

En
complément:
"Découvrir"
pour les jeunes

SCIENCES

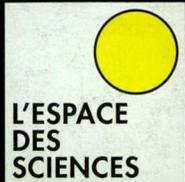
Ouest

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRETAGNE N° 169

L'astronomie en Bretagne
De la recherche au spectacle



SEPT. 2000
20 F / 3,05 €



La vie des laboratoires

Le virus Ebola traqué jusqu'en Bretagne 3

La vie des entreprises

La presse locale en ligne : des enjeux complexes 4

La vie des laboratoires

Les mathématiques en séminaire d'été 5

Histoire et société

Yves Coppens : un Breton en Sibérie 6

Les sigles du mois

 7

Dossier

L'astronomie en Bretagne

La passion du ciel 9

La quête de l'hélium stellaire 10

Matière noire et... matière grise 11

Pleumeur-Bodou : les oreilles du ciel 12/13

Des amateurs dans la cour des grands 14

Pour en savoir plus... 15

La vie des entreprises

ETT : la maîtrise de l'air 17

Les brèves

 18/21

La page de l'Espace

des sciences 22



Un nouveau nom et un supplément



La revue Réseau change de nom et devient "Sciences Ouest". Cette nouvelle appellation traduit notre volonté d'être plus proche de vous et plus attractif tout en conservant notre enthousiasme quant à notre action, et notre volonté de rigueur quant à la diffusion d'informations scientifiques et techniques.

Notre approche éditoriale reste par contre inchangée, c'est elle qui nous guide depuis la création de Réseau en 1985 :

- Mettre à votre disposition une information scientifique, technique et industrielle de qualité. Notre rédaction effectue en effet un travail en profondeur à l'échelle de la Région Bretagne afin de collecter les informations. Un comité de lecture assure la qualité du contenu.
- Accorder une place essentielle à l'actualité régionale en faisant le lien entre les acteurs de la recherche et de l'innovation : la vie des laboratoires, la vie des entreprises, le dossier du mois, les brèves, histoire et société.
- Offrir aux lecteurs une mise en page soignée, claire et agréable à lire, en ayant recours aux meilleures illustrations.

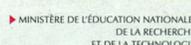
Nous y ajoutons à partir de ce mois un supplément gratuit destiné aux jeunes : vous pouvez l'emporter chez vous et le montrer à un enfant. Il a pour objectif d'illustrer, au moyen de contenus scientifiques qui valorisent la Bretagne, des thèmes qui intéressent les jeunes. Les aspects pédagogiques et éducatifs seront travaillés afin de favoriser les travaux en classe ou la découverte individuelle.

Bonne rentrée et bonne lecture ! ■

Tirage du n°169 : 3 700 ex. Dépôt légal n°650. ISSN 1281-2749

SCIENCE OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association loi de 1901), centre associé au Palais de la découverte ■ L'Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - E-mail lespace-des-sciences@wanadoo.fr - <http://www.espace-sciences.org> - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21 ■ **Antenne Finistère** : L'Espace des sciences, Technopôle Brest-Iroise, 40, rue Jim Sévellec, 29200 Brest. ■ **Président de l'Espace des sciences-CCSTI** : Paul Tréhen. **Directeur de la publication** : Michel Cabaret. **Rédactrice en chef** : Hélène Tattevin. **Rédaction** : Jean-François Collinot, Julie Coquart, Corinne Ruinet. **Comité de lecture** : Christian Willaime (physique-chimie-matériaux), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Carole Duigou (sciences humaines), Thierry Juteau (géologie-océanographie), Didier Le Morvan (sciences juridiques), Alain Hillion (télécommunications-traitement du signal), Michel Branchard (génétique-biologie), Thierry Auffret van der Kemp (biologie). **Abonnements** : Béatrice Texier. **Promotion** : Magali Colin. **Publicité** : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, e-mail info@admedia.fr ■ Sciences Ouest est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, du ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine, de la Ville de Rennes, de la Direction régionale des affaires culturelles et du Fonds social européen. Édition : L'Espace des sciences-CCSTI. Réalisation : Pierrick Bertot création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.

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



L'énigme du mois : Marcel le jardinier

Marcel vient de bêcher une surface carrée de trois mètres de côté pour planter des fraisiers. Ceux-ci doivent être au moins à 10 centimètres du bord. Après avoir planté la première rangée en espaçant ses plants de 40 cm, Marcel s'arrête pour réfléchir : combien de fraisiers va-t-il pouvoir planter au plus, sachant qu'ils devront être au moins à 40 cm l'un de l'autre ? Réponse au prochain numéro.

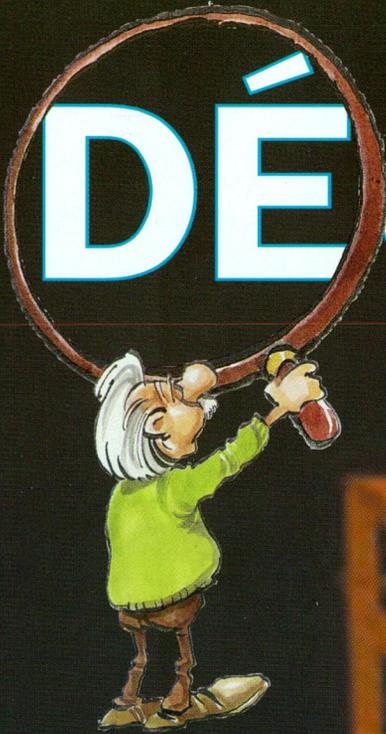
Réponse de l'énigme du paquet de sucre :

Il reste 300 morceaux de sucre dans la boîte.

DÉCOUVRIR

SCIENCES

Ouest



À l'écoute du ciel...

Découvrez Découvrir...

Vous avez entre les mains le premier numéro de Découvrir. Un numéro consacré à l'astronomie. Parce qu'en Bretagne il y a des astronomes qui observent, écoutent et cherchent à comprendre les mystères de l'univers ! La science n'est pas réservée à des laboratoires lointains et mystérieux ! Elle est présente ici, tout près de chez vous. Chaque mois, Découvrir vous en ouvrira les portes, vous en présentera les acteurs. Et, qui sait, d'ici quelques temps, quand vous serez à votre tour devenu scientifique, nous parlerons peut-être de vous ! Découvrir est pour vous et... est à vous ! Écrivez-nous, posez vos questions, réagissez, racontez-nous vos expériences... Avec l'aide des scientifiques qui nous font l'honneur de leur amitié, nous répondrons à tous vos courriers. Prêt pour le voyage ? Alors, embarquez dans notre fusée. ■

Supplément gratuit du journal Sciences Ouest
N° 1 - Septembre 2000





Portrait...

