans cette publication sa volonté de favoriser les échanges entre scientifiques et gestionnaires engagés dans les développements de la pêche au thon.

→Éditions Ifremer, actes de colloques n° 28, editions@ifremer.fr, tél. 02 98 22 40 13.

● Vagues de pollution

L'ouvrage "Vagues de pollutions" est le compte rendu exhaustif des 4^{es} entretiens scientifiques de Brest organisés les 20 et 21 octobre 2000 sur le thème des impacts et de la prévention des pollutions marines et telluriques sur les écosystèmes marins côtiers. Ces entretiens, aussi intitulés comme chaque année "Science et éthique ou le devoir de parole", sont longuement revenus sur le naufrage du pétrolier Erika survenu en décembre 1999. Les intervenants venus de la France entière ont débattu sur l'opportunité de créer un observatoire permanent des pollutions, mais ont aussi proposé une analyse fine de la communication et de la controverse liées à cette crise écologique. Par ailleurs, les pollutions industrielles et agricoles, les réglementations sur l'eau et la sécurité sanitaire ont également été abordées. Ce recueil constitue un document de synthèse incontournable sur les pollutions du littoral. On peut se le procurer auprès des éditions "3B conseils".

→Tél. 01 40 51 83 87, troisb@club-internet.fr, <http://science-ethique.enst-bretagne.fr>



Thomas de Conzel

Qui a dit ?

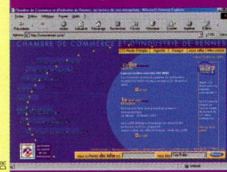
"Une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierres n'est une maison."

Réponse page 20

Internet

● La Chambre de commerce et d'industrie ouvre son site

La Chambre de commerce et d'industrie de Rennes possède désormais son site Internet conçu prioritairement pour les chefs d'entreprises. Plusieurs rubriques répondent aux questions des entreprises sur la formation et



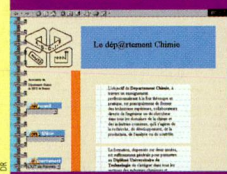
le recrutement des employés, l'implantation ou le dévelop-

ment. Des services concernant les bourses d'emplois et d'entreprises ou la commande d'ouvrages seront aussi disponibles. Une mise à jour quotidienne des informations et de l'actualité de la CCI est prévue.

→www.rennes.cci.fr

● IUT chimie de Rennes, les anciens parlent aux anciens

Les anciens élèves de l'Institut universitaire de technologie de Rennes restent en contact par l'intermédiaire du Net puisqu'ils viennent de créer un site dédié à cet échange. Une façon moderne de tisser des liens et des relations



entre les promotions, les étudiants et les professionnels et à

plus grande échelle entre l'IUT et les entreprises. Un des objectifs affichés est de favoriser l'embauche des diplômés grâce à une bourse à l'emploi. Le site garde un aspect amateur, voire potache, qui lui confère un aspect sympathique.

→www.adcir.org

● L'Inserm met en ligne son e-magazine

"Le vivant pour le vivant", tel est le nom du magazine électronique de l'Institut national pour la santé et la recherche médicale mis en ligne le 19 février dernier. Ce "e-mag" présente le travail effectué par une centaine de jeunes de 15 à 20 ans sur les biothérapies. Interviews, séquences vidéo, animations, la collaboration avec des chercheurs, des médecins, des journalistes et des graphistes a été fructueuse.

→www.inserm.fr

Trois questions
à Ludovic Bioret,
ingénieur-conseil
en propriété industrielle
au cabinet Vidon

Le cabinet Vidon est spécialiste des procédures de délivrance des droits de propriété industrielle.

Sciences Ouest : Quelles inventions peuvent être brevetées ?

Ludovic Bioret : Un brevet est un titre de propriété industrielle qui protège les aspects techniques d'une invention. Celle-ci doit n'avoir jamais été rendue publique nulle part dans le monde, être jugée "non évidente pour l'homme du métier", et avoir des applications industrielles. Le brevet confère à son titulaire l'exclusivité sur l'exploitation de son invention pendant 20 ans en échange de sa divulgation, c'est-à-dire de la description écrite et explicative de celle-ci. Le titulaire du brevet peut donc exploiter ou faire exploiter par d'autres entreprises son invention, grâce à une licence ; il peut également céder son invention.

S.O. : Le brevet protège de quoi ?

L.B. : Un brevet confère le droit d'interdire aux tiers d'exploiter l'invention, c'est-à-dire de faire de la contrefaçon. Dès que le titulaire du brevet va s'apercevoir de l'émergence d'une concurrence déloyale, il pourra porter plainte.

S.O. : Quel est le délai entre la demande de dépôt de brevet et son enregistrement effectif ?

L.B. : Il faut compter entre un an et demi et deux ans pour déposer son brevet en France. L'Institut national de la propriété industrielle (Inpi) établit en premier lieu un rapport de recherche prouvant la nouveauté. Il nécessite 6 à 10 mois. L'inventeur a ensuite 3 mois pour modifier son brevet si nécessaire. Celui-ci sera ensuite délivré dans les 3 à 12 mois suivants par l'Inpi. Au niveau européen, une procédure d'examen en français permet d'obtenir simultanément un brevet dans 20 pays. ■

→ Contact : Cabinet Vidon,
tél. 02 99 38 23 00, vidon@vidon.com
www.vidon.com

Propriété industrielle Protection juridique des logiciels : où en est-on ?

Le 25 janvier dernier, une soixantaine de responsables et ingénieurs du secteur de l'informatique ont répondu présent au rendez-vous des Matinales de Rennes Atalante. Le petit déjeuner débat, animé par des juristes et conseils en propriété industrielle, a fait le point sur les législations française et européenne en matière de protection des logiciels. Un sujet qui éveille l'intérêt des entreprises de la nouvelle économie.

"Les logiciels originaux bénéficient, comme toutes les créations musicales, photographiques ou vidéo, d'une protection au titre du droit d'auteur",



BERTRAND WARUSFEL

rappelle Bertrand Warusfel, maître de conférences spécialisé en propriété industrielle à l'université Paris V, devant les spécialistes de la

création de programmes informatiques assemblés le 25 janvier dernier lors de la première "Matinale de Rennes Atalante" de l'année.

"Sous certaines conditions, un logiciel peut également faire l'objet d'une protection par brevet", ajoute Patrice Vidon, P-DG du cabinet du même nom et président de la Compagnie nationale des conseils en propriété industrielle (CNPI). *"Au regard de la loi, ce brevet protège à la fois le contenu et la structure du logiciel."*

Distinguer logiciel et base de données

Certes. Mais dans le domaine des nouvelles technologies, le droit suit plus souvent la réalité qu'il ne la précède et il recèle aussi de subtiles différences auxquelles sont parfois en butte les professionnels de l'informatique. Ainsi, la situation change avec les bases de données. Pour ces immenses stockages d'informations numériques, un droit spécifique, détenu par le "producteur" de la base de données, a été récemment introduit. Il ne protège que l'architecture de la base, mais pas son contenu qui peut bénéficier du droit d'auteur. Un petit peu comme si le droit ne protégeait pas le texte des ouvrages d'une bibliothèque, mais seulement le plan de classement, d'indexation et de recherches des ouvrages que le bibliothécaire aurait mis au point.

Une fois ce distinguo posé, les questions relatives à la protection juridique de la "création informatique" demeurent très concrètes de la part des informaticiens : qui est propriétaire des droits déposés dans le cadre d'un travail sous-traité ou réalisé en équipe ? Comment prouver qu'on est bien l'auteur de l'application développée ? Comment entamer la procédure de dépôt de brevet sans alerter la concurrence trop tôt ?

Garder le secret jusqu'au bout

Le propriétaire des droits est celui qui fixe la forme du progiciel ou de la base de données. Le code de la propriété industrielle stipule que "les droits patrimoniaux d'un logiciel réalisé (par les employés) dans l'exercice de leur fonction et d'après les instructions de l'employeur sont dévolus à celui-ci." Autrement dit : les salariés ayant travaillé sur un projet réalisé en collaboration ne sont pas considérés comme des coauteurs. Pour une société de service en ingénierie informatique (SSII), créatrice d'un progiciel en sous-traitance, si le commanditaire précise une clause de transfert de propriétés et droits patrimoniaux sur le contrat de commande, la SSII n'aura alors aucun droit sur le travail réalisé.

Enfin, pour bénéficier d'un brevet, l'invention concernée doit être nouvelle. En conséquence, les jeunes créateurs doivent toujours garder en tête une ruse de vieux sage : "pour éviter tout risque, le logiciel se doit d'être gardé secret jusqu'à la date de dépôt." ■

G.B.



- et quand tu cliques,
Le bonhomme devient bleu...



- c'est nul ...



- oui, mais j'ai breveté !

Coût et étendue d'un brevet

En France, l'Institut national de la propriété industrielle (Inpi) gère les marques, les brevets et les modèles. Au niveau mondial, plus de 150 pays signataires des conventions internationales offrent des protections juridiques identiques et hébergent des organismes analogues à l'Inpi.

Le dépôt d'une demande de brevet coûte un peu moins de 3000 F sur le territoire français. Ce brevet est valable 20 ans au maximum et doit être maintenu en vigueur chaque année. Pour l'étranger, les coûts de dépôt, de procédure et de maintien en vigueur d'un brevet sont estimés entre 4000 à 8000 F par pays et par an. ■

→ Inpi : 11, rue Franz Heller, Centre Patton,
BP 79157, 35079 Rennes Cedex 07,
tél. 02 99 38 16 68, rennes@inpi.fr
www.inpi.fr

→ Pour en savoir plus sur le droit et les nouvelles technologies :
<http://www.culture.gouv.fr/culture/autserv/auteur.htm>

In Vivo Environnement expertise le littoral

Plongeurs et scientifiques ont la côte

Crée il y a quatre ans, cette jeune start-up qui réunit des scientifiques de haut niveau s'est spécialisée dans les études d'impact en milieu marin. Rencontre avec une équipe de passionnés.

Scientifiques ou plongeurs ? Pour l'entreprise In Vivo Environnement, la question ne se pose pas : les six salariés, tous âgés de moins de 35 ans, sont bardés de diplômes scientifiques (DEA ou doctorats en océanographie, biologie, écotoxicologie ou sédimentologie), et sont tous titulaires d'un brevet de plongeur professionnel.

"Cette composition de l'équipe n'est pas un hasard", explique Didier Grosdemange, directeur associé et créateur de l'entreprise. "Pour être parfaitement opérationnels, il est indispensable que nous soyons tous des marins et des plongeurs confirmés. C'est ainsi que nous pouvons assurer une parfaite acquisition des données sur le terrain. Mais surtout, cela nous évite d'oublier, en terriens que nous sommes, que le milieu marin a trois dimensions ! La notion de volume doit en effet être sans cesse prise en compte dans nos études et nos modélisations."

Bureau d'étude spécialiste des expertises techniques et scientifiques dans le domaine marin littoral, In Vivo Environnement intervient sur toutes les côtes. Depuis les études d'impact des dragages jusqu'aux aménagements portuaires et littoraux, en passant par la gestion des déchets portuaires, le champ



Pour étudier le littoral, il faut savoir se jeter à l'eau : tous les scientifiques d'In Vivo sont titulaires du brevet de plongée.

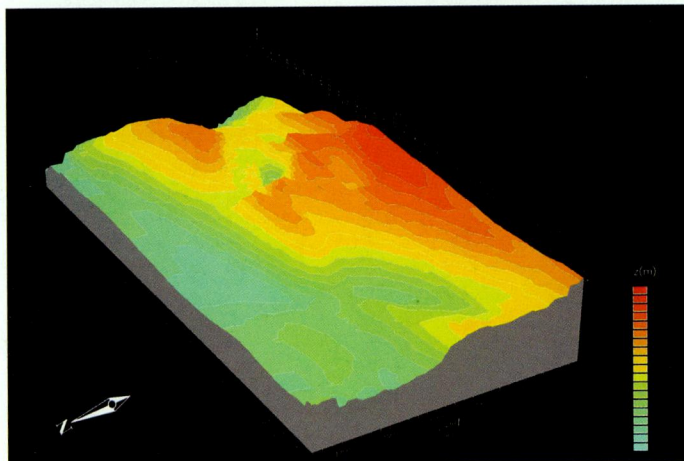
d'activité de la société est très large. Pour le couvrir, In Vivo a investi un million de francs (154 000 euros) dans d'importants moyens pour les études de terrain (parc de navires, sonars, robots, carottiers), mais aussi dans de solides outils informatiques pour traiter, analyser, modéliser et cartographier les données acquises en mer. C'est dans ce même esprit que la société s'est dotée d'un laboratoire d'électronique destiné à concevoir des appareillages spécifiques à chaque mission, d'un vaste atelier de réparations du matériel et d'un laboratoire de biologie pour déterminer les espèces collectées (faune et flore). Pour loger tout cela, l'entreprise vient de s'installer dans de spacieux locaux.

