

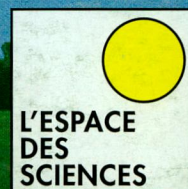
SCIENCES

Ouest

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRETAGNE N°171

L'évolution
des climats

NOV. 2000
20 F / 3,05 €



La vie des laboratoires
La 1^{re} souris transgénique bretonne... 3

La vie des laboratoires
De nouveaux atouts pour l'Ouest
contre le cancer 4

La vie des entreprises
Du frigo à l'auto : l'informatique
diffuse 5

Histoire et société
Louis Antoine : la topologie
"par les yeux de l'esprit" 6

Les sigles du mois 7

Dossier
L'évolution du climat
Chaud-froid sur le climat 9

Ifremer 10

Océans sous haute surveillance 10

Météo France 11

Beaucoup de bruit ! 11

Les océans polaires contre
l'effet de serre ! 12/13

Topex : comprendre la mer pour
comprendre la Terre 14

Les climats du passé éclairent
l'avenir 15

Qu'est-ce que l'effet de serre ?
Du bon et du mauvais ozone 16

Pour en savoir
plus... 16

La vie des laboratoires
SeaTechWeek à Brest :
la semaine de la mer 17

Les brèves 18/21

**La page de l'Espace
des sciences** 22

L'énigme mathématique du mois :

HOMME
+ FEMME
PARITE

Chaque lettre remplace un chiffre compris
entre 0 et 9. Trouver la (ou les) solution(s)
de cette équation. Réponse au prochain numéro.

Réponse de l'énigme de la référence :
Le nombre a vaut 21 200.

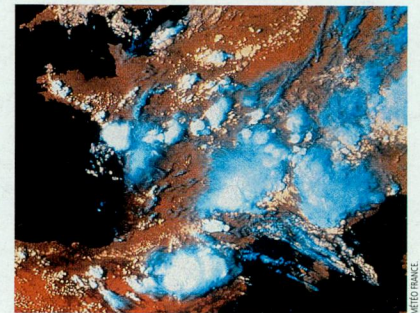
Éditorial

L'évolution des climats et l'environnement



En 1992, l'Espace des sciences crée une exposition intitulée "Chaud demain". Cette année-là est marquée par la conférence de Rio, consacrée à l'environnement et au développement. C'est l'aboutissement d'une démarche initiée par le Club de Rome et la Conférence de Stockholm en 1968 et jalonnée par le rapport Bruntland en 1987, le groupe de Toronto, la convention de Vienne en 1985, enfin la signature du protocole de Montréal en 1989 fixant les modalités d'interdiction des CFC⁽¹⁾.

Cette prise de conscience internationale sur les problèmes environnementaux est la conséquence de résultats scientifiques majeurs, obtenus grâce au lancement en 1987 de grands programmes de recherche sur les changements globaux (programmes IPBG), auxquels participent plusieurs chercheurs français dont certains nous ont fait l'honneur de donner, pour l'Espace des sciences, des conférences suivies par un public nombreux : Claude Lorius, Jean-Claude Duplessy, Gérard Mégie, Jean-François Royer, Ichtiague Rasool...



C'est aussi à cette époque que sont lancés de grands programmes océanographiques qui ont abouti à des découvertes déterminantes. Ce sont les résultats de ces recherches qui sont présentés dans ce numéro de *Sciences Ouest*. On peut se poser aujourd'hui la question des nouvelles orientations des recherches à venir. L'océanographie nous en donne une idée à travers l'étude des réponses fonctionnelles des organismes planctoniques et d'une façon générale, des communautés présentes dans ces écosystèmes. Les mêmes types de travaux se développent dans les grands écosystèmes terrestres. Tous les niveaux d'organisation de la biosphère sont concernés, depuis les processus adaptatifs individuels jusqu'aux dimensions évolutives révélatrices du devenir des espèces, y compris l'homme, dans cet environnement planétaire en perpétuel changement. ■

PAUL TRÉHEN, PRÉSIDENT DE L'ESPACE DES SCIENCES
PRÉSIDENT DU CONSEIL SCIENTIFIQUE RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT

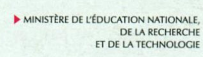
En Bretagne, de nombreux laboratoires s'intéressent à l'évolution des climats, en voici quelques-uns : l'IRD (Institut de recherche et de développement), l'Ifremer (Institut français de recherches pour l'exploitation de la mer), l'IUEM (Institut universitaire européen de la mer), l'IFRTP (Institut français pour la recherche et la technologie polaires) et le CNRS (Centre national de la recherche scientifique), sans oublier le Centre de météorologie marine de Brest et Météo France... ■

⁽¹⁾ Chlorofluorocarbones : molécules utilisées dans les aérosols et les systèmes de refroidissement, mises en cause dans la réduction de la couche d'ozone.

Tirage du n°171 : 4 500 ex. Dépôt légal n°650. ISSN 1281-2749

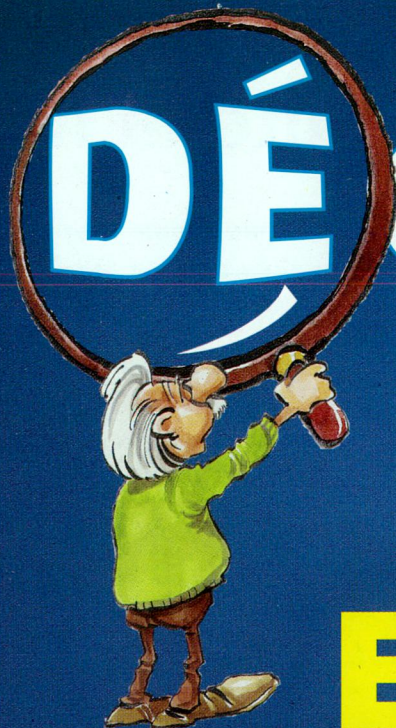
SCIENCES OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association loi de 1901), centre associé au Palais de la découverte ■ L'Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - E-mail lespace-des-sciences@wanadoo.fr - <http://www.espace-sciences.org> - 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. **Rédactrice en chef** : Hélène Tattévin. **Rédaction** : Jean François Collinot, Bernadette Ramel. **Comité de lecture** : Christian Willaime (physique-chimie-matériaux), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Carole Duigou (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



DÉCOUVRIR

SCIENCES
Ouest



Et la lumière fut...

Einstein avait raison...

Coup sur coup, les deux plus prestigieuses revues scientifiques, «Nature» et «The Physical review letters», ont publié des travaux, dans lesquelles des signaux lumineux ont été chronométrés à des vitesses supérieures à celle de... la lumière ! Un phénomène théoriquement impossible depuis les travaux d'Albert Einstein. Selon sa «Théorie de la relativité», cette vitesse (on dit : célérité), est une constante, $C = 299\,792\,458 \pm 1$ m/s, et est une vitesse impossible à dépasser. Quelle tempête dans la communauté scientifique ! Jusqu'à ce que... cette dernière «épluche» les expériences et découvre une erreur annulant les résultats. Quelles leçons tirer de ceci ? La première, c'est qu'en science, même ce qui paraît acquis doit être vérifié. La seconde, c'est qu'un chercheur peut, en toute bonne foi, commettre une erreur. Seul le regard objectif des autres permet de la corriger. Une démarche rationnelle qui fait tout l'intérêt des sciences. Au contraire des méthodes irrationnelles des «para» et «pseudo» sciences, qui n'ont de «sciences» que le nom... À méditer. ■



Dossier :

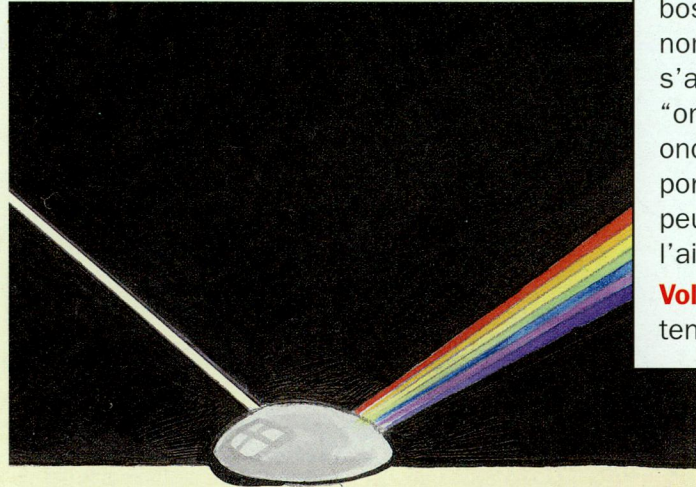
Toute la lumi

Avant de lire ce qui suit, arrêtez vous cinq minutes et essayez, sur une feuille de papier d'homme est très complexe, et que l'on apprend sans cesse de nouvelles choses sur lui (Cf. p

• La lumière... en ligne droite

L'homme s'est toujours interrogé sur la lumière. Mais il a fallu plus de 2 000 ans pour commencer à... y voir clair. Les premiers textes que l'on connaisse sur le sujet sont religieux. Selon eux, la lumière "fut créée le premier jour". Ce qui n'est pas totalement faux, puisqu'elle est apparue quelques millièmes de seconde après le **Big-Bang**. Pour les anciens Grecs, la lumière était "un rayon qui part de l'œil". C'est au XVII^e siècle, que l'astronome allemand Johannes Kepler (1571-1630), et le philosophe et mathématicien français René Descartes (1596-1650), lancent les premières explications scientifiques : la lumière est un "rayon lumineux, de propagation rectiligne, qui se réfléchit sur les objets, et qui se réfracte - change de direction - quand elle change de milieu" : en traversant un verre d'eau par exemple... Nous avons tous fait cette expérience d'être

dans une pièce sombre, traversée par un petit rayon de soleil. Celui-ci se déplace bien en ligne droite. Si l'on met un miroir, on peut "renvoyer" ce rayon sur un point précis (réflexion). Et, enfin, chacun a fait l'expérience du bâton plongé à moitié dans l'eau et qui semble "cassé", par le phénomène de réfraction.

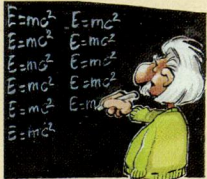


En

Big-B
désign
sion
l'origi

Longueur d'onde : Le ton est comparable vague dans l'eau. La deux points identique bosses), s'appelle la nombre d'ondulation s'appelle la fréquence "onde électromagnétique" onde qui se propage port matériel (au co peut se propager dans l'air pour "exister").

Voltmètre : Appareil tension électrique, m



À savoir...

Laser : du "concentré" de lumière

Le mot laser vient de l'anglais : *Light amplification by stimulated emission of radiation* (amplification de lumière, par émission stimulée de rayonnements). Pour en comprendre le fonctionnement, prenons un laser "simple" : celui à gaz. Dans un tube bouché à chaque extrémité par un miroir, on introduit un gaz (gaz carbonique ou argon). On y produit ensuite une décharge électrique qui va communiquer son énergie aux atomes de gaz, et les "exciter". Or, les atomes "ont horreur" de cela. Pour redevenir stables, ils "doivent" éliminer l'énergie en trop. Ce qu'ils font en émettant un photon ! Voilà pour "*l'émission stimulée de rayonnement*". Lorsqu'un atome excité est frappé par un photon, il émet un photon identique au premier. Si l'atome n'était pas excité, le photon serait "absorbé" et disparaî-

trait. Voilà pour "*l'amplification de lumière*". Dans ce processus, les deux miroirs jouent également un rôle important. Les photons sont réfléchis, ce qui augmente sans arrêt leur nombre.

Pour récupérer cette énergie, on a pratiqué dans l'un des miroirs, un trou minuscule qui va laisser passer les photons. Et, puisqu'ils sont tous identiques, cela signifie qu'ils ont tous la même **longueur d'onde** et donc la même fréquence ! On dit alors qu'ils sont "en phase" c'est-à-dire qu'il n'y a aucune interférence entre eux. Et c'est là la caractéristique du laser. Émettre une "lumière cohérente". De l'énergie "pure". À titre de comparaison, avec la même quantité de lumière que celle émise par une ampoule de 60 watts, un laser perce- ra en quelques fractions de seconde une plaque de fer. ■



et se lanc
concours
sa "Théor
restreinte
qu'un phé
(par exem
corps), da
d'expérie
reproduira
tique dan
Cela par
cela entra
breuses
physique,
vitesse c
lumière, c
Nobel d
1921, il fu
Installé au
aboutit à

ère sur... la lumière



crire une définition de la lumière. Difficile, non ? C'est que la réalité physique de ce phénomène (1). Mais au fait, que sait-on ? Visite guidée.

air...

g : Terme anglais, ant la grande explosion initiale, qui serait à e de l'Univers.

éplacement des photons à l'ondulation d'une distance qui sépare (deux creux ou deux longueur d'onde. Le en une seconde. La lumière est une ue", c'est-à-dire une ans le vide sans supportraire du son qui ne le vide. Il a besoin de

servant à mesurer la surée en Volts. ■

• La lumière ondule

En 1678, le mathématicien danois Christiaan Huygens (1629-1695), dans son "Traité de la lumière", remet cette définition en cause... Pour lui, la lumière a une nature "ondulatoire". Ce que le physicien britannique James Clerk Maxwell (1831-1879), démontrera un siècle plus tard. Sans entrer dans les équations, il y a une expérience facile à réaliser pour démontrer ce caractère ondulatoire. On fait se croiser deux rayons lumineux et, en arrière de ce point de croisement, on place un écran. Surprise, il y a des zones... sombres ! La lumière se

déplace en effet comme l'onde provoquée par un caillou qui tombe dans l'eau (onde sinusoïdale). Si deux cailloux tombent dans l'eau, les deux ondes se rencontrent et, en certains points, (que l'on peut déterminer par le calcul), un flotteur reste toujours "en haut" ou toujours "dans un creux" : ce phénomène s'appelle "interférences mécaniques". D'une certaine façon, on peut dire que les deux ondes "s'annulent". Pour la lumière, c'est exactement la même chose. On parle alors "d'interférences lumineuses".

• La lumière... en morceaux

On prend une petite plaque de métal (anode), à côté d'une tige d'un autre métal (cathode), placées dans une ampoule vide de tout air. Ensuite, on relie chacune à l'extrémité d'un voltmètre ; enfin, on éclaire

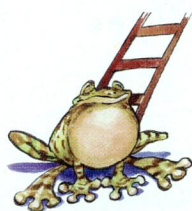
cette ampoule... le **voltmètre** détecte un courant électrique ! C'est que la lumière est une "énergie". Elle est formée de minuscules "grains d'énergie", sans masse : les photons. ■

Portrait : Albert Einstein

Né en Allemagne, à Ulm, en 1879, Einstein passe son enfance à Munich. Indiscipliné, il quitte l'école à 15 ans, seul dans l'étude des mathématiques. À 16 ans, il réussit le l'École polytechnique de Zurich (Suisse). En 1905, il publie

e de la relativité qui démontre omène physique le la chute d'un s des conditions e similaires, se de manière iden- tout l'univers. it simple mais ne de très nom- mplications en notamment : la onstante de la ans le vide. Prix physique en

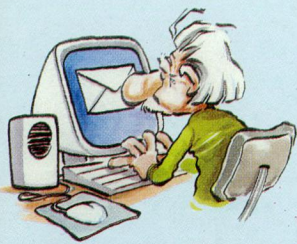
t l'Allemagne à l'arrivée d'Hitler, car il est de confession Juive. États-Unis en 1933, il travaille sur le projet "Manhattan", qui la création de la première bombe atomique. ■



Pratique...

Du blanc moins blanc que blanc

Vous avez déjà vu un arc-en-ciel. Il s'agit d'un phénomène naturel : la lumière du soleil se "réfracte" en rencontrant une chute de gouttes de pluie. C'est-à-dire que les différentes longueurs d'onde de la lumière se séparent. En fait, la lumière blanche est la résultante de la combinaison de lumières de différentes couleurs ! On peut montrer cela : prenez un cercle de carton, vous le divisez en un multiple de 7 quartiers (au moins 21 pour que cela soit plus visible). Coloriez ensuite les quartiers avec les couleurs de l'arc-en-ciel (violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge). Piquez le carton sur une épingle, et faites-le tourner assez vite : les couleurs disparaissent et le carton devient blanc ! C'est (presque), magique ! ■



Vous écrivez...

