



# RESEAU

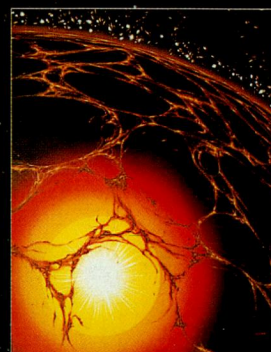
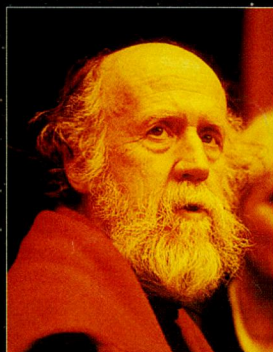
JUIN 1996 • N° 123 • 20 F

MENSUEL DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION EN BRETAGNE

**DOSSIER**

## À la belle étoile

- VOYAGE AU CŒUR DES PRODUITS ALIMENTAIRES
- HISTOIRE DU MOTEUR ÉLECTRIQUE
- LE PLAN ROUTIER BRETON



# La Science en fête se prépare maintenant



**L**a manifestation la Science en fête se tiendra cette année les 11, 12 et 13 octobre 1996. La nécessité de familiariser le grand public à l'actualité des sciences et techniques s'impose aujourd'hui comme une priorité et les succès rencontrés par les précédentes éditions de cette manifestation en témoignent. Les avancées scientifiques et techniques participent à l'évolution de notre société et il s'agit d'en donner une vision compréhensible par le plus grand nombre.

- En Bretagne, nous souhaitons définir plusieurs objectifs à la Science en fête :**
- l'ouverture du monde de la recherche au grand public et aux entreprises en mettant en exergue les projets de recherche du contrat de plan État-Région, les autres programmes d'intérêt régional et la politique du secrétariat d'État à la Recherche en matière de transfert de technologie ;
  - la sensibilisation des jeunes à la recherche, grâce à la valorisation de projets d'action éducative conduits avec leurs enseignants du primaire et du secondaire ;
  - la célébration d'événements scientifiques spécifiques : le cinquantième anniversaire de l'Inra, le centenaire de la découverte de la radioactivité ;
  - la valorisation d'une éclipse partielle de soleil le samedi 12 octobre, à midi.

Notre région, qui s'est déjà illustrée par la qualité de ses animations lors des précédentes éditions, prépare dès maintenant le programme de cette manifestation dont le succès, comme les années passées, sera lié à la participation de tous. ■

**Marthe Melguen** Délégué régional à la Recherche et à la Technologie  
**Michel Cabaret** Directeur du CCSTI

La Science en fête est une manifestation nationale placée, en Bretagne, sous la présidence du préfet de Région. Marthe Melguen, délégué régional à la Recherche et à la Technologie, assure la présidence du comité de pilotage de cette opération et, comme pour les éditions précédentes, Michel Cabaret, directeur du CCSTI, en est le coordinateur régional.

## SOMMAIRE

- **La vie des labos**  
Voyage au cœur des produits alimentaires **3**
- **La vie des entreprises**  
Trois dimensions pour la cartographie **4**
- **La vie des labos**  
De l'électricité dans l'air... **5**
- **Histoire et Société**  
Histoire du moteur électrique **6**
- **Les sigles du mois** **7**
- **LE DOSSIER**  
À la belle étoile **9 / 15**
- **La vie des labos**  
Le BTS Métiers de l'eau sur une vague porteuse **17**
- **Histoire et Société**  
Le plan routier breton (2<sup>e</sup> partie) **18**
- **Les Brèves de Réseau** **19 / 22**



◀ **La comète Hyakutake 2, découverte en janvier par un astronome japonais, a "frôlé" la Terre à moins de 15 millions de kilomètres, à la fin du mois de mars.**

(Photographie réalisée par Olivier Mouis de la Société d'astronomie de Rennes, durant la nuit du 23 au 24 mars 1996, objectif de 50 mm, ouverture de 4, 10 minutes de pose, pellicule Fuji SHG 800, appareil monté en parallèle sur un télescope Célestron 8).

RÉSEAU est édité par le Centre de culture scientifique technique et industrielle (CCSTI).  
 Tirage mensuel : 4 300 ex. Dépôt légal n°650. ISSN 0769-6264.



CCSTI, 6, place des Colombes, 35000 Rennes.  
 Tél. 99 35 28 22. Fax 99 35 28 21. E-mail : ccsti@univ-rennes1.fr  
 Antenne Finistère : CCSTI, 40, rue Jim Sévellec, 29608 Brest Cedex.  
 Tél. 98 05 60 91. Fax 98 05 15 02.

Photos couverture : O. Mouis, V. Fraillien, Photographie du télescope Marmby/Celi et Espace.

# Abstracts for the international issue

## EDITORIAL

### page 2

The "Science Festival" will take place this year on 11th - 13th October. Scientific and technological advances are one of the factors in social evolution and the festival aims to give an overview that is easily understandable by as many people as possible.

*Information: Marthe Melguen, Regional Delegate for Research and Technology, fax (33) 99 87 43 03.*

## THE WORLD OF SCIENTIFIC RESEARCH GETTING TO THE HEART OF FOOD

### page 3

Magnetic resonance imaging (MRI) is now a commonly-used technique in the medical field. Cemagref, a research institute specialising in agricultural and environmental engineering, has just set up MRI equipment in Rennes for use with food products. This is the first such project in France and is the result of co-operation with the Siemens company. The machine will be used to define the internal structure of whole products and monitor a number of transformation processes as they occur.

*Information: Philippe Marchal, fax (33) 99 33 29 59, e-mail: philippe.marchal@cemagref.fr*

## THE LIFE OF COMPANIES 3D CARTOGRAPHY

### page 4

The GEO-3D company has recently been set up in Quimper (Finistère) in the business incubator run by the Science Park. It specialises in the production of digital 3D cartographic images and uses an exclusive software package called TEIS (Terrestrial elevation and image system). Digital 3D cartography can be used to forecast flooding and study the impact of development projects (roads, electricity pylons etc).

*Information: GEO-3D, fax (33) 98 82 87 88.*

## THE WORLD OF SCIENTIFIC RESEARCH ELECTRICITY IN THE AIR...

### page 5

The circulation of underground water in porous rocks generates a range of natural electrical phenomena known as electrofiltering potentials. In a number of geological



Photo by Olivier Alousis, a member of the Société d'Astronomie de Rennes.

▲  
**The comet Hyakutake 2, which was discovered in January 1996 by a Japanese astronomer.**

contexts, the potentials seem to cause behavioural problems in pigs. This phenomenon was shown on a farm in Penvern (Finistère). It is vital to be able to measure the extent of the naturally-occurring electrical effects. This is a useful approach for pig farms and could be extended to cover other types of farms, or even town planning.

*Information: Pascal Tarits, fax (33) 98 01 66 20, e-mail: tarits@univ-brest.fr*

## HISTORY AND SOCIETY THE HISTORY OF THE ELECTRIC MOTOR

### page 6

What do a high-speed locomotive, a sewing machine and an electrically-powered Citroën AX have in common? The electric motor, of course! The years between the discovery of electricity and the production of engines for high-speed trains saw the introduction of the lightning conductor by Benjamin Franklin, the development of the electric battery which Alessandro Volta demonstrated to Napoleon Bonaparte and the definition of the laws of electromagnetism by Ampère - when he was not too busy writing sonnets!

*Information: Lycée Joliot Curie, fax (33) 99 28 76 60.*

## THE WORLD OF SCIENTIFIC RESEARCH ANTICIPA: TRÉGOR REGION SCIENCE PARK

### page 17

This month, Notre-Dame High School in Guingamp will be outputting its first group of higher-grade technicians specialising in professions and trades related to water. The course, which attracts a large number of pupils (500 applications have already been received from all over France), produces multi-skill technicians able to intervene at every stage of the "water" cycle, from catchment to sewage.

*Information: Lycée Notre-Dame, fax (33) 96 44 00 52.*

## HISTORY AND SOCIETY THE ROAD NETWORK IN BRITTANY (PART 2)

### page 18

... It was quickly realised that the figure of 800 MF put forward by central government was a gross underestimation of the costs involved in developing a network some 1,000 km (over 620 miles) long. At ministerial level, there was a tendency to "produce the longest possible network" with the promised budget of 800 MF by reutilising existing roads, building new roads without central reservations, creating crossroads rather than underpasses etc. On a local level, however, the engineers were determined to develop a better-quality infrastructure; they advised restricting the length but providing wider and better-built roads. The engineers' demands eventually won the day, assisted by the considerable increase in the amount of road traffic.

From 1970 onwards, local authorities began to participate in the funding of the road network and the period between 1970 and 1975 was to be marked by the largest and most unusual projects (To be continued).

*Information: Christian Delaunay, fax (33) 99 78 16 08.*

## DOSSIER

## Stars of the night sky

**Introduction: page 9**

There are those who claim that there are fewer stars in Brittany than elsewhere - because of the banks of cloud! However, if the stars are not visible in the night sky, they can be seen in exhibitions, planetaria, and through the work of various associations. And even the critics cannot claim that there are fewer amateur astronomers in Brittany than elsewhere.

**HEAVENS ABOVE!****pages 10 and 11**

Amateur astronomers from the Presqu'île Astro-club, the latest of Brittany's astronomy clubs, regularly take a trip to the stars. On the Crozon Peninsula, fifteen or more enthusiasts meet to observe the night sky. In addition to three or four privately-owned instruments, the club has recently acquired a 400 mm telescope which will give the general public an opportunity to take a closer look at the wonderful show provided by the heavens.

Information: Jean Gentric, fax (33) 98 26 29 73.

**DANGER: BLACK HOLE****page 12**

On 10th January 1996 in Rennes, Jean-Pierre Luminet, an astrophysicist at the Paris-Meudon Observatory, gave a lecture on black holes. When a star ages, its reserves of "fuel" burn up. Its core no longer contains any elements that cause thermonuclear reactions and the force of gravity tends to make it condense. When the original star is enormous in size, the residual core is extremely dense. In a black hole, the Earth's mass could be contained in a thimble.

Information: Jean-Pierre Luminet, Observatoire de Paris, section d'astrophysique, 92195 Meudon Cedex.

**IS THERE ANYBODY OUT THERE?****page 13**

For Jean Heidmann, a radioastronomer at the Paris-Meudon Observatory, this is an essential question "even if we have not yet noted any sign of intelligent life elsewhere in the universe". Jean Heidmann works with the SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligence), a private international research institute whose aim is to try



Photo by Olivier Minois.

▲ A total eclipse of the moon on the night of 3rd to 4th April 1996.

and pick up artificially-produced electromagnetic waves. "Our tools are improving every day and their efficiency rate doubles every 8 months" he commented.

Information: Jean Heidmann, Observatoire de Paris, 92195 Meudon Cedex, e-mail: heidmann@obspm.fr

**ASTROPHYSICIST AND... HUMANIST****page 14**

On 3rd May last, Hubert Reeves, Research Director with the CNRS, gave more than one thousand people an opportunity to share his knowledge and love of astronomy. He trained as an astrophysicist and has done much to make his science accessible to the general public. He is the author of numerous books. He is seen as a Humanist at heart, combining science with poetry and a sense of humour. "We have a link with the world not only because it provides us with our living environment but also because it was the universe that created us". Fifteen billion years have passed since the big-bang, plenty of time for the slow climb up the pyramid of complexity from quark to mankind.

Information: Hubert Reeves, centre d'études nucléaires, Saclay, DPh/EP/Ap, Bâtiment 28, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex.

**SPACE LAW****page 15**

Space law and the activities covered by it are currently undergoing profound changes. The introduction of private and commercial activities into space has a number of vital consequences and it is particularly useful to compare it to maritime law. Here, as at sea, no one State has sovereignty and no agency can set mandatory standards that are applicable to all. The regulations laid down under space law, like the regulations that apply to the sea and Antarctica, must be global. After all, the first consequence of man's presence in space was to provide mankind with an overall view of the Earth from a huge distance and to show the extent to which the management and protection of "good old Earth" is everybody's business.

Information: Armel Kerrest, fax (33) 98 01 65 90, e-mail: Armel.Kerrest@univ-brest.fr

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

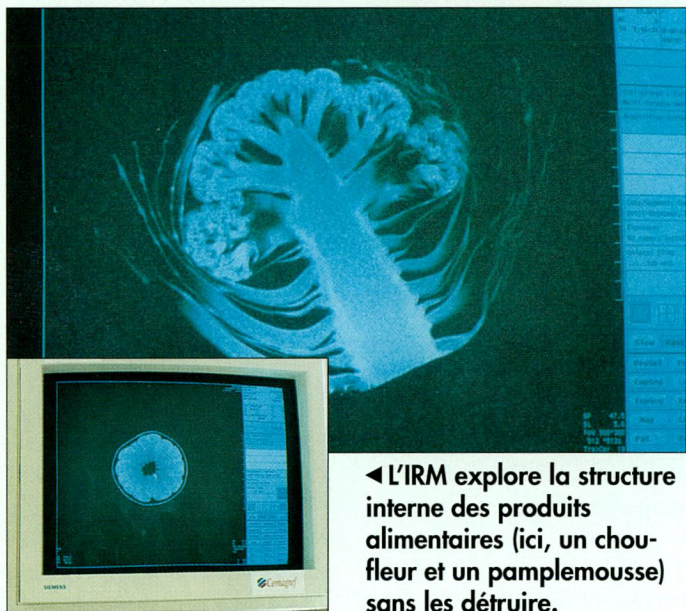
*If you would like to receive these abstracts on a regular basis, with a copy of the corresponding issue of "RESEAU", please contact Hélène Tattevin, Editor, Fax (33) 99 35 28 21, e-mail ccsti@univ-rennes1.fr Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.*



Brittany is the 7th most-populated region in France, with 2.8 million inhabitants, but it is the leading French region as regards research in the fields of telecommunications, oceanography, and agricultural engineering.

# Voyage au cœur des produits alimentaires

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une technique radiologique aujourd'hui couramment utilisée en médecine. Le Cemagref, institut de recherche en ingénierie de l'agriculture et de l'environnement, vient d'installer, dans ses locaux de Rennes, un appareil d'IRM qui s'appliquera à un autre domaine d'exploration que le corps humain : celui des produits agro-alimentaires.



«L'IRM explore la structure interne des produits alimentaires (ici, un chou-fleur et un pamplemousse) sans les détruire.»

## Une grande première

Le 12 mars dernier, Jean-Claude Le Taillandier de Gabory, préfet de la Région Bretagne, et Yvon Bourges, président du conseil régional de Bretagne, ont inauguré le nouvel imageur par résonance magnétique nucléaire dédié aux produits agro-alimentaires dans les locaux du Cemagref à Rennes. «*Il s'agit d'une première française, voire européenne*», a commenté Yves Le Bars, directeur général du Cemagref. En effet, si l'imagerie par résonance magnétique nucléaire est aujourd'hui une technique couramment employée dans le domaine médical (voir Réseau n° 83, 94 et 101), elle ne s'était pas encore appliquée à d'autres champs d'investigation biologiques que le corps humain. Cette technique, non invasive et non destructive, est pourtant un instru-

ment de choix dans la caractérisation des produits agro-alimentaires.