Le littoral encore méconnu

Mais l'enthousiasme de l'équipe est parfois tempéré par la réalité sur le terrain. "Dans notre travail, nous avons découvert deux choses surprenantes", ajoute Didier Grosdemange, "la première, c'est qu'en France, nous connaissons très mal notre littoral. Il existe très peu d'études scientifiques sur le milieu côtier et il est étonnant de comparer les moyens mis à la disposition des études hauturières par rapport à ceux qui sont consacrés aux côtes ! La seconde surprise, c'est la méconnaissance du littoral par un certain nombre de décideurs. La loi oblige les aménageurs à réaliser des études d'impact sur la faune, les courants ou les sédiments, mais beaucoup ne les font exécuter que pour obtenir une caution scientifique indispensable à leur projet. Les intérêts économiques en jeu semblent bien souvent oblitérer les enjeux environnementaux. Or, le littoral est un milieu relativement fragile. Il est le patrimoine de tous, et l'agresser, c'est menacer à terme le tourisme et la pêche." Pour l'équipe d'In Vivo, la protection de l'environnement est une réelle priorité. "Souvent, les mairies ne font pas de prévisions à plus de cinq ans, c'est-à-dire le temps d'un mandat. Pourtant, la nature évolue lentement et discrètement. Nous proposons régulièrement des études plus fines, mais comme elles ne sont pas obligatoires, nos clients n'en voient pas

toujours l'intérêt. Nous devons faire un véritable travail pédagogique de sensibilisation à l'environnement. Le message commence à passer, mais il reste encore beaucoup d'inertie."

Malgré ce contexte, In Vivo a réalisé trois millions de chiffre d'affaires en 2000 et multiplie ses études parmi lesquelles l'entreprise cite, comme autant de références prestigieuses, le bilan des dragages de la Loire, l'inventaire européen et nord-américain des méthodes de curage, traitement, transport et élimination des sédiments fluviaux, l'étude d'impact de l'aménagement d'une partie du port autonome de Marseille, ou la modélisation de la dispersion de déblais immergés à La Rochelle. ■ J.F.C.



La notion de volume doit toujours être prise en compte dans les modélisations du littoral.



Étude du fond par un des plongeurs d'In Vivo.

→ Contact : In Vivo Environnement,
ZA La Grande Halte, 29940 La Forêt-
Fouesnant, tél. 02 98 51 41 75,
info@invivo-environnement.com
www.invivo-environnement.com

Mesure des pollutions organiques dans l'eau de Brest

Hocer surveille l'eau potable en continu

Basée au technopôle de Brest-Iroise, l'entreprise Hocer a mis au point un outil performant et peu coûteux qui mesure en continu la présence accidentelle de micropollutions organiques dans l'eau.

Quand elle est créée en 1993, l'entreprise Hocer a pour vocation d'étudier le milieu marin et se spécialise en particulier dans la mesure des courants. En 1997, la société Hocer fait sa première brasse dans l'eau douce : elle répond à un appel d'offre intitulé "métrologie en milieu aquatique" lancé par le ministère de l'Environnement et l'Agence française de l'innovation (Anvar). En collaboration avec le Pôle analytique des eaux de Brest (PAE), la société Secomam et l'École des mines d'Alès, ce premier projet étudie le développement d'un prototype de détection des micropollutions organiques.

Une analyse toutes les 30 minutes

Après deux années de travail, Hocer met au point un appareil de mesure en continu des micropollutions accidentelles d'origine orga-

nique dans les eaux douces et dépose un brevet en mai 2000.

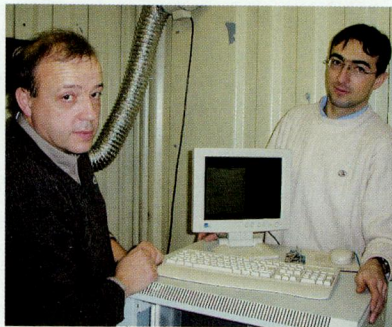
Ce système est basé sur l'analyse des substances organiques par spectrométrie aux rayons ultraviolets (UV). Il peut reconnaître la présence de différentes familles de molécules comme les triazines et les urées (pollutions d'origine agricole), les détergents, le benzène et les phénols, et même certains produits complexes tels que les hydrocarbures ou le lisier.

Ce processus d'analyse de l'eau brute donne d'abord la concentration en nitrates et matières organiques dissous. Dans un deuxième temps, un échantillon de 100 millilitres d'eau est concentré sur des colonnes adsorbantes toutes les demi-heures. La solution ainsi obtenue est analysée au spectromètre. Enfin, un logiciel de "déconvolution du spectre" calcule la concentration des polluants présents avec une

précision de l'ordre du microgramme par litre.

Constitué de cinq colonnes utilisables chacune pendant 2 à 3 jours, l'appareil peut fonctionner en totale autonomie pendant 15 jours. Toutes les données recueillies sont traitées et stockées dans des fichiers informatiques consultables à distance.

Grâce à cette technique, une alerte peut être générée toutes les trente minutes. Cette rapidité de réaction demeure essentielle pour la production d'eau potable puisque les accidents de pollution sont souvent très limités dans le temps. Utilisé en amont d'une station de pompage, ce système permet d'arrêter la production d'eau tant que les concentrations en matières organiques ne sont pas redevenues conformes aux seuils fixés par la législation.



De gauche à droite : Roger Delmas, océanographe et directeur technique de la société Hocer et Goulven Cavalin, ingénieur chimiste.

Mise en place d'une stratégie commerciale

L'appareil est expérimenté avec succès depuis le mois d'avril 2000 à la station de production d'eau potable de Pont Ar Bled qui fournit 80 % de l'eau de la Communauté urbaine de Brest. La société Hocer a également intégré le système Marel mis au point par l'Ifremer dans la station de surveillance de l'usine. Habituellement, cet appareil Marel est contenu dans une bouée et mesure en continu le taux d'oxygène dissous, le pH, la conductivité, la turbidité et la température de l'eau. Avec cette intégration de deux systèmes, Hocer offre un parc complet d'instruments de mesures en simultané de l'eau. Cette offre intéresse les collectivités locales, mais aussi l'industrie dans des filières où une eau d'une qualité irréprochable est indispensable à la qualité du produit final. Des contacts avec l'industrie agro-alimentaire offrent déjà un bon potentiel. Hocer développe aujourd'hui son plan de commercialisation avec, au programme, une présence incontournable au salon Pollutec en septembre prochain à Paris. ■

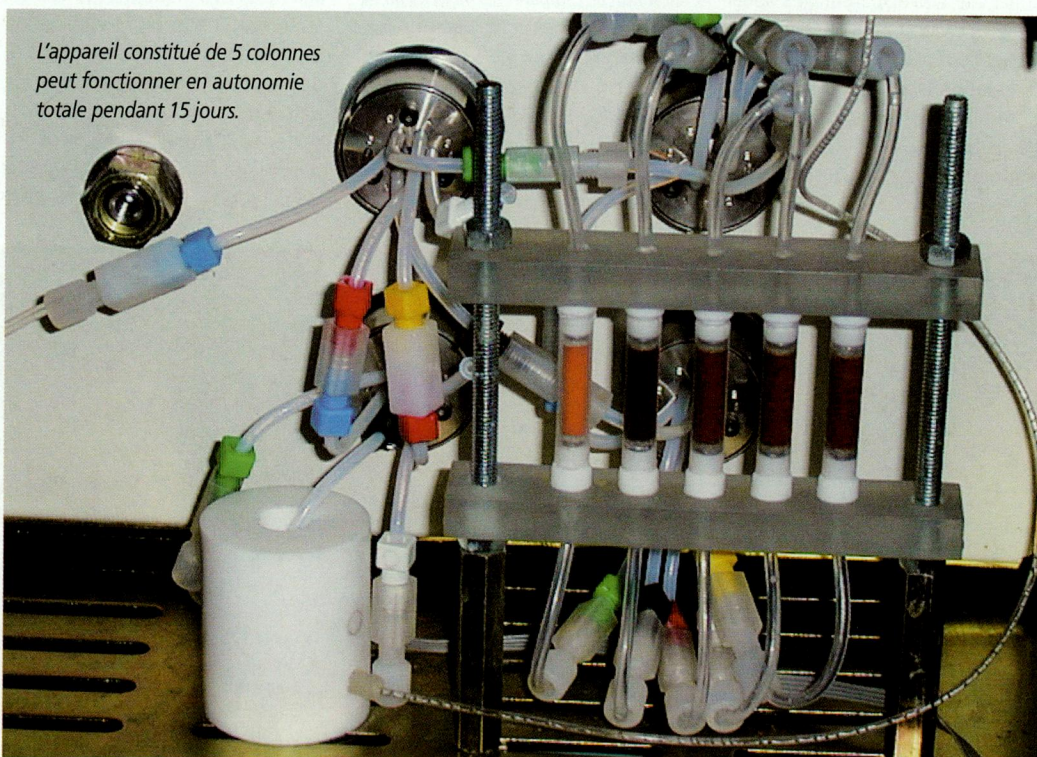


Ce texte a été réalisé par l'Anvar Bretagne

Hocer en bref

Société d'ingénierie et de services en environnement, Hocer a été soutenue financièrement par l'Anvar et a aussi bénéficié du soutien de la Région Bretagne et du PAE pour le projet "métrologie en milieu aquatique". Les 12 employés d'Hocer ont réalisé en 2000 un chiffre d'affaires de 655 000 euros (4,3 millions de francs). ■

→ Contact Anvar : Valérie Thorin, tél. 02 99 38 45 45, vthorin@anvar.fr
→ Contact Hocer : Roger Delmas, directeur technique, tél. 02 98 49 76 13, infos.hocer@wanadoo.fr



L'appareil constitué de 5 colonnes peut fonctionner en autonomie totale pendant 15 jours.

Bourses à l'innovation

Comment obtenir des aides pour son entreprise ?

De l'idée géniale à sa mise en application, le parcours du porteur de projet peut paraître insurmontable mais des aides existent. Peut-être parce qu'il annonce le printemps, ce mois de mars voit fleurir les concours de création d'entreprises et les appels à projets innovants : c'est le moment de mettre de l'engrais sur les "jeunes pousses".

Programme régional ITR (informatique, télécom et réseaux)

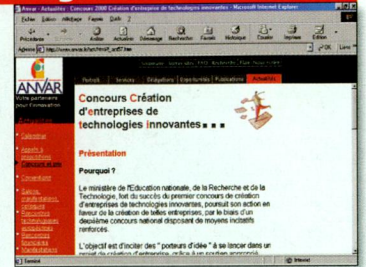
Organisé par le Conseil régional de Bretagne, le programme ITR a pour objectif de sensibiliser le public aux nouvelles technologies de l'information et de la communication. Les projets éligibles doivent avoir pour finalité de promouvoir les usages et les services sur le réseau à haut débit Mégalis mis en place par les Régions Bretagne et Pays de la Loire. Tous les porteurs de projets peuvent se porter candidat. Le taux de soutien peut atteindre 30% du projet.



- **Date limite de dépôt :** 30 mars 2001.
- **Information :** Meito (11, rue du Clos Courtel, 35700 Rennes, tél. 02 99 84 85 00), sur www.meito.com ou sur www.megalis.org

Concours national 2001 d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes

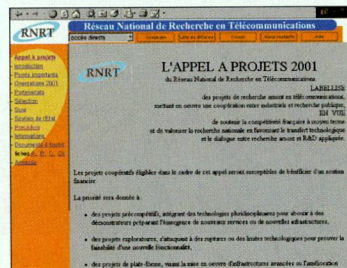
Le ministère de la Recherche a lancé la troisième édition du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes. Géré par l'Anvar, ce concours récompense des projets dans deux catégories : "création-développement" (projets qui doivent aboutir sur la création d'une entreprise dans moins d'un an) et "émergence" (projets nécessitant une étude de faisabilité préalable à la création éventuelle). Les lauréats retenus dans la première catégorie recevront une subvention dont le seuil maximal est fixé à 450 000 euros (environ 3 millions de F), destinée à financer jusqu'à 50% du programme d'innovation de l'entreprise. Ceux de la seconde catégorie recevront, à titre personnel, une aide d'un montant plafonné à 45 000 euros (300 000 F) destinée à financer jusqu'à 70% des études nécessaires à la maturation de leur projet. Ce concours s'adresse plus particulièrement aux secteurs de la bio-ingénierie, de l'agroalimentaire, des sciences de la mer, des technologies de l'information et de la communication, de l'automatique et de la mécanique, des technologies liées à l'environnement, à la qualité et à la sécurité. Il est doté cette année d'un budget de 30 millions d'euros (environ 200 millions de F).