Astronome de 15 ans

Pierre-Yves le Foll et quatre autres copains de son lycée, ont réalisé une étonnante étude d'un groupe d'étoiles, M 67. Rencontre.

Pierre-Yves a une passion... bien encouragée. Non seulement son père est trésorier de la Société d'astronomie de Rennes, mais son prof de physique (Anne de Bretagne), est également le Président de cette association !

C'est en 1998, que Jacques Montier (le prof de physique) a proposé à ceux de ses élèves (2nde et 1^{er}e S) qui le souhaitent, de participer à l'opération "Lycée de nuit" (cf. encadré). Pour Pierre-Yves et quatre de ses camarades, l'occasion est trop belle ! Ils décident d'étudier l'amas d'étoiles M67, (**constellation** du Cancer). But : photographeur M67, déterminer à quelle distance il se trouve de nous, calculer sa température, sa luminosité... Pour ce faire, l'ANSTJ leur a offert un voyage à l'Observatoire de Maisoncelles-du-Maine (Mayenne) où ils ont pu réaliser leurs photographies. L'analyse de ces dernières leur a permis de déter-



miner la distance : 3,26 **années lumière**. En effet, une fois connu le type d'étoile auquel on a à faire, on compare la lumière émise par cette dernière, avec celle d'une étoile connue et dont on connaît la distance. Plus l'étoile étudiée est loin, plus sa lumière est faible ! Il y a une équation (la Loi de Pogson) qui permet de faire un calcul précis. Idem pour l'âge, Dans le cas de M67, l'équipe a trouvé un âge de 3,2 milliards d'années.

Les résultats de ce travail ont été présentés l'an dernier à Carcassonne à un congrès d'Astronomie, et vous pouvez les consulter sur Internet :

http://astroclub.net/jupiter/sar/lycee_de_nuit ■



M67, photographié par les lycéens. D.R.



Pratique...

Des balles et des épingles

Connaissez-vous la taille du système solaire ? Pour en donner un aperçu, voici un petit exercice pratique. Sur un parking, placez une balle de tennis qui figurera le Soleil. Pour respecter l'échelle, vous devrez placer à 8 m de cette balle un plomb de pêche de moins d'un mm : ce sera la Terre. Pour les autres... à vous de chercher ! Et juste pour avoir une idée de la taille de l'univers : à quelle distance faut-il placer une autre balle de tennis, représentant l'étoile la plus proche de nous (Proxima du Centaure) ? À 2 000 km de la première !

Allez, juste un dernier "truc" pour se souvenir des neuf planètes du système solaire, dans l'ordre d'éloignement au soleil : retenez la phrase "Mon Vaisseau Te Mènera Jeudi Sur Une Nouvelle Planète" (Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton) ! ■

En fond : vue de la terre depuis la navette spatiale américaine. D.R.



En clair...

Constellation : groupe d'étoiles que les astronomes ont réuni artificiellement afin de se positionner dans le ciel. En fait, ces étoiles n'ont aucun rapport entre elles.

Année lumière : la distance parcourue par la lumière en une année à la vitesse d'environ 300 000 km/s ■

ansth

Lycée de nuit

L'ANSTJ (Association nationale sciences et techniques Jeunes) propose tous les ans à des lycéens de monter un projet d'astronomie. Les collèves peuvent cette année y participer également. L'ANSTJ aide les groupes, en leur permettant de visiter et de travailler dans un observatoire professionnel. Pour s'inscrire : ANSTJ - Astronomie, 16, place Jacques Brel, 91130 Ris Orangis. Tél. 01 69 02 76 10. <http://anstj.mime.univ-paris8.fr/>



À l'écoute du ciel

Inauguré en 1962, le Centre de Télécommunication par satellites de Pleumeur-Bodou, près de Lannion, fut le premier centre Européen capable de suivre des satellites rapides, et d'assurer des retransmissions télévisées et téléphoniques. Histoire.

Téléphone et télévision sont si communs dans notre environnement, que l'on oublie qu'il y a moins de 50 ans, ils étaient rarissimes ! Un humoriste déclarait même en 1957 que "la moitié des Français attendent le téléphone... l'autre moitié attend la tonalité !" Et à peine 10 % des Français disposaient d'un poste TV en 1960 !

L'"explosion" de ces deux médias, on la doit en fait à la "Guerre froide", cette opposition politique, née à la fin de la Deuxième guerre mondiale, entre l'URSS et les États-Unis. C'est en effet cette rivalité qui a poussé les Soviétiques à lancer le 4 octobre 1957 le premier satellite artificiel, "Sputnik" ("Compagnon de route", en russe). Une petite boule de métal qui émettait un bip-bip victorieux. La bataille du spatial était engagée entre les deux puissances... Le monde allait en bénéficier. Car, vexés, les Américains lancèrent le 31 janvier suivant "Explorer 1", leur premier satellite.

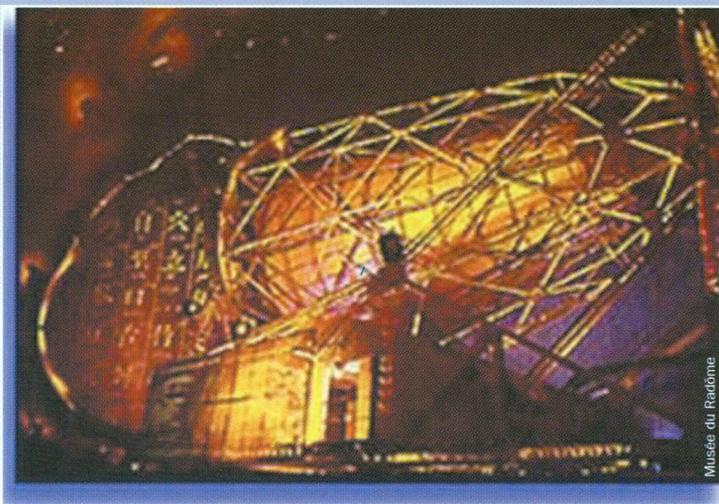
Une grosse antenne

Et l'enjeu est de taille ! Comment, en effet, envoyer un coup de téléphone d'un continent à l'autre ? Les scientifiques avaient bien imaginé d'envoyer vers la Lune un message radio, celui-ci serait réfléchi par notre satellite naturel et "récupéré", ailleurs dans le monde, par une antenne de réception. Mais, la Lune est un très mauvais réflecteur (elle absorbe une grande partie des ondes) et, même en se déplaçant à 300 000 km/s, ces ondes mettent trois secondes aller-retour ! De quoi rendre les conversations téléphoniques longues et fastidieuses.