Vous voulez poser une question, raconter une expérience ou une invention ? Ecrivez à Découvrir, Jean François Collinot, Gratteloup, 22600 La Motte. Indiquez vos nom, prénom, âge et adresse. Vous pouvez mettre une photo de vous. Nous la publierons.

Dorothee, 13 ans, de Douarnenez. : "Pourquoi représente-t-on toujours les grenouilles météo, avec une échelle ?"

Il s'agit en fait d'une simplification symbolique d'un phénomène bien connu. Lorsque la pression atmosphérique augmente, les insectes ont tendance à se tenir au ras du sol. C'est pour cette raison que l'on peut annoncer le temps, en regardant les oiseaux voler. Lorsqu'ils sont au ras du sol, c'est



que la pluie n'est généralement pas loin. Les grenouilles, insectivores, ont donc tendance à remonter à la surface de l'eau, comme les truites par exemple. La petite échelle est donc là uniquement pour rappeler ce phénomène naturel. Mais aucun météorologue n'utilise cette "technique" pour faire ses prédictions ! ■



À lire, à voir, à faire...

Cadeaux de Noël

Les fêtes de Noël approchant, il est temps de chercher des idées de cadeaux à se faire offrir ! Découvrir a sélectionné pour vous quelques belles idées...

• **"Les mystère du cosmos"** : La rédaction a eu le coup de foudre pour ce superbe coffret de cinq films vidéo, de 52 minutes chacun, dressant un bilan subtile et passionnant de nos connaissances astronomiques. Un fabuleux voyage dans le système solaire, la galaxie et l'univers.



Des images époustouflantes, un texte riche et précis. Bref, un cadeau non seulement beau mais, surtout, très intelligent, que l'on peut voir et revoir sans se lasser. Et, en plus, ce n'est pas cher ! 299 F seulement ! Une production de la chaîne du savoir, la Cinquième.

<http://www.lacinquieme.fr>

• **Lumière !** : C'est certainement l'un des plus beaux CD-Rom qu'il nous ait été donné de voir. Graphismes superbes, explications claires et progressives, des heures de jeux et de découvertes. De plus, c'est un excellent outil pour réviser ses cours de physique ! Indispensable. 159 F. Gallimard.

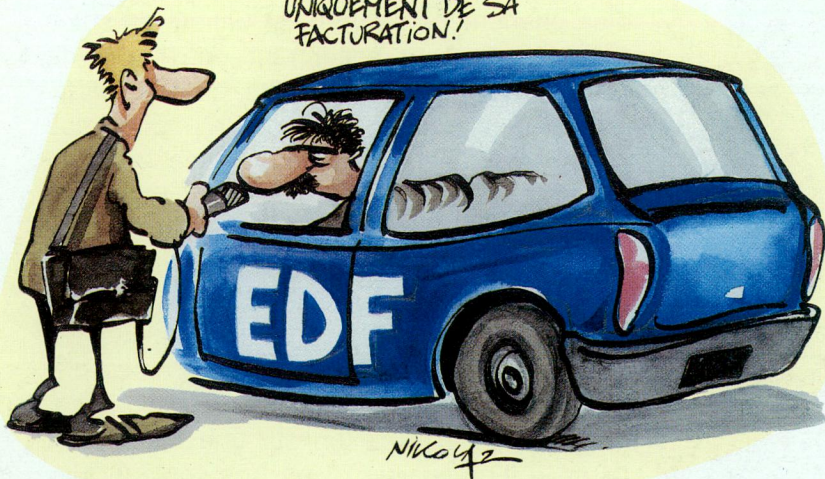


• **L'Espace des Sciences** : Vous voulez en savoir plus ? Alors, rendez-vous sur notre site Internet : <http://www.espace-sciences.org> ainsi que sur celui de notre partenaire le Télégramme de Brest et Mag'J : <http://www.presse-ecole.com> ■



Clind'œil...

D'OU VIENT LA LUMIERE ?!!! AUCUNE IDEE ! JE M'OCCUPE UNIQUEMENT DE SA FACTURATION !



Prochain dossier : Les cycles de l'eau

La 1^{re} souris transgénique bretonne

Les souris transgéniques, tout le monde connaît : la première est née aux États-Unis en 1983, œuvre géniale de Brinster et ses collaborateurs... mais ce n'est pas une raison pour ne pas saluer la première souris transgénique bretonne, d'autant plus que sa naissance, le 17 mai dernier, correspond à la mise en place sur le campus scientifique rennais, d'un nouveau laboratoire très innovant tant au niveau de ses équipements que de ses méthodes de recherche.

L'événement se situe au Germ (Groupe d'étude de la reproduction chez le mâle), un laboratoire de recherche Inserm⁽¹⁾ (U 435), dirigé par le docteur Bernard Jégou. À l'origine de l'aventure se trouvent deux chercheurs, les docteurs Daniel Guerrier (chargé de recherche Inserm) et Virginie Vallet-Erdtmann (maître de conférences à l'université Rennes 1). L'expérience qu'ils ont acquise dans deux laboratoires notoires pour la transgénèse, respectivement ceux de Robin Lovell-Badge à Londres et d'Axel Kahn à Paris, leur a permis de mettre en place un laboratoire capable de générer cette première souris transgénique bretonne (voir les partenaires en encadré).

Comment ça marche ?

La première souris transgénique américaine contenait un gène qui, intégré à son patrimoine génétique (= transgène), lui permettait de syn-

thétiser des quantités importantes d'hormone de croissance. Résultat : cette mignonne petite souris brune s'est mise à grandir anormalement pour atteindre la taille d'un rat. À Rennes, notre souris noire a en elle un "transgène" tout à fait différent : il devrait permettre de synthétiser Gata-1, une molécule potentiellement importante pour la synthèse de l'hormone sexuelle AMH (hormone anti-müllérienne). Cette hormone produite dans le testicule du fœtus provoque la régression des canaux de Müller⁽²⁾, participant ainsi à la mise en place du système génital masculin. Encore présente à des taux élevés lors de la période post-natale, elle n'est plus sécrétée qu'à des niveaux très faibles après la puberté.

Le gène de la puberté

Les récents travaux de plusieurs chercheurs du Germ, dont Charlotte Beau, actuellement en stage post-



Cette petite souris noire sera soignée comme une reine, tandis que sa descendance mâle servira aux expériences. D'autres lignées sont d'ores et déjà en cours de création afin de compléter cette étude.

HEËNE FATTION

doctoral en Californie, laissent penser que Gata-1 serait responsable de la diminution très marquée de la production d'AMH au cours de l'établissement de la puberté. Leur hypothèse de travail est alors que Gata-1, non seulement contrôlerait la synthèse de l'AMH, mais, de façon plus générale, jouerait un rôle très important dans le déclenchement de la puberté. Grâce aux futurs descendants mâles de la nouvelle souris transgénique, les chercheurs pourront étudier, *in vivo*, le rôle de Gata-1, en décalant son apparition puis sa disparition, pour voir si les phénomènes qui lui sont attribués sont décalés de manière similaire.

Quels bénéfices pour l'homme ?

"En améliorant notre connaissance des mécanismes de la mise en place de l'appareil sexuel, nous participons à l'élaboration de traitements pour les hommes touchés par des problèmes de stérilité...", explique Virginie Vallet-Erdtmann. "Nous espérons que les souris transgéniques actuellement développées au laboratoire vont représenter des modèles animaux de stérilité humaine et, de ce fait, qu'elles pourront servir pour tester sur l'animal des traitements ensuite applicables à l'homme." ■ H.T.

⁽¹⁾ Inserm : Institut national de la santé et de la recherche médicale. ⁽²⁾ Canaux de Müller : structures embryonnaires dont l'évolution aboutit à la formation des organes génitaux femelles et qui s'atrophient chez le mâle, sous l'action de l'AMH.

Des partenaires multiples

Le nouveau laboratoire répond aux normes de contrôle et de sécurité en vigueur pour les recherches en génétique. Cet investissement important (près de 4 millions de francs) a bénéficié des soutiens de l'université Rennes 1, de la FRM (Fondation pour la recherche médicale), de l'Inserm, de la Fondation Langlois, du Conseil régional de Bretagne et du Fonds national d'aménagement du territoire (Fnadt). ■



Une partie de l'équipe du nouveau laboratoire de thérapie génique de l'unité Inserm U 435, à Rennes.

HEËNE FATTION



Une autre technique de transgénèse est en cours d'étude au nouveau laboratoire : il s'agit d'injecter l'ADN dans le testicule de la souris (en rose sur la feuille d'aluminium), afin d'augmenter les chances d'obtenir une descendance transgénique.

Une autre approche de transgénèse au Germ

Une équipe nouvellement constituée au sein du Germ tente, sous la responsabilité des docteurs Thierry Guillaudeau et Bernard Jégou, de mettre au point une nouvelle technique de transgénèse qui utilise le spermatozoïde comme agent véhiculant le transgène à la descendance. Ce nouveau procédé, une fois validé, pourra trouver des applications dans le secteur industriel de l'élevage. ■

Références bibliographiques

- **Metallothionein-human GH fusion genes stimulate growth of mice.** *Science*, vol. 222, pp 809-814, 1983, R.D. Palmiter, G. Norstedt, R.E. Gelinas, R.E. Hammer et R.L. Brinster.
- **Gata-1 is a potential repressor of Anti-müllerian hormone expression during the establishment of puberty in the mouse.** *Molecular reproduction and development*, vol. 56, pp 124-138, 2000, C. Beau, M. Rauch, V. Joulin, B. Jégou et D. Guerrier.



→Contacts : Virginie Vallet-Erdtmann, tél. 02 99 28 16 86, Daniel Guerrier, tél. 02 99 28 61 26, Thierry Guillaudeau, tél. 02 99 28 16 32.

Louis Antoine (1888-1971)

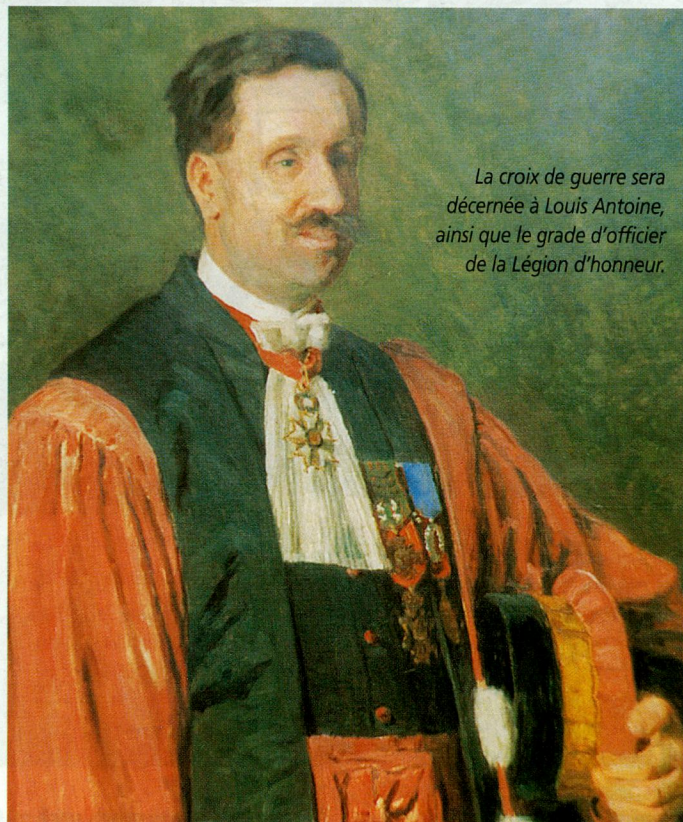
La topologie "par les yeux de l'esprit"

Quand il s'engage dans la recherche en mathématiques, Louis Antoine vient de perdre la vue dans les combats de 1917. Son infirmité ne l'empêche pas de mener à bien des travaux qui représentent un apport décisif dans une discipline méconnue, la topologie.

Agrégé de mathématiques à l'École normale supérieure en 1912, Louis Antoine est mobilisé dès le premier jour de la guerre, le 2 août 1914. Il ne tarde pas à s'illustrer au sein du 151^e régiment d'infanterie et devient capitaine alors qu'il n'a que 29 ans. Le 16 avril 1917, à Reims, une balle lui ôte les yeux alors qu'il surveille les tranchées allemandes à la jumelle. Louis Antoine apprend courageusement à vivre avec la cécité ; avec des collègues mathématiciens, il travaille bientôt à l'adaptation du langage Braille pour la notation mathématique.

Le collier d'Antoine

Il songe à poursuivre une carrière dans l'enseignement secondaire. Henri Lebesgue, éminent mathématicien de l'époque, l'en dissuade : "C'est dans le supérieur que vous serez le plus utile." Louis Antoine tient à soutenir une thèse pour y



La croix de guerre sera décernée à Louis Antoine, ainsi que le grade d'officier de la Légion d'honneur.

entrer de façon régulière ; Lebesgue le dirige alors vers la topologie, où il y a encore peu de bibliographie à traduire en Braille, espérant aussi que "les yeux de l'esprit y remplaceront la vision perdue."

Louis Antoine soutient sa thèse en juillet 1921 à Strasbourg, "Sur l'homéomorphie de deux figures et de leurs voisinages". Dans un do-

maine où il restait fort à faire, la topologie en trois dimensions, il parvient à des résultats décisifs. Il met au point la construction d'un ensemble qui a pris le nom de "collier d'Antoine" et qui interviendra dans nombre de recherches ultérieures. De plus, en reliant la topologie à la théorie des ensembles, il inaugure une voie nouvelle et féconde.

Vous avez dit "topologie" ?

La topologie (en grec, "discours sur le lieu") est une branche des mathématiques, à l'origine appelée *analysis situs* ou géométrie de position. Elle est née de l'étude des propriétés géométriques se conservant par des déformations continues, comme celles que subit un corps en caoutchouc, sans collages ni déchirements. Deux figures ainsi transformables l'une dans l'autre, comme le S et le U, sont dites "homéomorphes". L'objectif de la topologie générale est de donner un fondement mathématique précis aux notions intuitives de voisinage, de limite et de continuité. Les travaux de Louis Antoine concernent les possibilités de prolonger l'homéomorphie de deux figures aux voisinages de ces deux figures. ■

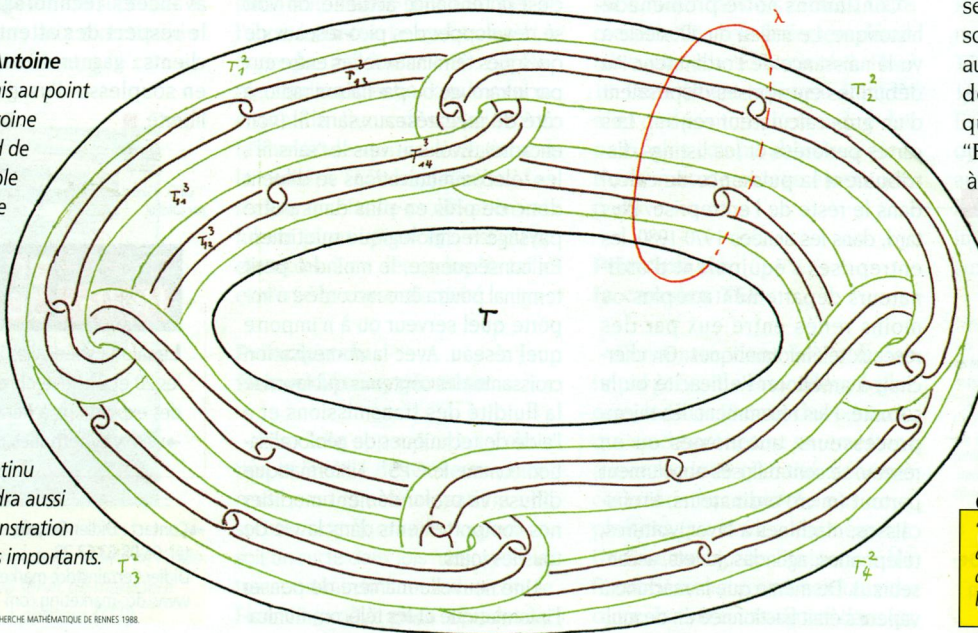
Professeur à Rennes

Dans l'enseignement, Louis Antoine fait preuve du même perfectionnisme. Il est affecté à la faculté des sciences de Rennes, où il occupe la chaire de mathématiques pures de 1925 à 1957. En dépit de sa cécité, Louis Antoine tient à assumer toutes les charges liées à son titre de professeur. Son épouse l'assiste dans la correction des copies. Il se fait signaler les déformations de son écriture pour continuer à écrire au tableau, aménagé par l'utilisation de réglettes verticales sur lesquelles sont placés des repères. "En géométrie, explique-t-il un jour à ses étudiants, j'ai un avantage sur vous. Vous voyez la figure, mais la figure tout entière ; moi, je vois la figure, mais je n'en retiens que la partie qui m'intéresse pour traiter la question." ■ B.R.