- **Date limite de dépôt des dossiers :** 31 mars 2001 (auprès de la délégation Anvar Bretagne : 9, rue du Clos Courtel, 35079 Rennes Cedex 7).
- **Information et retrait du dossier :** auprès de Didier Chaton (Anvar, délégation régionale de Bretagne) : 02 99 38 45 45 ou breta@anvar.fr ; ou auprès du ministère de la Recherche au 01 55 55 55 55 ou sur www.recherche.gouv.fr

Appel à propositions 2001 du RNRT

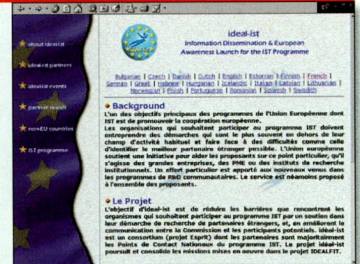
Le Réseau national de recherches en télécommunications lance un appel à propositions afin de soutenir trois types de projets : des projets exploratoires innovants, des projets précompétitifs qui peuvent aboutir sur une phase industrielle en un ou deux ans (conseil : soigner la rédaction de la partie "exploitation des applications"), et des projets de plate-forme (les moyens d'accès à la plate-forme doivent être clairement explicités dans la demande). La labellisation du projet peut être rapide, mais la notification prend souvent du temps et les porteurs de projets doivent en tenir compte. À noter : les projets portés par les PME seront favorisés. De même, la soumission peut préciser qu'à l'occasion du projet, une start-up sera créée par l'un des partenaires, mais le RNRT ne peut labelliser un projet dont dépend la création d'une entreprise.



- **Date limite :** 15 mars auprès du secrétariat du RNRT (20, avenue de Ségur, 75353 Paris 07 SP).
- **Toutes les conditions sont détaillées sur le site Internet du RNRT à l'adresse suivante :** www.telecom.gouv.fr/rnrt/index_exp.htm

Programme européen IST

L'Union européenne soutient les projets innovants dans le cadre du programme IST à condition qu'ils aient une dimension européenne. D'une durée de quatre ans (1999-2002), ce programme apporte son aide uniquement aux meilleures propositions et selon un cahier des charges défini annuellement (il faut donc se tenir à jour). La compétition est lancée par appels à propositions et se décline sur quatre actions clés et des thèmes transversaux. Le programme est doté de 950 millions d'euros pour 2001. Le jury est particulièrement attentif aux justifications de coût et de délai des projets qui lui sont soumis. Ceux-ci peuvent être aussi bien des projets de R&D ou de recherche coopérative mettant en jeu au moins trois PME de deux États membres. Pour mettre toutes les chances de son côté, le projet doit pouvoir être mené même sans le financement communautaire.



- **Date limite de soumission en 2001 :** 25 avril et octobre.
- **Information :** Christine Montagut, Centre français du commerce extérieur, tél. 01 40 73 36 73, christine.montagut@cfce.fr, www.ideal-ist.net/

exposition d'hologrammes



RENCONTRE DANS LA
3^{ÈME} DIMENSION

jusqu'au 14 avril 2001

Espace des sciences



CENTRE COLOMBIA Rennes

Cycle De la de l'eau terre à la mer

Les petits ruisseaux font les grandes rivières. Pour énoncer ce proverbe, la sagesse populaire a su s'inspirer du cheminement qu'empruntent les eaux météoriques de l'atmosphère à la mer. Ce parcours en fond de vallée, guidé par la gravité, ne paraît pas bien sorcier pour le commun des mortels. Et pourtant, son itinéraire - en surface et dans le sous-sol -, sa durée et son ampleur demeurent bien souvent méconnus alors que ses conséquences (sécheresses, inondations, qualité de l'eau potable, pérennité des ressources, modelé des paysages et érosion) déterminent profondément notre mode de vie.

De même, si le lien entre évaporation des océans et précipitations peut se résumer en un simple schéma, cette partie du cycle de l'eau interroge encore les climatologues. Après le numéro 171 de *Sciences Ouest* (novembre 2000) consacré au climat et donc au régime des pluies, le dossier de ce mois-ci étudie le devenir de ces précipitations issues des mille kilomètres cubes d'eau évaporés chaque jour des océans.

Nous avons d'abord interrogé Luc Aquilina, chercheur en géosciences à l'université Rennes 1 et spécialiste des interactions entre l'eau et la roche. Il nous explique où se trouve l'eau sur Terre et comment elle circule dans les cours d'eau, le sol, le sous-sol... et dans le monde du vivant.

Philippe Davy, directeur du Centre armoricain de recherches en environnement, s'intéresse de très près aux eaux souterraines : selon lui, le sous-sol breton, constitué d'un socle de granit et gneiss que l'on croyait imperméable, recèle d'exceptionnelles ressources en eau d'une excellente qualité.

À l'Institut universitaire européen de la mer à Brest, les scientifiques étudient avec soin le littoral, réceptacle de toutes les pollutions terrestres qui contaminent l'eau. Car *"tout commence et finit à la mer"*, précise Paul Tréguer, directeur de cet institut. Enfin, notre rubrique "Pour en savoir plus" propose une sélection de liens vers les principaux acteurs de la lutte pour la protection des eaux de surface et souterraines en Bretagne qui offrent des informations complètes et régulièrement mises à jour. Parce que la mobilisation de tous est capitale pour résoudre le problème de la pollution des eaux bretonnes. Parce que les petits ruisseaux font les grandes rivières. ■

M-A.M.



L'eau douce ne représente que 2,8 % de l'eau qui circule sur Terre. Et encore ! Les trois quarts de cette eau douce sont sous forme de glace (photo : captage d'eau au barrage de la Vallière en Ille-et-Vilaine).

Quelques gouttes de savoir L'eau, une molécule peu ordinaire

Luc Aquilina est hydrogéochimiste au sein de l'unité de Géosciences à l'université Rennes 1. Spécialiste des interactions entre l'eau et la roche, il répond à quelques questions basiques mais pas toujours simples. Comme la petite molécule H₂O.

Sciences Ouest : Sous quelle forme l'eau est-elle présente sur Terre ?

Luc Aquilina : L'essentiel de l'eau se trouve dans les océans qui représentent 72% de la surface du globe et 97,2% des eaux libres. Cette eau est salée. L'eau douce ne représente donc que 2,8% de l'eau libre de notre planète bleue, sachant que les trois-quarts de cette eau douce sont sous forme de glace. L'atmosphère, enfin, ne contient que 0,001% de l'eau libre. J'ai parlé ici

d'eau libre par opposition à l'eau contenue dans les roches souvent sous forme d'anions OH⁻. En effet, 20% de toute l'eau présente sur Terre (eau libre et eau de l'écorce terrestre) est "prisonnière" de la structure cristalline de la roche.

S.O. : Comment ces différents compartiments de l'hydrosphère participent-ils au cycle de l'eau ?

L.A. : Toute cette eau circule mais à des vitesses bien différentes : dans l'atmosphère, l'eau ne réside

qu'une semaine environ ; dans les rivières, le temps de séjour est de l'ordre du mois, mais dans les lacs, le temps de renouvellement de l'eau est d'environ 17 ans ; dans le sol, selon le type d'aquifère, le temps de séjour se compte plutôt en année (humidité du sol), mais à grande profondeur, dans la croûte terrestre, les temps de séjours peuvent se chiffrer en milliers d'années. Les grands mouvements d'eau océaniques, caractérisés par un écoulement sur le fond marin qui vient des zones les plus froides et remonte en surface à l'équateur, durent environ 2 500 ans ; enfin, dans les calottes glaciaires, l'eau séjourne près de 10 000 ans. Finalement, les eaux "météoriques", c'est-à-dire issues des précipitations, et qui forment les eaux douces, ne sont qu'une partie infime de toute la masse d'eau terrestre, mais ce sont pourtant elles qui participent presque à la totalité de l'eau en circulation dans le cycle de l'eau.

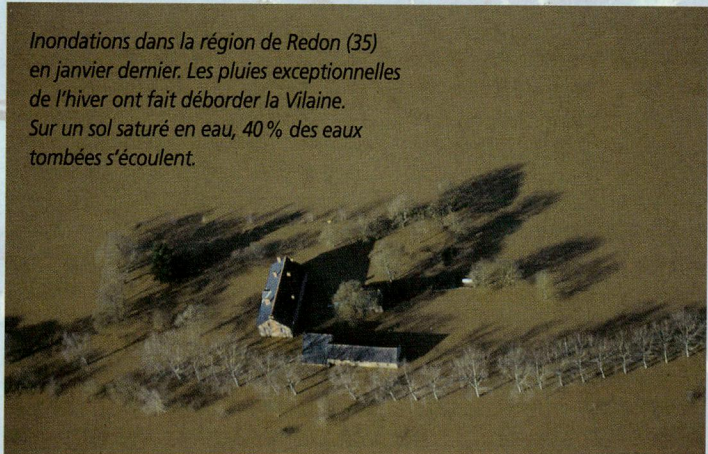
S.O. : Dans le monde minéral comme dans le monde du vivant, l'eau est présente et essentielle. Pourquoi ?

L.A. : Les propriétés physiques et chimiques de cette petite molécule sont surprenantes. L'assemblage d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène donne à la

molécule une forme de "tête de Mickey" qui est, d'un point de vue électrique, globalement neutre, mais qui se comporte en fait comme un dipôle : les deux "oreilles" de Mickey étant chargées positivement et son "menton" comportant deux charges négatives. Grâce à ce déséquilibre électrique, l'eau est un excellent solvant et peut se mélanger à d'autres éléments. On la retrouve donc dans de nombreux endroits. Une autre explication se trouve dans la large gamme de température, de 0°C à 100°C à pression atmosphérique normale, où l'eau est liquide. Si cette gamme ne correspondait pas aux températures moyennes de la planète, il est certain que l'eau ne serait pas aussi importante sur Terre. Enfin, dans le règne végétal comme animal, l'eau est utilisée grâce à sa capacité de transport : l'arbre comme l'organisme humain absorbe et transpire l'eau qui véhicule les substances dissoutes indispensables à l'organisme qu'elle traverse. L'eau est donc aussi essentielle à la vie à cause de ce rôle de vecteur. ■

Propos recueillis par
Marc-Antoine Martin

Inondations dans la région de Redon (35) en janvier dernier. Les pluies exceptionnelles de l'hiver ont fait déborder la Vilaine. Sur un sol saturé en eau, 40 % des eaux tombées s'écoulent.



CHRISTOPHE COURTEAU

→ Contact : Luc Aquilina, Géosciences
Rennes, tél. 02 99 28 67 79,
luc.aquilina@univ-rennes1.fr

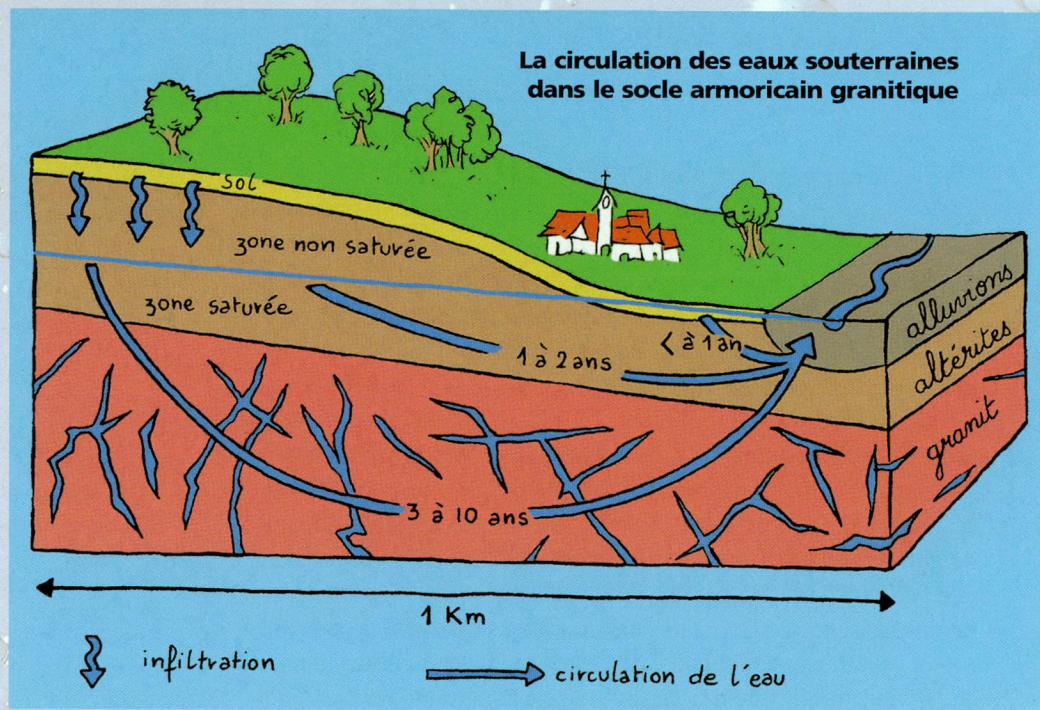
Eaux souterraines de Bretagne

Des réserves sous-exploitées dans le sous-sol

En Bretagne, la majorité de l'eau potable est encore pompée dans les rivières, car le sous-sol du Massif armoricain demeure considéré comme imperméable. Pourtant, les études menées par les géologues de l'université Rennes 1 montrent qu'en profondeur, les fractures du granit et du gneiss recèlent de l'eau en grande quantité et surtout exempte de pollution.