Si la solution du satellite artificiel s'est imposée dès la fin des années 50, encore fallait-il pouvoir disposer d'antennes capables de les écouter ! Il faut en effet imaginer une grosse antenne capable de poursuivre avec une précision de l'ordre du centième

de mm (!) un satellite de 87 centimètres de diamètre, se déplaçant à plus de 30 000 km/h et se trouvant

entre 900 et 5 900 km de l'antenne (qui elle-même pèse 340 t.) Et bien, cette prouesse technique a été réalisée par la grande antenne qui se trouve protégée par le Radôme de Pleumeur-Bodou. En effet, le 10 juillet 1962 à 23h47 GMT (temps officiel, calculé à partir du méridien de Greenwich,



La grande antenne du Radôme.

Angleterre), les ingénieurs et journalistes rassemblés dans une vaste tente près du Radôme, peuvent, pour la première fois, voir et entendre une émission de télévision, en direct, venant d'Amérique : une interview des responsables du projet "Telstar 1" (nom du satellite).

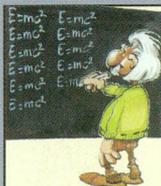
Malgré ses bons et loyaux services, en 1985, la grande antenne du Radôme (que l'on peut toujours visiter, voir en dernière page) a été mise à la retraite. ■



La première émission TV

À savoir : Les ondes radio

Quand on jette une pierre dans de l'eau, on voit des "ronds" se former et se propager à la surface du liquide. En radio, c'est pareil, mais l'onde se forme autour de l'antenne émettrice, du fait de l'existence d'un champ magnétique (comme celui des aimants) et électrique. Ces ondes, "électromagnétiques", ont la propriété de se déplacer librement dans l'espace, à la vitesse de la lumière, c'est-à-dire près de 300 000 km/s ! Elles sont caractérisées par une fréquence, c'est-à-dire le nombre d'oscillations (bosses et creux que l'on voit se former sur l'eau dans notre premier exemple), à chaque seconde. Ce nombre que l'on exprime en Hertz (symbole Hz) est celui que vous trouvez sur les postes de radio, indiquant la "place" d'une station ! ■





Vous écrivez...

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

"Est-il vrai qu'une comète soit passée près de la Terre cet été ?" (Vincent, 15 ans, de Loudéac)

Oui ! "C/1999 Linear S4" (tel est son nom) est passée en juillet-août dernier, "à côté" de la Grande Ourse. Mais pour la voir, il fallait une bonne paire de jumelles, car sa magnitude (sa luminosité) était relativement faible (5,5). (Notre photo). ■



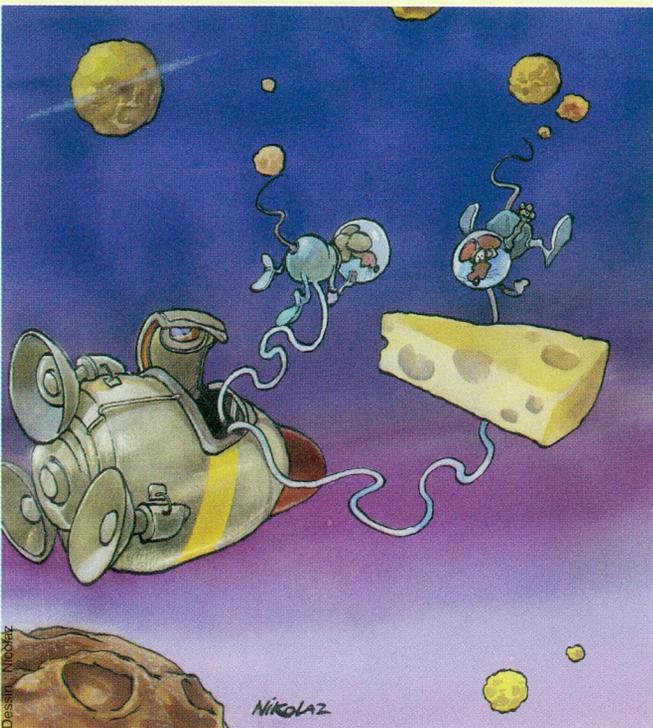
D.R.



"Y a-t-il des requins le long des côtes de Bretagne ?" (Sophie, 14 ans, de Vannes)

Oui ! Il y en a même 39 espèces ! Le plus gros est le requin pèlerin (*Cethorhinus maximus*) qui peut atteindre 12 mètres de long. Après le requin baleine, c'est le deuxième plus gros poisson du monde. Il est parfaitement inoffensif, puisqu'il ne mange que du plancton. Plus "sérieux", bien qu'il n'ait pas été impliqué dans des morsures d'hommes, depuis plus de 45 ans : le "peau bleue" (*Prionace glauca*) qui peut atteindre 3m. Le plus petit est la petite roussette (gat en Breton) (*Scyliorhinus canicula*), que l'on pêche pour sa chair délicieuse. ■

Clin d'œil...



Dessiné par NIKOLAZ

NIKOLAZ

**Notre prochain numéro :
L'électricité.**



À lire, à voir, à faire...

• **Visiter Cosmopolis** : Le musée et le radôme sont ouverts tous les jours et toute l'année (sauf en hiver, fermeture le samedi et parfois le dimanche). L'entrée est de 45 F pour les adultes, 35 F pour les moins de 17 ans.

RADÔME
Musée des Télécoms

Renseignements : 02 96 46 63 80. Réservations pour groupes : 02 96 46 63 81. Cosmopolis organise également des "Classes télécom".
Contact : 02 96 46 63 76 et Internet <http://www.leradome.com> ■

Pour vous abonner gratuitement à Découvrir, utilisez le bon d'abonnement inséré dans le magazine Sciences-Ouest.

• **Les étoiles à domicile** : Faites venir dans votre école le planétarium de l'Espace des sciences. Pour 1 600 F par jour, un animateur accueillera 100 personnes au cours de 5 séances de 45 minutes chacune, et présentera les mystères du ciel.



D.R.

Renseignements : Frédéric Primault
Tél. 02 99 31 79 10 ■

SCIENCES *Ouest*

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY SEPTEMBER 2000 • N°169

ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

EDITORIAL SCIENCES OUEST AND DÉCOUVRIR Two new publications for the autumn

Réseau is changing its name to *Sciences Ouest*. The new name reflects our determination to be more reader-friendly and attractive while maintaining the same high level of enthusiastic interest and accuracy in the circulation of quality scientific and technical information.

As of this month, we are adding a free supplement for young people. Its aim is to illustrate topics of interest to younger readers, through scientific articles that highlight Brittany.

Information: Michel Cabaret, *l'Espace des sciences*, fax +33 2 99 35 28 21, <http://www.espace-sciences.org>

THE LIFE OF LABORATORIES THE EBOLA VIRUS IS TRACED TO BRITTANY

page 3

In Paimpont, the biological research centre includes a CNRS-related research team which is working on the Ebola virus. The virus causes haemorrhaging and fever in gorillas and chimpanzees and can cause up to 88% mortality in man.