## De la spectrométrie à l'imagerie

Au sein de la division «technologie des équipements agricoles et agro-alimentaires», les chercheurs rennais avaient déjà, depuis 10 ans, développé l'analyse des produits alimentaires par spectrométrie de résonance magnétique nucléaire. Cette technique est basée sur la relaxation des protons, c'est-à-dire sur leur temps de retour d'un état «excité» ou «contraint» à un état «normal». François Mariette, chargé de recherche au Cemagref, explique de manière imagée comment cette relaxation des protons peut renseigner sur la composition et la structure d'un échantillon : «*Imaginez un ressort auquel vous appliquez une extension : l'ob-*

*servation de ses oscillations jusqu'au retour à l'état normal permet d'en déduire sa rigidité*». De la même façon, le retour à la normale des protons (les ions hydrogènes) d'une molécule dépendra de sa structure et de son environnement. La spectrométrie par RMN permet donc de renseigner sur la composition de certains échantillons, par exemple d'évaluer la teneur en eau des mélasses ou la teneur en alcool des vins, ou de suivre le processus de cuisson des pâtes... L'imagerie par résonance magnétique nucléaire est basée sur le même principe. Les informations sont recueillies en plusieurs points d'un produit entier puis sont traitées de manière à reconstituer une image. L'équipement installé à Rennes, le premier de sa catégorie à être utilisé pour une application non médicale, est le fruit d'une collaboration scientifique avec la société Siemens, numéro un mondial de l'imagerie par résonance magnétique nucléaire. L'appareil pourra caractériser la structure interne et la qualité des produits entiers de grande taille (jusqu'à 40 cm de diamètre) : fruits, légumes, œufs, fromages..., et recevra divers équipements permettant de suivre en direct certains processus de transformation : séchage, congélation, cuisson...

## Un pôle ouvert

L'inauguration d'un tel équipement à Rennes par le préfet et le président du conseil régional constitue une suite logique au développement de la division «technologie des équipements agricoles et agro-alimentaires» du Cemagref de Rennes. L'activité de l'institut répond ainsi à une demande socio-économique forte

## Le Cemagref

Le Cemagref est né en 1981 de la fusion du CTGref (Centre technique du génie rural et des eaux et forêts) et du Cneema (Centre national d'étude et d'expérimentation du machinisme agricole). Il se définit aujourd'hui comme un institut de recherche en ingénierie de l'agriculture et de l'environnement. Le Cemagref est un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) placé sous la double tutelle du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Agriculture. Implanté à Rennes depuis une vingtaine d'années, le Cemagref y emploie 45 personnes, en majorité chercheurs et ingénieurs, et accueille chaque année de nombreux stagiaires (thésards, DEA, élèves-ingénieurs). Le Cemagref de Rennes comprend actuellement deux divisions «déchets-environnement» et «technologie des équipements agricoles et agro-alimentaires». ■

d'une région où l'industrie agro-alimentaire occupe une place prépondérante. L'imagerie par résonance magnétique nucléaire sera utilisée dans plusieurs programmes de recherche nationaux et européens, établis en liaison avec d'autres instituts de recherche (en particulier l'Inra) et des industriels du secteur agro-alimentaire. «*Les recherches que mènera le Cemagref de Rennes avec ce nouvel appareil sont à l'image de notre politique générale de recherche*», explique Yves Le Bars, directeur général du Cemagref. «*Notre rôle est de transformer les problèmes industriels en problèmes scientifiques structurés. Notre richesse, c'est surtout notre matière grise*». ■

C.P.

**Contact** ► Philippe Marchal, chef de la division technologie des équipements agricoles et agro-alimentaires  
Tél. 99 28 15 60 - E-mail : philippe.marchal@cemagref.fr

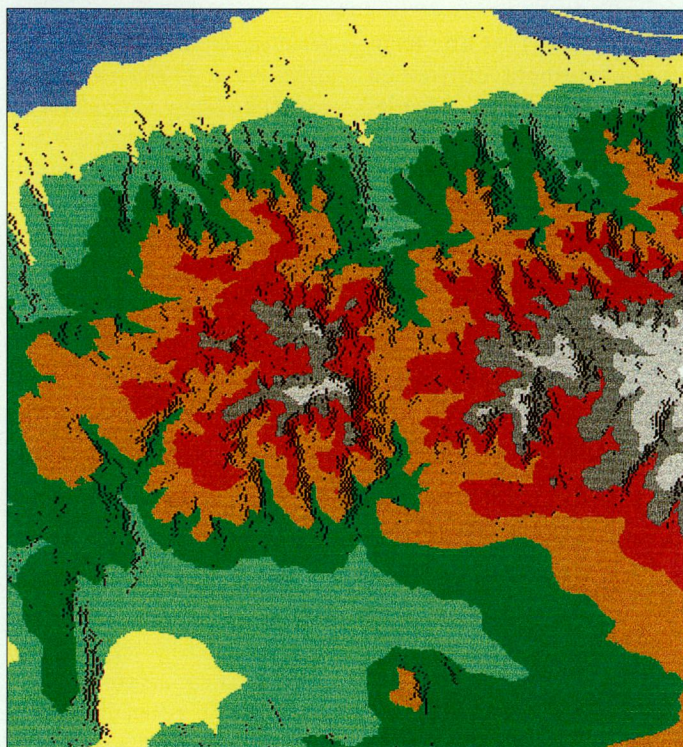
# Trois dimensions pour la cartographie

La jeune société parisienne Géo-3D a "émigré" de Paris pour s'installer à Quimper dans la pépinière d'entreprises de la technopole. Son promoteur, Jacques Pensec, bouleverse les prestations en cartographie grâce à un atelier logiciel unique, exploité en partenariat avec son inventeur.

Jacques Pensec est éclectique et entreprenant : il a été directeur général de la société quimpéroise Enag spécialisée en électronique et directeur du chantier naval finistérien CDK Composites. Cet ancien navigateur dans l'Armée de l'air développe une insatiable curiosité pour les techniques innovantes avec un sens maîtrisé du risque, formation militaire oblige. Il est revenu à ses premières amours en créant en avril 1994 à Paris, la société Géo-3D, spécialisée dans la fabrication d'images numériques en trois dimensions appliquées à la cartographie. *"J'ai travaillé sur cette technique, à la main, quand je faisais mes plans de vol..."*, explique Jacques Pensec. Son souhait : être producteur de données pour différents utilisateurs. Un vœu rendu possible par l'utilisation d'un "atelier" logiciel aux extraordinaires performances, non encore exploité en France.

## Un logiciel en exclusivité

La société Géo-3D a acquis l'exclusivité de l'exploitation du logiciel (nommé Teis comme Terrestrial Elevation and Image System) en partenariat avec son inventeur, dont le nom ne sera pas dévoilé pour des raisons de secret industriel. Depuis janvier 1996, Géo-3D s'est installée à Quimper. Elle emploie 3 personnes : l'au-



▲ Carte 3D pour analyse de propagation de feu.

teur des logiciels, Jacques Pensec et Gwen Grall, expert en cartographie ; elle dispose aussi d'un commercial à mi-temps basé à Paris. *"En Bretagne tout est moins cher qu'à Paris. Cela nous permet de réduire les coûts de fonctionnement et donc, de tirer nos prix. Compte tenu de notre activité, notre position excentrée ne pose aucun problème et que dire de la qualité de vie ici !"*

La jeune entreprise bretonne a été sélectionnée par le magazine l'Usine Nouvelle comme société de haute technologie "qui fera parler d'elle en 1996". Encourageant !

Quelle est l'originalité de l'atelier logiciel exploité par Géo-3D par rapport aux autres systèmes actuellement sur le marché ? *"La grande majorité des systèmes de représentation géographique fonctionne en deux dimensions. Il existe très peu d'outils 3D"*, poursuit le promoteur quimpérois. Les données cartographiques numériques en trois dimensions pro-

duites par la société quimpéroise intéressent des opérateurs aussi divers que EDF, France Télécom, Télédiffusion de France (TDF), Thomson/CSF, le service technique de la navigation aérienne ou les pompiers des Bouches du Rhône.

## Applications multiples

Les données cartographiques 3D permettent l'analyse géographique d'un territoire donné par carrés élémentaires de 5 mètres à 250 mètres (et plus). Une application : la prévision des inondations. À la demande du laboratoire national d'hydraulique de Chatou pour EDF, Géo-3D a établi, à partir d'une carte standard de l'IGN (Institut géographique national), un modèle numérique de terrain sur une superficie de 8 km sur 6 km, avec une résolution de 5 mètres (chaque carré de 5 mètres porte son information d'altitude). But de l'opération : connaître les zones inondables du

territoire. En prenant pour hypothèse une montée des eaux de 3 mètres, on visualise sur l'écran informatique, en surimpression sur la carte IGN, les zones qui seront envahies. Les applications sont multiples : étude d'écoulement des eaux, études de pollutions, prévisions de catastrophes comme les crues des rivières, les ruptures de barrages...

*"En 1996, il est irritant de ne pas pouvoir écouter France Musique en continu entre Quimper et Rennes. À mon avis, fait remarquer Jacques Pensec, les études de couverture spécifique n'ont pas été faites"*. Voilà encore un champ d'application pour la cartographie numérique 3D.

En vue d'études d'aménagement - construction d'ouvrages, de routes, de lignes électriques - Géo-3D a réalisé les cartes de la Nouvelle-Calédonie, des Yvelines et du Val d'Oise. Elle a aussi fourni une carte en trois dimensions de la Turquie à TDF, pour l'étude de la couverture du pays par les ondes radio.

Jacques Pensec, conforté par ses bons résultats, a confiance dans l'avenir de son entreprise. Son grand concurrent, le satellite Spot, propose des prestations comparables mais dont le coût est très élevé. Il reste pour cette équipe de pionniers à se faire connaître et reconnaître dans trois directions : le marché de l'image (cartes papier en numérique), le marché de la troisième dimension (modèles numériques de terrain) et le marché des applications avec des clients du type EDF pour la simulation d'inondations. ■

FB.-C.

**Contact** ▶ Géo-3D  
Tél. 98 82 87 95

# De l'électricité dans l'air...



Photo: Viaporc

▲ Des porcs à l'aise font un élevage performant.

La circulation de l'eau souterraine dans des roches poreuses génère des phénomènes électriques naturels appelés potentiels d'électrofiltration. Ceux-ci semblent capables, dans certains cas, de perturber les conditions de vie de certains animaux particulièrement sensibles : les porcs d'élevage.

L'influence qu'exercent les activités électriques et électromagnétiques sur notre environnement est encore mal connue. Nous baignons en permanence dans un champ magnétique qui interagit avec le flux de matière ionisée en provenance du soleil. Les aurores boréales sont les manifestations les plus connues de cette interaction.

Il existe aussi d'autres sources de perturbations électriques naturelles : l'eau circulant dans un milieu poreux, fissuré, voire fracturé peut être à l'origine d'un potentiel électrique appelé potentiel d'électrofiltration. Sur quelques centaines de mètres d'une même zone, les différences de potentiel peuvent atteindre plusieurs centaines de millivolts, voire 2 à 3 volts dans certaines régions volcaniques actives. En Bretagne, ces potentiels varient rarement de plus d'un millivolt par mètre. Cependant, suivant le contexte géologique, ils peuvent parfois être amplifiés et devenir gênants pour

les animaux. Un tel phénomène a été mis en évidence dans un élevage porcin à Penvern, aux environs de Guipavas (29).

## Des animaux sensibles

Dans cette région où l'élevage porcin est très important, l'amélioration constante des races a amené à sélectionner, au cours des dernières années, des animaux très maigres, devenus plus sensibles aux conditions du milieu ambiant. Lorsqu'ils se trouvent en état d'inconfort, les porcs manifestent des troubles du comportement, le plus spectaculaire étant le cannibalisme.

Plusieurs facteurs d'inconfort sont bien connus : la température, la vitesse de l'air dans la salle, la concentration à l'intérieur des cases, la présence de germes pathogènes. Mais, dans l'élevage porcin de Penvern, le cannibalisme continuait à se manifester après le contrôle et la correction de tous ces paramètres.

## À la recherche de l'origine des perturbations

Une étude de l'environnement électrique, réalisée par l'Apave<sup>(1)</sup> à l'intérieur de l'élevage, a mis en évidence des perturbations électriques continues, persistant après la coupure de l'alimentation basse et moyenne tension en amont de l'élevage. Ces perturbations semblent occasionner des troubles aux animaux, ceux-ci étant élevés en cases d'une vingtaine d'individus, séparées par des barrières métalliques (donc conductrices d'électricité).

À la demande du groupement Viaporc, nous avons étudié les effets électriques aux alentours de l'élevage : les seuls effets mesurables sont ceux liés à l'infiltration et l'écoulement des eaux dans le sol et les terrains sous-jacents. Ces écoulements sont responsables d'un champ électrique d'environ 100 millivolts par kilomètre, bien loin cependant des 100 à 500 millivolts par mètre observés à l'intérieur et aux abords immédiats de l'élevage.

## Pourquoi une telle amplification ?

L'explication réside probablement dans le contexte géologique de la région : les environs immédiats de l'élevage sont composés de gneiss arénisés (décomposés en sables et argiles) et fissurés, surmontés d'un sol arable, l'ensemble constituant un milieu saturé en eau et électriquement conducteur. Par ailleurs, le site de Penvern est bordé au nord et au sud de bancs de grès-quartzite (principalement composés de quartz), formations très minéralisées, massives, assez homogènes et par conséquent très résistantes électriquement.

Les travaux de terrassement pour la construction de l'élevage ont montré que la zone de Pen-

vern se trouvait sur ou en bordure immédiate du banc de quartzite qui affleure au nord. La présence de ces bancs est susceptible de modifier considérablement les potentiels électriques naturels, du fait de leur résistance électrique très importante (quelques centaines à quelques milliers de fois la résistance du sol arénisé).

Après prospection, la solution proposée à l'éleveur de Penvern fut de relier à la terre toutes les parties métalliques de l'élevage, à quelque distance des bâtiments. Cela semble avoir complètement résolu le problème et l'élevage est maintenant devenu extrêmement performant.

Les comportements anormaux des porcs, observés dans de nombreux élevages, ne peuvent pas, bien sûr, être associés systématiquement à ce type de phénomène. En revanche, il est essentiel d'être en mesure d'estimer l'importance des effets électriques perturbateurs d'origine naturelle ; une approche qu'il serait utile de généraliser à d'autres types d'élevages, voire à l'urbanisme... ■

Pascal Tarits

Département des sciences de la Terre  
Directeur de l'URA CNRS 1278  
"Domaines océaniques"

<sup>(1)</sup> Apave : Association des propriétaires d'appareils à vapeur et électriques, organisme de contrôle et d'expertise agréé.

Contact ► Tél. 98 01 65 57  
E-mail : tarits@univ-brest.fr

## QUI A DIT ?

"Car enfin qu'est-ce que l'homme dans la nature ? Un néant à l'égard de l'infini, un tout à l'égard du néant, — un milieu entre rien et tout, infiniment éloigné de comprendre les deux extrêmes."

Réponse page 20

# Histoire du moteur électrique



Photo C. Perret.

Qu'y a-t-il de commun entre une locomotive de TGV, une machine à coudre et une AX Citroën électrique ? Le moteur électrique, bien sûr ! Sur le chemin qui nous mène de la découverte de l'électricité aux moteurs de TGV, nous rencontrons Benjamin Franklin parti, paratonnerre en main, à la conquête de la foudre, Alessandro Volta présentant sa pile à Bonaparte ou le bonhomme d'Ampère établissant les lois de l'électromagnétisme entre deux sonnets<sup>(1)</sup>.

## L'électron, cet inconnu

Vers l'an 600 avant notre ère, Thalès de Millet remarque que l'ambre jaune frotté à sec attire les fétus de paille. Il en déduit que l'ambre (elektron en grec) a une âme, qui attire les objets comme par un souffle. Du temps de Charlemagne (8<sup>e</sup> siècle), on plante des pieux dans les récoltes pour les protéger de la foudre. Cette pratique païenne, qui déplait au clergé, est interdite en 789. Le pape Sylvestre II (940-1002) accepte de la rétablir "à condition qu'elle soit accompagnée de prières chrétiennes".