À peine un mois après les inondations qui ont frappé la ville de Redon en décembre et janvier derniers, la Vilaine a repris son cours normal. S'il est difficile d'imaginer la puissance des flots devant cette rivière tranquille, il est encore plus inconcevable de se représenter un sous-sol dont les vides sont remplis d'eau comme une éponge trempée. Et pourtant ! Dès qu'il pleut, une partie de l'eau ruisselle sur le sol tandis que l'autre s'y infiltre. Dans les premiers mètres du sol, l'eau et l'air se partagent les vides qui existent entre les "grains" du sol. C'est ce que les hydrogéologues appellent la "zone insaturée" du sol. Puis, un peu plus bas, l'eau remplit tous les pores disponibles et constitue alors une nappe d'eau souterraine. Si les précipitations sont trop abondantes, la zone insaturée disparaît et la nappe affleure à la surface, toute l'eau ruisselle. Mais que se passe-t-il sous la nappe ?

Toujours plus bas, si la texture du sous-sol devient très peu poreuse, la zone est, en théorie, imperméable. C'est la limite inférieure de la nappe : les mineurs parlent du "mur" de la nappe. "En Bretagne, on pensait que le cycle de l'eau se faisait principalement dans la partie superficielle du sol", explique Philippe Davy, géologue et directeur du Centre armoricain de recherches en environnement (cf. les sigles du mois page 18). "La majorité des captages se font en surface dans les rivières ou dans les aquifères superficiels contenus dans les altérites issues de la dégradation naturelle de la



À 100 mètres de profondeur, l'eau contenue dans les fractures du granit ne contient quasiment pas de nitrates alors que dans les altérites, entre 10 et 40 mètres de profondeur, la concentration en nitrates peut atteindre 120 mg/l.

roche-mère en gneiss ou granit. Il n'y a pas de réelle volonté d'exploiter l'eau profonde." En effet, le socle, qu'il soit granitique ou gneissique, a une capacité de stockage 10 à 100 fois plus faible que les altérites qui le surplombent si l'on ne considère que sa porosité.

De l'eau dans les fractures

Cependant, ce socle armoricain est un milieu hétérogène très fracturé. "Or il existe de l'eau dans les fractures !", s'exclame Philippe Davy. "Si on fore à une profondeur suffisante dans un milieu très fracturé, le forage peut traverser une faille qui donnera de l'eau." À Ploemeur, la régie municipale exploite un aquifère fracturé situé à 100 mètres de profondeur, qui permet d'alimenter les 18 000 habitants de la commune - soit un débit d'un million de mètres cubes par an - avec une concentration en nitrates quasi nulle (3 à 7 mg/l pour une concentration maximale autorisée dans l'eau potable fixée à 50 mg/l).

Le sous-sol breton n'est donc pas imperméable. "La zone d'alimenta-

tion des fissures est diffuse, car les fractures se recoupent et constituent une sorte de réseau dans lequel l'eau circule ; elle peut être très étendue et même plus grande que le bassin versant topographique. La façon, dont ce réseau collecte ou ne collecte pas les pollutions diffuses d'origines agricoles, reste donc encore à définir."

Pas de nitrates en profondeur

Outre l'origine de l'eau collectée par les fractures du socle, un autre phénomène explique la faible quantité de nitrates de ces eaux : la dénitrification. En profondeur, le milieu est "anoxique" car il manque d'oxygène. Les bactéries présentes dans le sol dégradent alors les molécules de nitrates NO_3 en diazote N_2 , ou en d'autres formes plus réduites pour prendre l'oxygène dont elles ont besoin. D'où une diminution considérable de la concentration en nitrates dans le socle alors que dans les parties superficielles du sol et les altérites, cette concentration peut atteindre 120 mg/l.

Pour mieux comprendre ces mécanismes, et plus généralement,

l'influence des pratiques agricoles sur l'environnement, le Centre armoricain de recherches en environnement a choisi d'observer plusieurs sites témoins en Bretagne : Naizin situé à quelques kilomètres de Pontivy, Kerbernez près de Quimper, Pleine-Fougères en Ille-et-Vilaine, Yar près de Plestin-les-Grèves, La Roche - Le Moulinet en face du mont Saint-Michel, et bien sûr Ploemeur. Associés à des partenaires comme le Centre national du machinisme agricole et du génie rural des eaux et forêts (Cemagref), le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) ou des bureaux d'études (Géoarmor), les géologues, biologistes et agronomes du Caren vont se pencher sur le devenir des pollutions diffuses dans le sol et l'eau dans l'espoir de comprendre ce système hydrogéologique si complexe, afin de remédier à la situation catastrophique de l'eau potable en Bretagne. ■

M-A.M.

→ Contact : Philippe Davy,
Philippe.Davy@univ-rennes1.fr

Institut universitaire européen de la mer de Brest

Étudier le littoral pour

Tout commence et tout finit à la mer. Le commencement, c'est l'évaporation", explique Paul Tréguer, directeur de l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM) de Brest. "En Bretagne, la transformation de l'eau en nuages, première étape du cycle de l'eau, ne présente pas de particularités remarquables. Par contre, il en va autrement de l'étape finale de ce cycle, c'est-à-dire du déversement des cours d'eau dans la mer."

En effet, ce que les scientifiques appellent le "système armorique" est une entité géographique, géologique et hydrographique particulière caractérisée par un sous-sol granitique très peu perméable, des précipitations importantes (entre 600 et 1 400 mm par an en moyenne), et une grande surface (près de 30 000 km² soit 72,2 % de la Bretagne). Or ce "système" réagit très vite : il faut seulement 6 à 15 jours, selon les zones, pour que l'eau dite "météorique", c'est-à-dire provenant des précipitations, parvienne en quasi-totalité à la mer.

Cependant, cette eau lessive les sols et entraîne les polluants comme les nitrates, les pesticides ou les hydrocarbures. Ceux-ci contaminent les cours d'eaux et les eaux souterraines, puis la mer. Les conséquences sont inquiétantes pour le littoral : développement des algues vertes, destruction des coquillages, insalubrité des eaux de baignades, modifications ou perturbations des biotopes...

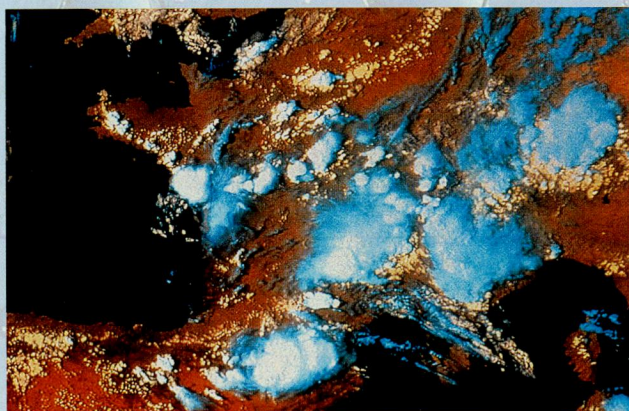
Ces dégradations du milieu entravent aussi l'économie touristique, conchylicole, piscicole et ostréicole de la côte.

Les acteurs économiques, les décideurs politiques ou les assureurs ont donc un besoin impérieux de moyens fiables de compréhension, d'analyse et de prévision de ces phénomènes dits "naturels".

Précurseurs en la matière, les chercheurs de l'Université de Bretagne occidentale y travaillent depuis une trentaine d'années avec des moyens limités. La création de l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM) en 1997 a donné une nouvelle impulsion à ces études.

Sciences Ouest fait le point des connaissances acquises et des futurs axes de recherches. ■ J.F.C.

Sur le socle armoricain, il suffit de 6 à 15 jours pour que les eaux provenant des précipitations rejoignent la mer.



L'Aulne, un modèle exemplaire

Selon Paul Tréguer, "on retrouve toujours au niveau local une traduction des phénomènes observés à l'échelle du globe terrestre." Afin de bien faire comprendre ce concept, Paul Tréguer utilise les études réalisées depuis 1971 sur plusieurs fleuves finistériens comme l'Aulne. "Il a un débit annuel moyen de 30 m³/s mais en période de crue hivernale, le débit journalier peut atteindre 400 m³/s ; cela équivaut au débit moyen de la Seine. Si l'on rapproche ces variations locales de ce qui se passe à grande échelle, on constate qu'il existe un lien avec la position du fameux anticyclone des Açores selon ce qu'on appelle «l'oscillation Nord-Atlantique» (NDLR : oscillation permanente de l'anticyclone des Açores selon un axe Nord-Sud). Les grandes tempêtes et les inondations qui sont visibles localement, sont directement liées à la position la plus au nord de l'anticyclone." Ce type de constat permettra d'améliorer la prévision des crues. ■

→ www.met.rdg.ac.uk/cag/NAO/main.html

Écoflux : nitrates sous haute surveillance

Chaque année, environ 450 000 tonnes d'azote sont épanchées par l'agriculture sous forme d'engrais minéraux et de déjections animales, auxquelles s'ajoute l'azote contenu dans les déjections humaines. Afin de mesurer l'impact sur le littoral breton de ces rejets chargés en nitrates, un réseau d'étude baptisé "Écoflux" a été mis en place par Sandrine Porhel (Unité mixte de recherches CNRS 6539), en 1998, sur le modèle de l'expérience "Écofleuve" menée dans la région Aquitaine depuis une dizaine d'années.

"Nous avons sélectionné, sur appel de candidatures volontaires, vingt établissements scolaires, d'une part, dont une majorité d'établissements agricoles, car c'est un formidable moyen d'éduquer les futurs agriculteurs aux problèmes d'environnement, et une douzaine de bénévoles, d'autre part, capables d'assurer la relève des scolaires pendant les vacances. Toutes les semaines, des prélèvements d'eau sont réalisés et les échantillons récupérés sont analysés, soit au laboratoire vétérinaire de Quimper, soit à l'IUEM."

"Les leçons que nous tirons aujourd'hui de ces mesures", poursuit Paul Tréguer, "c'est tout d'abord la différence entre le nord et le sud Bretagne. Au nord, nous avons des flux de nitrates s'étalant entre 50 et 100 mg/l ; alors qu'au sud, nous avons des flux compris entre 25 et 40 mg. Ensuite, il n'est pas impossible que les apports anthropiques soient dix fois supérieurs aux nitrates naturels. Nous pouvons affirmer que les flux de nitrates ont été multipliés par deux dans les principaux fleuves de la rade de Brest sur les vingt dernières années." ■

comprendre océans et continents

Somlit et Marel Iroise : la rade de Brest au microscope

En 1998, l'IUEM est entré dans le réseau "Service d'observation en milieu littoral" (Somlit) de l'Insu-CNRS par un accord signé avec l'Institut national des sciences de l'univers et le CNRS. Brest est ainsi devenu la 7^e station d'observation après Wimereux, Roscoff, Arcachon, Banyuls, Marseille et Villefranche. "Le goulet de Brest, interface entre la rade de Brest et l'Iroise ouverte sur l'océan Atlantique, est un site d'observation idéal et parfaitement représentatif de l'impact anthropique et météorologique sur le milieu marin. Un milliard de mètres cubes d'eau douce s'y déverse chaque année. Les prélèvements sont hebdomadaires et réalisés à marée haute afin de mieux

tenir compte des impacts en haute mer. Nous mesurons la température, la salinité, les flux de nitrates et la production de chlorophylle", précise Paul Tréguer.