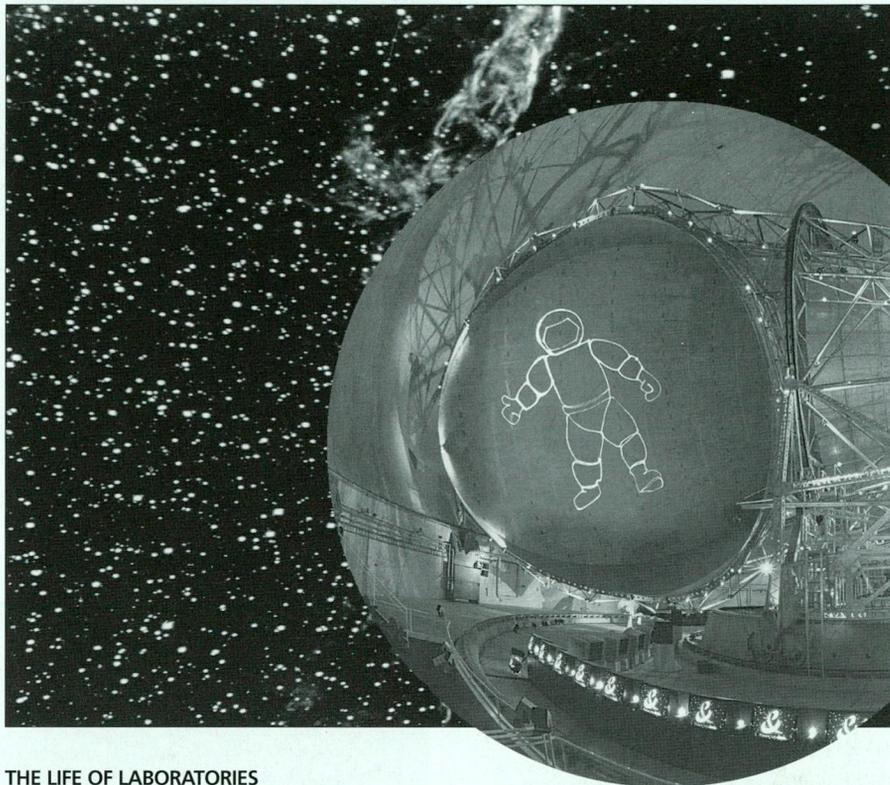
Information: Marc Colyn, fax +33 2 99 07 87 88, Marc.Colyn@univ-rennes1.fr

THE LIFE OF COMPANIES LOCAL PRESS ON-LINE

page 4

On 25th May last, almost 120 people working in the communications industry and representing some 20 French towns and cities as well as 4 American countries attended the last seminar in the cycle entitled "New communications technologies - New uses? New professions?". The seminar took place in the "Info Com" university institute of technology in Lannion.

Information: Denis Ruellan, fax +33 296 48 57 80, Denis.Ruellan@iut-lannion.fr



THE LIFE OF LABORATORIES MATHEMATICS AT A SUMMER SEMINAR

page 5

The mathematics and mathematical applications laboratory at the Université de Bretagne Sud in Vannes (LMAM, *Laboratoire de mathématiques et applications mathématiques*) hosted its third summer mathematics workshop on the island of Berder from 26th to 29th June. The seminar took a look at dynamic systems.

Information: Gaël Meigniez, fax +33 2 97 01 26 10, <http://www.univ-ubs.fr/lmam/>
Emile.Le-Page@univ-ubs.fr
Lmam@univ-ubs.fr

HISTORY AND SOCIETY YVES COPPENS, A BRETON IN SIBERIA

page 6

Yves Coppens, who was born in Vannes in 1934, began his career as an archaeologist

and paleo-anthropologist in secondary teaching. He went on to become a university lecturer, attracting Jacques Briard, Jean L'Helgouach and many others to join him in studying the megalithic adventure of dolmens and standing stones in Brittany.

Information: Yves Coppens, fax +33 1 44 27 12 89.

THE LIFE OF COMPANIES ETT FOR AIR CONDITIONING page 17

Over the past twenty years, *Énergie-transfert thermique (ETT)*, a company in Ploudalmézeau (Finistère), has become a world leader in air conditioning. This is a high-tech sector and the company has registered several patents. We meet Olivier Gaschet, Sales Manager.

Information: Olivier Gaschet, fax + 33 2 51 79 19 21, olivier.G@ett.fr, <http://www.ett.fr.com>



AN IN-DEPTH LOOK AT Astronomy in Brittany

INTRODUCTION

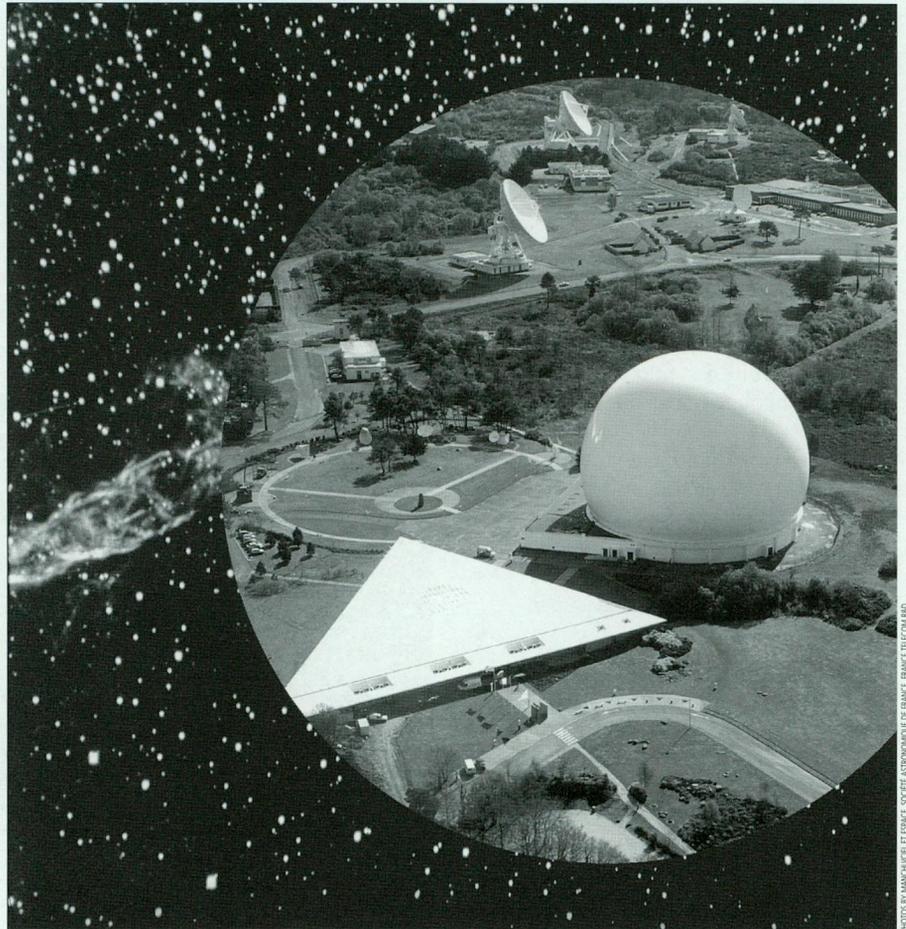
Although it is true that the launch pad in Kourou is rather far away, that Brittany will not be competing with Toulouse, European centre of the aerospace industry, in the near future and that the region cannot rival the observatories in Meudon or at the top of the Pic du Midi, this should not lead us to ignore or forget the fact that astronomy and space also hold an important place in Brittany, in our research laboratories and in the life of local associations and cultural groups.