Sources : Publication de l'Immar, univ. Rennes 1, à l'occasion de la journée Louis Antoine, 18 nov. 1988.

Le collier d'Antoine

L'ensemble mis au point par Louis Antoine servit d'abord de contre-exemple pour remettre en cause certaines intuitions liées à la topologie dans l'espace. C'est un ensemble parfait discontinu qui interviendra aussi dans la démonstration de théorèmes importants.



Qui a dit ?

"Les mathématiques sont une science dans laquelle on ne sait jamais de quoi on parle, et où on ne sait jamais si ce que l'on dit est vrai."

Reponse page 18

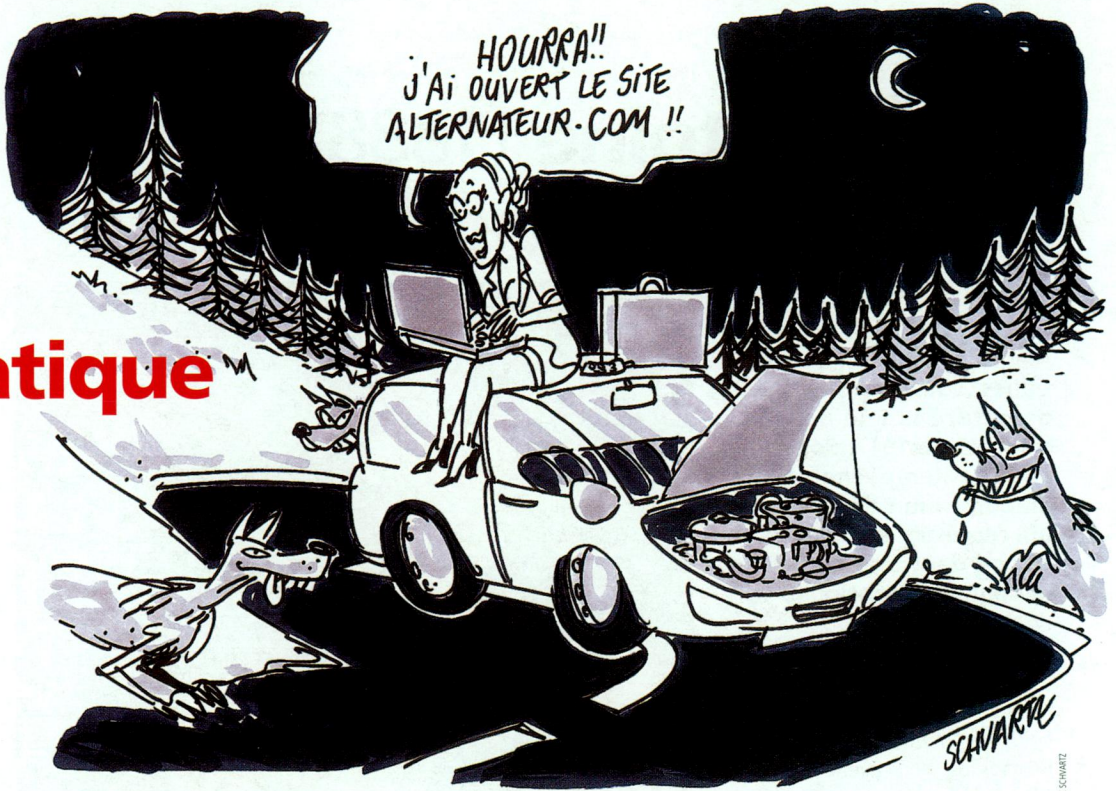
Du frigo à l'auto : l'informatique diffuse

La multiplication des terminaux reliés à Internet (téléphones mobiles, agendas électroniques, micro-ordinateurs, consoles de jeux, webphones, réfrigérateurs, téléviseurs ou voitures) va profondément modifier les habitudes des utilisateurs dans leur vie quotidienne. À la veille du salon CyberHalles 2000 consacré au commerce électronique, *Sciences Ouest* propose un éclairage sur ce futur proche.

La machine à vapeur, l'ordinateur, le réseau Internet... Quels points communs relient ces trois innovations technologiques ? Leur tendance "naturelle" à évoluer d'une grosse unité centrale vers une myriade d'individus distants. Revenons un peu en arrière pour essayer de comprendre. À la fin du 19^e siècle, les entreprises se sont approprié l'usage de l'énergie mécanique en remplacement de la force humaine. Au début, les manufactures disposaient d'une unique machine à vapeur centrale et de nombreux engrenages ou courroies distribuaient l'énergie dans l'entreprise, là où elle était nécessaire.

Les pico-réseaux

Nouvelles technologies WAP (Wireless application protocol), protocole de l'Internet mobile (qui permet de se connecter à Internet via son téléphone portable, sans fil) et UMTS (Universal mobile telephone service), système de communication à vocation universelle. Sans fil, ce système concerne toutes les applications actuelles de la radio, de la télévision, des télécoms et de la micro-informatique. ■



La révolution des moteurs électriques

Plus tard, au cours du 20^e siècle, des moteurs thermiques de plus petite taille se répandirent dans les usines. Il fallait plus de flexibilité, plus de souplesse, plus de sécurité. Un peu plus tard encore, des myriades de minuscules moteurs électriques apparurent dans les endroits les plus variés (portes, vitres ou volets automatiques, têtes d'imprimantes, haut-parleurs, rasoirs électriques, fours à micro-ondes...). Il s'agit là d'une tendance de fond apparemment irréversible.

L'ère des ordinateurs

Continuons notre promenade historique. Le milieu du 20^e siècle a vu la naissance de l'ordinateur. Au début, les entreprises disposaient d'un gros calculateur central. Les cartes perforées et les listings distribuaient la puissance de calcul dans le reste de l'entreprise. Plus tard, dans les années 1970-1980, les entreprises s'équipèrent d'ordinateurs départementaux plus ou moins reliés entre eux par des réseaux téléinformatiques. On cherchait à améliorer l'efficacité ou la sécurité. Plus récemment, les micro-processeurs, autonomes ou en réseau, se sont diffusés absolument partout (micro-ordinateurs, tiroirs-caisses, machines à laver, voitures, téléphones, agendas, jouets, ascenseurs...). De même que la machine à vapeur s'était fractionnée en de mul-

tiples petits moteurs indépendants, l'ordinateur s'est lui aussi répandu et dilué dans toutes les strates de notre vie quotidienne.

Vers la diffusion universelle

Les télécommunications n'échappent pas à cette tendance. Dans les années 1970-1980, les entreprises s'organisaient autour d'un réseau téléinformatique centralisé. Un peu plus tard, au cours des années 1980-1990, on a vu apparaître des réseaux locaux qui, petit à petit, se sont ouverts sur le monde extérieur, grâce à Internet. Il s'agissait, dans un premier temps, de réseaux filaires.

Dans un deuxième temps, et c'est la tendance actuelle, on voit se développer des pico-réseaux de quelques terminaux reliés entre eux par infrarouge ou par liaison radio, à côté de mégaréseaux sans fil (voir encadré). Évoluant vers le "sans fil", les télécommunications se diluent donc de plus en plus dans notre paysage technologique quotidien. En conséquence, le moindre petit terminal pourra être raccordé à n'importe quel serveur ou à n'importe quel réseau. Avec la numérisation croissante des contenus qui favorise la fluidité des transmissions et à l'aide de techniques de géolocalisation comme le GPS⁽¹⁾, l'informatique diffuse va profondément modifier nos comportements dans la vie de tous les jours.

Une nouvelle manière de penser l'informatique et les télécommunica-

tions devra se mettre en place pour tenir compte des connexions permanentes à Internet, de l'intelligence répartie et de la mobilité. Il nous faudra apprendre à fabriquer des modems-radios ou des GPS à très faible prix et à intégrer la géolocalisation dans tous les mobiles. Il nous faudra enfin apprendre à exploiter commercialement sur Internet cette nouvelle capacité à localiser les clients, afin de leur offrir une relation plus personnalisée en anticipant leurs besoins et en les servant juste à temps et au bon endroit.

La futurologie n'est certes pas une science exacte, mais on peut parier sans risque qu'il y aura de belles réussites chez les entreprises qui sauront exploiter ces nouvelles avancées technologiques dans le respect des attentes de leurs clients : gagner du temps, gagner en souplesse d'usage, gagner en liberté. ■ **Didier Certain**

⁽¹⁾ GPS : Global positioning system, système de géolocalisation par satellite.

CYBER 20
H@lles 00

Le salon CyberHalles 2000 aura lieu les 20 et 21 novembre 2000 au Parc des expositions à Rennes Aéroport.
→ www.cyberhalles.com

→ Contact : Didier Certain,
tél. 06 08 63 63 28,
Didier.Certain@dcc-marketing.com
www.dcc-marketing.com

Louis Antoine (1888-1971)

La topologie "par les yeux de l'esprit"

Quand il s'engage dans la recherche en mathématiques, Louis Antoine vient de perdre la vue dans les combats de 1917. Son infirmité ne l'empêche pas de mener à bien des travaux qui représentent un apport décisif dans une discipline méconnue, la topologie.

Agrégé de mathématiques à l'École normale supérieure en 1912, Louis Antoine est mobilisé dès le premier jour de la guerre, le 2 août 1914. Il ne tarde pas à s'illustrer au sein du 151^e régiment d'infanterie et devient capitaine alors qu'il n'a que 29 ans. Le 16 avril 1917, à Reims, une balle lui ôte les yeux alors qu'il surveille les tranchées allemandes à la jumelle. Louis Antoine apprend courageusement à vivre avec la cécité ; avec des collègues mathématiciens, il travaille bientôt à l'adaptation du langage Braille pour la notation mathématique.

Le collier d'Antoine

Il songe à poursuivre une carrière dans l'enseignement secondaire. Henri Lebesgue, éminent mathématicien de l'époque, l'en dissuade : "C'est dans le supérieur que vous serez le plus utile." Louis Antoine tient à soutenir une thèse pour y



La croix de guerre sera décernée à Louis Antoine, ainsi que le grade d'officier de la Légion d'honneur.

entrer de façon régulière ; Lebesgue le dirige alors vers la topologie, où il y a encore peu de bibliographie à traduire en Braille, espérant aussi que "les yeux de l'esprit y remplacent la vision perdue."

Louis Antoine soutient sa thèse en juillet 1921 à Strasbourg, "Sur l'homéomorphie de deux figures et de leurs voisinages". Dans un do-

maine où il restait fort à faire, la topologie en trois dimensions, il parvient à des résultats décisifs. Il met au point la construction d'un ensemble qui a pris le nom de "collier d'Antoine" et qui interviendra dans nombre de recherches ultérieures. De plus, en reliant la topologie à la théorie des ensembles, il inaugure une voie nouvelle et féconde.

Vous avez dit "topologie" ?

La topologie (en grec, "discours sur le lieu") est une branche des mathématiques, à l'origine appelée *analysis situs* ou géométrie de position. Elle est née de l'étude des propriétés géométriques se conservant par des déformations continues, comme celles que subit un corps en caoutchouc, sans collages ni déchirements. Deux figures ainsi transformables l'une dans l'autre, comme le S et le U, sont dites "homéomorphes". L'objectif de la topologie générale est de donner un fondement mathématique précis aux notions intuitives de voisinage, de limite et de continuité. Les travaux de Louis Antoine concernent les possibilités de prolonger l'homéomorphie de deux figures aux voisinages de ces deux figures. ■

Professeur à Rennes

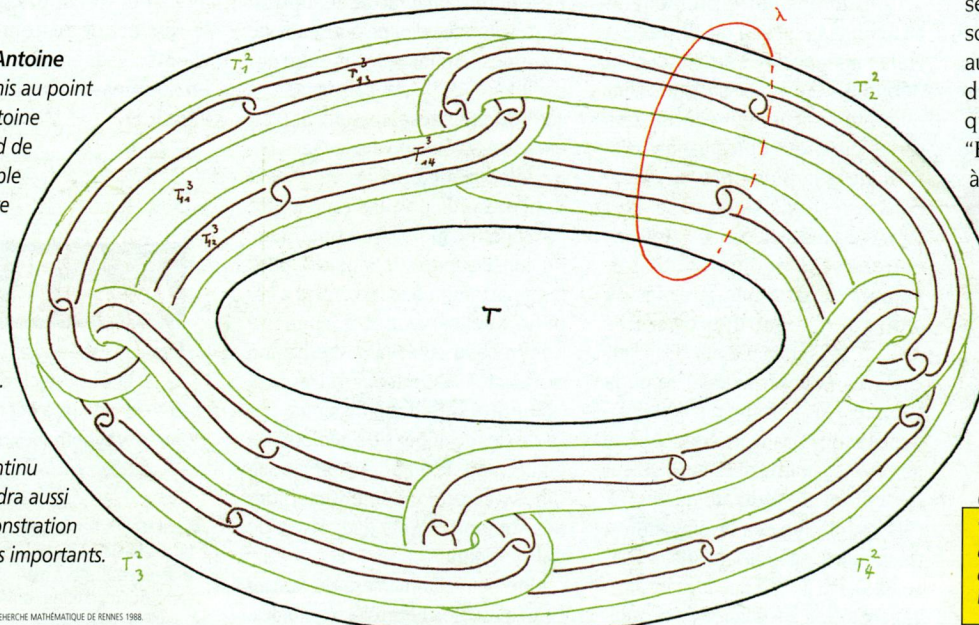
Dans l'enseignement, Louis Antoine fait preuve du même perfectionnisme. Il est affecté à la faculté des sciences de Rennes, où il occupe la chaire de mathématiques pures de 1925 à 1957. En dépit de sa cécité, Louis Antoine tient à assumer toutes les charges liées à son titre de professeur. Son épouse l'assiste dans la correction des copies. Il se fait signaler les déformations de son écriture pour continuer à écrire au tableau, aménagé par l'utilisation de réglettes verticales sur lesquelles sont placés des repères. "En géométrie, explique-t-il un jour à ses étudiants, j'ai un avantage sur vous. Vous voyez la figure, mais la figure tout entière ; moi, je vois la figure, mais je n'en retiens que la partie qui m'intéresse pour traiter la question." ■ B.R.

Sources : Publication de l'Immar, univ. Rennes 1, à l'occasion de la journée Louis Antoine, 18 nov. 1988.

Qui a dit ?

"Les mathématiques sont une science dans laquelle on ne sait jamais de quoi on parle, et où on ne sait jamais si ce que l'on dit est vrai." ■

Reponse page 18



Le collier d'Antoine

L'ensemble mis au point par Louis Antoine servit d'abord de contre-exemple pour remettre en cause certaines intuitions liées à la topologie dans l'espace. C'est un ensemble parfait discontinu qui interviendra aussi dans la démonstration de théorèmes importants.

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES MÉTÉOROLOGIQUES (CNRM)

Budget-Financement : Le CNRM dispose d'un financement de l'ordre de 50 millions de francs annuels, hors salaires de personnels, au titre de Météo France, qui reçoit une subvention annuelle du même ordre du ministère de la Recherche.

Effectif : Le CNRM dispose d'un effectif de 222 personnels titulaires et accueille en son sein en permanence une cinquantaine de visiteurs de diverses provenances (thésards, congés sabbatiques, post-doc, stages divers...). Cet effectif est réparti dans huit centres ou divisions, dont l'un à Brest : le Centre de météorologie marine (voir sigle ci-contre).