À partir des 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles, les phénomènes électriques excitent la curiosité, telle celle de Jean-Antoine Nollet, abbé et professeur de physique. En 1760, Benjamin Franklin imagine le paratonnerre. À cette époque, les seules sources connues d'électricité sont les décharges de foudre et le frottement.

## L'Europe des savants

La pile d'Alessandro Volta (1800), alternant des rondelles de

zinc et de cuivre avec des morceaux de drap humide, génère des phénomènes électriques à ses deux extrémités : c'est la première source de courant continu. En 1820, le Danois Hans Oersted découvre qu'un courant électrique dévie une aiguille aimantée. Cette expérience, refaite par François Arago à l'Académie des sciences, inspire à André-Marie Ampère toutes les lois de l'électromagnétisme moderne. En 1831, le Britannique Michael Faraday découvre le phénomène de l'induction : le mouvement d'un aimant dans un circuit fermé génère, dans celui-ci, un courant électrique. Cette découverte, montrant la possibilité de produire un courant à partir du mouvement, ouvre la voie aux applications pratiques de l'électricité.

## Place aux ingénieurs

C'est vers la production d'électricité, notamment pour l'éclairage, que s'orientent les recherches des ingénieurs. Parmi ceux-ci, citons Hippolyte Pixii, Edward Clarke, Florise Nollet... Mais c'est un bricoleur de génie,

« La "Jamais contente", dont l'original se trouve à l'université technologique de Compiègne, a été reconstruite à l'identique, en 1994, à l'initiative du Lions Club international.

Zénobe Gramme, ébéniste chez l'orfèvre Christofle, qui met au point la première dynamo industrielle. La "machine de Gramme" permet de déposer, par électrolyse, 600 g d'argent en 1 h sur des couverts en laiton. L'avenir de la dynamo aurait été limité sans la découverte, par Hippolyte Fontaine, de sa réversibilité. De génératrice de courant électrique, elle peut devenir productrice d'énergie mécanique, capable de remplacer la machine à vapeur.

## Tout s'accélère

À partir de 1887, les moteurs utilisant un courant alternatif, mis au point grâce aux travaux de Nicolas Tesla, font brillamment leur entrée dans l'industrie. L'utilisation de ce type de courant, et un travail sur les matériaux (aimants et bobines) permet d'augmenter la puissance et le rendement des machines. L'entrée du moteur électrique dans l'usine marque aussi les débuts du taylorisme.

En 1895, la première ligne ferroviaire électrique est ouverte entre la gare d'Austerlitz et la gare d'Orsay. En 1899, naît la première voiture électrique<sup>(2)</sup> : la "Jamais contente" bat le record du monde de vitesse en atteignant les 105,850 km/h ! Citons aussi le grand savant de cette époque, André Blondel (1863-1938), qui permet des avancées considérables notamment dans la production d'électricité (couplage des alternateurs dans les centrales). Ainsi, dès le début du 20<sup>e</sup> siècle, le moteur électrique a déjà livré la plus grande partie de ses secrets. Les améliorations suivantes porteront sur les matériaux, l'isolation, l'utilisation de l'électronique...

## Une exposition au lycée

"L'histoire du moteur électrique s'inscrit parfaitement dans la vocation du lycée Joliot Curie de Rennes, un établissement polyvalent, scientifique et technologique, qui accueille environ 1700 élèves, dans des formations allant du BEP aux classes préparatoires aux grandes écoles", explique René Perrier, l'un des concepteurs de l'exposition. Après l'hommage rendu aux "Joliot Curie", l'histoire du moteur électrique est la seconde exposition conçue par une équipe d'enseignants bénévoles et passionnés... Cette manifestation, qui s'est déroulée en avril dernier, a bénéficié du soutien de plusieurs partenaires dont la ville de Rennes, le conseil régional, le Palais de la découverte, l'Académie des sciences, EDF, Citroën, Gec Alsthom et Leroy Somer. ■

## Épilogue : mon quotidien électrique

En me levant, j'allume la lumière (centrale à alternateurs électriques), prépare un café fraîchement moulu (moulin à café) et je mets des vêtements (machine à coudre) propres (machine à laver le linge). Avant de sortir, je sèche mes cheveux (séchoir électrique), et fais rapidement briller mes chaussures (cireuse électrique). Dans ma voiture (électrique), un ventilateur (électrique) apporte un agréable courant d'air. Je me rends à la gare pour monter dans un TGV et je dis merci à Franklin, Volta, Ampère, Faraday, Gramme et tous les autres ! ■

C.P.

<sup>(1)</sup> La poésie fut la passion la plus profonde et la plus durable d'André-Marie Ampère. <sup>(2)</sup> Supplantée par la voiture à moteur thermique à partir de 1905.

## Pour en savoir plus

Histoire du moteur électrique, Guide expo, 50 pages, 20 F, disponible auprès de Giselle Vaqué, tél. 99 28 76 76.



## AFA Association française d'astronomie

**Statut juridique :** Association loi de 1901, fondée en 1947.

**Nombre d'adhérents :** 1 500 individuels • 60 associations, clubs (personnes morales) • 20 000 abonnés à la revue Ciel et Espace.

**Budget-Financement :** Budget 1996 : 21 MF dont 1,6% de conventions et contrats provenant des ministères. Le reste provient des ressources propres de l'association (édition, adhésion, produits).

**Missions :** Développer la vulgarisation scientifique et la culture astronomique pour le plus grand nombre, susciter la curiosité et développer l'intérêt du grand public pour l'astronomie, rassembler tous ceux qui agissent ou souhaitent agir en ce domaine. L'AFA fait le lien entre le public, les structures d'animation et de pratique de l'astronomie, les médias et les astronomes (professionnels ou amateurs).

**Activités :** Édition d'une revue mensuelle Ciel et Espace destinée à plus de 100 000 lecteurs, serveur Minitel 3615 big-bang, développement d'opérations nationales de vulgarisation et d'animation astronomique comme la nuit des étoiles, l'éclipse de Lune..., organisation de conférences, cours, voyages et stages d'initiation et de formation à thème astronomique, édition de CD-Rom, de produits audiovisuels, conseils et soutiens en ingénierie culturelle astronomique (exposition...), organisation de congrès (Astrocope 94), salons et rassemblements à thème astronomique.

**Références :** Métro à ciel ouvert, nuit des étoiles, nuit de l'éclipse, l'astrocscope, la revue... Partenariat multiple avec les médias tels que France 2, France Info..., les collectifs et associations nationales JPA (Jeunesse au plein air), Cirasti (Collectif associatif pour la réalisation d'activités scientifiques et techniques internationales), ANSTJ (Association nationale sciences, techniques, jeunesse) et la SAF (Société astronomique de France), les centaines d'associations et de clubs d'astronomie, les collectivités et les milieux de la recherche et de l'industrie.

**Nombre d'employés :** 14 salariés, 3 objecteurs de conscience et plusieurs temps partiels.

**Correspondants :** Alain Cirou, directeur général • Éric Piednoël et Alain Superbie, réseaux et animation.

**Adresse :** AFA - 17, rue Émile Deutsch de la Meurthe, 75014 Paris, tél. (1) 45 89 81 44, fax (1) 45 65 08 95.

RÉSEAU JUIN 96 - N°123

## SAR Société d'astronomie de Rennes

**Statut juridique :** Association loi de 1901, fondée en octobre 1974.

**Nombre d'adhérents :** 43 en 1995.

**Structures :** Adhérent à l'OSCR (Office social et culturel rennais). Siège social à la Maison du Champ de Mars de Rennes. Local : Savio Soubirou, Les Boëdriers, Noyal-sur-Vilaine.

**Budget-Financement :** Cotisations : juniors : 60 F • Adultes : 130 F • Bienfaiteurs : 260 F • Subvention ville de Rennes : 2 200 F.

**Missions :** Article 2 des statuts : le but principal de l'association est de réunir entre elles les personnes s'intéressant à l'astronomie, l'astrophysique et à l'étude des phénomènes célestes en général. Ses efforts tendent à faciliter à ses membres l'étude et la pratique de l'astronomie et des sciences connexes par le moyen, notamment, de réunions et de conférences, par la constitution d'une bibliothèque, par la création d'une station d'observation et d'un atelier d'optique astronomique.

**Activités :** Réunions le jeudi soir • Initiation pour les nouveaux, 1<sup>er</sup> jeudi du mois • Calcul pour les mordus, 2<sup>e</sup> jeudi du mois • Mensuelle, 3<sup>e</sup> jeudi du mois • Soirée d'observation en gîte d'étape bimensuelle.

**Animations :** "La nuit des étoiles"...

**Correspondants :** Jean-Jacques Sacré, 8, rue du Champ du Verger, 35410 Châteaugiron • Olivier Mousis, 100, avenue de Cork, 35200 Rennes.

**Adresse :** Société d'astronomie de Rennes, 6, cours des Alliés, 35043 Rennes Cedex.

RÉSEAU JUIN 96 - N°123

## L'AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE (ESA)

PROGRAMME EUROPEEN

**Mission :** Créée par la Convention de Paris du 30 mai 1975, l'ESA assure et développe à des fins exclusivement pacifiques, la coopération entre États européens dans les domaines de l'espace et de ses applications, en vue de leur utilisation à des fins scientifiques.

**Activités :** Avec le succès d'Ariane, l'ESA est au premier rang de la coopération technologique européenne. L'ESA a développé les lanceurs du programme Ariane, qui a lancé de nombreux satellites de télécommunication et télévision ou sondes scientifiques et météorologiques, notamment Météosat. Sur le plan économique, le programme spatial a donné à l'industrie européenne une puissante impulsion.

L'ESA prépare également les programmes de navettes et stations spatiales habitées, fruits d'une coopération mondiale, dans laquelle elle sera un partenaire majeur au milieu du couple américano-russe. Ni la Nasa, ni la RKA russe ne peuvent assumer à elles seules le financement de ces projets.

**Organisation :** Son fonctionnement est assez complexe et tient à son rôle d'organisation de la coopération de 15 États membres aux politiques spatiales parfois extrêmement divergentes (France, Allemagne, Italie, Grande-Bretagne, Belgique, Espagne, Pays-Bas, Suisse, Suède, Autriche, Danemark, Norvège, Finlande, Canada, Irlande)...

Pour les petits pays, un financement à sens unique vers les plus grands n'a pas d'intérêt, aussi, le fonctionnement de l'ESA permet une coopération à la carte entre quelques pays seulement.

Le siège de l'ESA est à Paris, le centre nerveux est à Noordwijk (Pays-Bas) où se situe le Centre européen de recherches et de technologies spatiales (Estec) qui emploie à lui seul 1 200 personnes et gère la plupart des programmes. Les autres centres se trouvent à Darmstadt (Allemagne) et Frascati (Italie).

**Contact Euro Info Centre :** Tél. 99 25 41 57.



RÉSEAU JUIN 96 - N°123

## La Bretagne en chiffres

### LA PRATIQUE DE L'ASTRONOMIE AMATEUR EN BRETAGNE

- **Cercle scientifique briochin**  
22005 Saint-Brieuc Cedex  
Adhérents 5 Bénéficiaires 105
- **Club d'astronomie du Trégor**  
22560 Pleumeur-Bodou  
Adhérents 30 Bénéficiaires 40
- **Planétarium du Trégor**  
22560 Pleumeur-Bodou  
Adhérents 6 Bénéficiaires 70 000
- **Loar Gann - 29000 Quimper**  
Adhérents 40 Bénéficiaires 785
- **Club astronomie du foyer socio-éducatif - 29150 Châteaulin**  
Adhérents 6 Bénéficiaires 25
- **Renouveau association**  
29170 Fouesnant  
Adhérents 1 Bénéficiaires 400
- **Cistem - 29200 Brest**  
Adhérents 30 Bénéficiaires 1 400
- **Club astro Ensi de Bretagne**  
29285 Brest Cedex  
Adhérents 15 Bénéficiaires 100
- **Pegase - 29290 Saint-Renan**  
Adhérents 20 Bénéficiaires 216
- **Club astronomie Moëlan/Mer**  
29350 Moëlan/Mer  
Adhérents 6 Bénéficiaires 170
- **Planétarium : CCSTI Rennes**  
35000 Rennes  
Adhérents 24 Bénéficiaires 7 500
- **Société d'astronomie de Rennes**  
35043 Rennes Cedex  
Adhérents 40 Bénéficiaires 500
- **Club d'astronomie Miranda**  
35170 Bruz  
Adhérents 20 Bénéficiaires 200
- **Association lunairienne d'astronomie**  
35800 Saint-Lunaire  
Adhérents 10 Bénéficiaires 5500
- **Vannes astronomie**  
56000 Vannes  
Adhérents 25 Bénéficiaires 850
- **Section astronomie foyer des jeunes - 56100 Lorient**  
Adhérents 8 Bénéficiaires 405
- **Club astro Collège Mazé Guéméné/Scorff**  
56160 Guéméné/Scorff  
Adhérents 1 Bénéficiaires 75
- **Club d'astronomie du Pays de Vilaine - 56220 Peillac**  
Adhérents 15 Bénéficiaires 420
- **Association Sterenn**  
56530 Queven  
Adhérents 18 Bénéficiaires 200
- **Association Mille Soleils**  
56860 Séné  
Adhérents 12 Bénéficiaires 2 600
- **Presqu'île astro-club**  
29160 Crozon  
Adhérents 15 Bénéficiaires 100

Au travers d'une vingtaine de structures, près de 90 000 personnes pratiquent, à des degrés différents, l'astronomie amateur.

Source : inventaire 1994, réalisé par l'Association nationale sciences techniques jeunesse pour le secteur d'horaires de la Bretagne (secteur Presqu'île astronomie, créé en 1995).

RÉSEAU JUIN 96 - N°123



## AUGMENTER LE NIVEAU TECHNOLOGIQUE DE VOTRE ENTREPRISE PAR LA RECHERCHE DE L'INNOVATION.

### NOTRE ACTION...

Les membres du Réseau vous accompagnent dans la recherche de compétences technologiques

### VOUS...

Toute entreprise souhaitant faire un premier pas technologique ou recherchant des partenaires publics ou privés.



### NOS METHODES

vous trouver le meilleur prestataire pour

Assistance technique - Etude de faisabilité - Calculs - Essais - Modélisation - Etude de marché - Recherche de partenaires technologiques - Etat de l'art - Recherches d'antériorité - Information scientifique et technique - Dépôt du premier brevet.

**L'Europe pour partenaire**



### PRESENCE BRETAGNE

18, Place de la Gare - 35000 RENNES

Tél : 99 67 42 05 - Fax : 99 67 60 22

Membre du Réseau Interrégional de Diffusion Technologique



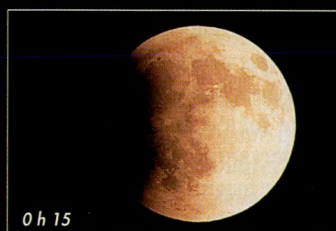
# À la belle étoile

**C**ertaines mauvaises langues prétendent qu'il y a moins d'étoiles en Bretagne qu'ailleurs... à cause de la couche nuageuse ! Mais qu'importe : quand on ne peut pas les observer dans le ciel, on découvre les étoiles dans les expositions, les planétariums ou à travers les animations des asso-

ciations... Et nul ne pourra dire qu'il y a moins de passionnés en Bretagne qu'ailleurs.