THE SEARCH FOR STELLAR HELIUM

page 10

Yveline Lebreton, Deputy Astronomer at the observatory in Paris-Meudon, decided to settle in Rennes in 1993 in order to continue her work on the internal structure and evolution of the Sun and other small stars. "By observing these stars, we are seeking to gain a greater insight into the physical processes taking place inside them".

Information: Yveline Lebreton,
fax +33 299 28 69 57,
yveline.lebreton@univ-rennes1.fr



PHOTOS BY MANUQUEL ET ESPACE - SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE - FRANCE TELECOM IAO

BLACK MATTER AND... GREY MATTER

page 11

A portrait of astrophysician Michel Crézé who came to Vannes to work in the *Université Bretagne sud* (UBS) where he is continuing his research into black stellar matter and trying to develop a joint laboratory project with other subject areas.

<http://www.univ-ubs.fr>

PLEUMEUR-BODOU, LISTENING TO SPACE

page 12-13

In 1961, the opening of the "space station" in the middle of the moors near the small village of Pleumeur-Bodou aroused a great deal of interest. Over the following years, it was here that one of the most

exciting and epic pages in the history of space was written. Here is the history of this site.

<http://www.leradome.com>

ENLIGHTENED AMATEURS

page 14

The *Société astronomique de Rennes* (SAR), which was set up in 1974, has gradually become one of the most highly-respected associations in France. An interview with its Chairman, Jacques Montier, a dynamic physics teacher at the Anne de Bretagne high school and enthusiastic amateur astronomer.

<http://astroclub.net/jupiter/sar>

Home page, Philippe Roux

(astrophotographer, SAR member):

<http://www.maths.univ-rennes1.fr/~rouxph/>

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

If you would like to receive these abstracts on a regular basis, with a copy of the corresponding issue of SCIENCES OUEST, please contact Hélène Tattevin, Editor, fax +33 2 99 35 28 21, E-mail: lespace-des-sciences@wanadoo.fr Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.



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.

Le virus Ebola traqué jusqu'en Bretagne

À Paimpont, la Station biologique, annexe de l'université Rennes 1, abrite une équipe, dont les récentes découvertes sur le virus Ebola ont permis de réorienter les recherches.

Au sein de l'Unité mixte de recherche (UMR) d'Éthologie-évolution-écologie à Paimpont (voir encadré), l'équipe dont fait partie Marc Colyn (chargé de recherche) développe des travaux sur la régulation écologique et comportementale de la biodiversité. Marc Colyn et Patrick Barrière (en troisième année de thèse) étudient notamment un sujet bien surprenant pour la Bretagne : l'écologie du virus Ebola. Ce virus est responsable d'une fièvre hémorragique, qui touche les gorilles et les chimpanzés et qui peut causer chez l'homme jusqu'à 88 % de mortalité (sur 100 personnes contaminées par le virus, 88 en meurent). Depuis les premières épidémies, en 1976, en Afrique tropicale (Soudan, 284 cas, 151 morts et ex-Zaïre, 318 cas, 280 morts), le cycle naturel du virus est activement étudié, permettant de déterminer le mode de contamination du réservoir (probablement une espèce animale) à l'homme et ainsi d'éviter de futures épidémies.

D'une découverte à un programme de surveillance

Jusqu'ici on suspectait des micromammifères⁽¹⁾ forestiers d'être les animaux "réservoirs" du virus, c'est-à-dire de porter et de transmettre le virus, mais sans développer la maladie. L'équipe de Marc Colyn, en collaboration avec l'Institut Pasteur de Bangui (République Centrafricaine) et de Paris, a récemment mis en évidence que des musaraignes et des rongeurs, micromammifères terrestres non exclusivement forestiers, avaient été en contact avec le virus et n'en étaient pas morts. Si nous ne sommes pas certains que ces petits mammifères soient directement impliqués dans le cycle épi-



Patrick Barrière (à gauche) et Marc Colyn, chercheurs rencontrés à la Station biologique de Paimpont.

démiologique du virus, ces résultats témoignent néanmoins de la présence (récente) du virus dans les milieux où ils ont été collectés. Cette découverte donne une nouvelle orientation aux recherches, qui jusqu'alors étaient principalement cantonnées au milieu forestier. Afin de mieux cerner le cycle naturel du virus, un programme de veilles écologiques-épidémiologiques a été mis en place sur un site centrafricain. Ainsi, dans la zone périforestière de Ngotto, une collaboration entre l'équipe paimpontaise, le programme Ecofac⁽²⁾ (Ngotto) et l'Institut Pasteur de Bangui a permis le suivi d'un protocole qui vise à enregistrer de façon continue les données écologiques et épidémiologiques sur un long terme. Ce type d'étude devrait permettre d'établir



Pratiquée au camp Ecofac de la forêt de Ngotto (République Centrafricaine), l'autopsie des animaux échantillonnés est une des principales étapes vers la connaissance du virus.

des corrélations entre certaines caractéristiques écologiques et la détection et/ou expression virale.

Quel avenir ?

Hormis l'aspect fondamental qui vise à apporter un éclairage sur le cycle écologique du virus Ebola, ce programme de recherche trouvera également des applications dans les domaines aussi différents que ceux de la santé publique (prévenir les épidémies pour les populations de la région) et de la conservation (lors d'une épidémie survenue en 1994 en Côte d'Ivoire, 25 % d'une population de chimpanzés avait été décimée en quelques semaines). Un second cycle annuel, actuellement en cours de réalisation, a déjà confirmé que le virus était toujours présent sur la zone d'étude ; il serait donc souhaitable que des veilles écologiques-épidémiologiques soient poursuivies sur plusieurs années. Malheureusement, elles risquent de cesser, faute de financement. "Si la recherche du réservoir Ebola est un vrai challenge, tenter d'assurer un suivi multidisciplinaire continu sur un long terme en dehors du contexte épidémique en est un autre", souligne Marc Colyn. ■ J.C.