Mission : Assurer l'ensemble des activités de recherche et développement de Météo France, pour répondre en priorité aux besoins du service public en matière de météorologie : prévision météorologique, physique et dynamique de l'atmosphère, connaissance du climat, interactions entre l'homme, le climat et l'atmosphère. Les domaines de recherche couverts s'étendent aux frontières de la météorologie avec la chimie de l'atmosphère (pluies acides, ozone), l'océanographie de surface, la physique et la dynamique du manteau neigeux, l'hydrologie de surface... Ces recherches sont conduites en coopération étroite avec les laboratoires de recherche atmosphérique du CNRS et des universités, ainsi qu'avec les services de recherche étrangers.

Activités : Recherche instrumentale, expériences internationales (passées), analyse des mécanismes de base de l'atmosphère, étude du climat (dont une part importante sur les interactions entre océan et climat), modélisation et prévision numérique, pollution (intra-urbaine, régionale, à l'échelle planétaire...), neige (dont le développement d'outils pour la prévision des avalanches).

Quelques programmes de recherche multidisciplinaires auxquels participe le CNRM : Le Programme international géosphère-biosphère (PIGB), le Programme mondial de recherche sur le climat (PMRC), le Programme national de recherche sur le climat (PNEDC), le Programme national de télédétection spatiale (PNTS), le Programme atmosphère météorologique et océan superficiel (Pamos), le Programme atmosphère et océan à moyenne échelle (Patom)...

Contact : Daniel Carriole, directeur des deux centres (Paris et Toulouse).

Adresses : CNRM Toulouse, 42, avenue Gustave Coriolis, 31057 Toulouse Cedex 1, tél. 05 61 07 93 70, fax 05 61 07 96 00. CNRM Paris, 2, avenue Rapp, 75340 Paris Cedex 07, tél. 01 45 56 73 22, fax 01 45 56 73 30, <http://www.cnm.meteo.fr>

SCIENCES OUEST 171 / NOVEMBRE 2000

CENTRE DE MÉTÉOROLOGIE MARINE (CMM)

Statut juridique : Situé sur le site de l'Epshom (Établissement principal du service hydrographique et océanographique de la marine), le CMM est l'une des 8 unités du CNRM (Centre national de recherches météorologiques, voir ci-contre), créé en 1971.

Mission : Mise en œuvre des bouées de mesures, à la disposition des météorologistes et océanographes du monde entier, principalement dans le cadre du Data buoy cooperation panel (DBCP), créé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et la Commission océanographique intergouvernementale (COI). La fonction des bouées est soit opérationnelle (fourniture de données pour alimenter les modèles de prévision du temps qu'il va faire), soit de recherche scientifique (étude des interactions entre le climat, l'océan et l'atmosphère). Les données sont transmises par satellite à un centre de traitement (à Toulouse pour les balises Argos, à Darmstadt en Allemagne pour les satellites Meteosat). Elles sont ensuite mises à la disposition des chercheurs et des météorologues de la communauté internationale, via le Système mondial des transmissions.

Activités : Gestion du programme des bouées ancrées (Atlantique, Méditerranée, Antilles) • Contrôle de la qualité des données des bouées • Banque de données d'informations sur les bouées • Cartes d'index de disponibilité des bouées : ces cartes montrent la répartition des observations météorologiques effectuées à la surface des océans • Localisation des bouées • Présentation de groupes d'action du DBCP • Réalisation des pages web du Groupe européen de stations océaniques (Egos) et du Programme international de bouées pour l'océan Indien (IBPIO) • <http://www.shom.fr/meteo/egos/index.html> <http://www.shom.fr/meteo/ibpio/index.html>

Effectif : 10 personnes (5 ingénieurs, 5 techniciens).

Contact : Jean Rolland, directeur.

Adresse : Centre de météorologie marine, site de l'Epshom, 13, rue du Chatellier, BP 7302, 29273 Brest Cedex, tél. 02 98 22 18 53, fax 02 98 22 18 49, e-mail jean.rolland@meteo.fr, <http://www.shom.fr/meteo/index-fr.html>

SCIENCES OUEST 171 / NOVEMBRE 2000

PROGRAMME "ÉNERGIE, ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT DURABLE"

PROGRAMME EUROPEEN

Action clef "changements planétaires, climats et biodiversité"

Un appel à propositions pour des actions de recherche et développement technologique dans le cadre du programme spécifique "Énergie, environnement et développement durable" a été publié. Il s'agit de l'action clef "changements planétaires, climats et biodiversité" (EESD-ENV 99-2, Joce C330 du 18/11/99).

Date limite : 15 février 2001 (date indicative, à confirmer lors du lancement de l'appel prévu en novembre 2000).

Objectifs : Les enjeux sont multiples : de société d'abord (développement soutenable), économiques ensuite (la protection de l'environnement est une composante clef du développement de l'économie mondialisée), européens enfin (la politique environnementale est une compétence assumée au niveau de l'Union européenne). La science et la technologie ont un rôle essentiel à jouer dans ce processus.

Durée : Le programme s'étend sur la période 1999-2002.

Montant : À titre indicatif, le budget s'élève à 301 millions d'Euros.

Objectif : Cette action clef a pour but d'établir la base scientifique, technologique et socio-économique ainsi que les outils nécessaires pour l'étude et la compréhension des changements de l'environnement.

Domaines ciblés de recherche : • Compréhension, détection, évaluation et prédiction des processus de changements planétaires (variabilité climatique et changements climatiques soudains) • Scénarios et stratégies pour répondre aux problèmes mondiaux (atténuation et adaptation aux changements planétaires) • Composante européenne des systèmes d'observation mondiaux (meilleure exploitation des données existantes et adaptation des systèmes d'observation existants, développement d'une nouvelle capacité d'observation à long terme).

Participants : Il s'agit de promouvoir la coopération entre centres de recherche, laboratoires et universités des pays tiers et de l'Union européenne, ainsi que de faciliter la participation des Petites et moyennes entreprises (PME).

Pour toute information complémentaire, merci de contacter Alexandre Colomb au 02 99 25 41 57 ou par e-mail eic@bretagne.cci.fr



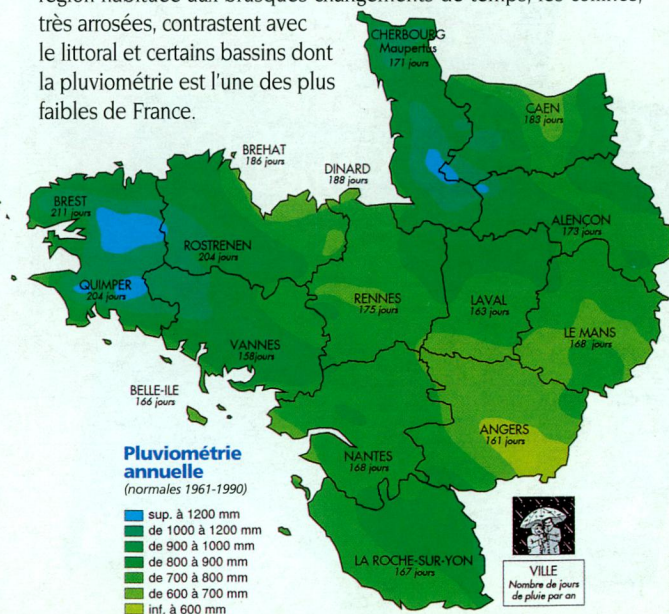
SCIENCES OUEST 171 / NOVEMBRE 2000

La Bretagne en chiffres

Le climat de l'Ouest

Un climat océanique tout en nuances

Le climat de l'ouest de la France se classe parmi les climats tempérés océaniques de la façade atlantique de l'Europe. L'influence des courants et des vents marins modère les variations diurnes et saisonnières des températures. Cependant, dans cette région habitée aux brusques changements de temps, les collines, très arrosées, contrastent avec le littoral et certains bassins dont la pluviométrie est l'une des plus faibles de France.



SCIENCES OUEST 171 / NOVEMBRE 2000

CYBER 20 H@lles 00

Le Salon Professionnel du Commerce Electronique sur Internet

3ème édition

Le rendez-vous des entreprises du Grand Ouest
avec les professionnels des solutions e-business

Toute la technologie Internet et ses applications au service
du développement de votre entreprise sur Internet

Plus de 100 exposants

- Stratégie e-business
- Formation, e-marketing
- Accès Internet, Hébergement
- Création et gestion de sites
- Paiement et sécurité
- Intranet, EDI
- Logistique
- Solutions matériels
et architecture réseaux

Temps forts et animations

- 7 Conférences - Débats
- 8 Revues de Produits Exposants
- Un Cyber Espace

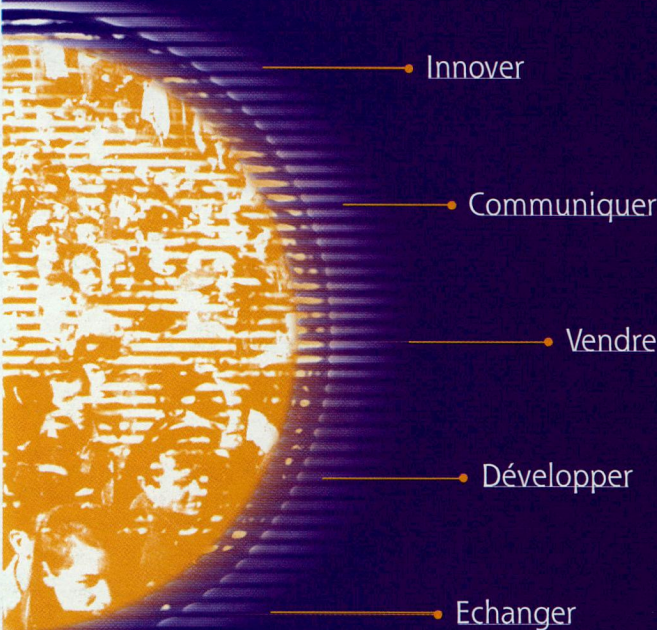
Renseignements - réservations

www.cyberhalles.com
Alter Expo - Isabelle SAYAG
Tél. : 02 99 23 74 24
E-mail : info@cyberhalles.com

Lundi 20 - Mardi 21 Novembre 2000

Parc Expo Rennes-Aéroport

Hall 5 • 9H-19H



Conception: ARCOM - GEMET

Retrouvez chaque mois Sciences Ouest + Découvrir



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

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.

* prix de vente au numéro

SC 171

L'évolution des climats

chaud-froid
sur le climat !!

Augmentation du niveau de la mer et de la température, fonte des glaces aux pôles, "trou" dans la couche d'ozone, augmentation des tempêtes et phénomènes météorologiques naturels... Autant de gros titres qui émaillent depuis quelques années nos journaux. Notre climat est-il en train de changer ? Et, si oui, comment va-t-il évoluer ?

Pas facile de répondre à ces questions. Trop de paramètres entrent en ligne de compte. Le niveau de la mer monte à Brest ? Pas sûr, car le socle tectonique s'enfonce ! Alors que dans le même temps, le nord de notre continent continue à se soulever (et donc le niveau de la mer à baisser) depuis qu'il n'a plus à porter le poids énorme des glaces de la dernière glaciation, il y a 18 000 ans ! Il y a de plus en plus de pluies catastrophiques ? Pas sûr non plus. La suppression des haies, l'augmentation des routes et parkings sont des facteurs aggravants. Une pluie équivalente, il y a vingt ans, n'aurait pas provoqué de tels dommages...

Une seule chose semble faire l'unanimité de tous les scientifiques : la température augmente. On parle le plus souvent de + 0,5°C en un siècle. Mais ce chiffre prête lui aussi à caution. Nos appareils de mesure sont infiniment plus précis que ceux d'il y a cent ans. Comment donc comparer les mesures d'hier et celles d'aujourd'hui ? ■

J.F.C.

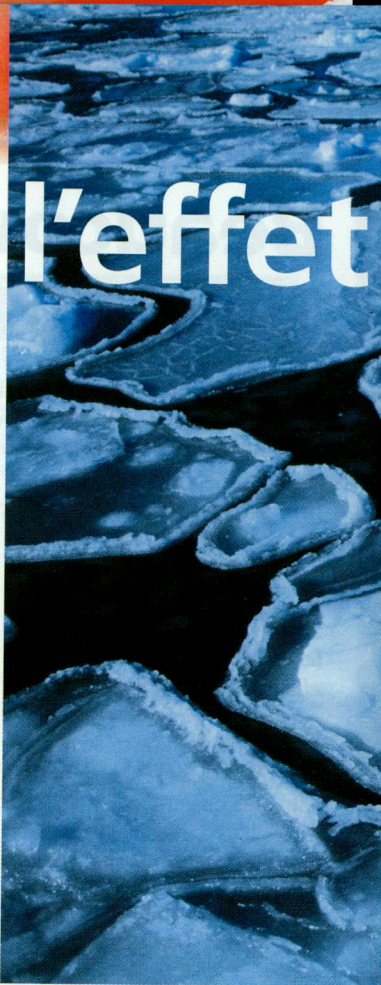
Le réchauffement en Europe

Voici quelques éléments à ne pas ignorer sur l'Europe : "La température moyenne du continent a grimpé de près de 1 degré durant le XX^e siècle"... "Les eaux de surface de nos mers ont gagné plusieurs dixièmes de degrés", "Les précipitations se sont accrues de 10 à 40 % dans le nord de l'Europe alors qu'au sud la sécheresse a crû de 20 %" ... peut-on lire dans un article de Martin Parry du Jackson Institute Norwich (Royaume-Uni), paru dans le n° 27 de *RTD Info*, le magazine de la recherche européenne.

Le réchauffement est donc avéré, il devient nécessaire d'avoir des politiques lucides par rapport au changement climatique. Trois questions se posent : Quelle est l'ampleur du réchauffement ? Quels sont ses impacts environnementaux et socio-économiques ? Comment la société peut-elle s'adapter à cette situation ? ■

P.T.





l'effet

Les océans polaires contre

L'été dernier, des chercheurs du monde entier se sont réunis à Brest autour du thème "Changements climatiques et cycle du carbone". Ils ont, entre autres, fait une étonnante annonce : l'océan Antarctique serait un important absorbeur océanique de CO₂.

Du 8 au 12 juillet dernier, 210 chercheurs venant de 19 nations se sont réunis en symposium à Brest, sous l'égide de l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM) et de l'Institut français pour la recherche et la technologie polaires (IFRTP). Cette rencontre a marqué l'aboutissement de dix années de recherches dans le cadre du programme "Southern ocean - Joint global ocean flux study" (JGOFS), initié à Brest et présidé par Paul Tréguer, directeur de l'IUEM et directeur de la Fédération de recherches CNRS 2195 (Sciences de la mer). Au menu (copieux) de cette réunion, quatre grandes questions ont été traitées.

1 Quel rôle joue l'océan Antarctique dans le cycle actuel du CO₂ ?

L'une des plus intéressantes contributions du symposium de Brest a certainement été la présentation des travaux de l'Américain Taro Takahashi. Celui-ci a en effet démontré qu'entre 35° et 50° Sud, existe ce que les spécialistes appel-

lent un "puits de CO₂" d'une rare force, puisqu'il absorbe de l'ordre de 0,6 milliard de tonnes de carbone par an. Ce qui, autrement dit, représente 30% de tout le CO₂ absorbé par l'ensemble des océans !

Pour comprendre ce phénomène, il faut d'abord se représenter les lieux... À sa limite sud, au-delà de 60°S, l'océan Austral baigne les rivages du continent. Les eaux polaires entraînées par les vents progressent vers le nord où, vers 35-50°S, elles rencontrent les eaux chaudes subtropicales des océans Atlantique, Indien et Pacifique. Les eaux froides, plus denses, plongent sous ces eaux chaudes, entraînant avec elles, vers les profondeurs, les gaz atmosphériques dont elles sont chargées. "Ce mécanisme de plongée d'eau permet l'évacuation, vers les couches profondes de l'océan mondial, de grandes quantités de gaz carbonique atmosphérique. Le CO₂ ainsi évacué ne reviendra plus à la surface de la mer avant plusieurs siècles. En fait, le puits austral de CO₂ est variable à l'échelle annuelle, comme l'a montré la Canadienne, Corinne Le Quééré. La variabilité est déterminée par une onde circumpolaire qui fait le tour de l'océan Austral en quelques années et qui est liée au courant El Niño. À ce mécanisme physique, se superpose un deuxième phénomène, amplificateur, biologique celui-là. En effet, l'interface eau chaude/eau froide est très propice à la vie. Et l'abondant phytoplancton qui s'y développe est lui aussi très consommateur de CO₂."