Et puis, il ne fait pas toujours mauvais, lors des soirées d'observation qu'organisent le CCSTI et la Société d'astronomie de Rennes. La preuve : la nuit du 3 au 4 avril a attiré près de 100 per-

sonnes sur un terrain de la commune de Saint-Erblon (35) pour l'observation, sous un ciel dégagé, d'un phénomène rare et grandiose, une éclipse totale de Lune. Quatre heures de spectacle commenté par des passionnés du ciel, dont nous vous proposons quelques instantanés... ■



Pendant l'éclipse, la lumière du Soleil est réfractée par la basse atmosphère terrestre et dirigée vers le centre du cône d'ombre : selon la couverture nuageuse, la Lune sera grise, brune ou, comme ici, d'un beau rouge crépusculaire.

# Attention trou noir

**Le 10 janvier dernier à Rennes, 350 personnes ont mystérieusement disparu au cours d'une conférence organisée par le CCSTI au centre culturel Triangle. Selon la police, il semble qu'elles aient été englouties par un trou noir, se rendant sans méfiance à l'invitation de Jean-Pierre Luminet, directeur de recherche au CNRS, astrophysicien à l'Observatoire de Paris-Meudon.**

## Histoire d'une découverte : l'étoile à neutrons

En 1054, un astronome chinois observe l'apparition d'un nouvel astre très brillant. En 1968, une jeune étudiante anglaise enregistre des pulsations radio extrêmement régulières, en provenance d'un astre lointain. Dans les deux cas, il s'agit d'une étoile à neutrons. Lorsqu'une étoile est très grosse, sa température est très élevée, suffisamment pour que les réactions thermonucléaires de son noyau produisent les éléments les plus lourds, tels que le fer et le nickel. À la fin de sa vie, l'étoile explose très violemment, illuminant l'espace : c'est ce que l'on appelle une supernova, comme par exemple la nébuleuse du Crabe, apparue dans le ciel chinois en 1054.

Au centre de cet astre, il ne reste plus qu'un noyau extrêmement dense : une étoile à neutrons. On l'appelle également pulsar, car elle émet un rayonnement radio caractéristique de sa vitesse de rotation. *"C'est une sorte de phare cosmique : chaque pulsar a sa fréquence et son orientation. On parle également de chronomètre car sa fréquence de pulsation est régulière au milliardième de seconde près."* Grâce à un traitement approprié, il est possible de transformer le battement des pulsars en bande sonore : c'est le cadeau que nous a offert Jean-Pierre Luminet dans cette salle du Triangle, en plus de superbes images d'astres (nébuleuses, naines blanches...) et de simulations colorées d'un voyage vers le cœur d'un trou noir. ■

Dès la fin du 18<sup>e</sup> siècle, l'astronome anglais Michell (1783) et son collègue français Laplace (1796) avaient prévu qu'en fonction des lois de gravitation universelle établies par Newton en 1687, un astre gigantesque aurait un tel pouvoir attractif que la lumière elle-même n'aurait pas une vitesse suffisante pour s'en échapper. L'astre en question serait donc invisible. Cette intuition de l'existence des trous noirs fut ensuite oubliée jusqu'au début de notre siècle.

### Comment devient-on trou noir ?

Pour simplifier beaucoup, disons que le trou noir est une fin possible pour les plus grosses étoiles de notre univers. *"Nous n'avons, pour l'instant, détecté qu'une dizaine de trous noirs en activité dans notre galaxie, mais nous pensons qu'il en existe près de 100 millions, sur un total de 200 milliards d'étoiles."* Moins d'une étoile sur mille atteint le stade de trou noir.

Comment le trou noir se forme-t-il ? Une étoile, notre Soleil par exemple, est soumise en permanence à deux forces contraires : la gravitation, qui tend à la faire se recroqueviller sur elle-même, et la force engendrée par les réactions thermonucléaires transformant l'hydrogène en hélium dans le cœur de l'étoile, provoquant au contraire, son expansion.

Ces deux forces s'équilibrent exactement pendant toute la vie de l'étoile, lui conférant sa stabilité. Puis, l'étoile vieillit et sa réserve de carburant s'épuise : son noyau ne contient plus d'hydrogène, l'hélium produit s'est lui-même transformé en éléments plus lourds, et la température de l'étoile n'est pas suffisante pour produire d'autres réactions thermonucléaires. La gravitation finit par l'emporter, le noyau se condense tandis que l'enveloppe gazeuse est éjectée plus ou moins violemment dans l'espace.

Il ne reste plus, au centre, qu'un noyau très dense et inerte : un cadavre stellaire. Il en existe trois types, classés par densité croissante : une naine blanche lorsqu'il s'agit au départ d'une étoile de taille moyenne, comme notre Soleil, une étoile à neutrons pour les étoiles plus grosses, ou encore un trou noir, si l'étoile initiale est vraiment énorme. Dans ce cas ultime, le noyau résiduel est extrêmement dense : si la Terre était un trou noir, sa masse pourrait être contenue dans un dé à coudre.

### Perspectives : de l'utilité des trous noirs

Le Petit Prince raconté par Antoine de Saint-Exupéry utilisait les volcans de sa planète pour se chauffer. Jean-Pierre Luminet a, quant à lui, imaginé une planète-

citée construite autour d'un trou noir, qui jouerait le double rôle de générateur d'énergie et de recycleur des déchets produits par la cité.

Quant à traverser un trou noir pour se retrouver éventuellement dans un autre univers, il ne faut pas trop y songer : *"la sortie d'un trou noir ne pourrait être que son inverse, un trou blanc, ou plutôt une fontaine blanche qui recracherait toute la matière engloutie par le trou noir"*, mais il n'existe actuellement aucune observation pour étayer cette idée.

Cela vaut peut-être mieux, car les propriétés d'un éventuel passage dans un trou noir auraient permis aux voyageurs de se déplacer en utilisant des raccourcis dans la géométrie de l'espace-temps, et par là même de remonter le temps... La littérature de science-fiction regorge d'exemples en la matière : ce type d'expérience pourrait se révéler dangereux ! ■

H.T.

### Pour en savoir plus

**Les trous noirs**, par Jean-Pierre Luminet, éditions Belfond/Sciences, également en collection Points sciences.

**La physique et l'infini**, par Jean-Pierre Luminet et Marc Lachièze-Rey, éditions Flammarion, collection Dominos.

**Contact** ► Jean-Pierre Luminet  
Observatoire de Paris  
section d'astrophysique  
92195 Meudon Cedex



Photo: Presqu'île astro-club.

rejoignant les pôles terrestres. C'est le rôle de la monture équatoriale. On vérifie ensuite le réglage effectué grâce à la connaissance de la latitude du lieu d'observation, en tentant de suivre une étoile test, proche de l'équateur. *"Puis quand vient le public, une vingtaine de personnes en général, nous lui expliquons un peu de mécanique céleste, les constellations, les planètes, les amas d'étoiles..."*, décrit Jean Gentic. Une activité où l'amour de la science rejoint celui de la nature, à tel point que *"le président du parc naturel régional d'Armorique, Jean-Yves Cozan, nous a obtenu une subvention du conseil général pour l'achat de notre lunette de grand diamètre destinée au public, et devrait nous accueillir dans l'un des écomusées du parc"*, se réjouit le secrétaire du club. Désormais, ces amateurs d'étoiles au-

ront donc de quoi se réunir hebdomadairement, pour débattre de leurs sujets favoris... Car en astronomie amateur, connaissance, entraide et enseignement permanent coexistent miraculeusement. Un point à rappeler aux débutants toutefois : si l'on peut faire des observations grâce à des jumelles, il ne faut pas investir dans un instrument astronomique de mauvaise qualité. Quelques livres défricheront bien le sujet. Jean Gentic conseille d'ailleurs deux d'entre eux, le très abordable "Observer les étoiles" de Pierre Kohler aux éditions Ouest-France et "Astronomie, guide de l'amateur" aux éditions Gründ. ■

M.-E.P.

<sup>(1)</sup> Le Presqu'île astro-club fait partie de l'Union locale des associations en milieu rural (Ulamir).

**Contact** ► Jean Gentic  
Tél. 98 27 44 77



### Jusqu'au 3 août / Aux origines de l'univers

Rennes : ouverte au public depuis le 8 janvier dernier, cette exposition a déjà accueilli plus de 10 000 personnes. Dans le cadre de cette manifestation, le CCSTI a organisé des conférences animées par des chercheurs (Jean-Pierre Luminet, Hubert Reeves, Jean Heidmann...) et des soirées d'observation en plein air, en collaboration avec la Société d'astronomie de Rennes (voir sigles du mois). Les prochaines conférences auront lieu à l'Espace des sciences les 1<sup>er</sup> et 22 juin, à 16 h 30. Elles seront animées par Paul Caillet. La prochaine soirée d'observation est programmée pour le 14 juin (réservation obligatoire).

► Rens. : Espace des sciences, tél. 99 35 28 28.

(Horaires et tarifs : voir page 20)

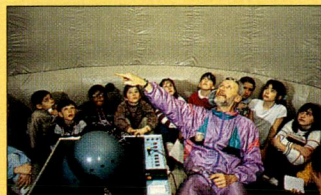


Photo: M. Ogier.

### L'univers à votre porte

Le Centre de culture scientifique et technique (CCSTI) de Rennes propose en location un planétarium itinérant, se déplaçant, avec son animateur spécialisé, dans toute la Bretagne (et même ailleurs...). Vous pourrez y découvrir le ciel de France, projeté sur une coupole de 5 m de diamètre, apprendre à y repérer facilement la Grande Ourse, Cassiopee, Andromède, Orion ou Pégase, comprendre la succession des jours et des saisons et même faire un petit tour dans l'hémisphère sud. Plusieurs programmes, adaptés aux différents publics (école, collège, lycée, grand public...) peuvent être proposés.

► Rens. : Frédéric Primault, tél. 99 35 28 23.

### Planétarium du Trégor

Pleumeur-Bodou (22) : sur le site de Cosmopolis, l'un des plus grands planétarium d'Europe vous accueille dans une salle de 315 places, devant un écran de 600 m<sup>2</sup>. Les

séances thématiques consacrées aux planètes, aux étoiles, aux constellations, au big-bang... varient selon les jours et les horaires. Une galerie d'exposition "Panorama de l'astronomie" et une librairie spécialisée permettent de prolonger et de compléter la visite.



Photo: Planétarium du Trégor.

► Rens. : Planétarium du Trégor, tél. 96 15 80 30.

### Étoiles à la carte

Nantes (44) : sous une coupole figurant la voûte céleste sont projetés et animés les astres visibles à l'œil nu et composant notre univers connu. Chaque séance comporte deux parties : un thème général consacré à la présentation du ciel étoilé et des mouvements de la Terre ; et un thème particulier (milieu interstellaire, système planétaire, conquête spatiale...) choisi en fonction de la demande du public.

► Rens. : Planétarium, tél. 40 73 99 23.

### Découvrir les étoiles dans un centre de vacances

Damgan (56) : le centre Bellevue-Océan développe des activités scientifiques et techniques pour des enfants de tous âges (maternelle à collège) accueillis en classe de découverte ou en séjour de vacances. Ce centre de l'association départementale des pupilles de l'enseignement public a fait récemment l'acquisition d'un planétarium gonflable itinérant, afin de développer l'enseignement de l'astronomie aux jeunes enfants. Ce type d'animation est susceptible de compléter certains enseignements dispensés à l'école, d'aider les enfants à développer des aptitudes logiques ou géométriques et de les préparer à des séances d'observation réelle du ciel. À partir du mois de septembre, ce planétarium sera disponible en location.

► Rens. : Frédéric Balavoine, tél. 97 41 20 34.

# Attention trou noir

## Histoire d'une découverte : l'étoile à neutrons

En 1054, un astronome chinois observe l'apparition d'un nouvel astre très brillant. En 1968, une jeune étudiante anglaise enregistre des pulsations radio extrêmement régulières, en provenance d'un astre lointain. Dans les deux cas, il s'agit d'une étoile à neutrons. Lorsqu'une étoile est très grosse, sa température est très élevée, suffisamment pour que les réactions thermonucléaires de son noyau produisent les éléments les plus lourds, tels que le fer et le nickel. À la fin de sa vie, l'étoile explose très violemment, illuminant l'espace : c'est ce que l'on appelle une supernova, comme par exemple la nébuleuse du Crabe, apparue dans le ciel chinois en 1054.

Au centre de cet astre, il ne reste plus qu'un noyau extrêmement dense : une étoile à neutrons. On l'appelle également pulsar, car elle émet un rayonnement radio caractéristique de sa vitesse de rotation. *"C'est une sorte de phare cosmique : chaque pulsar a sa fréquence et son orientation. On parle également de chronomètre car sa fréquence de pulsation est régulière au milliardième de seconde près."* Grâce à un traitement approprié, il est possible de transformer le battement des pulsars en bande sonore : c'est le cadeau que nous a offert Jean-Pierre Luminet dans cette salle du Triangle, en plus de superbes images d'astres (nébuleuses, naines blanches...) et de simulations colorées d'un voyage vers le cœur d'un trou noir. ■

**Le 10 janvier dernier à Rennes, 350 personnes ont mystérieusement disparu au cours d'une conférence organisée par le CCSTI au centre culturel Triangle. Selon la police, il semble qu'elles aient été englouties par un trou noir, se rendant sans méfiance à l'invitation de Jean-Pierre Luminet, directeur de recherche au CNRS, astrophysicien à l'Observatoire de Paris-Meudon.**

Dès la fin du 18<sup>e</sup> siècle, l'astronome anglais Michell (1783) et son collègue français Laplace (1796) avaient prévu qu'en fonction des lois de gravitation universelle établies par Newton en 1687, un astre gigantesque aurait un tel pouvoir attractif que la lumière elle-même n'aurait pas une vitesse suffisante pour s'en échapper. L'astre en question serait donc invisible. Cette intuition de l'existence des trous noirs fut ensuite oubliée jusqu'au début de notre siècle.

### Comment devient-on trou noir ?

Pour simplifier beaucoup, disons que le trou noir est une fin possible pour les plus grosses étoiles de notre univers. *"Nous n'avons, pour l'instant, détecté qu'une dizaine de trous noirs en activité dans notre galaxie, mais nous pensons qu'il en existe près de 100 millions, sur un total de 200 milliards d'étoiles."* Moins d'une étoile sur mille atteint le stade de trou noir.

Comment le trou noir se forme-t-il ? Une étoile, notre Soleil par exemple, est soumise en permanence à deux forces contraires : la gravitation, qui tend à la faire se recroqueviller sur elle-même, et la force engendrée par les réactions thermonucléaires transformant l'hydrogène en hélium dans le cœur de l'étoile, provoquant au contraire, son expansion.

Ces deux forces s'équilibrent exactement pendant toute la vie de l'étoile, lui conférant sa stabilité. Puis, l'étoile vieillit et sa réserve de carburant s'épuise : son noyau ne contient plus d'hydrogène, l'hélium produit s'est lui-même transformé en éléments plus lourds, et la température de l'étoile n'est pas suffisante pour produire d'autres réactions thermonucléaires. La gravitation finit par l'emporter, le noyau se condense tandis que l'enveloppe gazeuse est éjectée plus ou moins violemment dans l'espace.

Il ne reste plus, au centre, qu'un noyau très dense et inerte : un cadavre stellaire. Il en existe trois types, classés par densité croissante : une naine blanche lorsqu'il s'agit au départ d'une étoile de taille moyenne, comme notre Soleil, une étoile à neutrons pour les étoiles plus grosses, ou encore un trou noir, si l'étoile initiale est vraiment énorme. Dans ce cas ultime, le noyau résiduel est extrêmement dense : si la Terre était un trou noir, sa masse pourrait être contenue dans un dé à coudre.