Si les séries de mesures sont encore trop courtes pour tirer des conclusions définitives ou des modèles de prédiction fiables, une curieuse observation a cependant d'ores et déjà été réalisée. "Alors que les taux de nitrates augmentent, on constate paradoxalement que la production de chlorophylle baisse ! Selon toute hypothèse - mais cela reste encore à prouver définitivement - nous pensons que cette disparition de la chlorophylle est liée à la pression qu'exerce la colonie de crépidules. Ces

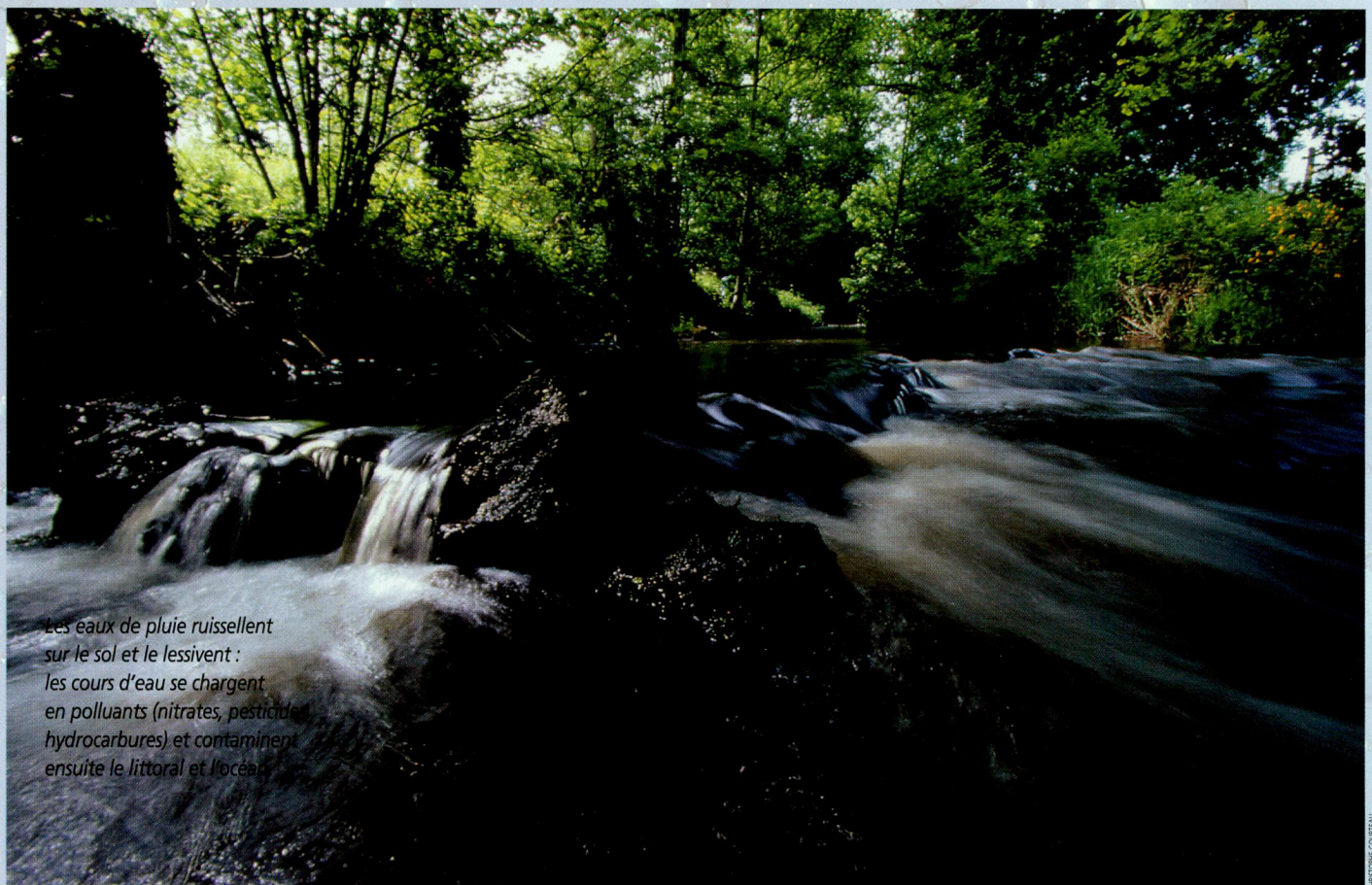
coquillages parasites profiteraient d'une augmentation de la chlorophylle, elle-même liée à l'augmentation des nitrates, pour brouter à satiété les algues chlorophylliennes et se développer. Et donc pour faire diminuer la chlorophylle."

Un prélèvement toutes les semaines ne permet pas d'avoir une précision suffisante : il présente le risque d'être effectué à côté de certains événements. En effet, il suffit de six heures pour que l'eau douce soit apportée au système marin. C'est pourquoi, en juillet dernier une bouée Marel Iroise a été installée. Ce système automatique réalise des mesures toutes les vingt minutes par pompage de l'eau (les

appareils étant protégés par le corps de la bouée). Un investissement de 850 000 F, financé par les collectivités locales, le CNRS et le ministère de la Recherche.

"Ces outils représentent des enjeux énormes pour tous les acteurs économiques. Or je suis sidéré par le peu d'aide de la Région à la recherche sur l'environnement. En effet, si la Région finance certains appareils, comme la bouée Marel, nous n'avons pas un franc de fonctionnement." L'appel est lancé. ■

→ www.ifremer.fr/mareliroise/

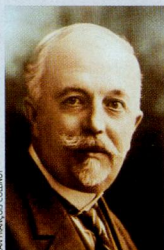


Les eaux de pluie ruissellent sur le sol et le lessivent : les cours d'eau se chargent en polluants (nitrates, pesticides, hydrocarbures) et contaminent ensuite le littoral et l'océan.

Plancoët

Une eau d'exception

Exploitée depuis la fin des années 20, la source Sassay à Plancoët est aujourd'hui la seule source d'eau minérale de Bretagne.



JEAN FRANÇOIS COLLIOT

Tout débute en 1916, lorsque le docteur Chambrin, maire et conseiller général, se lance dans une étude clinique de l'eau de la source Sassay.

L'appellation "eau minérale" était alors presque aussi difficile à obtenir qu'aujourd'hui. En effet, avec cette reconnaissance officielle, les médecins pouvaient prescrire des cures et les pharmaciens étaient autorisés à commercialiser les



JEAN FRANÇOIS COLLIOT

La SA Eaux minérales naturelles de Plancoët compte 45 salariés. Elle réalise un chiffre d'affaires de 70 MF dont 8 % à l'export.

bouteilles. Les pouvoirs publics accordent cette appellation aux eaux de la source Sassay en 1928. Et une petite production artisanale démarre.

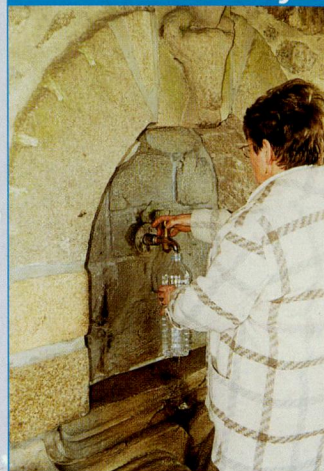
À l'époque, les publications d'Édouard-Alfred Martel (qualifié par certains comme le "père de la spéléologie") et les travaux plus scientifiques et plus anciens du géologue Bisontain Eugène Fournier avaient bien fait connaître les mécanismes d'infiltration et de minéralisation de l'eau. Le docteur Chambrin n'ignorait rien de ces études, aussi entreprit-il immédiatement de protéger le massif abritant la source. Toute activité agricole y fut interdite sur 96 hectares. Cette interdiction demeure toujours en vigueur et permet notamment de garantir une absence totale de nitrates. Cette qualité de l'eau assure un certain succès à Plancoët. En 1950, l'entreprise produit 1,5 million de cols (col est le terme officiel pour tout récipient commercialisé), puis 8,6 millions en 1960, et 22 millions aujourd'hui.

Pendant, cette croissance ne s'est pas faite sans difficulté. Ainsi, dans les années 60, l'entreprise a tenté de se diversifier avec une production sucrée gazeuse qui a été abandonnée au début des années 90 après un plan de licenciement douloureux. Aujourd'hui, propriété du groupe Nestlé-Perrier-Vittel, la société achève sa réorganisation et retrouve un véritable dynamisme en produisant, par exemple, une deuxième eau (Ste-Alix, à quelques kilomètres de Sassay) de composition très différente. ■ J.F.C.

Eaux de source et eaux minérales

Il existe une différence légale entre les appellations "eau de source" et "eau minérale". Les premières ne sont en effet soumises qu'à une seule obligation : celle de garantir la sécurité bactériologique et sanitaire de l'eau. Les secondes, par contre, doivent garantir une minéralité constante et parfaitement contrôlée à tous les stades de production. ■

La source Sassay



JEAN FRANÇOIS COLLIOT

On vient de loin pour faire le plein d'eau de la source Sassay.

L'usine d'embouteillage de Plancoët est alimentée par trois forages à 120 mètres de profondeur. 58 500 m³ annuels sont produits, 70 % sont embouteillés (80 % espérés cette année). L'eau ainsi captée par des canalisations en inox alimentaire a mis près de 10 ans à s'infiltrer par les microfissures de la roche à travers une couche de terre, puis une autre de sable, et une épaisse couche de granulite feuilletée qui est un granite à grain fin datant de l'ère du Précambrien. Les 96 hectares de surface font l'objet d'un important projet de plantation d'arbres (2 000 arbrisseaux mis en terre l'an passé). L'eau pompée est débarrassée de son fer et de son manganèse à travers des filtres à sable. Toute la chaîne se fait en chambre stérile et sous air filtré. ■



JEAN FRANÇOIS COLLIOT



JEAN FRANÇOIS COLLIOT

22 millions de bouteilles sont commercialisées chaque année par la SA Eaux minérales naturelles de Plancoët. Chaque lot nécessite 230 contrôles.

Pour en savoir plus...

Internet



L'Agence de l'eau Loire-Bretagne

Le site de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne répond à presque toutes les questions que l'on peut se poser sur la gestion de l'eau dans les bassins versants de la Loire, de la Vilaine et des côtes bretonnes et vendéennes. Les explications sur le rôle des administrations et les textes réglementaires sont claires et permettent de mieux cerner les enjeux sous-jacents à la politique de l'eau en France. Dans les rubriques "actualité" et "documentation", des informations complètes sur les métiers de l'eau, un agenda des rendez-vous liés à l'eau et une bibliographie sont mis à disposition de l'internaute.

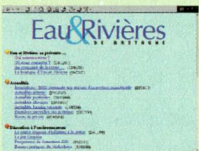
→ www.eau-loire-bretagne.fr



Le Centre d'information sur l'eau

Le site du Centre d'information sur l'eau est très complet et convivial puisque destiné à la fois aux juniors et à tous les publics. Il s'intéresse à tous les aspects de l'eau depuis les propriétés chimiques et physiques de la molécule H₂O jusqu'au douloureux sujet... de la facture ! Ainsi, les sujets comme les ressources, la qualité, le prix du service de l'eau ou la relation entre la santé et l'eau sont abordés avec pédagogie. Un site où se plonger.

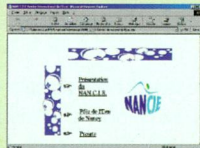
→ www.cieau.com



Eau & rivières de Bretagne

Malgré une présentation qui rappelle celle des sites amateurs, le site Internet de l'association Eau & rivières de Bretagne délivre des informations pertinentes sur l'eau des rivières et du littoral. Les principaux thèmes abordés concernent la qualité sanitaire (microbiologie), les nuisances (nitrates, phosphore) et la politique de l'eau (coût de la pollution). À chaque problème posé, un article tente de faire le tour de la réponse avec chiffres et schémas à l'appui. Les rubriques "protection de la nature", "éducation à l'environnement" et "actualité" avec des études plus spécifiques (bassins versants, pesticides, inondations) visent à élargir son auditoire et à sensibiliser l'opinion au respect de l'environnement.

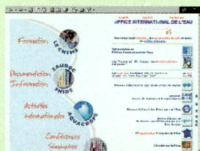
→ <http://assoc.wanadoo.fr/erb>



Le Nancie

Le Centre international de l'eau abrite, à Nancy, des laboratoires de recherche et des structures d'analyse et d'expertise. Les objectifs de ce pôle technologique s'articulent autour de l'aide aux collectivités et aux industriels, et du transfert de technologies. La coopération internationale fait partie intégrante des activités du Nancie, puisque le bureau de projets de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), sous statut international des Nations Unies, est détaché au Nancie. La réduction des risques "environnement et santé" en Europe de l'Est en est le thème de travail majeur. Le site Internet fait d'ailleurs la part belle à ce projet, laissant malheureusement sous silence les autres thématiques de développement de la structure.

→ www.nancie.asso.fr

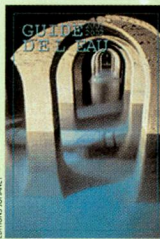


L'Office international de l'eau

L'Office international de l'eau (Oieau) réunit les organismes publics et privés impliqués dans la gestion et la protection des ressources en eau, en France et dans le monde (organisations de coopération, ministères, agences de bassin, collectivités territoriales, industriels et professionnels de l'eau). Un grand nombre de partenaires se retrouvent donc associés sur le site Internet. Celui-ci annonce toutes les informations concernant la formation aux métiers de l'eau, les conférences, la documentation et activités internationales. On regrettera toutefois l'absence de mise à jour récente du site.

→ www.oieau.fr

Guide



Le guide de l'eau

Outil de travail indispensable pour tous les professionnels du privé et du public, "Le guide de l'eau" est un ouvrage volumineux (plus de 950 pages) et complet qui décrit les missions et le rôle de tous les organismes impliqués dans le domaine de l'eau et propose une sélection de textes réglementaires récents. La vision offerte est large, depuis le niveau international jusqu'au niveau local au sein des établissements publics, des collectivités territoriales, dans les municipalités et dans l'industrie. Le guide se veut fiable, précis et d'une utilisation efficace pour répondre à des contraintes exigeantes. Cet "annuaire" de l'eau permet d'identifier rapidement les bons interlocuteurs pour répondre aux questions techniques et législatives que pose la gestion de l'eau.

→ Éditions Johanet, 30, rue René Boulanger, 75010 Paris. 1 300 F.