2 Quels sont les flux biologiques ?

Si le phénomène de puits est dorénavant avéré, reste à en comprendre les mécanismes biologiques. En effet, par voie photosynthétique (la "production primaire"), le phytoplancton consommateur de CO₂ est lui-même brouté par les crustacés planctoniques, eux-mêmes broutés par de plus grands organismes... Végétaux et animaux

font alors, de fait, excréter une partie de la matière organique qu'ils ont assimilée (et donc leur carbone) vers les profondeurs, contribuant ainsi à évacuer du carbone de la couche de surface. "Ce transport biologique de carbone est particulièrement actif dans l'océan Antarctique. Ceci est dû en particulier à l'efficacité de brouteurs tels que le krill (crevette antarctique), qui vit en bancs au voisinage de la glace de mer. Les salpes, organismes planctoniques gélatineux de pleine eau, sont aussi très exportateurs de carbone."

Pour mesurer les flux de carbone organique qui sédimentent depuis la surface des océans, les scientifiques disposent des "pièges à particules". Pour cela, ils utilisent de longues lignes (plusieurs milliers de mètres), ancrées au fond et maintenues verticales par des flotteurs. Tout au long des lignes, sont disposés de grands entonnoirs de 2 m de haut, terminés à la base par une sorte de disque, un système revolver de flacons qui collectent les particules. Ce disque tourne et présente ainsi automatiquement un flacon face à la sortie de l'entonnoir, selon un pas de temps prédéterminé. Le froid conserve ainsi plusieurs mois les matières recueillies...

3 Comment "doper la pompe biologique" ?

La production primaire, à la base de la pompe biologique, est en fait très variable selon les zones de l'océan Austral. Malgré l'abondance des matières nutritives présentes

dans les eaux de surface antarctiques, bien que l'énergie solaire incidente soit très largement suffisante en été et au printemps, "on constate que le phytoplancton n'utilise en moyenne que 20% de sel nutritif. Ceci constitue ce que nous appelons le paradoxe antarctique." Au cours des travaux entrepris dans le cadre de SO-JGOFS, ce paradoxe a été résolu. En fait, les algues planctoniques poussent mal dans les milieux froids, turbulents, brassés par les vents violents. Le phytoplancton pousse mal, également, car il manque d'oligo-éléments, notamment de fer. Les eaux de l'océan sont normalement enrichies en fer, par voie éolienne. "Mais en Antarctique, les vents soufflent sur un



Mise à l'eau du carottier géant "Calypso" à bord du Marion Dufresne.

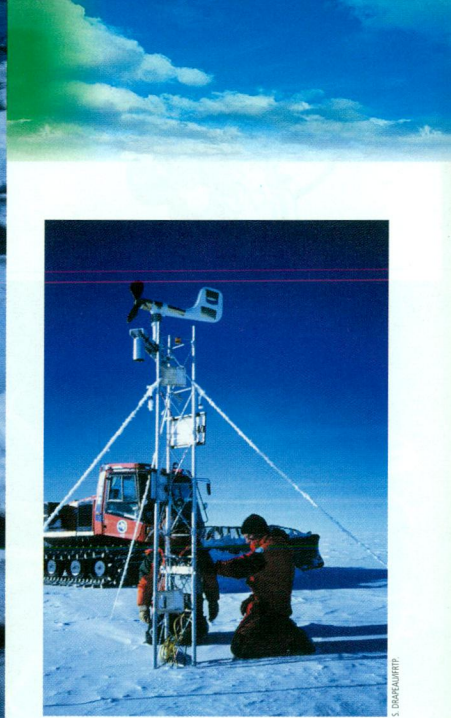


Mise en place de la gaine du tube du carottier au fond du trou de carottage.

de serre !



Morceaux de glace de mer nouvelle.



Entretien d'une antenne AWS (Automatic weather station) sur le continent antarctique.

continent glacé et ne transportent que peu de matériel tellurique ! L'océan Austral est du coup plus pauvre en fer que les autres océans." Émise en 1988, cette hypothèse a été expérimentalement démontrée en février 1999, par le Néo-Zélandais Philip Boyd, qui a procédé à un ensemencement en fer de quelques dizaines de km² d'eaux antarctiques, au sud de l'Australie. Aux États-Unis, le lobby pétrolier propose depuis cette expérience, de doper à grande échelle la production primaire antarctique pour provoquer l'absorption, par voie biologique, de grandes quantités de CO₂, diminuant ainsi l'effet de serre ! Cette idée est largement rejetée par les scientifiques, qui pensent que l'on risquerait de jouer les "apprentis sorciers"...

4 L'avenir de la Terre est-il dans le passé de l'Antarctique ?

Un autre grand débat du symposium de Brest a porté sur l'évolution des cycles climatiques et sur leur impact sur la pompe de CO₂. En accumulant du carbone organique, les sédiments marins deviennent des archives du passé. Les recherches récentes ont essentiellement porté sur ce qui s'est passé au dernier maximum glaciaire (- 18 000 ans). "À cette époque, les carottes de glace de l'Antarctique nous

apprennent que la teneur en CO₂ atmosphérique était environ 40 % plus basse que l'actuelle. En effet, les données sédimentaires et les carottes de glace nous montrent que des vents plus violents soufflaient sur la Patagonie il y a 18 000 ans. Dans ces conditions, les eaux de surface étaient plus riches en fer éolien. La production primaire devait donc être plus active."

Cette théorie des années 90 était notamment basée sur la plus grande abondance des dépôts sédimentaires d'opale (un verre organique constituant la carapace du phytoplancton siliceux antarctique). Mais elle a été sérieusement ébranlée cet été à Brest. En effet, les océanographes se sont penchés sur la façon dont les paléocéanographes interprétaient leurs données : "Le résultat est «décapant» ! En réalité, le fait de trouver des dépôts sédimentaires d'opale plus importants au dernier maximum glaciaire n'implique pas que la pompe était plus active... L'abondance d'opale est due à des mécanismes physiques et non biologiques." Une découverte que l'on doit à l'équipe de



Paul Tréguer, l'un des quatre laboratoires au monde capable de mesurer les flux de silicium (par spectrométrie de masse).

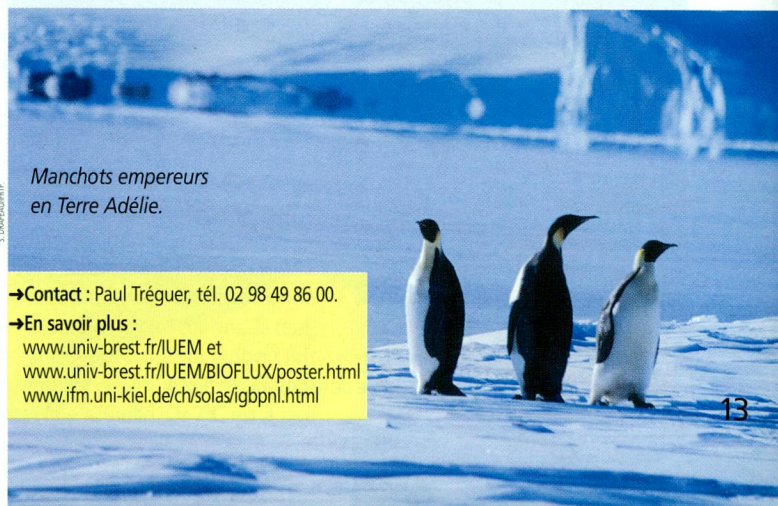
Alors, quid de l'avenir ? "Nous sommes certains maintenant de l'existence du puits actuel, mais que



État actuel du chantier de construction de la station Concordia.

va-t-il se passer dans l'avenir ?" Patrick Monfray (Gif-sur-Yvette) essaye de prédire l'avenir grâce à un modèle complexe. Il montre que si la teneur en CO₂ atmosphérique continue à croître exponentiellement, de profonds bouleversements sont à attendre d'ici quelques décennies. Plus le CO₂ atmosphérique croît, plus la tempé-

rature des eaux de surface augmente. Des océans plus chauds pourraient ne plus pouvoir dissoudre le gaz carbonique. L'Atlantique nord, aujourd'hui le principal puits connu, pourrait ne plus jouer son rôle de régulateur. Seul resterait en piste l'océan Austral... mais pour combien de temps ? ■ J.F.C.



Manchots empereurs en Terre Adélie.

→ Contact : Paul Tréguer, tél. 02 98 49 86 00.
→ En savoir plus :
www.univ-brest.fr/IUEM et
www.univ-brest.fr/IUEM/BIOFLUX/poster.html
www.ifm.uni-kiel.de/ch/solas/igbpnl.html

Qu'est-ce que l'effet de serre ?



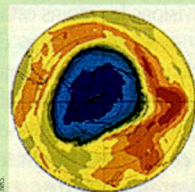
La température moyenne de notre planète résulte de l'équilibre entre le flux de rayonnement qui lui parvient du Soleil et le flux de rayonnement infrarouge renvoyé vers l'espace. La répartition de la température au niveau du sol dépend de la quantité de gaz à effet de serre (GES) présents dans l'atmosphère. Sans eux, la température moyenne serait de -18°C et la Terre serait inhabitable. Leur présence amène cette température à 15°C.

Les gaz responsables de l'effet de serre d'origine anthropique sont le gaz carbonique (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), l'ozone troposphérique (O₃) et les gaz de la famille des CFC (chlorofluorocarbène), gaz de synthèse responsables de l'attaque de la couche d'ozone. Les gaz à effet de serre sont naturellement très peu abondants. Mais du fait de l'activité humaine, la concentration de ces gaz dans l'atmosphère s'est sensiblement modifiée : ainsi, la concentration en CO₂, principal GES, a augmenté de 30% depuis l'ère préindustrielle. Les effets combinés de tous les GES équivalent aujourd'hui à une augmentation de 50% de CO₂ depuis cette période. ■

→ Contact : www.effet-de-serre.gouv.fr/fr/presentation/index.htm

Du bon et du mauvais ozone...

C'est dans la stratosphère (12 à 50 km d'altitude) que se forme l'ozone, combinaison chimique de trois atomes d'oxygène (O₃), sous l'action des rayonnements ultraviolets (UV) du soleil. La couche d'ozone ainsi formée a un rôle très important dans la protection de la vie, puisqu'en effet, l'ozone stratosphérique joue un rôle de bouclier contre les UV.



À partir de 5 photos prises le même jour (7 octobre) de 5 années consécutives (1990, 1991, 1992, 1993, 1994), les scientifiques démontrent la diminution (étendue et épaisseur) de la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique.

En 1980, plusieurs équipes de scientifiques se sont aperçues que cette couche avait tendance à s'amenuiser au point que s'est ouvert un "trou" au-dessus de l'Antarctique. Trou qui se serait formé, pour certains, par une réaction chimique entre l'ozone et les chlorofluorocarbones (CFC), des gaz inertes (théoriquement) abondamment utilisés comme réfrigérant ou comme élément de pression dans les aérosols. Les CFC sont décomposés par les UV, et le chlore se combine à l'ozone (O₃ + Cl → ClO + O₂). L'oxygène ainsi produit n'a aucun effet protecteur contre les UV. C'est pourquoi, depuis 1986, les CFC sont interdits.

Ce qui est en haut, n'est pas comme ce qui est en bas ! En effet, au niveau du sol se forme aussi de l'ozone, à partir de la transformation des millions de tonnes de polluants rejetés dans l'air : gaz d'échappements, fumées d'usines... L'ozone étant plus lourd que l'air, il ne peut monter jusqu'à la troposphère où il serait utile... En revanche, au niveau du sol, il est responsable de nombreuses maladies respiratoires, car il détruit les cellules pulmonaires. ■

Pour en savoir plus...

CD-Rom

■ Quiz météo

Édité par Météo France (à demander auprès des centres météorologiques). Un jeu très intéressant, bien illustré, pour vérifier ses connaissances et apprendre plein de choses sur la météo.

■ Météo mondiale

Édité par Météo France également, pour tout savoir sur l'évolution climatique.



■ Climats du monde

Présentation des températures et précipitations sur 4000 points du globe (sur disquette, toujours Météo France).



■ Météo France propose également une **valisette pédagogique** (panneaux d'exposition + fiches d'activité + 40 diapos + 2 vidéos + logiciel = 1 500 F).

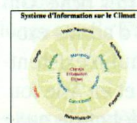
→ Contact : Météo France, direction interrégionale Ouest, tél. 02 99 65 24 11, fax 02 99 65 22 22.

Sur Internet



→ www.cnrs.fr/dossiers/dosclim/index.htm
Très beau site du CNRS. À ne pas manquer.

→ www.environnement.gouv.fr/actua/proposit/99colclimat.htm
Un site très technique mais intéressant, présentant les textes du gouvernement français et ses projets en matière de préservation de l'atmosphère.



→ www.iri.ideo.columbia.edu/fr/climate/index.html
www.iri.ideo.columbia.edu/fr/climate/monitoring/index.html
Très beau site de l'Institut de recherche américain.



→ www.lmd.jussieu.fr/en/Climat/Clim_themes.html
Plein d'informations et de contacts en ce qui concerne les modélisations du climat.

Livres

■ Gros temps sur la planète

De Jean-Claude Duplessy et Pierre Marel, Ed. Odile Jacob, 55 F.

■ Normales climatiques

Météo France, Ed. La Documentation française, 250 F. Voici un ouvrage précis et indispensable pour éviter les affirmations trop hâtives.

■ Le climat : d'hier à demain

De Sylvie Joussaume. CNRS Éditions - Centre d'études nucléaires de Saclay. 195 F. Un excellent livre, bien qu'un peu technique. Un ouvrage indispensable pour comprendre l'apport de la paléoclimatologie, de la géologie... à la modélisation et à la connaissance de l'évolution climatique.

■ La terre menacée : un laboratoire à risque ?

De Stephen Henry Schneider. Ed. Hachette, 128 F. Un livre dont l'intérêt majeur est de présenter la vision américaine de la gestion des gaz à effets de serre. Édifiant.

■ La dynamique du temps et du climat

De Marcel Leroux. Ed. Dunod. 295 F. Passionnant ! Tout ce qu'il faut savoir sur l'analyse des climats et leur évolution. Un livre de référence.

Les climats du passé éclairent l'avenir

En quittant bientôt l'Institut de géologie de l'université Rennes 1, Marie-Thérèse Morzadec fermera derrière elle la porte du laboratoire de climats du passé.

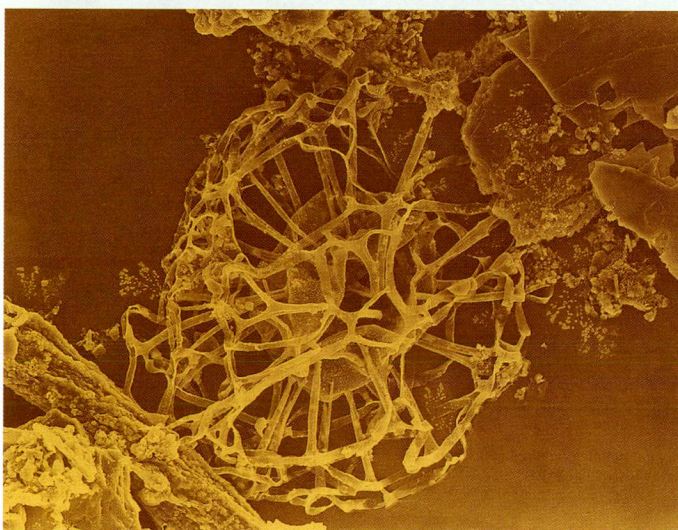
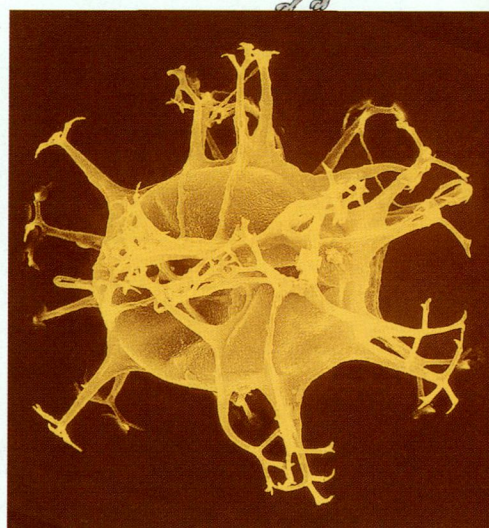
"J'ai soutenu ma thèse en 1973 sur les variations de la ligne de rivage armoricaine au quaternaire, un thème relié à l'étude des climats passés (les paléoclimats). Mes travaux ont mis en particulier en évidence une corrélation étroite entre les variations du climat et la répartition des dinoflagellés, une variété de plancton très sensible à la fois à la température de la surface des océans et à la salinité, liée elle-même à la proximité des côtes."