### Perspectives : de l'utilité des trous noirs

Le Petit Prince raconté par Antoine de Saint-Exupéry utilisait les volcans de sa planète pour se chauffer. Jean-Pierre Luminet a, quant à lui, imaginé une planète-

citée construite autour d'un trou noir, qui jouerait le double rôle de générateur d'énergie et de recycleur des déchets produits par la cité.

Quant à traverser un trou noir pour se retrouver éventuellement dans un autre univers, il ne faut pas trop y songer : *"la sortie d'un trou noir ne pourrait être que son inverse, un trou blanc, ou plutôt une fontaine blanche qui recracherait toute la matière engloutie par le trou noir"*, mais il n'existe actuellement aucune observation pour étayer cette idée.

Cela vaut peut-être mieux, car les propriétés d'un éventuel passage dans un trou noir auraient permis aux voyageurs de se déplacer en utilisant des raccourcis dans la géométrie de l'espace-temps, et par là même de remonter le temps... La littérature de science-fiction regorge d'exemples en la matière : ce type d'expérience pourrait se révéler dangereux ! ■

H.T.

### Pour en savoir plus

**Les trous noirs**, par Jean-Pierre Luminet, éditions Belfond/Sciences, également en collection Points sciences.

**La physique et l'infini**, par Jean-Pierre Luminet et Marc Lachièze-Rey, éditions Flammarion, collection Dominos.

**Contact** ► Jean-Pierre Luminet  
Observatoire de Paris  
section d'astrophysique  
92195 Meudon Cedex

# Y a-t-il quelqu'un dans l'univers ?



Illustration M. Friboulet

Pour Jean Heidmann, radioastronome à l'Observatoire de Paris-Meudon, membre de l'Académie internationale d'astronautique, la question est essentielle, "même si nous n'avons encore perçu aucun signe de vie intelligente dans l'univers". À ce propos il est formel : pas de soucoupes volantes, pas de petits hommes verts... et s'insurge contre la désinformation croissante de la population, par le biais des médias qui privilégient l'audience aux dépens des réalités scientifiques.

Heureusement à Rennes, le public est des mieux informés, grâce aux conférences organisées par le CCSTI, et n'offre aucune prise aux discours scabreux des sectes de tout poil. Mais revenons à nos questions : y a-t-il d'autres planètes que celles de notre système solaire ? Ces planètes contiennent-elles de la matière organique, ont-elles vu se développer une vie intelligente ?

## Y a-t-il des planètes ?

Première hypothèse, née de notre propre expérience de la vie : rien de vivant ne peut se former ailleurs que sur une planète. Il faut donc commencer par inventorier les planètes possibles autour des 1000 étoiles les plus proches de nous. C'est déjà difficile, car les étoiles elles-mêmes sont à peine visibles. On ne peut observer les planètes en direct, mais seulement détecter les artefacts qu'elles produisent dans l'observation des astres. "Ces dix dernières années ont vu les techniques d'observation du ciel progresser par bonds

énormes. Notre célèbre télescope spatial Hubble, après des débuts difficiles, nous livre chaque mois de nouvelles images époustouflantes. L'une d'elles montre des pédoncules sombres dans certaines nébuleuses : ce sont vraisemblablement des débuts de systèmes planétaires", explique Jean Heidmann. On observe également le trajet parcouru par les étoiles. Si ce trajet est dissymétrique, c'est qu'une masse importante et invisible exerce son influence, "encore une planète potentielle". Plus précis encore, la découverte récente de trois petites planètes autour d'un pulsar. Le pulsar (voir page 12) est un astre extrêmement dense (environ la masse du Soleil contenue dans une sphère de 10 km de diamètre) et qui tourne très vite sur lui-même (jusqu'à 1000 tours par seconde). L'exposition de ces planètes aux forts rayonnements du pulsar n'est pas propice au développement de la vie. Ailleurs, deux autres planètes viennent d'être détectées : l'une d'elles a une température de surface de l'ordre de 80 °C, ce qui

permet d'envisager l'existence d'eau sous forme liquide. Si l'on se réfère à notre expérience terrestre, la présence d'eau, comme celle d'oxygène ou d'ozone, sont des éléments favorables à l'émergence de la vie. Voilà donc, en seulement quelques mois de recherches, une douzaine de nouvelles planètes détectées dans l'univers...

## À la recherche d'une vie intelligente

La matière organique existe ailleurs que sur Terre : on en a trouvé en abondance sur des satellites comme Titan, ou encore dans des météorites, sous forme d'acides aminés, briques essentielles de la vie : "La vie en elle-même n'est pas si extraordinaire : il y a eu probablement plusieurs débuts de vie sur Terre, à des stades très précoces de notre histoire. Plusieurs fois cette vie a pu être détruite et se reconstruire..."

Pour Jean Heidmann, l'émergence de l'intelligence est autrement plus complexe. D'où l'existence d'un institut de recherche privé international, le Seti (Search for Extra Terrestrial Intelligence), dont l'objectif est d'essayer de capter des ondes électromagnétiques d'origine artificielle. "Nos outils s'améliorent de jour en jour et leur efficacité double tous les 8 mois. Mais il faut bien se garder de réfléchir à notre échelle de temps individuelle :

ouest france



## Concours de dessins Ouest-France/CCSTI

"Dessine-moi le ciel" (pour enfants de 6 à 11 ans) ou "Dessine-moi le big-bang" (pour collégiens et lycéens). Si ces thèmes vous inspirent, envoyez vos dessins réalisés en couleurs sur papier à dessin ou cartonné (format 21 x 29,7 cm), avant le 10 juin au : CCSTI (concours Ouest-France/CCSTI) 6, place des Colombes, 35000 Rennes.

À gagner : 2 voyages à la Cité des sciences de la Villette, des guides du ciel, des cartes du ciel... ■

► Rens. : Espace des sciences, tél. 99 35 28 28.

nous sommes, par exemple, en mesure d'envoyer des signaux qui peuvent être perceptibles à 1000 années-lumière de distance, ce qui signifie en clair qu'il nous faudra attendre la réponse pendant 2 000 ans !"

L'ambition de Jean Heidmann n'est donc pas de trouver lui-même de la vie extraterrestre, mais bien de participer le plus activement possible à l'évolution des technologies et à la mise en place de programmes internationaux de recherche à long terme, comme l'installation d'un radiotélescope sur la face cachée de la Lune, pour le protéger des ondes émises par l'activité humaine. "Cela peut paraître un projet démesuré à notre époque, mais il est modeste à l'échelle de l'univers. Ce qui importe, c'est d'assurer la continuité d'un réel programme mondial pour les siècles à venir." ■

H.T.

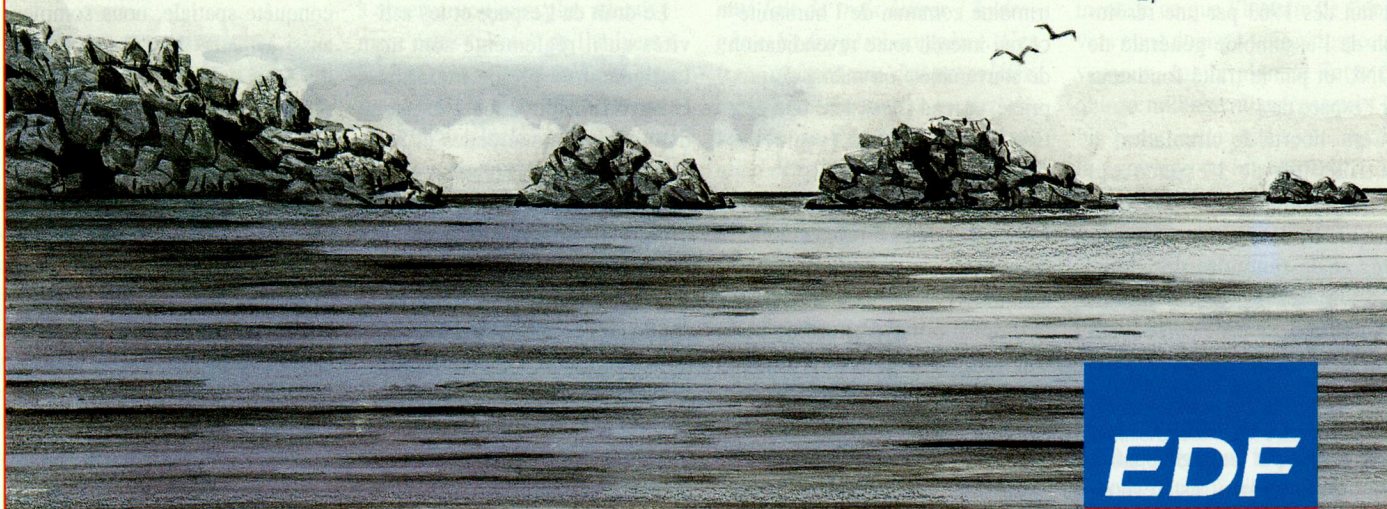
### Pour en savoir plus

Intelligences extra-terrestres, Jean Heidmann, éditions Odile Jacob et La vie dans l'univers, Jean Heidmann, éditions Hachette.

Contact ► Jean Heidmann  
Observatoire de Paris  
92195 Meudon Cedex  
E-mail : heidmann@obsppm.fr

# Protéger l'environnement, c'est aussi l'une des missions d'EDF en Bretagne.

*Dans le cadre du programme Bretagne-Eau Pure,  
Electricité de France met ses capacités d'expertise  
au service de la recherche pour la maîtrise  
et le traitement des pollutions d'origine animale.*



**DELEGATION REGIONALE  
BRETAGNE**

**EDF**  
Electricité  
de France

2, avenue Charles Tillon, 35000 Rennes. Tél: 99 33 17 17.





# Le droit de l'espace

**Quand ont commencé les activités spatiales, s'est posée la question de savoir quelles règles devraient être appliquées, le droit international classique, très respectueux des souverainetés des États ou un droit nouveau, mieux adapté aux nécessités. Fort heureusement, dès le début de la conquête spatiale, des règles spéciales ont été élaborées, essentiellement au sein de l'Organisation des nations unies.**

**P**our les orbites autour de la Terre, la règle en matière d'espace aérien risquait d'être appliquée : l'exercice "ad infinitum" de la souveraineté des États au-dessus de leur territoire. Cette règle était inacceptable tant du point de vue technique que politique. Il fallait affirmer la liberté de circulation des satellites, ce qui fut fait dès 1963 par une résolution de l'assemblée générale de l'ONU et par le traité fondateur sur l'espace de 1967.

Cette liberté de circulation et d'utilisation de l'espace eut comme contrepartie l'obligation, pour l'État, de contrôler ces activités et de répondre des dommages qu'elles peuvent causer. Les entreprises privées peuvent intervenir dans l'espace mais elles doivent y être autorisées par un État. En cas de dommage causé à terre par un engin spatial, l'État de lancement est responsable, même si aucune faute n'a été commise.

## L'espace, patrimoine commun

En ce qui concerne les corps célestes, le droit de l'espace fixe

également les règles essentielles. La question était la suivante : en plantant leur drapeau sur le sol de la Lune, les Américains prennent-ils possession de ce territoire comme Christophe Colomb en Amérique ? Les règles existantes l'auraient sans doute permis. Il n'en fut rien, la Lune et les autres corps célestes sont déclarés "patrimoine commun de l'humanité" ce qui interdit toute revendication de souveraineté ou même de propriété, et rend nécessaire une gestion internationale d'éventuelles richesses.

L'espace est un enjeu militaire essentiel. Pour les orbites autour de la Terre les activités militaires sont autorisées, seule est interdite la mise en orbite d'armes de destruction massive. L'interdiction est plus large pour les corps célestes où toutes les activités militaires sont interdites.

La diversification des interventions a rendu nécessaire l'élaboration d'autres règles concernant l'envoi de l'homme dans l'espace ou les techniques de télédétection. Les télécommunications en général et la télévision en particulier sont un domaine en

plein développement. L'allocation des fréquences et des emplacements sur la précieuse orbite géostationnaire est faite par l'Union internationale des télécommunications. Des textes concernant la télévision existent au niveau européen du conseil de l'Europe et de l'Union européenne, ils subissent fortement la pression de l'évolution des possibilités techniques. Enfin la mise en place d'une station spatiale internationale fera l'objet d'accords d'une grande importance.

## Comparaison avec la haute mer

Le droit de l'espace et les activités qu'il régit sont actuellement en pleine mutation. L'introduction dans l'espace d'activités commerciales et privées a, et aura, des conséquences importantes. La comparaison avec le droit de la mer peut être très utile : ici aussi, le problème se pose de la possibilité de faire appliquer des règles de droit alors qu'aucun État n'y exerce de souveraineté et qu'aucune institution ne peut y édicter des normes applicables pour tous. On connaît les problèmes posés en haute mer par la dérégulation largement due au développement des pavillons de complaisance. Les activités dans l'espace sont actuellement très sérieusement contrôlées, elles doivent le rester. Il faut éviter que les entreprises

◀ **Un lever de Terre : il faut aller sur la Lune pour voir ainsi notre planète...**

des pays développés ne s'engagent dans cette voie et que les pays en développement ne soient tentés d'acquiescer à bon compte une activité spatiale en pratiquant un "dumping réglementaire" ; il faut, pour cela, qu'ils puissent participer à des programmes spatiaux et avoir accès à de véritables services publics internationaux. Des exemples intéressants existent dans le domaine des télécommunications avec Intelsat et Inmarsat.

Le second défi est lié à l'augmentation des activités. Ici, comme en mer, se pose le problème de la pollution. Dans les zones de l'espace les plus fréquentées, l'augmentation de la "circulation" et l'existence de très nombreux débris spatiaux deviennent très préoccupantes.