Événements

Le réseau e@u

Les 24 et 25 janvier derniers, le parc des expositions de Rennes accueillait le deuxième carrefour des gestions locales de l'eau auquel étaient conviés élus et professionnels du domaine



de l'eau. Ces responsables ont pu débattre des implications de la nouvelle loi sur l'eau. Ce rendez-vous a été l'occasion de dresser le bilan d'une année de fonctionnement de "Réseau e@u". Né en 2000, lors du premier carrefour des gestions locales de l'eau, "Réseau e@u" est une banque de données sur Internet issue de la mise en commun des connaissances et des savoir-faire sur l'eau alimentée par les collectivités locales. La création de cette collectivité de métiers de l'eau en ligne est à mettre au crédit de l'Association nationale des personnels de services d'assistance technique des collectivités territoriales à l'épuration et au suivi des eaux (Ansatese) et du Nancie, le Centre international de l'eau.

La Région Bretagne a annoncé, lors de ce colloque, sa volonté de s'associer à cette mutualisation des connaissances en créant le "Réseau e@u" breton. Elle souhaite ainsi soutenir les initiatives comme le programme "Bretagne eau pure". Ce réseau doit permettre de répondre aux questions des petites localités souvent démunies face aux problèmes juridiques et techniques engendrés par la gestion de l'eau. À cet effet, la Région s'est engagée à financer l'adhésion de 130 collectivités au Réseau. Les municipalités pourront ainsi soumettre leurs questions auxquelles les personnels qualifiés répondront en échangeant leur savoir-faire.

G.B.

→ Rens. : Anne-Laure Henry, directrice adjointe du Nancie, tél. 03 83 15 87 85, heryal@nancie.asso.fr

16 et 17 mars/

5^{es} Rencontres halieutiques

Rennes - À l'École nationale de la santé publique, se tiendront les 5^{es} Rencontres halieutiques autour du thème "Activités halieutiques, aménagement et gestion de la zone côtière".

22 mars/

La journée mondiale de l'eau

La date du 22 mars 2001 a été choisie pour être la journée mondiale de l'eau organisée par les Nations Unies. "L'eau et la santé" en sera le thème principal.

L'Union européenne face à la pénurie d'eau

Utiliser le prix comme outil de gestion durable

PROGRAMME EUROPEEN

Durant l'année 2000, l'Union européenne s'est penchée sur la gestion durable des ressources en eau. La directive 2000/60/CE vise à définir des politiques de tarification dans l'objectif de renforcer la durabilité de ces ressources.

La question de l'eau est l'une des priorités environnementales de la Commission européenne. La directive-cadre 2000/60/CE sur l'eau précise les lignes directrices de la politique de l'eau en Europe : il s'agit pour les États membres de jouer sur la tarification et les redevances sur l'eau pour inciter les usagers à utiliser les ressources d'une manière plus durable.

Cependant, la tarification doit être combinée à d'autres instruments pour résoudre les problèmes de ressource. Il faut également assurer une meilleure synergie avec les autres politiques de l'Union européenne comme la politique agricole commune, les politiques structurelles et de cohésion, ou le programme cadre de recherche et de développement technologique.

Dans ce contexte, le recours à des instruments économiques (taxes, redevances, aides financières, permis négociables) a pris de plus en plus d'importance et a été pleinement légitimé dans la déclaration de Rio sur l'environnement et le développement des Nations Unies en 1992, et reconnu au niveau communautaire.

Le "prix de l'eau" est défini comme étant "l'unité ou la somme globale payée par les usagers pour tous les services dont ils bénéficient dans le domaine de l'eau y compris l'environnement". Il doit inclure les coûts financiers (fourniture, administration, exploitation et entretien, capital), les coûts environnementaux (dégâts causés sur l'écosystème), et les coûts de la ressource (appauvrissement).

Chaque utilisateur doit supporter le coût de sa consommation d'eau. Pour que la tarification incite à une meilleure utilisation des ressources, les prix doivent être directement liés à la quantité d'eau consommée et/ou à la pollution produite.

Cependant, il existe de grandes différences entre les systèmes de tarification de l'eau dans les États membres. Une approche harmonisée sera donc nécessaire pour éviter les distorsions de concurrence dans le marché intérieur.

Pour des raisons de coûts et d'acceptabilité politique, l'introduction d'une nouvelle tarification devra être progressive, et le cadre institutionnel devra être adapté pour assurer la transparence des prix de l'eau par le biais de politiques d'information et de communication et de comparaisons qualité/prix.

Enfin, la question de l'échelle est également importante : les coûts financiers sont mieux évalués et gérés à l'échelle des distributeurs de services de l'eau, mais en matière environnementale, c'est l'échelle du bassin hydrographique qui est la plus appropriée.

Références : COM (2000) 477 du 27.07.2000, non publiée à ce jour. La directive 2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (Joce n° L 327 du 22/12/2000 p. 0001).

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



IUEM Institut universitaire européen de la mer de Brest

Créé le 2 mai 1997, au sein de l'Université de Bretagne occidentale, l'IUEM est un pôle pluridisciplinaire de recherches (droit, économie, géographie, sciences) et d'enseignements marins de 3^e cycle lié à plusieurs universités européennes et centré sur l'École doctorale des sciences de la mer (EDSM) qui comprend neuf formations doctorales (notamment en droit, économie, géographie, physique, chimie et biologie).

L'IUEM accueille également les étudiants du DEA européen de modélisation de l'environnement marin. Il est membre du Réseau national des stations marines, géré par le CNRS.

Il accueille 500 personnes par an, dont 150 permanents (1/3 sont rattachés au CNRS), une quarantaine de chercheurs et ingénieurs sur contrat et 340 étudiants.

Contact : IUEM - Technopôle Brest-Iroise
Site de la Pointe du Diable, place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané
Tél. 02 98 49 86 00 - Fax 02 98 49 86 09
direction.iuem@univ-brest.fr
www.univ-brest.fr/IUEM

CAREN Centre armoricain de recherches en environnement

Fondé en 2000, le Centre armoricain de recherches en environnement fédère les recherches scientifiques pluridisciplinaires menées sur les ressources naturelles géologiques et biologiques (eau, sol, sous-sol et paysages) soumises à l'influence de l'homme.

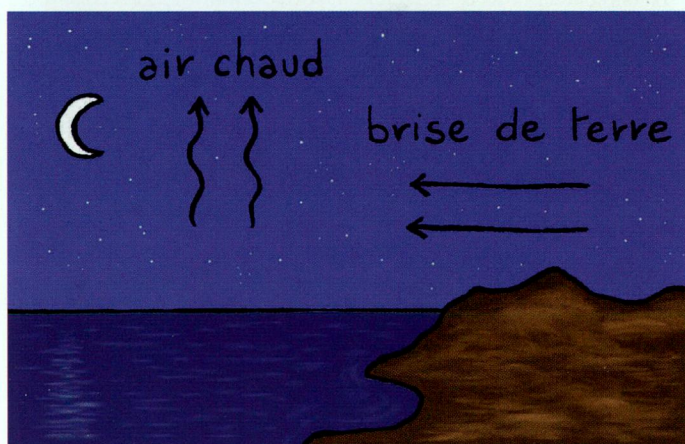
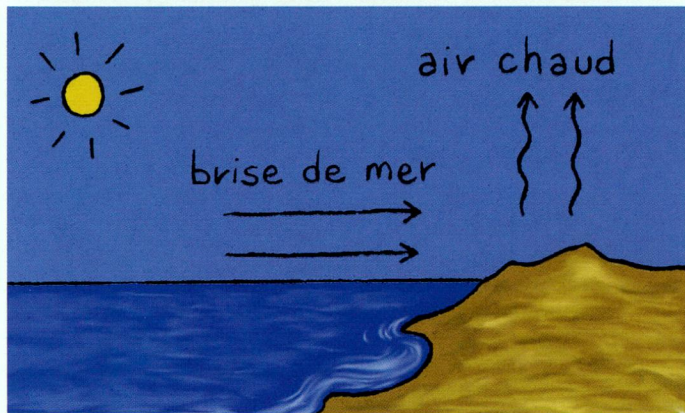
Cet institut fédératif regroupe 125 chercheurs et 80 doctorants rattachés aux différents partenaires institutionnels du Caren que sont le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), l'Institut national de la recherche agronomique (Inra), les universités Rennes 1 et Rennes 2, et l'École nationale supérieure d'agronomie de Rennes (Ensar).

Cette structure unique en France, qui associe des compétences variées, permet aux scientifiques de conduire des projets de grande ampleur tels que les programmes de recherches actuels concernant le développement de la recherche sur la maîtrise de la qualité de l'eau en Bretagne (en collaboration avec le Cemagref), et l'impact des pratiques agricoles et de l'occupation de l'espace rural sur le régime et la qualité des eaux (action collective incitative du ministère de la Recherche et de la Technologie et études sur zones ateliers).

Contact : Philippe Davy, directeur campus de Beaulieu,
35042 Rennes Cedex
Tél. 02 99 28 67 02 - Fax 02 99 28 29 92
Philippe.Davy@univ-rennes1.fr

Les vents locaux

Si les vents dominants⁽¹⁾ circulent à l'échelle de l'atmosphère terrestre, il existe aussi toute une série de vents qui soufflent localement. De la brise de mer à la tramontane, les vents locaux sont dus aux conditions régionales particulières.



Sous le soleil, la terre s'échauffe beaucoup plus vite que la mer. Sur le sol qui réfléchit la chaleur du soleil, l'air s'échauffe et s'élève ; il crée ainsi une zone de basse pression au niveau du sol, où vient s'engouffrer l'air marin, plus froid : c'est la brise de mer. La nuit, comme la terre refroidit plus vite que la mer, le mouvement s'inverse : c'est la brise de terre !

Une situation analogue se produit en montagne. Le jour, l'air des versants ensoleillés se réchauffe plus vite que celui de la vallée, ce qui provoque une brise de vallée (ou vent anabatique). Mais il se refroidit aussi plus vite la nuit : souffle alors une brise de montagne (auss appelée vent catabatique).

En "grimant" le long d'un versant montagneux, l'air provenant de la vallée se refroidit. La vapeur

d'eau dont il était chargé se condense alors : il pleut. En redescendant l'autre versant de la montagne, cet air débarrassé de son humidité se réchauffe et donc s'assèche encore plus : c'est l'effet de foehn, vent chaud et sec.

Anticyclone des Açores, dépression au sud des Alpes... et des vents, respectivement de nord et de nord-ouest, s'engouffrent dans le couloir Massif central-Massif alpin pour le premier et Pyrénées-Massif central pour le second, y subissant une forte accélération. C'est alors à toute vitesse que débouchent le mistral sur la France méditerranéenne, entre Sète et Toulon, et la tramontane sur le Roussillon, entre Sète et Toulouse. ■

⁽¹⁾ Voir Sciences Ouest n° 174 de février 2001.

Réalisé avec Sylvie Furois, CNRS et Centre de vulgarisation de la connaissance



Abonnez-vous et recevez chaque mois Sciences Ouest et son supplément Découvrir pour les 12-15 ans

Profitez de notre offre exceptionnelle !

Le minialbum inédit de Loïc Schwartz "L'an pire des sciences" offert à tout nouvel abonné

Dans la limite des stocks disponibles. Après épuisement des stocks, un cadeau d'une valeur équivalente sera envoyé.



Tarif normal

2 ANS 360 F au lieu de 440 F* soit 4 numéros gratuits
1 AN 200 F au lieu de 220 F* soit 1 numéro gratuit

Tarif étudiant (joindre un justificatif)

2 ANS 180 F au lieu de 440 F* soit 13 numéros gratuits
1 AN 100 F au lieu de 220 F* soit 6 numéros gratuits

Tarif étranger ou abonnement de soutien

2 ANS 500 F 1 AN 300 F

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
 Je désire recevoir le minialbum "L'an pire des sciences"

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 : L'Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes.

Expositions

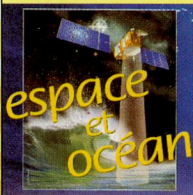
● 1^{er} février au 31 mars/ Les algues de A à Z

Lorient - L'association bretonne pour la recherche et la technologie (Abret) de Pleumeur-Bodou propose de découvrir les algues dans leur milieu naturel ainsi que leur utilisation : depuis la cueillette jusqu'à la fabrication de médicaments, de boissons, de produits de beauté, d'aliments ou encore de textiles.

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

● 2 février au 19 mai/ Espace et Océan

Brest - Océanopolis accueille jusqu'au 19 mai l'exposition "Espace et Océan" de la Cité de l'espace de Toulouse. L'observation des océans



est un véritable moyen scientifique d'étude pour la gestion écologique et économique

des eaux marines. L'exposition aborde la mer depuis un satellite, un laboratoire de recherche ou un navire. Le 2 février dernier, Michel Desjoyeaux, Joe Seeten et Catherine Chabaud, skippers du Vendée Globe Challenge, ont largué des bouées dont le trajet sera suivi par satellite. Cette opération, réalisée en partenariat avec l'exposition, a pour objectif d'étudier les courants et les vents de surface dans l'Atlantique.