Applications pétrolières

Très vite, les industriels du pétrole se sont intéressés à ces travaux, qui permettent de mieux comprendre l'environnement de formation des roches pétrolifères. *"Ces thématiques n'étant pas soutenues à Rennes par le CNRS, le financement des industriels a été déterminant"*, souligne Marie-Thérèse Morzadec, qui devient ainsi une spécialiste des climats de l'ère quaternaire. Période la plus récente des temps géologiques, l'ère quaternaire commence il y a environ 2 millions d'années, et se caractérise par une succession de réchauffements et de refroidissements (les glaciations). Marie-Thérèse Morzadec travaille en France mais aussi en Tunisie, en Inde, en Guinée et contribue au développement mondial de la micropaléontologie marine et de la paléoclimatologie. L'étude d'un paramètre ne suffit pas : la paléoclimatologie étudie simultanément les données géochimiques (le rapport des isotopes de l'oxygène contenus dans les glaces, par exemple), paléontologiques (flore et faune) et stratigraphiques (superpositions des couches de sédiments). Seule la corrélation de ces données va faire apparaître l'image exacte de l'environnement d'une région à un moment précis.



PHOTO MARIE-THÉRÈSE MORZADEC



La micropaléontologie marine

Marie-Thérèse Morzadec étudie principalement les dinoflagellés⁽¹⁾ en collaboration avec d'autres chercheurs spécialistes des foraminifères⁽²⁾ et de la géochimie isotopique. Elle s'intéresse également aux pollens qui apportent des renseignements complémentaires très intéressants, par exemple sur l'histoire de la végétation en Bretagne. Il y a environ 3 millions d'années, c'était une région chaude et humide avec une végétation très riche. On retrouve des pollens d'arbres exotiques qui aujourd'hui n'existent plus qu'en Amérique et en Asie (ou dans nos parcs). Au début du quaternaire, un premier refroidissement fait descendre vers le sud toutes ces variétés subtropicales. Au réchauffement suivant, bien que les bonnes conditions de température soient restaurées, une partie de ces

espèces exotiques a définitivement disparu en France. En fait, elles n'avaient pas trouvé de refuges suffisamment méridionaux à cause de la barrière montagneuse constituée par les Pyrénées et les Alpes et la présence de la Méditerranée. La biodiversité va ainsi continuer à s'appauvrir en Europe, tandis qu'en Amérique et en Asie où les chaînes de montagnes sont orientées nord-sud, la végétation oscille librement en fonction des changements climatiques et garde sa diversité.

Le passé éclaire l'avenir

En explorant les climats passés, la paléoclimatologie peut aider à prévoir les conséquences des évolutions futures. Mais cela doit être fait avec prudence comme le montre cet exemple : il y a 8 000 ans, la température moyenne du globe était supérieure de 2°C à la température moyenne actuelle. Or 2°C est à peu

Ces trois kystes de dinoflagellés, trouvés au sud du Japon, montrent la diversité des formes de ces micro-organismes.

près le réchauffement attendu dans les 50 prochaines années, à cause de l'effet de serre. Peut-on comparer les deux situations ? *"Pas exactement"*, répond Marie-Thérèse Morzadec : *"À l'époque, la montée du niveau marin s'est produite dans une géographie très différente. Le relief étant plus marqué, la mer en montant s'est engouffrée dans des rivières très profondes."* Un réchauffement à cause de l'effet de serre provoquerait selon les prévisions les moins catastrophiques une remontée de 6 cm à la fin du prochain siècle, mais les chercheurs ne sont pas certains d'avoir intégré toutes les données, notamment celles concernant les grandes calottes glaciaires. Les conséquences seront fonction des aménagements réalisés le long des littoraux, de la végétation. Le facteur humain est le plus difficile à intégrer dans les modèles informatiques, aussi sophistiqués soient-ils. ■ **H.T.**

Référence : 1992 : "Quaternary organic-walled dinoflagellate cysts of the North Atlantic ocean and adjacent seas", A. de Vernal, L. Londeix, P. Mudie, R. Harland, M.T. Morzadec-Kerfourn, J.L. Turon, J. Wrenn in : "Neogene dinoflagellate cysts and acritarchs : american association of stratigraphic palynologists foundation", pp 289-328.

⁽¹⁾ Dinoflagellés : Ce sont des végétaux unicellulaires marins, entourés d'une coque siliceuse aux formes et motifs variés, permettant une bonne identification des espèces. ⁽²⁾ Foraminifères : Protozoaires (parents communs des végétaux et animaux) surtout marins, dont on retrouve les coquilles (tests) partout dans le monde, sous des formes très variées.

→ Contact : Marie-Thérèse Morzadec, tél. 02 99 28 61 08, Marie-Therese.Morzadec@univ-rennes1.fr

Qu'est-ce que l'effet de serre ?



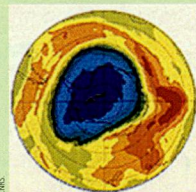
La température moyenne de notre planète résulte de l'équilibre entre le flux de rayonnement qui lui parvient du Soleil et le flux de rayonnement infrarouge renvoyé vers l'espace. La répartition de la température au niveau du sol dépend de la quantité de gaz à effet de serre (GES) présents dans l'atmosphère. Sans eux, la température moyenne serait de -18°C et la Terre serait inhabitable. Leur présence amène cette température à 15°C.

Les gaz responsables de l'effet de serre d'origine anthropique sont le gaz carbonique (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), l'ozone troposphérique (O₃) et les gaz de la famille des CFC (chlorofluorocarbène), gaz de synthèse responsables de l'attaque de la couche d'ozone. Les gaz à effet de serre sont naturellement très peu abondants. Mais du fait de l'activité humaine, la concentration de ces gaz dans l'atmosphère s'est sensiblement modifiée : ainsi, la concentration en CO₂, principal GES, a augmenté de 30% depuis l'ère préindustrielle. Les effets combinés de tous les GES équivalent aujourd'hui à une augmentation de 50% de CO₂ depuis cette période. ■

→Contact : www.effet-de-serre.gouv.fr/fr/presentation/index.htm

Du bon et du mauvais ozone...

C'est dans la stratosphère (12 à 50 km d'altitude) que se forme l'ozone, combinaison chimique de trois atomes d'oxygène (O₃), sous l'action des rayonnements ultraviolets (UV) du soleil. La couche d'ozone ainsi formée a un rôle très important dans la protection de la vie, puisqu'en effet, l'ozone stratosphérique joue un rôle de bouclier contre les UV.



À partir de 5 photos prises le même jour (7 octobre) de 5 années consécutives (1990, 1991, 1992, 1993, 1994), les scientifiques démontrent la diminution (étendue et épaisseur) de la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique.

En 1980, plusieurs équipes de scientifiques se sont aperçues que cette couche avait tendance à s'amenuiser au point que s'est ouvert un "trou" au-dessus de l'Antarctique. Trou qui se serait formé, pour certains, par une réaction chimique entre l'ozone et les chlorofluorocarbones (CFC), des gaz inertes (théoriquement) abondamment utilisés comme réfrigérant ou comme élément de pression dans les aérosols. Les CFC sont décomposés par les UV, et le chlore se combine à l'ozone (O₃ + Cl → ClO + O₂). L'oxygène ainsi produit n'a aucun effet protecteur contre les UV. C'est pourquoi, depuis 1986, les CFC sont interdits.

Ce qui est en haut, n'est pas comme ce qui est en bas ! En effet, au niveau du sol se forme aussi de l'ozone, à partir de la transformation des millions de tonnes de polluants rejetés dans l'air : gaz d'échappements, fumées d'usines... L'ozone étant plus lourd que l'air, il ne peut monter jusqu'à la troposphère où il serait utile... En revanche, au niveau du sol, il est responsable de nombreuses maladies respiratoires, car il détruit les cellules pulmonaires. ■

Pour en savoir plus...

CD-Rom

■ Quiz météo

Édité par Météo France (à demander auprès des centres météorologiques). Un jeu très intéressant, bien illustré, pour vérifier ses connaissances et apprendre plein de choses sur la météo.

■ Météo mondiale

Édité par Météo France également, pour tout savoir sur l'évolution climatique.



■ Climats du monde

Présentation des températures et précipitations sur 4 000 points du globe (sur disquette, toujours Météo France).



■ Météo France propose également une **valisette pédagogique** (panneaux d'exposition + fiches d'activité + 40 diapos + 2 vidéos + logiciel = 1 500 F).

→Contact : Météo France, direction interrégionale Ouest, tél. 02 99 65 24 11, fax 02 99 65 22 22.

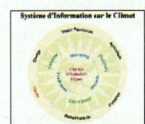
Sur Internet



→www.cnrs.fr/dossiers/dosclim/index.htm
Très beau site du CNRS. À ne pas manquer.

→www.environnement.gouv.fr/actua/proposit/99colclimat.htm

Un site très technique mais intéressant, présentant les textes du gouvernement français et ses projets en matière de préservation de l'atmosphère.



→www.iri.ldeo.columbia.edu/fr/climate/index.html
www.iri.ldeo.columbia.edu/fr/climate/monitoring/index.html

Très beau site de l'Institut de recherche américain.



→www.lmd.jussieu.fr/en/Climat/Clim_themes.html

Plein d'informations et de contacts en ce qui concerne les modélisations du climat.

Livres

■ Gros temps sur la planète

De Jean-Claude Duplessy et Pierre Marel, Ed. Odile Jacob, 55 F.

■ Normales climatiques

Météo France, Ed. La Documentation française, 250 F. Voici un ouvrage précis et indispensable pour éviter les affirmations trop hâtives.

■ Le climat : d'hier à demain

De Sylvie Joussaume. CNRS Éditions - Centre d'études nucléaires de Saclay. 195 F. Un excellent livre, bien qu'un peu technique. Un ouvrage indispensable pour comprendre l'apport de la paléoclimatologie, de la géologie... à la modélisation et à la connaissance de l'évolution climatique.

■ La terre menacée : un laboratoire à risque ?

De Stephen Henry Schneider. Ed. Hachette, 128 F. Un livre dont l'intérêt majeur est de présenter la vision américaine de la gestion des gaz à effets de serre. Édifiant.

■ La dynamique du temps et du climat

De Marcel Leroux. Ed. Dunod. 295 F. Passionnant ! Tout ce qu'il faut savoir sur l'analyse des climats et leur évolution. Un livre de référence.

SeaTechWeek à Brest

La semaine de la mer

À l'initiative de la Communauté urbaine de Brest et du Technopôle Brest Iroise, plusieurs manifestations sur les sciences et techniques de la mer sont délibérément regroupées en fin d'année sur une semaine, baptisée "SeaTechWeek", du 28 novembre au 1^{er} décembre. *Sciences Ouest* vous présente quelques événements phares, qui auront lieu au centre de congrès Le Quartz.

Les vagues "scélérates" (rogue waves en anglais)

Organisé par l'Ifremer et l'IRCN⁽¹⁾, ce symposium a pour objectifs de rassembler les connaissances disponibles sur un phénomène responsable de nombreux accidents de mer : la problématique des vagues "scélérates", d'une sévérité inattendue par rapport aux condi-

tions de mer, intéresse la construction navale et la sécurité maritime de nombreux pays.

Les 5^{es} journées d'acoustique sous-marine

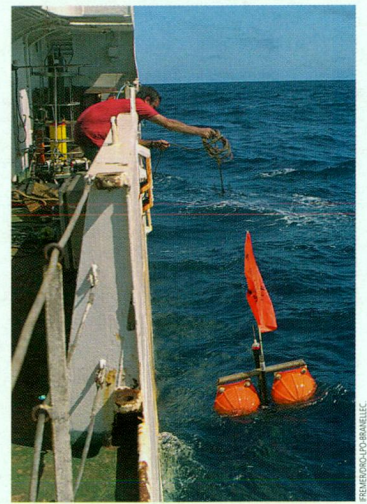
Ces rencontres se divisent en 11 sessions, réservées chacune, soit à une technologie (sonars, courantomètres, traitement du signal, simulation numérique...), soit à un domaine d'application (pêche, offshore, géologie...).

L'instrumentation océanographique

Mises en place par l'Ifremer, ces "Rencontres instrumentation océanographique" (RIO) ont pour objectif d'établir périodiquement le dialogue entre le secteur industriel et commercial. Les centres de recherche publics ou privés se retrouvent pour identifier leurs futurs partenaires et participer à un

vrai débat sur l'instrumentation océanographique du futur. Le thème retenu cette année est "l'environnement côtier et la pollution". ■ H.T.

⁽¹⁾ IRCN : Institut de recherches de la construction navale, situé à Nantes.



Les autres rendez-vous

■ 30 novembre/ Journée "Science et défense"

Cette journée comporte trois sessions : météorologie et environnement océanique, intervention sous-marine et robotique, propagations acoustiques et communications sous-marines.

→ Contact : Arlette Lion, tél. 01 45 52 47 10, arlattelion@hotmail.com

■ Toute la semaine/ Manifestations "Science et économie"

Afin de mettre en valeur le savoir-faire des entreprises brestoises dans les différents domaines de l'océanographie, la Communauté urbaine organise au Quartz un salon professionnel de 1 000 m² et des visites de laboratoires et de sites de pointe (30 novembre et 1^{er} décembre).

→ Contacts : Alain Lagrange, Ifremer, tél. 02 98 22 41 59, alain.lagrange@ifremer.fr

Gaëlle Andro, CUB, tél. 02 98 33 52 39, gaelle.andro@cub-brest.fr

Giovanna Cutela, Le Quartz Congrès, tél. 02 98 33 95 33, contact@lequartz-congrès.com

Programme complet inséré dans ce numéro de *Sciences Ouest*.

SEMAINE DES SCIENCES ET INDUSTRIES DE LA MER

DU 27 NOV. AU 1^{ER} DÉC. 2000

LE QUARTZ CONGRÈS ACCUEILLE LA SEA TECH WEEK

- 600 participants
- 5 manifestations
- 800m² d'exposition dans un même lieu



LE QUARTZ CONGRÈS
2-4 Av^e Georges Clemenceau
BP 411 - 29275 BREST cedex
Tél. 02 98 33 95 33 - Fax 02 98 33 95 50
e-mail : contact@lequartzcongrès.com



Du côté des entreprises

● TNI s'implante à Manchester

Brest : Cette jeune société brestoise spécialisée dans les Techniques nouvelles d'informatique (d'où son nom TNI), comme les systèmes temps-réels ou les automatismes industriels, avait déjà trois agences en France : Brest, Nancy et Toulouse. Ouverte en septembre 2000, l'agence de Manchester, en Angleterre, apporte des réponses logicielles aux entreprises européennes des secteurs de l'aéronautique, de l'espace et de la défense.

→Rens. : Béatrice Kerbrat, tél. 02 98 05 27 44, www.tni.fr

● Création d'entreprises à l'Anvar

Rennes : La deuxième édition du Concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes a connu un succès important avec le dépôt de 1 800 projets, dont 70 venant d'entreprises bretonnes. Parmi ces dernières, 14 ont été retenues au niveau national.

→Rens. : Valérie Thorin, tél. 02 99 38 45 45.

● Du nouveau à Rennes Atalante

Rennes : L'équipe d'animation de la technopole rennaise s'agrandit de deux nouveaux chargés de mission. Raphaëlle Lebreton, pour l'animation du pôle agro-santé-environnement, et Sylvain Coquet, pour l'appui à la création d'entreprises de technologie.