À l'aube de la véritable conquête spatiale, nous sommes aussi à l'aube du développement du droit qui devra en fixer les règles. Comme pour la mer et pour l'Antarctique, ces règles devront être mondiales. La première conséquence de la présence de l'homme dans l'espace n'a-t-elle pas été de lui permettre de voir la Terre d'en haut et de comprendre à quel point la gestion et la protection de "notre bonne vieille Terre" doit être l'affaire de tous ? ■

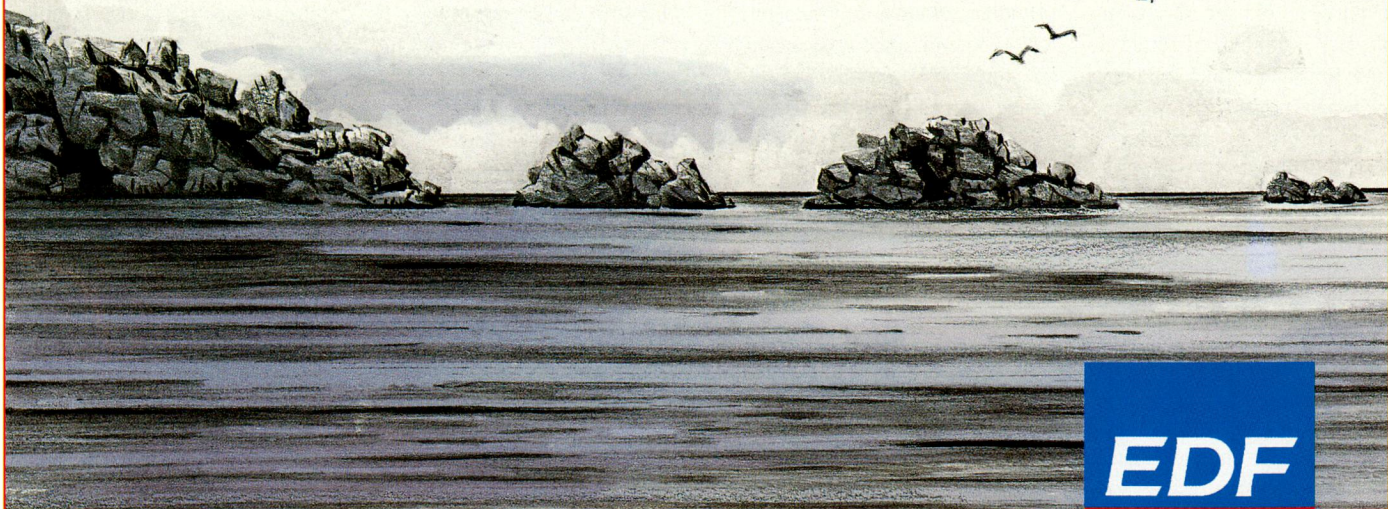
**Armél Kerrest**

Centre de droit et d'économie de la mer  
Université de Bretagne occidentale  
Membre de l'European Center for Space Law  
Membre de l'Institut international de droit de l'espace

**Contact** ▶ Tél. 98 01 66 09  
E-mail : [Armél.Kerrest@univ-brest.fr](mailto:Armél.Kerrest@univ-brest.fr)

# Protéger l'environnement, c'est aussi l'une des missions d'EDF en Bretagne.

*Dans le cadre du programme Bretagne-Eau Pure,  
Electricité de France met ses capacités d'expertise  
au service de la recherche pour la maîtrise  
et le traitement des pollutions d'origine animale.*



**DELEGATION REGIONALE  
BRETAGNE**

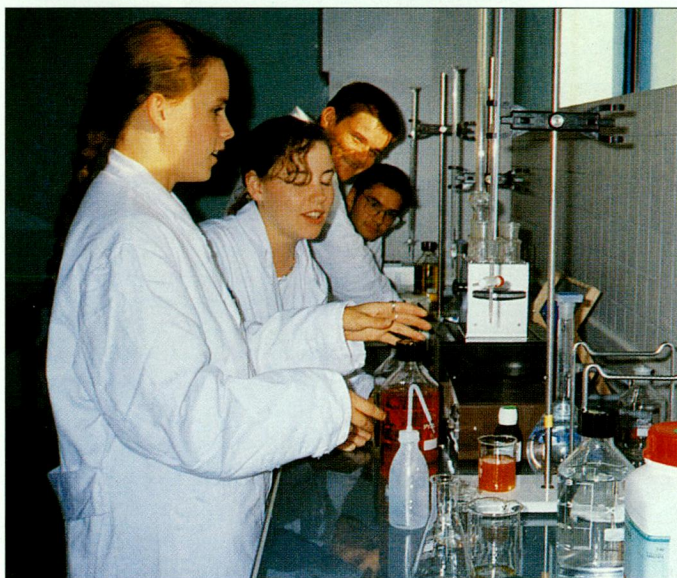


2, avenue Charles Tillon, 35000 Rennes. Tél: 99 33 17 17.

# Le BTS Métiers de l'eau sur une vague porteuse

La formation est unique en Bretagne. Ce mois-ci sort la première promotion du BTS Métiers de l'eau de Guingamp. Mais pour réussir dans cette voie, la fibre écologique ne suffit pas : les futurs diplômés sont des spécialistes de la gestion de l'eau, capables aussi bien d'organiser un réseau de distribution que de gérer une station d'épuration.

Créée à l'initiative du ministère de l'Éducation nationale, avec la collaboration des professionnels, la formation de technicien supérieur Métiers de l'eau répond à un besoin : former des généralistes capables d'intervenir à n'importe quel échelon de la filière, depuis le captage jusqu'au rejet. Les quatre premières sections ont été ouvertes à la rentrée 1993, à Paris, Cosne-sur-Loire, Chambéry et Dax. Deux créations ont suivi en 1994, à Angers et au Lycée Notre-Dame-de-Guingamp. Les professionnels ayant estimé à quelques centaines le nombre de techniciens nécessaires chaque année en France, ce type de BTS sera volontairement limité en nombre.



▲ La formation "Métiers de l'eau" comprend une part importante de travaux pratiques.

## L'eau, de A à Z

L'industrie de l'eau fait appel à des disciplines multiples et souvent complémentaires : génie des procédés de traitement de l'eau, chimie, biochimie et microbiologie, électrotechnique, hydraulique. Toutes matières enseignées bien sûr de façon théorique, mais nécessitant également une part importante d'expérimentation et de travaux de laboratoire. Pour ce volet pratique, un hall technologique entièrement dédié aux métiers de l'eau a été construit pour un investissement total de 5 MF.

Sur 650 m<sup>2</sup>, ce hall rassemble une douzaine de pilotes semi-industriels permettant aux étudiants de reproduire l'ensemble des opérations auxquelles ils seront confrontés sur le terrain. Tous les procédés sont représentés : citons le système d'osmose inverse, dont l'une des applications industrielles est la dessalinisation de l'eau de mer. De même, certains équipements de pointe, qui n'existent pas encore dans toutes les stations de traitement, sont à la disposition des étudiants : par exemple un pilote à charbon actif en grains. Dans ce process, le charbon, traversé par l'eau à traiter, se sature progressivement en polluants, tout particulièrement pesticides et nitrates.

## Épuration et distribution

Ces deux exemples sont représentatifs des opérations physico-chimiques destinées à obtenir de l'eau potable. De même, le hall est équipé de stations d'épuration miniatures permettant de conduire toutes les opérations biologiques d'assainissement de l'eau. L'étudiant est amené ici à calculer les

paramètres nécessaires au fonctionnement : dans le cas de la culture bactérienne aérobie, il évalue l'apport de nutriments et d'oxygène et pilote le niveau de digestion des effluents.

Enfin, l'électrotechnique et surtout l'hydraulique sont des éléments clés de la formation. Les exercices pratiques ont lieu sur des bancs de pompes ou des pilotes de mesure de débit. Sur ces matériels, il est possible de simuler un réseau de distribution, en intégrant des éléments tels que le diamètre des canalisations ou la perte de pression.

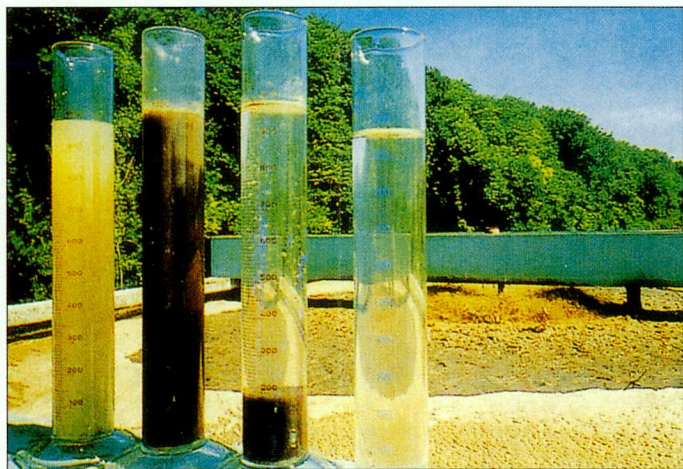
## De sérieux débouchés professionnels

Douze semaines de stages en entreprises viennent compléter ce cursus. Les étudiants sont accueillis par les compagnies des eaux de la région : Lyonnaise des Eaux, Générale des Eaux, Saur, Cise-Ouest et par les régies municipales ou les Satese<sup>(1)</sup>. D'ores et déjà, certains étudiants ont de très bons contacts pouvant conduire dès juin à un premier emploi. Cette adéquation entre la formation et les besoins du marché n'a pas échappé aux futurs étudiants : avant même que ne soit sortie la première promotion, les candidats affluent de toute la France : le lycée de Guingamp a déjà enregistré plus de 500 demandes de candidature ! ■

<sup>(1)</sup> Satese : Service d'assistance technique aux exploitants de stations d'épuration.

**Contact** ► Lycée Notre-Dame  
22200 Guingamp  
Tél. 96 43 71 37

Cette page est réalisée par la  
technopole Anticipa Lannion-Trégor  
Tél. 96 46 42 28.



▲ L'eau, du captage au rejet, passe par de multiples étapes.

# Le plan routier breton

## 2<sup>e</sup> partie

L'aménagement de grandes routes en Bretagne, au cours du dernier quart de siècle, a été un atout majeur de l'aménagement du territoire régional et de son développement économique.

### 1969 - 1970

#### Les premiers pas

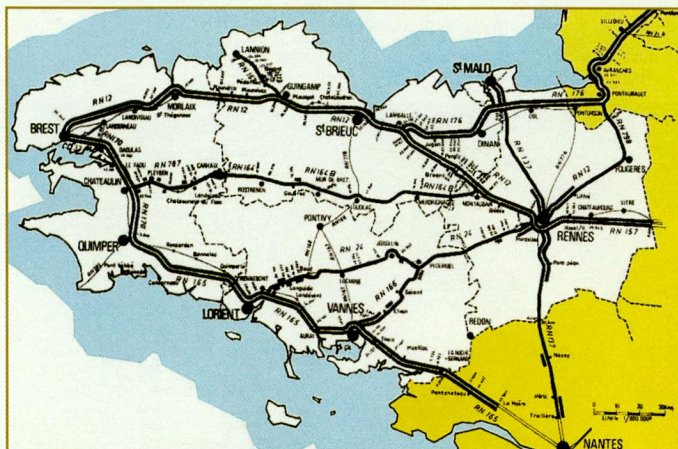
**T**rès vite on constate que le chiffre de 800 MF est très sous-estimé, pour traiter un réseau de l'ordre de 1000 km. En outre, la conception des routes à construire n'est pas définie. Plusieurs conceptions s'affrontent alors, débouchant sur un dilemme Paris-province.

Au ministère, la tendance est plutôt de tirer sur la corde pour faire le plus long possible avec l'enveloppe promise de 800 MF sur 6 ans. Et pour cela, faire du neuf avec du vieux, réutiliser au maximum la route existante malgré sa sinuosité, limiter la largeur des emprises, se passer de terre-plein central, maintenir les croisements à niveau des voies traversées, maintenir les accès riverains, épaisseurs de chaussée réduites, etc.

Au plan local, en revanche, les ingénieurs veulent donner de meilleures caractéristiques, quitte à faire moins long, mais mieux dimensionné et plus solide. Aussi souhaite-t-on des tracés neufs, le dénivellement des croisements les plus importants, la suppression des accès riverains, le remembrement des parcelles, etc.

Reste l'axe central. On s'accorde à penser que faire trois voies en réutilisant le tracé existant est dangereux. La solution alors retenue est de redresser les tracés les plus sinueux, dévier les agglomérations, créer de place en place quelques créneaux de dépassement, ainsi qu'une 3<sup>e</sup> voie dans les rampes un peu raides.

Avec le recul, cette politique apparaît timide, voire étriquée. Mais



▲ Plan routier breton : définition initiale (1970).

il faut dire qu'à l'époque, la France ne comportait que de très courtes sections d'autoroute et pratiquement pas de routes express. Le trafic était encore faible, et le budget de l'État modeste. Vue de Paris, les besoins paraissaient beaucoup plus grands que dans d'autres régions, d'où la réticence à faire en Bretagne des routes largement dimensionnées. L'échelon central n'autorisa donc, au départ, que des projets qui, avec le recul, paraîtraient vraiment très médiocres aujourd'hui.

Heureusement, les demandes des ingénieurs locaux finirent par prévaloir au bout de quelques années. Ils furent aidés en cela par la croissance considérable du trafic sur les nouvelles routes. Faire des projets aux caractéristiques convenables, quitte à étaler les réalisations dans le temps, est la conception qui finit par s'imposer.

### 1970 - Le coup d'accélérateur

Cette politique des petits pas va pousser les Bretons à appuyer sur l'accélérateur. Le 27 octobre 1970, devant la Coder (Commission de développement économique régional), le ministre de l'Équipement accède à la demande des élus locaux. Les axes suivants sont ajoutés au programme initial : Rennes - La Gravelle, Rennes - Lamballe, Rennes - Saint Malo, Ploërmel - Vannes, Guingamp - Lannion. L'itinéraire principal Nord qui était jusque-là selon St-Brieuc - Dinan -

Pontorson devient ainsi Brest - Laval via Saint-Brieuc et Rennes.

Ainsi complété, le plan routier représente environ 1300 km de routes, dont un millier à réaliser à 2 x 2 voies. Le réseau ainsi défini s'étend au Sud jusqu'à Nantes, vers Caen, jusqu'à Pont-Farcy.

Ce nouveau schéma, bien entendu, va "tirer" sur le calendrier. Pour financer ces kilomètres supplémentaires, les Bretons doivent s'armer de patience. On parle à l'époque de 1800 MF, un chiffre incertain d'ailleurs en raison des nouvelles caractéristiques routières. Pour accélérer un peu le mouvement, reste la solution d'un complément de financement au plan local. Jusqu'alors, l'État prenait tout en charge. Désormais, les collectivités locales sont sollicitées pour faire la soudure. Cette participation va être pratiquée pour certains dénivellements de carrefours, pour des bretelles d'échanges intéressant la desserte locale et pour les travaux en milieu urbain. Mais au total elle restera très limitée pendant 10 ans.

### 1970 - 1975 Le grand plan

Le 6<sup>e</sup> plan va donner au plan routier breton un grand élan. Les mises en service de sections nouvelles se multiplient un peu partout, surtout sur les deux axes principaux Est-Ouest, avec un accent particulier sur l'extrême Ouest, c'est-à-dire le Finistère.

De nouveaux tronçons à 2 x 2 voies apparaissent un peu partout : Brest - Morlaix, Brest - Châteaulin, Lorient - Vannes - La Roche-Bernard, Lamballe - Guingamp, Rennes - Montauban, Rennes - Châteaubourg. Ou à 1 x 2 voies : Châteaulin - Carhaix, Guingamp - Lannion, Villedieu - Pontorson. À cela s'ajoutent les déviations de Lorient, Vannes, Morlaix, Rennes.

Pour faire face à la dépense, l'État rallonge les crédits annoncés au départ du 6<sup>e</sup> plan, de l'ordre de 20%. De leur côté, les collectivités locales déposent dans la corbeille une part de 5% environ du total, soit 62 MF. Résultat, les deux axes principaux sont aménagés sur environ 50% de leur longueur et cela dans les sections les plus chargées.

Côté qualité, là aussi ça bouge. C'est l'époque où les nouvelles caractéristiques des routes express apparaissent. Le plan routier breton prend sa véritable identité, avec **toute son originalité** par rapport à ce qui se fait ailleurs :

- Qualité de la desserte locale : tracé passant à proximité immédiate des agglomérations de toutes tailles, avec de nombreux points d'échanges, donc de très grands services rendus au trafic local, même à courte distance.

- Réalisation continue dans le temps, donnant ainsi un travail permanent à des entreprises employant environ 2000 personnes ; et modernisation corrélative du réseau des carrières régionales.

- Gratuité pour l'utilisateur, d'où une économie considérable pour les habitants de la région, par rapport à un réseau d'autoroutes concédées.

Cependant, une partie seulement fut réalisée en route express, avec suppression des accès riverains et voies de desserte parallèles. De même, les emprises étaient limitées au strict minimum, et les bandes d'arrêt latérales traitées à l'économie. ■

Christian Delaunay - X 45

**Du côté des entreprises**

**■ Fonds social européen**

Le fonds social européen objectif 4 intervient pour soutenir les projets d'entreprises favorisant l'adaptation des salariés aux mutations industrielles et à l'évolution des systèmes de production. Il peut aider à définir les projets, et il intervient comme co-financier d'analyses prospectives ou de diagnostics, d'actions de formation, de bilan de compétences...