⁽¹⁾ Micromammifères : petits mammifères principalement rongeurs, musaraignes et chauves-souris. ⁽²⁾ Ecofac : Conservation et utilisation rationnelle des Écosystèmes forestiers d'Afrique Centrale (<http://www.ecofac.org/>). Programme financé par l'Union européenne.

Le laboratoire d'Éthologie-évolution-écologie

Le laboratoire d'Éthologie-évolution-écologie (Unité mixte de recherche UMR 6552), situé sur le campus de Beaulieu et à la Station biologique de Paimpont, regroupe des chercheurs du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et des enseignants chercheurs de l'université Rennes 1. Dirigé par Martine Hausberger, ce laboratoire comporte deux équipes. La première étudie le phénomène social depuis les caractéristiques comportementales des individus composant le groupe jusqu'aux aspects de communication. Elle est constituée de 7 enseignants chercheurs et chercheurs. La seconde équipe développe des travaux sur la régulation écologique et comportementale de la biodiversité. Elle est dirigée par Annie Gautier-Hion et accueille 6 enseignants chercheurs et chercheurs, dont Marc Colyn. ■

→ Contact : Marc Colyn,
tél. 02 99 07 81 62,
Marc.Colyn@univ-rennes1.fr

Yves Coppens Un Breton en Sibérie

Né à Vannes en 1934, Yves Coppens a débuté sa carrière d'archéologue et de paléanthropologue pendant son temps de lycée puis de faculté, en entraînant Jacques Briard, Jean L'Helgouach et bien d'autres... dans l'aventure du mégalithisme, à la découverte des dolmens et menhirs bretons.

Depuis ces campagnes bretonnes, presque un demi-siècle s'est écoulé et le même enthousiasme anime toujours Yves Coppens, quand il évoque la succession de ses aventures anthropologiques. Ce récit fait alterner des campagnes de fouilles dans les contrées les plus sauvages, et une ascension régulière vers les fonctions les plus hautes de la recherche scientifique française.

Une passion née en Bretagne

En vacances à Carnac, l'enfant Yves Coppens entraîne sa sœur et ses parents à la recherche méthodique de vestiges néolithiques, dans les champs fraîchement labourés ou les falaises récemment éboulées. Après ses études secondaires à Vannes et universitaires à Rennes (où il suit en parallèle des cours de sciences naturelles, de médecine et d'histoire de l'art), Yves Coppens passe sa thèse à la Sorbonne et entre au CNRS en 1956. Sous-directeur du musée de l'Homme en 1969, il est nommé directeur de ce musée en 1979 et professeur au Muséum national d'histoire naturelle, titulaire de la Chaire d'anthropologie en 1980. En 1983, il entre au Collège de France pour y occuper la chaire de paléanthropologie et de préhistoire. Il entrera la même année à l'Académie des sciences et en 1991, à l'Académie nationale de médecine.



Organisée par la Chambre de commerce et d'industrie et l'université Rennes 1 dans le cadre des "Rendez-vous du Futur", cette rencontre sur le thème "Le passé éclaire l'avenir" a permis à Yves Coppens (à gauche) de revoir son ami et collègue Jacques Briard, directeur de recherche honoraire au CNRS.

L'aventure humaine

Après avoir fouillé ensemble les mégalithes de Bretagne, Jacques Briard et ses collègues ont poursuivi leurs recherches sur ce que fait l'homme : l'art néolithique, la métallurgie et autres faits de l'homme préhistorique. Quant à Yves Coppens, il quitte la Bretagne et ses amis pour partir à la recherche non pas de ce que fait l'homme, mais de ce qu'il est : d'où vient-il ? Ajoutant

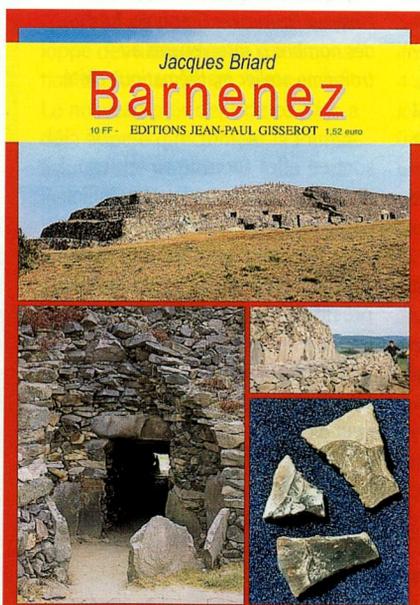
ses propres découvertes à celles des autres paléanthropologues du monde entier⁽¹⁾, il met au point une théorie géographique d'apparition et d'extension de l'espèce humaine, en fonction de l'évolution du climat et de l'environnement. "Le premier ancêtre de l'homme est apparu au cœur de l'Afrique, lorsqu'un événement géologique a contraint une population d'hominidés⁽²⁾ arboricoles à s'habituer à la vie en savane, il y a environ 8 millions d'années."

Ensuite, plusieurs périodes de sécheresse se sont succédées, fournissant à chaque fois de nouvelles contraintes stimulant l'évolution de ces premières espèces. Vers 3 millions d'années, mis une nouvelle fois au pied du mur de la sécheresse, l'hominidé africain multiplie ses chances d'adaptation en adoptant parallèlement deux stratégies très différentes : la robustesse physique, matérialisée par l'australopithèque robuste, et le développement de l'intelligence, matérialisée par les premières espèces du genre Homo, l'homme.

Des tropiques à la Sibérie

Mais depuis deux ans, Yves Coppens se met au frais : il fouille les toundras de Sibérie à la recherche d'espèces fossiles plus récentes (quelques dizaines de milliers d'années). C'est ainsi qu'il participe actuellement au sauvetage d'une

carcasse de mammouth, soigneusement découpée et conservée dans sa gangue de permafrost, un sol congelé depuis plus de 20 000 ans. Des tropiques au cercle polaire, les terres qu'il explore sont toujours désertiques mais riches d'une vie passée, qui lui fournit les clés d'un optimisme raisonné pour l'avenir de l'humanité. "Depuis le temps $t = 0$ de notre univers, l'évolution de la matière s'est toujours faite dans le sens de l'organisation. Nous-mêmes humains sommes une forme évoluée de cette même matière primitive, et nous participons à cette progression vers un univers plus organisé. À l'échelle d'une vie humaine, certains événements (pollutions, guerres, épidémies...) peuvent paraître catastrophiques mais à l'échelle géologique, le monde suit son cours dans le sens du progrès..." S'il recherche toujours les racines de l'homme, c'est qu'il aime beaucoup ceux de son espèce : il doit aux nomades africains et aux habitants des steppes sibériennes les plus beaux moments de sa vie de paléanthropologue... ■ H.T.