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

● 12 février au 9 mars/ Le feu à Brest

C'est le mois de la science à Brest. Pour sa quinzième édition, le thème retenu est le feu. Cinq lieux pour découvrir des métiers et comprendre les phénomènes liés au feu sont à visiter : la Maison pour tous du Valy Hir avec une exposition/atelier sur les volcans et les sources hydrothermales intitulée "Au cœur des volcans" ; le Patronage laïque municipal Bergot qui présente une exposition de photographies sur les "Gens du feu" ; le Patronage laïque Guérin avec l'exposition/atelier "ExpoSoleil" ; la bibliothèque universitaire où admirer l'exposition "Un métier : volcanologue" ; et enfin le Centre socioculturel de Pontanézen qui abrite l'exposition/atelier "Esprit de feu" avec les plus belles photos du livre du même nom, paru aux éditions Étai.

Colloques

● 6 mars/ 2^{es} rencontres des start-up et des investisseurs



Rennes - La Mission pour l'électronique, l'informatique et les télécommunications de l'Ouest (Meito), la technopole de Rennes Atalante et ComValley organisent à 19h les deuxièmes rencontres des start-up du grand Ouest et des investisseurs. Avec plus de 350 start-up, 150 investisseurs et 40 institutionnels invités, de nouveaux contacts et levées de fonds sont espérés.

→Rens. : Meito, tél. 02 99 84 85 00,
info@meito.com, www.meito.com

● 7, 8 et 9 mars/ Carrefour des fournisseurs de l'industrie agroalimentaire

Rennes - Le parc des expositions accueille pendant trois jours le Carrefour des fournisseurs de l'industrie agroalimentaire (CFIA) où 1 100 exposants et marques présenteront leurs matériels, produits et savoir-faire. Le CFIA est ouvert du 7 au 9 mars entre 9h et 18h. Prix d'entrée : 100 F ou sur invitation.

→Rens. : Jangil, organisateur,
tél. 05 53 36 78 78,
http://pro.wanadoo.fr/villeneuve.jangil

● 17 mars/ Portes ouvertes à l'IUT de Saint-Brieuc

Saint-Brieuc - L'Institut universitaire de technologie de Saint-Brieuc, antenne de l'IUT de Lannion, présentera aux lycéens intéressés ses

formations en technique de commercialisation (TC), génie biologique (GB), et science et génie des matériaux (SGM).

→Rens. : IUT de Saint-Brieuc,
tél. 02 96 60 87 40.

● 20, 21, 22 mars/ Network Developments 2001

Rennes, Le Triangle - Première conférence scientifique européenne sur les réseaux haut débit, Network Developments sera l'occasion de faire un bilan des diverses technologies réseaux. Organisé par Rennes Atalante, Rennes Métropole et Novamédia, ce salon s'articulera autour de plusieurs colloques et stands de présentation des participants. Il s'adresse aux opérateurs de télécommunications, aux constructeurs de composants et d'équipements réseaux, aux SSII, mais aussi aux consultants et à tous les établissements travaillant sur ce secteur de pointe. Au programme : mardi, toute la journée, tutoriel sur le concept, l'architecture et la mise en œuvre des prochaines générations de réseaux ; mercredi, trois sessions (nouvelle intelligence des réseaux optiques, nouvel engineering de mise en œuvre des réseaux, ethernet : nouvelle solution et nouvelle génération) ; jeudi, trois sessions également (mutation de la voix sur les réseaux de nouvelle génération, le nouveau métier d'intégrateur, UMTS : itinéraires de migration).

→Rens. : Novamédia,
tél. 01 42 17 47 13.



● 24 mars/ IUT de Brest : portes ouvertes



Brest - L'Institut universitaire de technologie organise une journée "portes ouvertes". Les cinq filières de formation seront présentées aux futurs étudiants : génie biologique, génie électrique et informatique industrielle (GEII), génie mécanique et productive, gestion des entreprises et des administrations (GEA) et gestion administrative et commerciale.

→Rens. : IUT de Brest,
tél. 02 98 01 60 48.

Vous organisez un colloque
ou une conférence ?

Vous organisez une exposition
ou une formation scientifique ?

Vous souhaitez faire connaître
vos travaux de recherche,
vos innovations ?

Contactez-nous pour
paraître dans le prochain
Sciences Ouest !

Tél. 02 99 35 28 22

Fax 02 99 35 28 21

lespace-des-sciences@wanadoo.fr

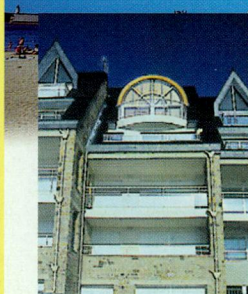
Qui a dit ?

Henri Poincaré (1854-1912).
Mathématicien. A notamment travaillé
sur la théorie des équations différentielles.
Fondateur de la topologie algébrique.

Réponse de la page 5

QUIBERON VUE SUR MER

HABITEZ FACE
À LA GRANDE
PLAGE



VISITER VOTRE APPARTEMENT

Renseignements et vente :

6 Av. de l'Atlantique 56343 CARNAC

Tél. 02 97 52 77 77



VILLA COCORICO

Face à la grande plage

Plein sud, VUE SUR MER, idéal
pour vos vacances, ce programme
immobilier occupe un emplace-
ment unique. Venez découvrir
cette villa d'exception.



Jean-Pierre
LE BAUD
PROMOTION
CARNAC

Conférences

● 6 mars et 3 avril/ Nouveaux produits à base d'algues - Cueillette et culture d'algues

Lorient - Le Centre de culture scientifique, technique et industrielle organise deux conférences les 6 mars et 3 avril prochains. Elles auront pour thèmes respectifs : "De la recherche à la commercialisation de nouveaux produits à base d'algues" et "De la cueillette à la culture d'algues...". Les conférences seront animées par Jean-Claude Yvin, ingénieur de recherche de la société Goemar à Saint-Malo (6 mars) et par Pierre Arzel, chercheur à l'Ifremer de Brest (3 avril). Ces présentations seront l'occasion de s'interroger sur les perspectives d'utilisation et de gestion de la ressource algale. Ces conférences sont organisées en parallèle à l'exposition "Les algues de A à Z". Entrée libre à bord du navire la *Thalassa*, quai de Rohan à Lorient.

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

● 13 mars/ Les risques des mélanges alcool, tabac et drogues

Rennes - Martine Étienne, animatrice au Comité départemental de prévention de l'alcoolisme, répondra aux questions du public sur le thème des risques engendrés par les mélanges entre alcool, tabac et autres produits psychoactifs. Cette rencontre s'inscrit dans le cadre des animations et débats de l'exposition "Libertés piégées" organisée par la Caisse primaire d'assurance maladie de Rennes. Rendez-vous le mardi 13 mars à 14 h, à l'Espace Santé.

→Rens. : Espace Santé, 8, rue de Coëtquen, 35000 Rennes, tél. 02 99 78 15 03.

● 20 mars/ Les médicaments du cerveau : abus, mauvaise utilisation...

Rennes - À l'Espace Santé, le professeur Allain, neuropharmacologue du Centre universitaire hospitalier, animera un débat sur les médicaments du cerveau, les abus et la mauvaise utilisation qui peut en être faite. À partir de 14 h, mardi 20 mars.

→Rens. : Espace Santé, 8, rue de Coëtquen, 35000 Rennes, tél. 02 99 78 15 03.

● 21 mars/ L'aventure du pétrole profond

Brest - Bruno Savoye, attaché à la direction des recherches océaniques à l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer), donnera une conférence sur l'exploration pétrolière dans les profondeurs de l'océan à 15 h 30 au technopôle Brest-Iroise. Entrée gratuite.

→Rens. : Ifremer, tél. 02 98 22 40 05.

● 22 mars/ Les biomolécules et la biothérapie

L'association d'échange et coordination recherche industrie (Écrin) organise une réunion sur les biomolécules et la biothérapie à Rennes, à laquelle participeront le CNRS, l'Inra et l'Ifremer. Écrin a pour objectif de mettre en relation les chercheurs issus des institutions publiques et les industriels sur des thématiques comme la santé, les communications, les transports ou les matériaux. Dans cette démarche de transfert de connaissances multidisciplinaires et intersectorielles, l'association accélère son implantation en région pour toucher plus facilement les PMI locales.

→Rens. : Association Écrin, tél. 02 51 12 45 16.

● 27 mars/ Alcool et dépendances

Rennes - Alcool et dépendances seront au centre du débat animé par M. Touffet, responsable du Comité départemental de prévention de l'alcoolisme et organisé par la Caisse primaire d'assurance maladie. Le rendez-vous est fixé à l'Espace Santé le mardi 27 mars à 14 h.

→Rens. : Espace Santé, 8, rue de Coëtquen, 35000 Rennes, tél. 02 99 78 15 03.

● 28 mars/ Rendez-vous avec le vent

Plouarzel - L'Association pour le développement des sciences à l'école (ADSE) propose une visite commentée du site de Plouarzel (29) où sont installées des éoliennes. Un exposé sur cette énergie renouvelable, ses enjeux et les projets locaux suivra la visite. L'initiative s'adresse à tous types de public. Le rendez-vous est fixé à 9 h 30 à la mairie pour la visite et à 10 h 15 à la salle polyvalente pour l'exposé.

→Rens. : ADSE, tél. 02 98 86 11 39, associationadse@free.fr, <http://associationadse.free.fr>

Formations

● Un nouveau Mastère à l'ESC de Brest



L'École supérieure de commerce de Brest ouvrira en octobre prochain un nouveau Mastère, intitulé "Pilotage de la performance et NTIC". Cette formation a pour objectif d'enseigner la maîtrise, les outils de pilotage et de mesures des performances liés aux nouvelles technologies de l'information et de la communication aux futurs contrôleurs de gestion ou directeurs financiers.

→Rens. : Gaël Trividic, responsable du pôle Mastères, tél. 02 98 34 44 44.

● Les zones humides de fond de vallée et le droit de l'environnement

En avril, le Centre régional d'initiation à la rivière (Crir) organise deux formations sur l'environnement :

Du 4 au 6 avril/Les zones humides de fond de vallée, gestion et protection. Appréhension des enjeux liés au maintien de ces zones où se déroule l'épuration des eaux superficielles et qui abritent une flore et une faune spécifiques.

Du 4 au 6 avril/De droit de l'environnement. Au cœur de cette formation, il sera exposé la réglementation et les mesures de protection des ressources naturelles, de la faune et de la flore.

Le Crir est une structure permanente de formation et d'éducation à l'environnement conjointement gérée par la commune de Belle-Isle-en-Terre et l'association "Eau & Rivières de Bretagne". Le programme de formation s'adresse aux salariés des collectivités, des associations, aux demandeurs d'emploi, aux étudiants et aux bénévoles des associations.

→Rens. : Crir - 22810 Belle-Isle-en-Terre, tél. 02 96 43 08 39, erb.crir@wanadoo.fr

FORMATION CONTINUE



UNIVERSITÉ DE RENNES 1

UFR
Structure et
Propriétés de la Matière

Validation d'acquis
professionnels et
reprise d'études
vers un diplôme
Bac+5 pour
Electroniciens,
Physiciens,
Chimistes...

DESS Composants
Electroniques

DESS Systèmes
Electroniques et
Optoélectronique

DESS Domotique et
Réseaux Intérieurs

Diplôme National
de 3^{ème} cycle.
Sept. 2001 - Juin 2002

DESS Méthodes
Spectroscopiques
d'Analyse et
Caractérisations
Physico-chimiques

CONTACT
Service
Formation
Continue

4, rue Kléber 35000 Rennes
02 99 84 39 50

Henri.Cuvellier@univ-rennes1.fr
<http://www.univ-rennes1.fr/fc>

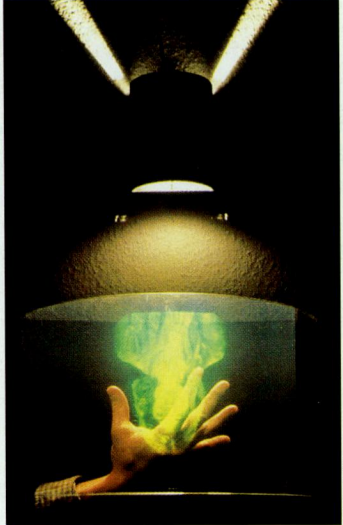
Expositions

● Rencontre dans la troisième dimension

Les hologrammes, ces images tridimensionnelles pour les yeux mais impalpables pour les mains, demeurent visibles à l'Espace des sciences jusqu'au 14 avril 2001.

L'exposition est ouverte de 12 h 30 à 18 h 30 du lundi au vendredi et de 10 h à 18 h 30 le samedi. Entrée plein tarif : 12 F, réduit : 5 F, gratuit pour les moins de douze ans accompagnés.

→ Rens. : Tél. 02 99 35 28 28.



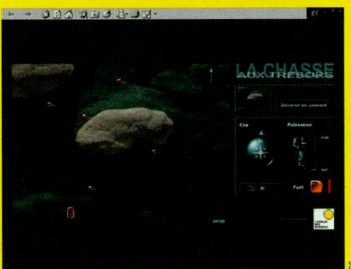
MUSEE PHOTOGRAPHIE

● Les zones humides en Bretagne

L'exposition "Zones humides en Bretagne" sera présentée dans la galerie marchande Colombia, à Rennes, du 5 au 15 mars. Abondamment illustrés par des photographies et des schémas, les panneaux de cette exposition abordent les spécificités de ces zones naturelles fragiles et typiques de la Bretagne qui doivent être protégées et respectées par l'homme.