► Rens. : *direction régionale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle, tél. 99 30 05 97, ou direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement, tél. 99 87 43 31.*

**■ Citroën Rennes : Jean-Claude Duffes, nouveau directeur**

Rennes : Jean-Claude Duffes dirigera le centre de production Citroën de Rennes à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1996. Il succède, à ce poste, à Auguste Génovèse (voir Réseau n° 118), qui dirigeait depuis 16 ans cette importante unité (11 000 salariés). Jean-Claude Duffes était, depuis 1992, à la tête du centre de production Dongfong Citroën automobiles, à Wuhan, en Chine. Son arrivée à Rennes est en fait un retour, car il y avait déjà exercé les fonctions d'ingénieur qualité, chargé de suivre les productions de caoutchouc de l'usine de La Barre-Thomas, entre 1974 et 1976.

► Rens. : *Jean-Claude Bronner, tél. 99 86 36 19.*

**■ Trophée des technologies propres**

L'Ademe (l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) organise, en partenariat avec le magazine Industries et Techniques, l'édition 96 du trophée des technologies économes et propres. Ce concours s'adresse aux entreprises industrielles et commerciales qui ont, dans les trois années précédentes, mis en place un procédé ou un équipement industriel innovant, ou réalisé des investissements permettant de réduire les consommations

d'énergie primaire et les pollutions. Les dossiers peuvent être retirés auprès de la délégation régionale Bretagne de l'Ademe. La date limite de dépôt des candidatures est fixée au 12 juillet.

► Rens. : *Claire Schio, tél. 99 85 87 06.*

**Du côté des laboratoires**



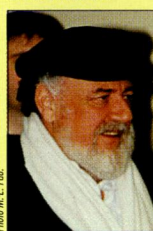
▲ Jean-Pierre Machelon, directeur adjoint du département des sciences de l'homme et de la société du CNRS remet sa médaille à Patrick Le Galès.

**■ Médaille**

Rennes : Patrick Le Galès, chargé de recherche au Centre de recherches administratives et politiques de l'université de Rennes 1 (unité associée CNRS) vient de recevoir la médaille de bronze 1995 du CNRS. Honneur scientifique bien plus qu'honneur mondain, cette médaille est venue jalonner le parcours de ce jeune et brillant chercheur spécialiste du gouvernement (ou plutôt de la "gouvernance") des villes et des politiques urbaines. Dans ses travaux de comparaison de l'organisation des villes européennes, il porte le double regard des sciences politiques et de la sociologie.

► Rens. : *Patrick Le Galès, IEP, tél. 99 84 39 03.*

**■ Le conseil général visite la faculté des sciences**



Brest : Jean-Yves Cozan, président de la commission de l'enseignement, de la formation, de la recherche, de la jeunesse et des sports, de la vie associative et de la culture du conseil général du Finistère, a visité, en mars dernier, plusieurs laboratoires de l'Université de Bretagne occidentale (UBO). Au-delà des contacts entretenus avec le monde universitaire et la re-

cherche scientifique, il s'agissait notamment de voir in situ les équipements scientifiques onéreux, pour lesquels le conseil général a accordé des subventions. Une occasion aussi, pour les universitaires, d'expliquer de vive voix l'utilité des équipements demandés et obtenus.

► Rens. : *conseil général, tél. 98 76 20 20.*

**■ Télécom Bretagne au service de la télémedecine**

Brest : conçu sous la houlette de Télécom Bretagne (École nationale supérieure des télécommunications) et mariant l'informatique aux télécommunications, un système de télémedecine a été lancé en mars dernier afin de relier le centre hospitalier intercommunal de Cornouaille à Quimper, et le centre hospitalier universitaire (CHU) de Brest. Il s'agit d'améliorer la prise en charge neurochirurgicale des patients arrivant au service des urgences à Quimper, en faisant appel à l'expertise et à l'aide des neurochirurgiens du CHU. Il permet la transmission d'images radiologiques et de données médicales au travers du réseau Numéris de France Télécom entre les services de radiologie et d'urgence de Quimper et le service de neurochirurgie du CHU. Ce système assurera désormais une plus grande sécurité du diagnostic et un meilleur confort du patient (un transfert de Quimper à Brest peut-être parfois risqué et coûteux), et répond à des objectifs de politique sanitaire préconisant le travail en réseau.

► Rens. : *Jacques Gautier, tél. 98 00 12 34.*

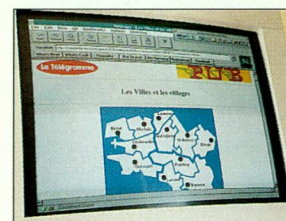
**■ Algues toxiques : le temps du bilan**

Pas une année sans que l'on parle des algues toxiques. Aux menaces de pollutions par hydrocarbures, les *Dynophysis*, *Alexandrium* et autre *Gymnodium* ont substitué la crainte qu'éprouvent essentiellement les conchyliculteurs, tant le risque d'un "bloom" (explosion de croissance) phytoplanktonique pèse au-dessus de leurs récoltes d'huîtres ou de coquilles Saint-Jacques. Une réunion internationale a eu lieu en avril à l'Ifremer-Brest (Institut français de recherches pour l'exploitation de la mer), afin de faire le bilan sur ces efflorescences qui mettent en péril des exploitations et parfois, des

vies. Plus de trente experts internationaux réunis par la Commission océanographique internationale et par le Conseil international pour l'exploitation de la mer ont donc planché sur le sujet. Première constatation : les blooms ne sont pas forcément liés aux activités humaines, contrairement à ce que l'on pense depuis quelques années.

► Rens. : *Ifremer, tél. 98 22 40 40.*

**Du côté d'Internet**



**■ Le Télégramme est sur le net**

Depuis le 15 avril, les différentes éditions du Télégramme sont disponibles sur Internet. De l'actualité internationale aux informations locales, chacun peut consulter, depuis la Bretagne, Paris ou l'autre bout du monde, toutes les informations que publie ce journal. La démarche consistant à offrir ses pages en consultation gratuite (contrairement à d'autres !) fait du quotidien morlaisien un véritable pionnier. Dans le même ordre d'idées, rappelons qu'il avait été aussi le premier quotidien français à paraître en couleurs (en 1967). Cette opération est le fruit d'un partenariat avec le Crédit mutuel de Bretagne, Océanopolis et Télécom Bretagne (présents également sur le site). <http://www.Bretagne-Online.tm.fr>.

**■ Supélec**

Une belle présentation et un contenu intéressant : le site web de Supélec-Rennes mérite un petit détour. Vous y trouverez des informations en liaison directe avec l'école, une agréable présentation de la ville de Rennes (histoire, architecture, chiffres clés...) et plusieurs serveurs hébergés. <http://www.supelec.fr/>

Les échos de l'Ouest

■ Radôme actualités



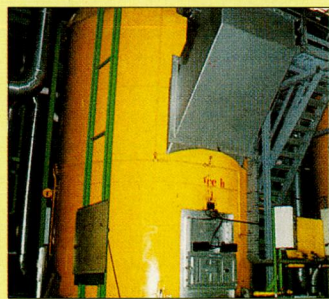
**Pleumeur-Bodou (22) :** le premier numéro de Radôme actualités est sorti en mars dernier. Cette lettre d'information a pour ambition d'informer tous les grands clients du musée des télécommunications sur ses activités et son fonctionnement.

► Rens. : Musée des télécommunications de Pleumeur-Bodou, tél. 96 46 63 80.

■ Valoriser le bois

Le programme Bois énergie Bretagne (1995-1998) vise à valoriser le bois (bois de rebut, connexes des entreprises du bois, sous-produits forestiers et agricoles) comme source d'énergie. Le but est de créer une organisation régionale et de réaliser des chaufferies bois, à usage collectif ou industriel. Le bois constitue en effet une ressource d'énergie abondante et renouvelable, dont l'utilisation a un impact très positif sur l'environnement : réduction des émissions polluantes, valorisation de déchets, entretien des espaces ruraux. Un exemple de réalisation : deux chaudières au bois assurent la totalité des besoins énergétiques de l'hôpital de Lannion (562 lits).

► Rens. : Ademe, tél. 99 85 87 00.



▲ Vue générale d'une des deux chaudières-bois de l'hôpital de Lannion.

■ Océanopolis agit pour le bien-être des malades



**Brest :** Océanopolis a signé une convention avec le nouvel hôpital de Brest (situé à La cavale blanche). Celle-ci porte sur la décoration des salles d'attentes et des couloirs à partir d'éléments photographiques tirés de la photothèque d'Océanopolis. Le circuit vidéo intérieur de l'hôpital

passera également un programme de films traitant du milieu marin. La convention prévoit aussi de réaliser des expositions dans le hall d'accueil et les cafétérias du nouvel établissement, voire -en pédiatrie- des animations pédagogiques. Enfin des aquariums devraient être installés et faire bénéficier les patients de leur effet anti-stress bien connu. Du coup, certains équipements et compétences du centre hospitalier, dans le domaine de l'imagerie ou de l'analyse médicale, biologique ou chimique, pourront être mis à la disposition d'Océanopolis.

► Rens. : Océanopolis, tél. 98 34 40 40.

Expositions

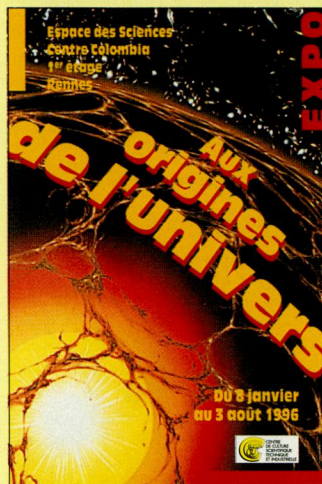


Photo Mouchy/Cat et Espace

■ Jusqu'au 3 août/ À l'Espace des sciences Aux origines de l'univers

**Rennes :** notre histoire est intimement liée à celle de l'univers. Elle a commencé par une gigantesque explosion, le big-bang, il y a 15 milliards d'années. Les atomes d'hydrogène, qui entrent dans la composition des molécules organiques de notre corps, sont nés quelques minutes seulement après le big-bang... Cette exposition est un véritable voyage à remonter le temps.

► Rens. : Espace des sciences, tél. 99 35 28 28.

Ouvert du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30, le samedi de 10 h 00 à 18 h 30.

Entrée : 10 F, tarif réduit : 5 F, gratuit pour les moins de 12 ans. Groupes le matin sur réservation uniquement.



■ Rendez-vous du cinquantenaire

**En 1996,** l'Institut national de la recherche agronomique célèbre son cinquantenaire : une bonne occasion de mesurer l'évolution de la recherche agronomique durant ces cinquante dernières années et de prévoir ses évolutions futures. Le public pourra découvrir la recherche agronomique "telle qu'elle se pratique dans les laboratoires" à l'occasion des portes ouvertes organisées les 14 et 15 juin (la journée du 14 est réservée aux scolaires), sur les différents sites bretons : Le Rheu, St-Gilles, Ensar, Plougoulm, Le Drennec/Sizun,

Pont-Scorff. À noter : la station d'amélioration de la pomme de terre de Ploudaniel (29) ouvrira ses portes les 28 et 29 juin.

► Rens. : Patricia Marain, tél. 99 28 51 00.

■ 20-21 juin/ Postes de travail adaptés

**Rennes :** l'association Bretagne mieux vivre organise, à l'Institut régional du travail social, une exposition présentant l'adaptation des postes de travail pour les personnes handicapées ou souffrant de lombalgies : sièges ergonomiques, mobilier adapté, équipement industriel... Chacun pourra essayer et comparer les différents postes de travail. De plus, une formation destinée aux médecins du travail sur le thème de l'assise et du siège de travail aura lieu le 21 juin, de 9 h à 12 h (formation gratuite, inscription préalable auprès de Bretagne mieux vivre).

► Rens. : Pascale Gauchet, tél. 99 63 60 61.

■ "Le lait, la vie" au musée des champs

**St-Ségal (29) :** "le lait, la vie", l'exposition créée par le Centre de culture scientifique, technique et industrielle, en collaboration avec le Cidil (Comité interprofessionnel des industries laitières) et la Cité des sciences de la Villette, sera à St-Ségal jusqu'en novembre prochain. Le musée des champs de la commune, l'un des établissements du parc naturel régional d'Armorique, accueille les 17 panneaux et les maquettes qui racontent le cycle du lait. À noter que tous ceux qui n'auront pas l'occasion de la visiter cette année la retrouveront l'année prochaine, de février à août 1997, au même endroit.

► Rens. : Musée des champs, tél. 98 73 01 07.

Du côté d'Internet

■ Université d'été de Bretagne

**Vous pouvez découvrir sur Internet les formations que propose, entre juin et octobre 1996, l'université d'été de Bretagne.** Associant universitaires, étudiants et non-étudiants, elle s'est donné pour but de valoriser les atouts économiques, culturels et intellectuels de la Bretagne. Les formations proposées vont de l'archéologie sous-marine, à l'apprentissage des langues bretonnes ou irlandaises, de la lutte bretonne à l'aménagement du territoire...

<http://www.teaser.fr/~aviez/ueb/>

► Rens. : Université d'été de Bretagne, tél. 97 64 19 90.

■ Wanadoo

**Depuis le 2 mai,** France Télécom commercialise une offre globale et ouverte d'accès à Internet. Wanadoo permet un accès facile à tous les services Internet (sites web, courrier électronique, forums de discussion...), mais également au Minitel et à une galerie commerciale. Si vous le souhaitez, vous pourrez tester Wanadoo gratuitement pendant 1 mois, en appelant le numéro Azur : 36 63 34 34 ou en vous connectant sur le site <http://www.wanadoo.fr>

QUI A DIT ?

Réponse de la page 5

Pascal, dans la méditation connue sous le titre des "deux infinis", Pensées, 199.

**Formations**

■ **Formation continue à Supélec**

**Supélec** Rennes : Supélec propose : conception et réalisation d'applications sous ms-windows (3-7 juin), techniques de la vie artificielle (10-14 juin), logiciels temps réel pour applications industrielles (10-14 juin), circuits ASIC (10-14 juin), systèmes à base de 68 000 (10-14 juin), systèmes numériques : architecture et conception (17-21 juin), conception orientée objet d'applications sous ms-windows (17-21 juin).

► Rens. : *Catherine Pilet*, tél. 99 84 45 00.

■ **Formations à l'Isipa**

**ISIPA** Ploufragan (22) : l'Institut supérieur des productions animales et des industries agro-alimentaires de Ploufragan propose : l'audit qualité en laboratoire (11-13 juin), eau potable-eau de process (18 juin), le système HACCP et la prévention du danger Listeria (19-20 juin).

► Rens. : *Véronique Voisin*, tél. 96 78 61 30.

■ **Formations nouvelles en santé publique**

Rennes : le département de santé publique de la faculté de médecine de Rennes propose trois nouveaux diplômes : diplôme et attestation universitaires en alcoologie (ouverts aux professionnels titulaires d'un baccalauréat), diplôme d'université de méthodologie en santé communautaire et diplôme et attestation universitaires de méthodes en hygiène appliquée (ces deux derniers diplômes sont ouverts en formation initiale aux étudiants de 3<sup>e</sup> cycle et en formation continue aux professionnels de niveau maîtrise).

► Rens. : *Sylvette Guidal*, tél. 99 33 69 61.

■ **Nouveau mastère à Télécom Bretagne**

**TELECOM BRETAGNE** Brest : le mastère "systèmes d'information hypermédia et aide à la décision" est ouvert aux diplômés d'une école d'ingénieurs, aux titulaires d'un DEA ou DESS, ou aux titulaires d'une maîtrise d'informatique ou Miage, pouvant justifier de 3 ans d'expérience professionnelle. Les

diplômés de ce mastère deviendront développeurs de systèmes d'information hypermédia, architectes ou administrateurs de systèmes d'informations...

► Rens. : *Catherine Le Riguer*, tél. 98 00 10 15.