→Rens. : Corinne Bourdet, tél. 02 99 12 73 73, www.rennes-atalante.fr

● 200 entreprises bretonnes au Sial



Paris : Du 22 au 26 octobre, le Conseil régional de Bretagne et la Ccecb ont permis à quelque 40 entreprises agroalimentaires bretonnes de se regrouper sur 9 stands communs, au Salon international de l'alimentation (Sial), un salon qui reçoit tous les deux ans plus de 100 000 visiteurs en provenance de 150 pays. Parmi les nouveautés culinaires présentées par Bretagne Innovation, citons les moules Duo

fabriquées par Alrémer à Auray (56), la cuisine aux algues marines d'Alguil-wak à Molène (29), ou encore la "Récrêp" de Meslan (Crêperie morbihannaise) et les caramels aux algues fraîches de la distillerie du Plessis, à Quimper.

→Rens. : Catherine Mallevaës, tél. 02 99 27 13 56, www.sial.fr

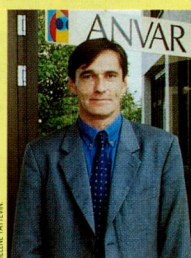


● Estar se pose à Rennes

Rennes : Basé près de Dinard, le groupe Estar (Alliance PCB et Estar) installe sur la technopole Rennes Atalante une nouvelle équipe (à terme 15 personnes), chargée de développer les systèmes de mesure hyperfréquences. Ces systèmes ont des applications dans de nombreux domaines tels que la téléphonie mobile, la télévision numérique, les radars et les systèmes de navigation et de télésurveillance.

→Rens. : Philippe Évenat, tél. 02 99 88 69 00, www.estar-systems.com

● Nouvelle antenne Anvar



Jean-Yves Lerouley est le responsable de la nouvelle antenne de l'Anvar à Quimper.

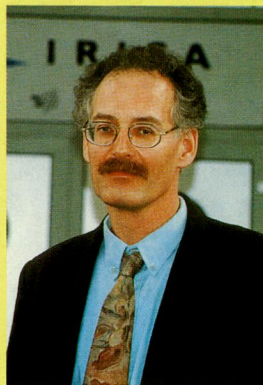
Quimper (29) : L'Association nationale pour la valorisation de la recherche (Anvar) vient d'ouvrir une nouvelle antenne à Quimper. Elle est animée par Jean-Yves Lerouley, qui constitue ainsi un contact de proximité pour les entreprises et les laboratoires de haute technologie du département de la Finistère.

→Rens. : Jean-Yves Lerouley, tél. 02 98 10 19 18.

Qui a dit ?

OUVERT ?
Bertrand Russell,
philosophe et logicien britannique
1872-1970
à l'Anvar
Réponse de la page 6

Du côté des laboratoires



L'Irisa devient aujourd'hui une Unité mixte de recherche (UMR) du CNRS. Cet Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires, qui regroupe plus de 350 personnes, est dirigé par Claude Labit.

● Les 25 ans de l'Irisa

Rennes : C'est en compagnie de Geneviève Berger, la nouvelle directrice générale du CNRS, que l'Irisa de Rennes a fêté le 13 octobre dernier son 25^e anniversaire. Sans s'endormir sur des lauriers pourtant bien mérités, l'Irisa a consacré cette journée à un important travail de prospective, dans les nombreux nouveaux domaines où les évolutions reposent sur l'informatique : bio-informatique, modélisation mathématique, génie logiciel et télécommunications. L'Irisa est ainsi un moteur essentiel à toute la recherche scientifique rennaise.

→Rens. : Gérard Paget, tél. 02 99 84 73 61, www.irisra.fr

● L'ENST Bretagne parrainée par Lucent Technologies



Brest : La grande école brestoise de télécommunications place sa promotion 2001 sous la protection d'un grand nom des télécommunications : Lucent Technologies, dont le nouveau directeur général en France, Laurent Lafarge, vient de remettre aux étudiants un chèque de 20 000 dollars. Grand groupe international, Lucent Technologies possède en Bretagne deux centres de recherche, pour lesquels il espère bien recruter de nombreux jeunes ingénieurs formés par l'École nationale supérieure des télécommunications de Bretagne (ENSTB).

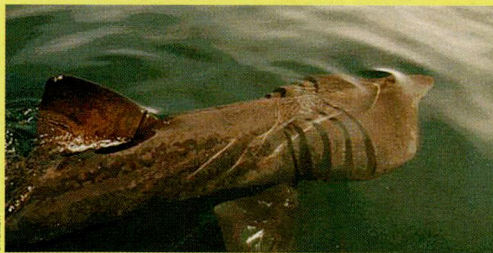
→Rens. : Marie-Catherine Mouchot, tél. 02 29 00 11 20, www.enst-bretagne.fr

● Les effectifs de Rennes 1 en hausse



Rennes : Évolution démographique oblige... Les effectifs des universités françaises sont en baisse. Mais pas à Rennes 1 ! En effet, grâce aux filières courtes (IUT + 3,2%), aux disciplines de droit (+17%), d'Administration économique et sociale (AES + 25%) et de sciences pour l'ingénieur (+29%), les effectifs sont en légère hausse malgré la baisse continue des entrées en médecine et pharmacie (-17%), Mathématiques appliquées aux

Les échos de l'Ouest



Le requin pèlerin est le deuxième plus grand poisson du monde, après le requin baleine. Mais il est aujourd'hui menacé...

● Le pèlerinage du requin suivi par satellite

Brest : L'Association brestoise pour l'étude et la conservation des séliens met en place un projet de haute technologie pour suivre les déplacements des requins pèlerins, ces monstres (12 mètres de long) inoffensifs (car mangeurs de plancton) qui croisent régulièrement dans les eaux bretonnes. Le requin pèlerin étant capable de rester plusieurs mois en plongée profonde, il faut pour suivre ses déplacements, l'équiper d'une balise Argos capable de supporter, en autonomie pendant un an, des pressions correspondant à 2 000 mètres de profondeur. Ce projet bénéficie de l'aide de l'École nationale supérieure des études et techniques d'armement (Ensiet), de l'Ifremer et de l'École nationale supérieure des télécommunications (ENST Bretagne).

→Rens. : Éric Stephan, tél. 02 98 48 25 63, apecs.fr/st/

sciences sociales (Mass, -23%) et sciences (-6%). Le président de l'université Rennes 1, Patrick Navatte, multiplie les initiatives pour améliorer l'attractivité de l'université bretonne, en créant 19 nouveaux diplômes, la plupart dits "professionnalisants" : IUP (Institut universitaire professionnalisé), DESS (Diplôme d'études supérieures spécialisées) et DEA (Diplôme d'études appliquées). Parmi les initiatives en faveur de la vie des étudiants, à noter la mise en place d'un service culturel et d'une commission pour la diffusion de la culture scientifique et technique.

→Rens. : Clarence Cormier, tél. 02 99 25 36 12, www.univ-rennes1.fr



Les camions vibrateurs utilisés pour envoyer dans le sol des ondes acoustiques jusqu'à 120 km de profondeur.



Au premier rang, de gauche à droite : Pierre Dixneuf, directeur du nouvel Institut fédératif de chimie, les trois docteurs "Honoris Causa" Maurice Brookhart, Ryoji Noyori et Wolf Peter Fehlhammer et le professeur René Dabard.

● Du 18 au 20 septembre/ Trois chimistes à l'honneur

Rennes : Dans le cadre du Congrès national de la société française de chimie et du lancement de l'Institut de chimie de Rennes, présidé par le professeur Pierre Dixneuf, le président de l'université Rennes 1, Patrick Navatte, a remis l'insigne de Docteur Honoris Causa à trois chimistes de réputation mondiale. Il s'agit de Maurice Brookhart, professeur à l'université de Caroline du Nord, Wolf Peter Fehlhammer, directeur général du Deutsches Museum à Munich et Ryoji Noyori, professeur à l'université de Nagoya. Tous ont été professeurs invités à l'université Rennes 1.

Wolf Peter Fehlhammer a souligné combien il est important de diffuser les sciences et en particulier la chimie, auprès du grand public. Le Deutsches Museum est d'ailleurs partenaire de l'Espace des sciences pour créer une exposition sur le thème de la chimie.

→Rens. : Clarence Cormier, tél. 02 99 25 36 12.

● Échographie du sous-sol armoricain

Rennes : Organisée en septembre 2000 par le BRGM (Bureau des recherches géologiques et minières), la Compagnie générale de géophysique et le laboratoire Géosciences (université Rennes 1 et CNRS), une campagne de prospection sismique a permis de mettre en évidence, au sud de Rennes, les racines de la chaîne hercynienne. Cette chaîne de montagne, qui, il y a 300 millions d'années était aussi haute que les Alpes, est considérée comme le socle du continent européen.

→Rens. : Charles Gumiaux, tél. 02 99 28 67 35.

Du côté de l'Europe

● Aides à l'innovation

Pour rattraper les États-Unis, l'Europe doit aider davantage ses chercheurs à tirer un potentiel commercial de leurs idées innovantes. Parmi les initiatives, citons la mise en place du service Lift (Linking innovation finance and technology), afin d'aider les "innovateurs en herbe" à mieux cerner la gamme des possibilités de leurs projets. Un autre projet, Fit pour Finance-innovation-technologie, vise à promouvoir les initiatives en matière de financement des technologies innovantes. La Commission européenne édite également un nouveau bulletin d'information, "Tableau de bord européen sur l'innovation", publié deux fois par an en anglais, français et allemand.

→Pour le recevoir : entr-trendchart@cec.eu.int



Du côté d'Internet

● Le site du musée de la Préhistoire



Carnac (56) : Tout est présent sur ce nouveau site, très ergonomique : conférences, plan d'accès, histoire du musée, lexique des termes archéologiques. Cela s'adresse notamment aux enseignants, qui peuvent ainsi préparer en classe leur visite du musée.

→Rens. : Brigitte Richart, tél. 02 97 52 22 04, www.Museedecarnac.com

● Planète Terre

Mis en place par l'université Laval de Québec, "Planète Terre" est un cours de culture scientifique en géologie, accessible à tous, axé sur les grands et petits phénomènes qui affectent notre planète : dérive des continents, tectonique des plaques, tremblements de terre, volcanisme, changements climatiques, rôle des océans, minéraux et roches, histoire des continents et des océans, histoire de la vie sur Terre...

→Contact : bourque@ggl.ulaval.ca www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html

● Nouveau site de l'Ocim



L'Office de coopération et d'information muséographiques (Ocim) vous invite à visiter son nouveau site : vous y retrouverez ses publications (dont la Lettre de l'Ocim, très belle revue bimestrielle), ses documents techniques, son programme de formations (environ 10 sessions par an) et beaucoup d'informations pratiques sur la muséographie scientifique. Ce site est également un véritable portail de la culture scientifique française : il met en réseau tous les centres de culture scientifique et muséums du territoire.

→www.ocim.fr



● EurekaAlert !

Ce nouveau portail d'information scientifique de sciences, médecine et technologie est mis à jour quotidiennement par plus de 2 400 journalistes répartis dans 40 pays du monde. Les plus grands titres internationaux de la presse scientifique (comme The Lancet, The Weitzmann Institute...) contribuent à l'alimentation des nouvelles de ce site, qui offre aussi l'accès à une banque d'images scientifiques.

→www.eurekaalert.org

Exposition



Signature de la convention pour la création du musée des Transmissions, en juillet dernier.

● Un musée sort de terre...

Cesson-Sévigné (35) : En collaboration avec le Conseil régional de Bretagne, le Conseil général d'Ille-et-Vilaine, Rennes Métropole et la ville de Cesson, l'École supérieure d'application des transmissions (Esat) vient de signer une convention pour la création, sur le site de Rennes Atalante, d'un nouveau musée dédié aux transmissions. Sur près de 1 000 m², cet espace

d'accueil témoignera des formidables évolutions technologiques du secteur des télécommunications, dont une part importante de l'histoire s'est déroulée sur ce site de Rennes Atalante...

L'ouverture est prévue pour septembre 2002.

→Rens. : Lieutenant-colonel Yannick Thévenin, tél. 02 99 84 32 43.

Formations

● 10 novembre/Formation Irisa



Rennes : Le langage de modélisation unifié UML est utilisé essentiellement à des fins de documentation et de génération de codes. Mais il peut aussi être utilisé pour concevoir de nouveaux produits (matériels ou logiciels). C'est sur cette nouvelle application du langage UML que l'Irisa (Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires) et ses partenaires proposent une journée de formation.

→Rens. : Thierry Jérón, tél. 02 99 84 71 00, www.irisa.fr

● Cours européen d'imagerie médicale

Mis en place il y a dix ans dans le cadre des programmes Erasmus de l'Union européenne, un cours européen d'imagerie médicale a rassemblé à Rennes, fin septembre, une vingtaine d'étudiants venus d'Allemagne, Norvège, Belgique, Égypte, Roumanie ou Algérie... Ce fut l'occasion de rappeler que Rennes est en effet un pôle important dans ce domaine. Cette position se renforce encore, par l'équipement TEP (voir notre article page 4) et par la création de l'Institut fédératif de recherche "Imagerie métabolique et microvasculaire" (I2M). Une nouvelle plate-forme de Résonance magnétique nucléaire (RMN) métabolique est également en projet...

→Rens. : Jacques de Certaines, tél. 02 99 25 31 90.

À lire

● Info' rentrée 2000

La lettre des éditions de l'Inra (Institut national de recherche agronomique) présente une trentaine de nouveaux titres pour clore l'année. Voici quelques-uns des sujets traités : le grain de blé, le mildiou du tournesol, l'eau (en deux tomes, l'un sur le milieu naturel, l'autre sur les polluants), mais aussi la congélation et la qualité de la viande, la diversité génétique des poules ou l'échographie des truies en gestation... ainsi qu'un nouveau titre dans la collection "Okisé" (bande dessinée pédagogique pour les enfants) : "Les filles d'Ariane" →www.inra.fr/Editions



● "Les mammifères marins de Bretagne"



Distribué gratuitement dans tous les lycées, collèges et communes de Bretagne, cet ouvrage est réalisé par le Laboratoire d'étude des mammifères marins d'Océanopolis. Quel est l'état des peuplements au large des côtes bretonnes ? Où a-t-on le plus de chances d'apercevoir un grand dauphin ? Ce document est le second numéro d'une nouvelle collection, "Les cahiers naturalistes de Bretagne", le premier ayant été réalisé par le Conservatoire botanique national de Brest sur le thème de la flore bretonne.

→Rens. : Odile Bruley, Région Bretagne, tél. 02 99 27 13 56.

● L'histoire du CNRS



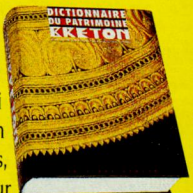
Pour fêter son 70^e anniversaire, le CNRS a édité le premier numéro d'une revue intitulée "La Revue pour l'histoire du CNRS", qui paraît à raison de deux numéros par an (80 FF chaque numéro). "Bien connaître le passé pour mieux comprendre le présent et mieux appréhender l'avenir...", telle est la ligne éditoriale de ce nouveau confrère.

→Rens. : CNRS Éditions, tél. 01 53 10 27 20.

● Dictionnaire du patrimoine breton

Les deux Rennais Alain Croix et Jean-Yves Veillard viennent enfin d'éditer leur "Dictionnaire du patrimoine breton", qui associe un livre de 1 104 pages (1 000 illustrations) et un CD-Rom comportant plus de 4 000 documents (vidéos, sons, illustrations, cartes animées...). Un outil indispensable pour tout chercheur en ethnographie, culture ou histoire bretonne, mais aussi un très beau cadeau de Noël pour un amateur éclairé ! Éditions Apogée, 585 F.

→Rens. : Éditions Apogée, tél. 02 99 32 45 95.



FORMATION CONTINUE

Rentrée
janvier 2001

L'Institut de Gestion de Rennes (IGR-IAE)
ouvre en formation continue un diplôme de 3^e cycle

Ce DESS permet une approche pluridisciplinaire de l'entreprise et conduit à concevoir, coordonner et évaluer les projets juridiques, comptables et financiers de l'organisation.