La manipulation du mois

L'Espace des sciences présente chaque mois une initiative originale sur son site Internet : la manipulation du mois. "L'internaute découvre un jeu interactif qui illustre un principe scientifique", explique Anne Thébaud, conceptrice de cette animation. "D'un clic de souris, il détermine le déroulement du jeu en modifiant des paramètres de manière intuitive ou s'appliquant à respecter le principe qui est exposé de manière simple, courte mais scientifiquement rigoureuse. La manipulation du mois est une véritable expérimentation, cachée derrière un jeu ou une histoire."



Ainsi, l'internaute peut partir virtuellement à la chasse aux trésors à bord d'un canot à moteur. Mais il lui faut prendre garde aux récifs et aux courants, et surveiller la consommation en carburant de son bateau. Une autre façon de faire des mathématiques et des additions de vecteurs.

"Les aspects interactifs et ludiques sont novateurs et constituent une première en France", précise Anne Thébaud. "Ces animations peuvent servir de supports ou d'illustrations de cours. Jusqu'à présent, elles sont essentiellement liées à la physique, mais elles devraient aussi aborder la biologie et la chimie."

"Ces manipulations préfigurent ce que devra être l'éducation en ligne", ajoute Christopher Couzeline, commissaire d'expositions à

l'Espace des sciences. "Le support numérique est vraiment utilisé pour ce qu'il apporte de plus efficace, au niveau de la convivialité et de l'éducatif. Sans oublier qu'on peut se livrer à des expérimentations sans danger !"

G.B.

Le mois prochain, le thème retenu concernera le moment des forces ou comment la force de levier permet de payer moins d'impôts ! La manipulation du mois est accessible depuis la page d'accueil de l'Espace des sciences ou en entrant directement l'adresse suivante :

→ www.espace-sciences.org/htdocs/manip.htm

Les mercredis de la mer

L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) et l'Espace des sciences présentent les recherches menées sur le milieu marin au travers de conférences ouvertes à tous les publics. Les conférences traitent de sujets variés qui vont du littoral aux grandes profondeurs océaniques. Elles durent environ une heure, sont basées sur la projection de documents (vidéos, diapositives, transparents) et sont suivies d'un débat avec le conférencier.



● Mercredi 14 mars/ Avec vents et marées Les courants côtiers

par Pierre Garreau, direction de l'environnement littoral, service applications opérationnelles, Ifremer, Brest.

La mer est un liquide constamment en mouvement. Ce phénomène a deux origines bien connues : les courants de marée, dus à l'attraction de la Lune et du Soleil, et les courants engendrés par le rayonnement solaire, responsable lui-même du vent, du cycle des saisons, des perturbations météorologiques, des variations de la densité de l'eau de mer.

Toutes les données issues de l'étude de ces phénomènes sont "passées à la moulinette" des programmes informatiques de modélisation. Les océanographes et les spécialistes de l'environnement peuvent ainsi disposer des moyens de prévoir, sur d'assez longues durées, les déplacements des masses d'eau le long de nos côtes et, le cas échéant, des polluants qu'elles transportent.

● Mercredi 18 avril/ Les qualités du poisson De la capture à la consommation

par Luçay Han-Ching, direction des ressources vivantes, Ifremer, Nantes.

● Mercredi 2 mai/ Les flotteurs profonds Un long voyage dans l'océan

par Gérard Loaec, direction de la technologie marine et des systèmes d'information, Ifremer, Brest.

Les conférences ont lieu à Rennes à la Maison du Champ-de-Mars au 6, cours des Alliés, Rennes à 20 h 30. L'entrée est libre.

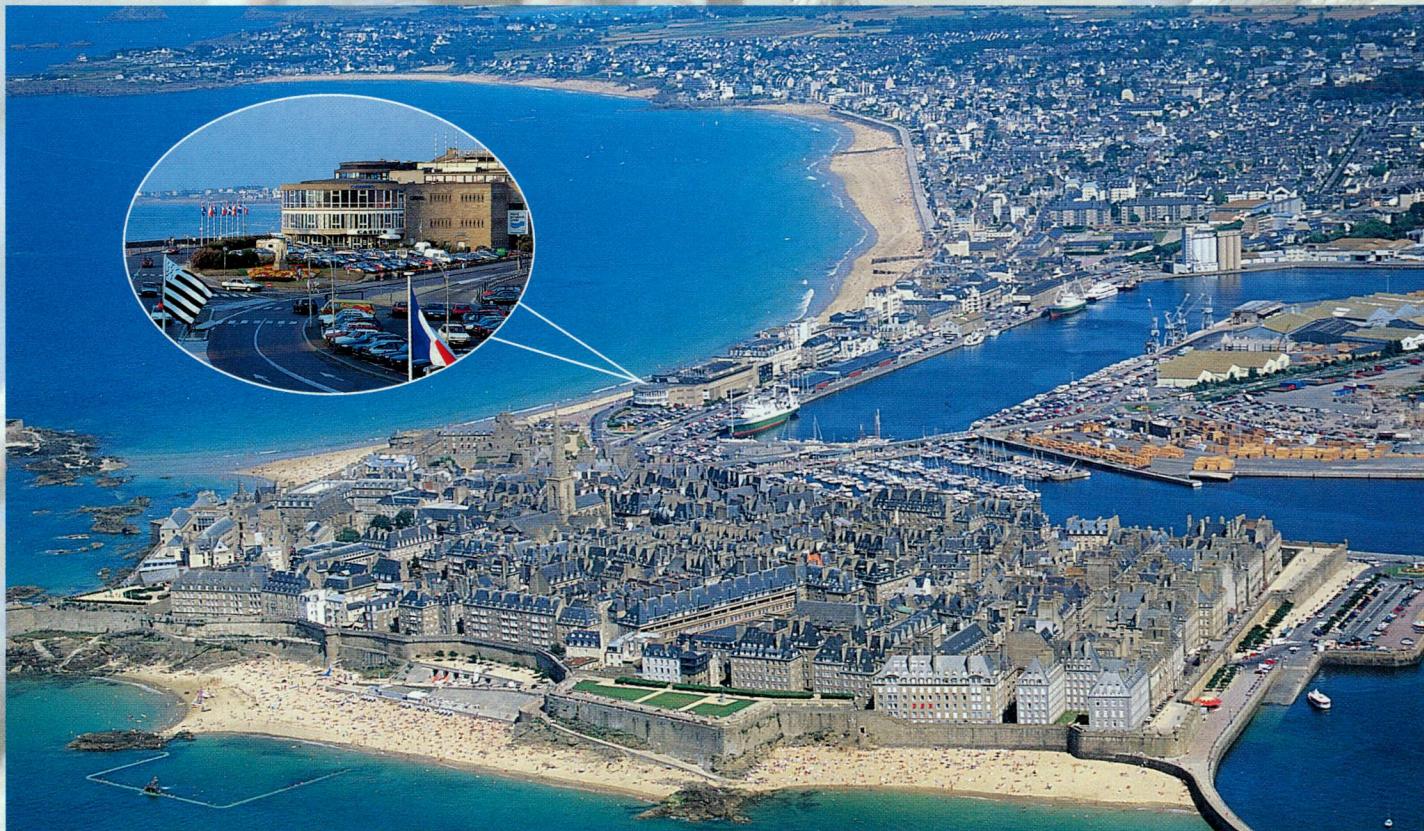
→ Pour tous renseignements, contactez : Ifremer, tél. 02 98 22 40 05 ou l'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 27.

Sur les ondes

● À l'écoute de l'Espace des sciences

Tous les mercredis, à 7 h 55 et 18 h 55, l'Espace des sciences s'invite à la radio lors de la chronique scientifique **Le rendez-vous d'Archimède**. Animée par Christophe Corlay sur RCF Alpha, l'émission, d'une durée de quatre minutes, présente un thème d'actualité scientifique régionale. Vous pouvez écouter RCF Alpha sur la bande FM : 96.3 MHz à Rennes, 94.3 MHz à Fougères et 104.5 MHz à Redon.

S A I N T - M A L O



CONGRÈS, RÉUNIONS, ÉCOLES SCIENTIFIQUES (50 à 700 personnes)
FORFAIT HÉBERGEMENT-RESTAURATION à partir de 400 FTTC par personne et par jour.

Travaillez au palais



PALAIS DU
GRAND LARGE



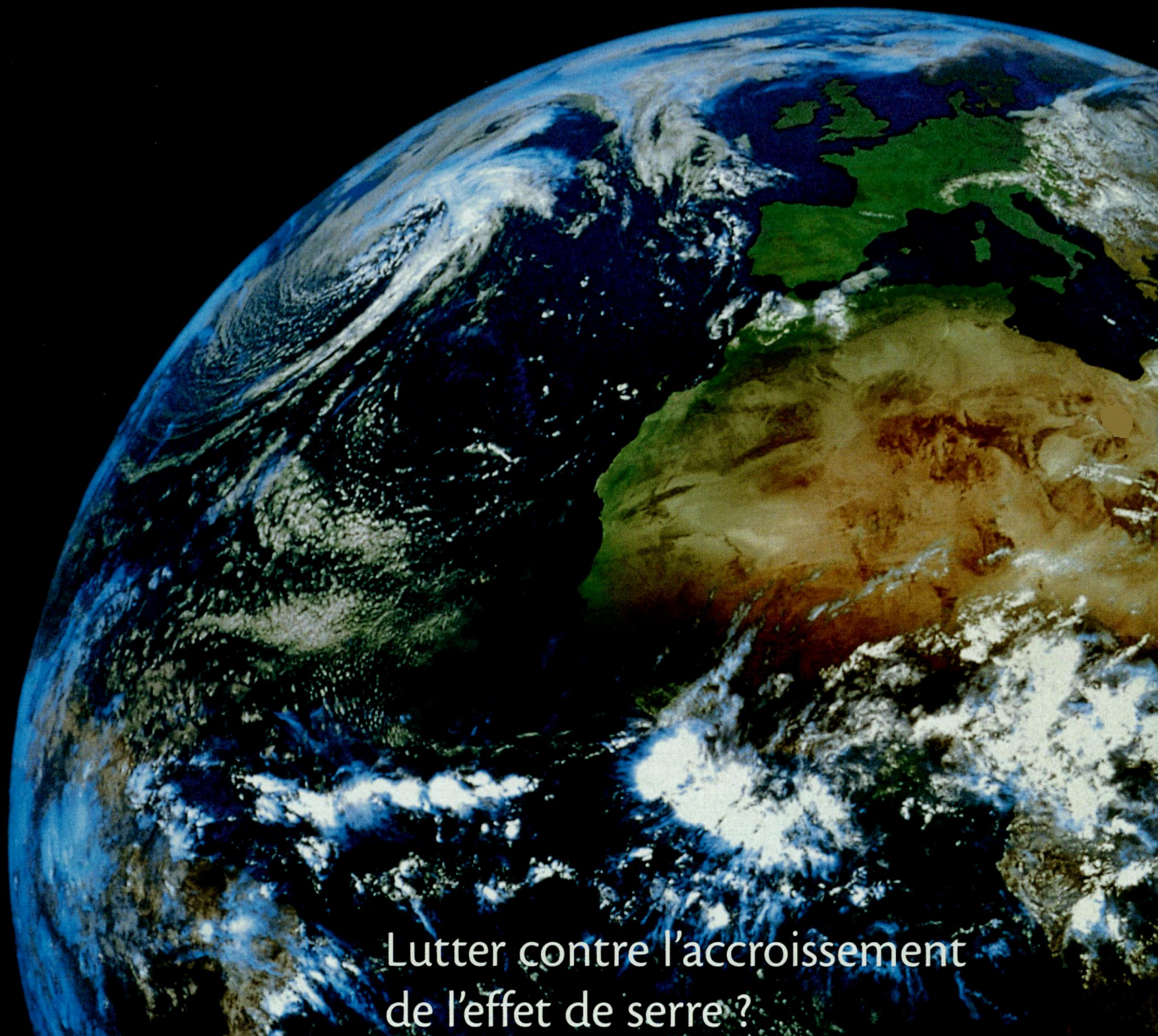
I, quai Duguay-Trouin
B.P. 109 - 35407 Saint-Malo Cedex

Tél. 02 99 20 60 20
Fax 02 99 20 60 30

e.mail : contact@pgl-congres.com
Internet : www.pgl-congres.com

Respirez au grand large

REDECOUVRONS EDF



Lutter contre l'accroissement
de l'effet de serre ?

Pour EDF, ce n'est pas
une idée en l'air.

EDF produit plus de 90 % de son électricité avec des énergies qui n'émettent pas de gaz à effet de serre.

En développant les énergies renouvelables et en favorisant les économies d'énergie, EDF participe activement au respect des accords de Kyoto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Pour une information complète, n'hésitez pas à consulter notre site www.edf.fr.



Nous vous devons plus que la lumière.