■ **4-5 juin/ Optimisation en HPLC analytique**

Vannes : conçu sous forme de cours théoriques et de travaux pratiques, ce stage s'adresse aux techniciens supérieurs, ingénieurs de laboratoire à la recherche d'une meilleure maîtrise de ces techniques chromatographiques.

► Rens. : *Archimex*, tél. 97 47 06 00.

■ **7 juin/ Formation pour l'emploi**

L'afpa (Association nationale pour la formation professionnelle des adultes) donne rendez-vous à tous ses clients, partenaires et bénéficiaires dans ses 9 sites bretons (Loudéac, Saint-Brieuc, Brest, Morlaix, Quimper, Rennes, Saint-

Malo, Auray, Lorient). Tout au long de la journée, seront proposés des conférences-débats, des ateliers sur l'emploi et la formation, et des visites guidées des ateliers.

► Rens. : *Catherine Verry, Afpa*, tél. 99 26 56 26.

■ **10-14 juin/ Techniques d'extraction**

Vannes : ce stage aborde les différentes techniques d'extraction, classiques (extraction par solvant) ou faisant appel à des technologies plus récentes (micro-ondes, fluides supercritiques, ultrasons...).

► Rens. : *Archimex*, tél. 97 47 06 00.

■ **2-5 juillet/ Atelier Multimédia**

Nantes : cette formation essentiellement pratique vise à faire acquérir rapidement un savoir-faire en matière de communication multimédia. Chaque participant aura à réaliser, à partir de ses propres idées, un document multimédia.

► Rens. : *Institut de l'homme et de la technologie*, tél. 51 85 74 00.

■ **Vacances scientifiques**

Brest (29) et Le Rheu (35) : l'association Cistem organise, en Bretagne, pour les jeunes de 8 à 15 ans, plusieurs séjours à dominante scientifique. Au programme en juillet et août : observation de la nature, astronomie à Commana (29), environnement, astronomie à Menez Hom (29).

► Rens. : *Cistem*, tél. 98 05 12 04 et 99 60 78 37.

**À lire**

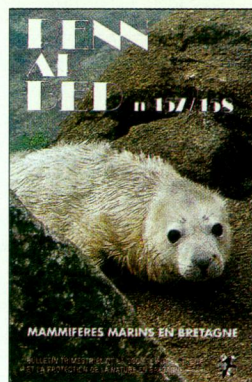


Photo P. Caron.

■ **Mammifères marins en Bretagne**

La Société d'étude et de protection de la nature en Bretagne (SEPNB) vient d'éditer, en partenariat avec Océanopolis, un numéro spécial de Penn ar Bed. La revue de la SEPNB consacre ainsi un numéro entier aux mammifères marins en Bretagne et dans les zones proches. Vous pourrez vous le procurer auprès de la SEPNB, ou chez les libraires, dans la collection "Bretagne vivante". À noter aussi, dans cette même collection, la réédition de "Oiseaux marins en Bretagne", "Orchidées de Bretagne" et "Amphibiens et reptiles en Bretagne".

► Rens. : *Océanopolis*, tél. 98 34 40 40, SEPNB, tél. 98 49 07 18.

**Formation Continue Université de Rennes 1**

**TECHNOLOGIE**

**FORMATIONS DIPLOMANTES**

IUT de Rennes

- DU Gestion de la Production dans les Entreprises du Batiment (GPIB)
- DU Gestion Globale de l'Habitat : Entretien et Réhabilitation (GGH)
- DU Bretagne entreprise Innovation Communication (BIC)
- DU Assistant Projet-Qualité

UFR Structure et Propriété de la Matière

- DU Domotique et Gestion technique du Bâti

**FORMATIONS QUALIFIANTES**

IUT de Lannion

- Chaines de mesures
- Labwindows CVI



**INFORMATIONS**

Service d'Education Permanente  
4, rue Kléber 35000 RENNES  
Tél. 99 84 39 50 Fax 99 63 30 33  
Email: [Guy.Julien@univ-rennes1.fr](mailto:Guy.Julien@univ-rennes1.fr)



**OÙ TROUVER RÉSEAU ?**

Distributeurs de Réseau

- Librairie Breizh  
17, rue de Penhoët - Rennes
- Colombier Presse  
7, dalle du Colombier - Rennes
- Librairie médicale et scientifique  
3, rue Édith Cavell - Rennes
- Librairie Dialogues  
Forum Roull - Brest

## Conférences

### À l'Irisa

Ces conférences, ouvertes à tous, ont lieu à l'Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires (Irisa), à 14 h, en salle Michel Métivier.

► **Rens. :** *Marie-Noëlle Georgeault*, tél. 99 84 71 00.

### ■ 14 juin/

Susan Eggers, du département de "computer science and engineering" de l'université de Washington, présente une conférence intitulée "Maximizing on-chip parallelism with a simultaneous multithreading processor architecture".

### À l'Espace des sciences

Ces deux conférences, organisées dans le cadre de l'exposition "Aux origines de l'univers" sont animées par Paul Caillet, professeur responsable du certificat d'astronomie de l'université de Rennes 1. Elles ont lieu à 16 h 30, à l'Espace des sciences.

► **Rens. :** *Espace des sciences*, tél. 99 35 28 28.

### ■ 1<sup>er</sup> juin/Un trou noir ? C'est troublant !

### ■ 22 juin/Exploration de notre galaxie par Hubble

### Au Triangle

### ■ 25 juin/Les aventuriers de la science

Invité par Ouest-France et le CCSTI, Pierre Kohler, journaliste scientifique, parlera de son métier de "raconteur de science" en évoquant ses rencontres avec ces nouveaux aventuriers que sont les chercheurs. Ancien astrophysicien, Pierre Kohler est l'auteur de nombreux articles et ouvrages de vulgarisation scientifique et traite, depuis maintenant 16 ans, de l'actualité scientifique et technique sur RTL. Cette conférence aura lieu à 20 h 30, au Triangle. L'entrée est libre.

► **Rens. :** *Espace des sciences (CCSTI)*, tél. 99 35 28 28.

## Colloques

### ■ 3-6 juin/ Silice biogénique et paléo-océanographie

Brest : organisé par l'Université de Bretagne occidentale, ce colloque fait le point sur l'utilisation de la silice biogénique comme outil de paléo-océanographie.

► **Rens. :** *Olivier Ragueneau*, tél. 98 01 70 02.

### ■ 6-7 juin/ Néonatalogie

Brest : la fédération nationale des groupes d'étude en néonatalogie et urgence pédiatrique est invitée, pour sa réunion annuelle, au port de plaisance, par le service de réanimation pédiatrique du CHU de Brest.

► **Rens. :** *Jean-Dominique Giroux*, tél. 98 22 33 09.

### ■ 7-8 juin/ Odontologie conservatrice

Brest : cette manifestation est organisée, à la faculté de médecine, dans le cadre des 16<sup>es</sup> journées d'enseignement, de pédagogie et de recherche du collège national des enseignants en odontologie conservatrice (Cneoc).

► **Rens. :** *Yves Choquin*, tél. 98 01 65 92.

### ■ 7 juin/ Environnement

Rennes : la ville de Rennes et l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie organisent une demi-journée de présentation des actions d'information sur l'environnement : veille réglementaire, appels à propositions, bases de données, conseils variés seront désormais disponibles auprès de l'Ademe. Cette action s'inscrit dans le cadre des actions d'information sur l'environnement proposées par la commission de l'Union européenne.

► **Rens. :** *Daniel Guillotin, Ciele*, tél. 99 54 42 98, et *Ademe*, tél. 99 85 87 00.

### ■ 17-18 juin/ À haute voix

Rennes : ce colloque international organisé par le centre d'études des littératures anciennes et modernes de l'université de Rennes 2 s'interroge sur les conditions de diction et de prononciation aux 16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles.

► **Rens. :** *Olivia Rosenthal*, tél. 42 40 34 53.

### ■ 18-19 juin/ Audiovisuel et autoroutes

Rennes : la société des électriciens et des électroniciens, TDF et le Centre commun d'études de télédiffusion et télécommunications organisent, comme tous les deux ans, les journées de Rennes. Quatre sessions traiteront du diffusé à l'interactif, des techniques et supports de l'audiovisuel, des services et terminaux et des expérimentations pour tracer l'avenir.

► **Rens. :** *Michel Duvet*, tél. 99 12 42 51.

### ■ 18-21 juin/ Movep'96

Nantes : Movep'96 (pour modélisation et vérification des processus parallèles) est une école d'été de jeunes chercheurs (doctorants et chercheurs), consacrée aux systèmes informatiques destinés au contrôle des applications en temps réel. Elle se déroule à l'École centrale de Nantes.

► **Rens. :** *Olivier Roux*, tél. 40 37 16 46, e-mail : [roux@lan.ec-nantes.fr](mailto:roux@lan.ec-nantes.fr)

### ■ 21 juin/ Maîtrise des risques



Ploufragan (22) : le laboratoire de développement et d'analyse des Côtes d'Armor, situé sur le zoopôle de Ploufragan, fête son cinquantième et ses premières accréditations en organisant une journée d'interventions scientifiques et techniques. Le thème de la journée est : "Maîtrise

des risques dans les filières animales et agro-alimentaires".

► **Rens. :** *Michel Pinel*, tél. 96 01 37 22.

### ■ 21-22 juin/ Hémochromatose

Rennes : ce colloque international sur la génétique moléculaire de l'hémochromatose est organisé par la faculté de médecine de l'université de Rennes 1.

► **Rens. :** *Véronique David*, tél. 99 33 68 21.

### ■ 24-28 juin/ Microscopie

Rennes : ce premier colloque de la société française des microscopies a pour thème "les microscopes et leurs applications dans le domaine de la biologie des matériaux".

► **Rens. :** *Daniel Thomas*, tél. 99 28 61 22.

### ■ 27-28 juin/ Congrès de chirurgie anesthésie

Brest : le Quartz accueille durant deux jours cette rencontre nationale entre chirurgiens et anesthésistes réanimateurs organisée par l'hôpital Clermont-Tonnerre. Plus de 500 personnes y sont attendues.

► **Rens. :** *Guy Le Guern*, tél. 98 43 74 16.

## RESEAU

MENSUEL DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION EN BRETAGNE

■ Président du CCSTI : Paul Tréhen. ■ Directeur de la publication : Michel Cabaret. ■ Rédacteur en chef : Hélène Tattevin. ■ Collaboration : Catherine Perrot (rédacteur en chef par intérim), Marc-Élie Pau, Françoise Boiteux-Colin. ■ Comité de lecture : Christian Willaime, Gilbert Blanchard, Thierry Juteau (pour la géologie et l'océanographie), Didier Le Morvan (pour les sciences juridiques), Alain Hillion (pour les télécommunications et traitement du signal), Michel Branchard (pour la génétique et la biologie). ■ Abonnements : Béatrice Texier. ■ Promotion/Publicité : Alain Diard, Danièle Zum-Folo.

RÉSEAU est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, du secrétariat d'État à la Recherche, des départements du Finistère et d'Ille et Vilaine, de la Ville de Rennes et de la Direction régionale des affaires culturelles. Édition : CCSTI. Réalisation : Pierrick Bertot création graphique, Cesson-Sévigné.

## Pour recevoir Réseau, ABONNEZ-VOUS !

Abonnement pour 1 an (11 numéros)

Tarif : 200 F  Abonnement de soutien : 300 F  Abonnement étudiants : 100 F

Nom Prénom

Organisme/Société

Adresse

Code postal

Ville

Tél.

Facture  OUI  NON  Bulletin d'abonnement et chèque à retourner à : CCSTI, 6, place des Colombes, 35000 RENNES. Tél. 99 35 28 20.

Faites découvrir Réseau à vos amis  
Donnez-nous les coordonnées de votre ami, il recevra gracieusement le prochain numéro de Réseau

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_  
Organisme/Société \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_ Code postal \_\_\_\_\_  
Ville \_\_\_\_\_ Tél. \_\_\_\_\_



## 1966 - 1996

**30 ans, 25 promotions (3389 diplômés) d'ingénieurs formés,  
1200 étudiants en formation (1995 - 1996) dans les spécialités :**

- Electronique et Systèmes de Communication (ESC)
- Génie Civil et Urbanisme (GCU)
- Génie Electrique (GE)
- Génie Mécanique et Automatique (GMA)
- Génie Physique (GP)
- Informatique (IF)

## INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES

20, avenue des Buttes de Coësmes - 35043 RENNES CEDEX - Tél : 99.28.64.00 - Fax : 99.63.67.05

Comenius/ID

### Congrès Séminaires A BREST

Contact : Robert Le Donge  
CENTRE DE CONGRÈS



B R E S T

2-4, AVENUE CLEMENCEAU  
BP 411  
29275 BREST CEDEX

TÉL. 98 44 33 77  
FAX 98 44 05 00

**Programme Rade de Brest**  
**4<sup>èmes</sup> Rencontres Scientifiques**  
**Internationales**  
**Programme LIFE - UNION EUROPEENNE**  
**EXPERIENCES PILOTES**  
**Brest : 23, 24, 25 septembre 1996**  
(Traduction simultanée : anglais)

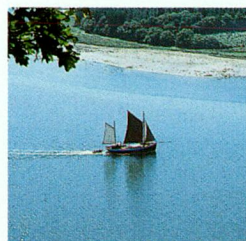


Photo Franck Mazars.

Ces 4<sup>èmes</sup> Rencontres présenteront la conclusion de la phase préparatoire du Contrat de Baie de la Rade de Brest afin d'en préparer la phase opérationnelle.

Des études ont été menées sur la qualité des milieux en Rade et sur son bassin versant pour dresser un état des lieux. Sur certains problèmes déjà ciblés, des expériences pilotes ont été menées :

**Expérience pilote de Bod-onn en Plougastel-Daoulas** : assainissement autonome regroupé sur un hameau (désinfection et traitement des nitrates).

**Expérience pilote de Loc-Eguiner-Ploudiry** : modifications de pratiques agricoles et aménagements de l'espace, tout en tenant compte des réalités économiques.

**Expérience pilote du Stang Alar** : caractérisation de la pollution des eaux pluviales urbaines et mise au point d'une technique de traitement innovante par décantation lamellaire aidée.

**Expérience pilote "Serre"** : recueillir la part non-consommée des solutions nutritives en sortie de serre afin de pouvoir la réutiliser après traitement.

**Expérience pilote "Coquilles Saint-Jacques"** : aide au maintien d'une activité de pêche en Rade par production de semis de juvéniles de coquilles Saint-Jacques produits dans une ferme aquacole.

**Expérience pilote "Peintures antisalissures"** : tests de peintures moins toxiques que celles au TBT utilisées actuellement et développement de techniques de traitement des rejets de la réparation navale.

Ces rencontres regroupent des scientifiques, des professionnels et des représentants des collectivités et des administrations ayant travaillé sur le projet.

Ce colloque est ouvert aux participants intéressés  
par les différents thèmes abordés.

Parce que nous allons là où vous allez.



## AEROPORT DE RENNES

PARIS-ORLY	GENEVE
PARIS-ROISSY	LE HAVRE
AJACCIO	LILLE
AMSTERDAM	LONDRES
BÂLE-MULHOUSE	LYON
BARCELONE	MADRID
BORDEAUX	MARSEILLE
BREST	MILAN
BRUXELLES	MONTPELLIER
CLERMONT-FERRAND	NICE
CORK	STRASBOURG
DEAUVILLE	TOULOUSE
DIJON	TURIN
DUBLIN	

AEROPORT



RENNES

3615  
RENNAIR

Chambre de Commerce et d'Industrie de Rennes

Contact Aéroport : 99 29 60 00