Il s'adresse à tous types de publics :

- Dirigeants et/ou collaborateurs de cabinets de conseil et d'audit
- Avocats conseillers
- Experts-comptables
- Conseils en gestion
- Services d'audit interne
- Directions administratives et financières
- Etablissements financiers...

contact
02 99 84 77 83
Fabienne.Bradane
@univ-rennes1.fr

DESS I J F

INGENIERIE JURIDIQUE ET FINANCIERE

http://www.univ-rennes1.fr/fc/

Colloques

● Du 9 au 11 novembre/ Éducation à l'environnement

Guidel (56) : Ces huitièmes rencontres sont dédiées aux catastrophes écologiques : marées noires, tempêtes, inondations... Elles proposent aux éducateurs, élus et techniciens de concevoir des outils de sensibilisation et de réflexion aux problèmes d'environnement.
→Rens. : Réseau d'éducation à l'environnement, tél./fax 02 96 48 97 99, reeb@wanadoo.fr

● 13 novembre/ Drogues et dépendances

Rennes : Ce colloque est organisé par le nouveau Centre d'information et de ressources sur la drogue et les dépendances (CIRDD), dans les locaux de l'ENSP (École nationale de la santé publique).
→Rens. : Marie-Pierre Briant, tél. 02 23 20 14 60.

● 16 novembre/ Diffusion des techniques dans les PMI

Bruz (Campus de Ker Lann, 35) : Les Directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (Drire) de Bretagne, Pays de la Loire et Poitou Charentes organisent cette journée à l'attention des petites et moyennes entreprises, afin de mettre en place, sur Internet, un observatoire des centres de compétences technologiques.
→Rens. : Lionel Malard, tél. 02 99 87 43 36.

● Du 19 au 24 novembre/ Doctoriales de Bretagne

Doctoriales Saint-Malo (35) : C'est au palais du Grand Large que revient l'honneur d'accueillir ces Doctoriales de Bretagne, qui rassemblent les étudiants en thèse des quatre universités bretonnes (les Doctoriales sont organisées cette année par l'université Rennes 2). Cette semaine de réflexions et d'actions entraîne les étudiants sur la voie professionnelle, grâce aux échanges avec des représentants du monde du travail.
→Rens. : Thérèse Ollivier, tél. 02 99 14 10 35.

● 20-21 novembre/ Cyberhalles 2000

CYBER 2000 Rennes : Pour sa troisième édition, le salon professionnel du commerce électronique sur

Les colloques de l'université Rennes 2 en novembre :

● 18 novembre/Nouveaux chercheurs, nouvelles recherches

Pascale Macary, laboratoire Équipe anthropologie clinique, psychopathologie et sciences du langage (LCP)
→Tél. 02 99 14 19 08 ou 19 35.

● 23 et 24 novembre/Concurrence et services publics : enjeux et perspectives (avec des laboratoires de Belgique, Pologne et Maroc)

Gaël Hénaff, laboratoire d'économie et de sciences sociales de Rennes.
→Tél. 02 99 14 18 21, gael.henaff@uhb.fr et gael.henaff@wanadoo.fr

● 24 et 25 novembre/Shakespeare

Liliane Kerjan et Jean-Christophe Mayer, laboratoire Anglophonie : communautés et écritures, font le point sur la critique shakespearienne.
→Tél. 02 99 14 16 06, nathalie.colin@uhb.fr

Internet offre aux entreprises du grand Ouest la possibilité de valoriser leurs produits et services et de rencontrer de nouveaux clients, tout en récoltant un maximum d'informations sur ce nouveau marché qui représente déjà près du tiers de la croissance économique de notre pays.
→Rens. : Isabelle, commissaire général, tél. 02 99 33 63 80.

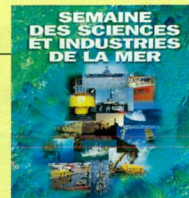
● 23 novembre/ Forum grand Ouest

Rennes : Organisé par l'association Synergie Ouest qui regroupe des étudiants de l'Insa (Institut national des sciences appliquées) et de l'Ifsic (Institut de formation supé-

rieure en informatique et communication), le Forum du grand Ouest met en contact les étudiants et leurs futurs employeurs, dans tous les domaines : informatique, aéronautique, télécommunications, banques, électronique, BTP, mécanique...
→Contact : Julien Dairay, Synergie Ouest, tél. 06 63 01 68 49, forum-synergie.ifsic.univ-rennes1.fr

● Du 27 nov. au 1^{er} déc./ SeaTechWeek

Brest : Le Quartz, centre de congrès, accueille la Semaine brestoise des industries océanographiques, qui regroupe divers événements : les rencontres des industries océano-



graphiques, les 5^{es} journées d'acoustique sous-marine, le séminaire Eurogoos, le symposium Rogue waves, un séminaire sur l'hydrodynamique et une exposition professionnelle... (voir page 17). Le programme complet est inséré dans ce numéro de Sciences Ouest.
→Rens. : Gaëlle Andro, tél. 02 98 33 52 39.
→www.ifremer.fr/seatechweek

Conférences



À bord de la **Thalassa** à 18 h 30, entrée libre.

● 7 novembre/ La zone côtière : espace propice au développement de juvéniles de poissons

Lorient : Qu'ils soient pêchés au large ou près des côtes, la plupart des poissons et crustacés passent leurs premières années près du littoral, dans les estuaires, les baies et les mers intérieures. Chercheur à la Direction des ressources vivantes du centre Ifremer de Nantes, Yves Desaunay explique la nécessité de préserver la qualité de ces milieux naturels.
→Rens. : Pierre-Yves Dahirel, tél. 02 97 84 87 37, www.ccstilorient.org

● 10 novembre/ Matinale Rennes Atalante

Rennes : La prochaine "Matinale" de la technopole Rennes Atalante aura pour thème : les biotechnologies, la génomique et la bio-informatique : quel avenir pour le grand Ouest ? Cette matinale sera animée par Bruno Clément, département Bio-ingénierie de la Direction de la technologie au ministère de la Recherche, Michel Renard, directeur de recherche de l'Inra et responsable du projet Génopole Ouest et Jacques Nicolas, chargé de recherche à l'Inria, responsable du projet Aïda (bio-informatique).

→Rens. : Corinne Bourdet, tél. 02 99 12 73 73, www.rennes-atalante.fr



Rennes Atalante
TECHNOPOLE

Soyez là où le futur se prépare, où les produits et les services à votre valeur ajoutée se créent.

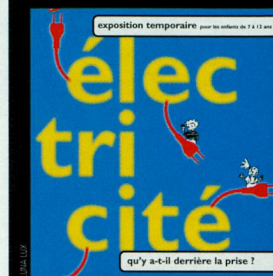
Nous sommes là pour vous accueillir et vous accompagner dans vos activités innovantes au cœur du campus agronomique de Rennes, tout près des laboratoires de recherche et des écoles d'ingénieurs.

La matière grise est là : les universités et les écoles d'ingénieurs : Ensa Rennes (agronomie), Insa (agroalimentaire), ENSP (santé publique), ENSC Rennes (chimie), Ispa (production animale), lesiel (produits laitiers), et les centres de recherche publics : Inra, Cemagref, CNRS, Inserm.

11, RUE DU CLOS COURTEL ■ 35700 RENNES ■ FRANCE
Tél. +33 2 99 12 73 73 ■ Fax +33 2 99 12 73 74 ■ e-mail : technopole@rennes-atalante.fr
Technopole de Rennes Métropole

Consultez notre web : www.rennes-atalante.fr

Exposition



Électricité : qu'y a-t-il derrière la prise ?

Rennes : Coproduite par la Cité des sciences et de l'industrie et par EDF, cette exposition propose aux enfants de 5 à 12 ans une découverte de l'électricité. Tout est mis en œuvre pour inciter les enfants à découvrir "ce qui se cache derrière la prise". Un atelier leur permet de réaliser eux-mêmes des montages électriques : électrolyse, électroaimant, pile... sous la conduite d'un

médiaire scientifique, qui rappelle en même temps les règles élémentaires de sécurité.

→Rens. : L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 28.

Retrouvez chaque mois le programme complet des activités organisées par l'Espace des sciences !

→www.espace-sciences.org.

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

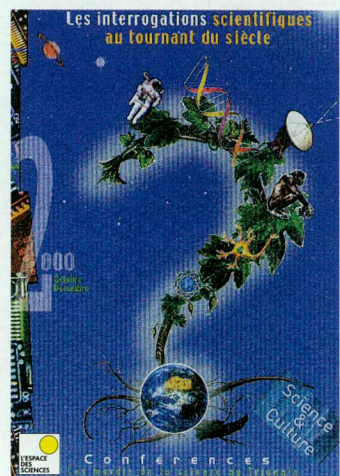
Prochains dossiers de Sciences Ouest :

La télévision du futur, *Erika*, un an après, dossier OGM, les mondes virtuels, le point sur les épidémies d'encéphalopathie spongiforme...

Les mardis Science et culture

Les interrogations scientifiques au tournant du siècle...

L'an 2000 et le nouveau millénaire donnent au public de l'Espace des sciences l'occasion de s'interroger sur les grandes découvertes des dernières années, et sur leurs implications pour notre vie de demain. Du 3 octobre au 5 décembre, huit soirées seront consacrées à ce Forum des sciences, chaque soirée faisant intervenir deux conférenciers.



● 7 novembre/La vie

"Les micro-organismes des environnements extrêmes : fossiles vivants ou merveilles adaptatives ?"

Purificación López García, biologiste, Institut de génétique et microbiologie, université Paris XI.

"La vie : origine et distribution possible dans l'univers"

André Brack, physicien au centre de biophysique moléculaire, Orléans. Président des groupes "Exobiologie" du Conseil de l'Europe et de l'Agence spatiale européenne, président-fondateur du CCSTI de la Région Centre à Orléans (Centre-Sciences).

● 14 novembre/Les origines de l'homme

"Origines de l'homme : à l'Ouest, enfin du nouveau..."

Michel Brunet, paléanthropologue, professeur à l'université de Poitiers, directeur du laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine.

"L'hominisation ou 2000 ans de solitude"

Pascal Picq, paléanthropologue, maître de conférences au Collège de France, laboratoire de paléanthropologie et préhistoire du professeur Yves Coppens.

● 21 novembre/Les aspects modernes de la biologie

"Programmation ? Diversification ?

Le vivant, c'est le changement"

Bernard Malissen, immunologiste, directeur de recherche CNRS, centre d'immunologie Inserm CNRS, Marseille-Luminy.

"Distinguer le soi et le non-soi. Mécanismes et erreurs"

Alain Fischer, professeur d'immunologie pédiatrique, université Paris V.

● 28 novembre/Les neurosciences

"Développement et évolution du système nerveux"

Alain Prochiantz, directeur de recherche au CNRS, directeur du laboratoire "Développement et évolution du système nerveux".

"Le cerveau et les conduites humaines"

Michel Poncet, neurologue, professeur d'université, Marseille La Timone.

● 5 décembre/Les sciences et la culture

"Renouvellement de la science : changement de culture"

Philippe Lazar, chercheur en statistique médicale, président du Conseil d'administration de l'Institut de recherche pour le développement (IRD). Michel Demazure, mathématicien, président de la Cité des sciences et de l'industrie.

Débat animé par Michel Cabaret, directeur de l'Espace des sciences.

Ces conférences se déroulent au Triangle à Rennes, à 20 h 30, entrée libre.

→Rens. : Michel Cabaret, tél. 02 99 35 28 20.

NOUVELLES TECHNOLOGIES

300 cybercommunes en Bretagne

Lancé en 1998, le programme cybercommune rencontre aujourd'hui encore un énorme succès. Les deux tiers des communes bretonnes sont concernés par ce dispositif. Sur l'ensemble du territoire, les Bretons peuvent ainsi s'initier aux nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Destinée à faciliter l'accès de tous aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, l'opération cybercommune a été proposée, début 1998, par le Conseil régional de Bretagne aux communes et regroupements de communes. Dès la première année, le projet a rencontré une très large adhésion. Fin 2000, on totalisera 850 communes bretonnes concernées par ce dispositif qui propose au grand public un lieu équipé d'en moyenne cinq micro-ordinateurs connectés à Internet, avec imprimantes, scanners et parfois, des CD-thèques, des appareils photos numériques et des webcam.

23,8 millions de francs

Dans chacun de ces lieux, les utilisateurs peuvent utiliser le matériel en fonction de leurs centres d'intérêts. Les plus jeunes découvrent des jeux éducatifs, envoient des e-mail à leurs copains ou correspondants étrangers. Les adultes visitent des musées à distance, réservent sur écran des séjours à l'étranger. Un demandeur d'emploi remet à jour son CV, consulte les petites annonces sur le web.

Ce programme s'est accompagné de recrutements d'animateurs emplois-jeunes qui guident et renseignent les usagers. En 3 ans, le Conseil régional

de Bretagne aura consacré 23,8 millions de francs au financement des 300 projets portés par 850 communes. La Région prend en charge 80 % du coût d'acquisition des matériels et des logiciels, avec un plafond fixé selon le nombre d'habitants. Elle participe également au financement du salaire des animateurs, organise et prend en charge leur accompagnement individuel par des professionnels de la formation pour les aider à s'adapter à ce nouveau métier.

Plusieurs enjeux

La Bretagne est depuis plusieurs années, un des premiers pôles français des télécommunications avec plus de 4 000 chercheurs et 20 000 emplois dans l'industrie et les services. C'est aussi une des régions de France où se crée le plus grand nombre de sites Internet. Le Conseil régional souhaite conforter cette position et accompagner, dans toutes ses dimensions, le développement du secteur des télécommunications. L'opération cybercommune n'est d'ailleurs qu'un maillon d'une politique globale - le programme Informatique-Télécommunications-Réseaux - pour la diffusion des nouvelles technologies et l'appropriation par tous d'une nouvelle culture. Cette politique comporte également une dimension économique car elle provoquera une demande de nouveaux services qui suscitera, en Bretagne, la création et le développement d'entreprises du secteur.

B R È V E S

Des zones d'activités se refont une beauté

On va y travailler ou remplir son caddie, acheter des m² de moquette, de carrelage ou y manger sur le pouce. Toutes les villes possèdent, à leur périphérie, une zone d'activités utile mais souvent inesthétique. Le Conseil régional a mis en place un dispositif expérimental, Bretagne Qualiparc, pour améliorer la qualité paysagère et visuelle de ces zones. Enfouissement des réseaux, éclairage, gestion des déchets, signalétique et aménagement paysagers : huit zones-tests (*) ont été choisies, afin d'élaborer une méthode d'intervention susceptible d'être reproduite largement en Bretagne. Le Conseil régional consacre 3,3 millions de francs, en 2000, pour la mise en œuvre de ce programme-pilote.

(*) Pordic et Guingamp (22), St-Evarzec et Landivisiau (29), Rennes et le Grand-Fougeray (35), Vannes et Pontivy (56)

Economies d'eau

Le Conseil régional vient de réaliser un bilan des diagnostics établis dans 16 lycées pilotes, à Vannes et Brest sur la consommation d'eau et les économies à réaliser. Ces études ont permis de proposer un programme de travaux (pose d'économiseurs d'eau dans les sanitaires, vestiaires, internats et cuisines) permettant d'économiser 20 000 m³ sur les 103 000 m³ consommés actuellement chaque année, dans ces établissements. A terme, l'ensemble des 272 lycées bretons devraient être concernés. On estime alors à 200 000 m³ la quantité d'eau pouvant être économisée, soit un allègement des factures de 3 millions de francs par an. Plaquette disponible au Conseil régional de Bretagne au 02 99 27 12 29



Dans chaque cybercommune, un animateur accueille et guide les utilisateurs.

REDÉCOUVRONS EDF



Mistral. Tramontane.
Nordet. Suroît. Quelques noms
de ceux qui produiront de plus
en plus d'électricité pour vous.

Participer résolument au développement des énergies renouvelables, c'est l'un des 10 engagements en faveur de l'environnement pris par le Groupe EDF. Ainsi, en tirant le meilleur parti de l'énergie éolienne, nous illustrons notre volonté de développer les énergies renouvelables. Aujourd'hui, les installations de Sallèles-Limousis et de Dunkerque produisent déjà près de 30 millions de kWh. Et le programme Eole 2005, qui assurera l'implantation de plus de 1000 nouvelles éoliennes d'ici 5 ans*, a maintenant débuté sur 7 nouvelles installations. C'est comme cela que chez EDF toutes nos énergies seront toujours à vos côtés. www.edf.fr



* et une puissance de 3 000 MW en 2010.

Nous vous devons plus que la lumière.