Jacques Briard vient d'éditer un ouvrage sur Barnenez, un tumulus découvert à l'embouchure de la rivière de Morlaix et fouillé de 1955 à 1968 par la joyeuse équipe citée plus haut, placée sous la direction de Pierre-Roland Giot, alors directeur des Antiquités de Bretagne.

⁽¹⁾ Les principales découvertes d'Yves Coppens : le tchadanthrope en 1961 (1 million d'années) ; l'australopithèque éthiopien en 1967 (2,5 millions d'années) ; l'australopithèque des Aïars en 1974 (3,2 millions d'années) ; l'australopithèque de la rivière des Gazelles en 1995 (3,5 millions d'années).

⁽²⁾ Hominidé : famille de primates, regroupant les hommes actuels, les hommes fossiles et leurs ancêtres immédiats, appelés préhumains ou australopithèques.

→ Contact : Yves Coppens, Collège de France, tél. 01 44 27 10 39.

Qui a dit ?

"La découverte d'un mets nouveau fait plus pour le bonheur du genre humain que la découverte d'une étoile."

Les mathématiques en séminaire d'été

Le Laboratoire de mathématiques et applications mathématiques (LMAM) de Vannes (UBS) a organisé, du 26 au 29 juin dernier sur l'île de Berder, son troisième atelier mathématique d'été. L'occasion pour les chercheurs, enseignants et étudiants de faire le point sur leurs recherches.

Le Français Henri Poincaré* (voir lexique), fut, dit-on, le dernier mathématicien à maîtriser l'ensemble des mathématiques de son époque. Aujourd'hui, un tel savoir encyclopédique serait absolument inimaginable. Les mathématiques se sont en effet considérablement enrichies et diversifiées, englobant des champs de plus en plus vastes et de plus en plus éloignés les uns des autres. Le Laboratoire de mathématiques et d'applications mathématiques (LMAM) de Vannes n'échappe pas à cette règle...

Un laboratoire "dynamique"

Créé en 1997, le LMAM que dirige le professeur Émile Le Page compte aujourd'hui 13 enseignants ; 14 dès la prochaine rentrée. Spécialisées dans l'étude des systèmes dynamiques, ses recherches portent sur les applications telles que la modélisation de mécanismes complexes, les équations cinétiques, le calcul scientifique, les probabilités et la théorie ergodique*, la topologie* et la géométrie des petites dimensions, des groupes infinis discrets, ou des feuilletages*. Il s'agit en fait d'un champ complexe et vaste, de travaux qui vont de la compréhension des mouvements browniens* à celle des structures géologiques ; de la cryptographie à la mécanique céleste... Par ailleurs, le LMAM fait également de la recherche appliquée.

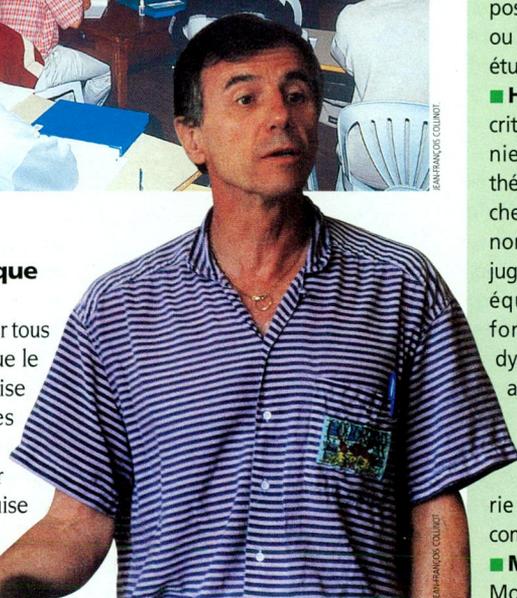


Berder, choix historique

C'est pour faire le point sur tous ces champs de recherche que le laboratoire vannetais organise tout au long de l'année des séminaires (une trentaine l'an dernier) et un atelier d'été de quatre jours, en guise de conclusion. Venant de toute la France et même de l'étranger, une quarantaine de mathématiciens se sont ainsi rendus fin juin sur la charmante île Berder, pour plancher... par un soleil radieux. "Le site est bien choisi", explique avec un large sourire Gaël Meigniez, professeur au LMAM, géomètre spécialiste des systèmes dynamiques et organisateur de l'atelier. "En effet, vers 1900, un généreux mécène a déboursé beaucoup d'argent pour construire ici un centre de recherche scientifique ! C'est d'ailleurs ce qui explique la tour qui domine les bâtiments, et qui devait abriter un observatoire d'astronomie !" Mais, peu de temps pour le tourisme, car le menu mathématique est copieux : "homéomorphisme des surfaces, germes d'homéomorphisme, points hétéroclines, mouvement brownien en courbure négative, flot géodésique et feuilletage stable."

Des participants de tous les horizons

Impossible de résumer ici l'ensemble des travaux présentés. Se



Le professeur Lucien Guillou, de l'Institut Fourier de Grenoble, fut l'un des nombreux intervenants au troisième atelier mathématique d'été.

sont en effet succédé au tableau, à un rythme soutenu : Lucien Guillou, professeur à l'Institut Fourier de Grenoble ; François Ledrappier, professeur à Polytechnique et à Paris VI, président de la section mathématique du Comité national de la recherche scientifique ; Philippe Bougerol, probabiliste et professeur à Paris VI (Jussieu)... L'étude des systèmes dynamiques est devenue, depuis quelques années, l'objet de toutes les attentions. Un peu partout dans le monde, beaucoup de mathématiciens se sont spécialisés dans ce domaine, car il se trouve à l'interface de très nombreuses disciplines : mathématiques (algèbre, géométrie, probabilités...), physique (théorique, mécanique céleste...) et de diverses sciences à première vue plus éloignées comme l'environnement, l'étude des populations, la géologie... ■

J.F.C.

Des élèves assidus sont venus de toute la France pour suivre ce séminaire du LMAM.



*Lexique

- **Feuilletage** : Décomposition d'un espace en courbes ou en surfaces disjointes, afin d'en étudier la dynamique.
- **Henri Poincaré** : Son examen critique de la mécanique newtonienne fut une des bases de la théorie de la relativité. Ce brillant chercheur résolut également de nombreux problèmes, pourtant jugés insolubles à l'époque, sur les équations différentielles ; il a fondé la théorie des systèmes dynamiques et de la topologie algébrique, afin de résoudre les problèmes de la mécanique céleste. Il fit également considérablement avancer la théorie des fonctions d'une variable complexe.
- **Mouvement brownien** : Mouvement incessant des particules microscopiques en suspension dans un liquide ou dans un gaz (déf. Larousse).
- **Théorie ergodique** : En 1885, l'Autrichien Ludwig Boltzmann proposa une hypothèse de la théorie cinétique des gaz, qui devait permettre aux physiciens de résoudre l'étude des systèmes mécaniques comprenant un très grand nombre de particules. Cette hypothèse, confirmée expérimentalement, conduisit les physiciens à en chercher une justification théorique : c'est la théorie ergodique.
- **Topologie** : Étude de certaines structures des ensembles, intégrant, par exemple, les notions de continuité et de limite des fonctions.

→Contact : Gaël Meigniez, tél. 02 97 68 16 20, Emile.Le-Page@univ-ubs.fr et Lmam@univ-ubs.fr, <http://www.univ-ubs.fr/lmam/>

Yves Coppens Un Breton en Sibérie

Né à Vannes en 1934, Yves Coppens a débuté sa carrière d'archéologue et de paléanthropologue pendant son temps de lycée puis de faculté, en entraînant Jacques Briard, Jean L'Helgouach et bien d'autres... dans l'aventure du mégalithisme, à la découverte des dolmens et menhirs bretons.

Depuis ces campagnes bretonnes, presque un demi-siècle s'est écoulé et le même enthousiasme anime toujours Yves Coppens, quand il évoque la succession de ses aventures anthropologiques. Ce récit fait alterner des campagnes de fouilles dans les contrées les plus sauvages, et une ascension régulière vers les fonctions les plus hautes de la recherche scientifique française.

Une passion née en Bretagne

En vacances à Camac, l'enfant Yves Coppens entraîne sa sœur et ses parents à la recherche méthodique de vestiges néolithiques, dans les champs fraîchement labourés ou les falaises récemment éboulées. Après ses études secondaires à Vannes et universitaires à Rennes (où il suit en parallèle des cours de sciences naturelles, de médecine et d'histoire de l'art), Yves Coppens passe sa thèse à la Sorbonne et entre au CNRS en 1956. Sous-directeur du musée de l'Homme en 1969, il est nommé directeur de ce musée en 1979 et professeur au Muséum national d'histoire naturelle, titulaire de la Chaire d'anthropologie en 1980. En 1983, il entre au Collège de France pour y occuper la chaire de paléanthropologie et de préhistoire. Il entrera la même année à l'Académie des sciences et en 1991, à l'Académie nationale de médecine.



L'aventure humaine

Après avoir fouillé ensemble les mégalithes de Bretagne, Jacques Briard et ses collègues ont poursuivi leurs recherches sur ce que fait l'homme : l'art néolithique, la métallurgie et autres faits de l'homme préhistorique. Quant à Yves Coppens, il quitte la Bretagne et ses amis pour partir à la recherche non pas de ce que fait l'homme, mais de ce qu'il est : d'où vient-il ? Ajoutant

ses propres découvertes à celles des autres paléanthropologues du monde entier⁽¹⁾, il met au point une théorie géographique d'apparition et d'extension de l'espèce humaine, en fonction de l'évolution du climat et de l'environnement. "Le premier ancêtre de l'homme est apparu au cœur de l'Afrique, lorsqu'un événement géologique a contraint une population d'hominidés⁽²⁾ arboricoles à s'habituer à la vie en savane, il y a environ 8 millions d'années."

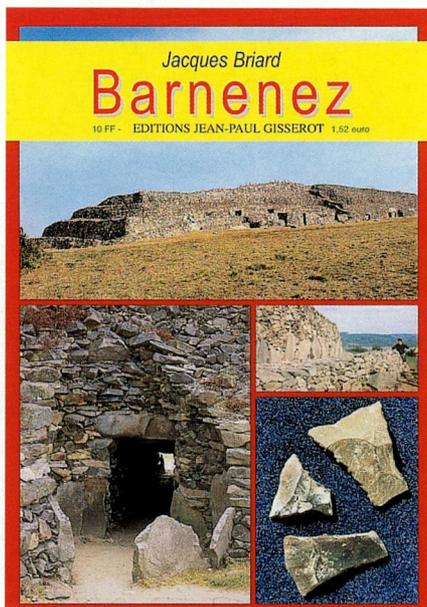
Ensuite, plusieurs périodes de sécheresse se sont succédé, fournissant à chaque fois de nouvelles contraintes stimulant l'évolution de ces premières espèces. Vers 3 millions d'années, mis une nouvelle fois au pied du mur de la sécheresse, l'hominidé africain multiplie ses chances d'adaptation en adoptant parallèlement deux stratégies très différentes : la robustesse physique, matérialisée par l'australopithèque robuste, et le développement de l'intelligence, matérialisée par les premières espèces du genre Homo, l'homme.

Des tropiques à la Sibérie

Mais depuis deux ans, Yves Coppens se met au frais : il fouille les toundras de Sibérie à la recherche d'espèces fossiles plus récentes (quelques dizaines de milliers d'années). C'est ainsi qu'il participe actuellement au sauvetage d'une

Organisée par la Chambre de commerce et d'industrie et l'université Rennes 1 dans le cadre des "Rendez-vous du Futur", cette rencontre sur le thème "Le passé éclaire l'avenir" a permis à Yves Coppens (à gauche) de revoir son ami et collègue Jacques Briard, directeur de recherche honoraire au CNRS.

carcasse de mammouth, soigneusement découpée et conservée dans sa gangue de permafrost, un sol congelé depuis plus de 20 000 ans. Des tropiques au cercle polaire, les terres qu'il explore sont toujours désertiques mais riches d'une vie passée, qui lui fournit les clés d'un optimisme raisonné pour l'avenir de l'humanité. "Depuis le temps $t = 0$ de notre univers, l'évolution de la matière s'est toujours faite dans le sens de l'organisation. Nous-mêmes humains sommes une forme évoluée de cette même matière primitive, et nous participons à cette progression vers un univers plus organisé. À l'échelle d'une vie humaine, certains événements (pollutions, guerres, épidémies...) peuvent paraître catastrophiques mais à l'échelle géologique, le monde suit son cours dans le sens du progrès..." S'il recherche toujours les racines de l'homme, c'est qu'il aime beaucoup ceux de son espèce : il doit aux nomades africains et aux habitants des steppes sibériennes les plus beaux moments de sa vie de paléanthropologue... ■ H.T.



Jacques Briard vient d'éditer un ouvrage sur Barnenez, un tumulus découvert à l'embouchure de la rivière de Morlaix et fouillé de 1955 à 1968 par la joyeuse équipe citée plus haut, placée sous la direction de Pierre-Roland Giot, alors directeur des Antiquités de Bretagne.

⁽¹⁾ Les principales découvertes d'Yves Coppens : le tchadanthrope en 1961 (1 million d'années) ; l'australopithèque éthiopien en 1967 (2,5 millions d'années) ; l'australopithèque des Afars en 1974 (3,2 millions d'années) ; l'australopithèque de la rivière des Gazelles en 1995 (3,5 millions d'années).

⁽²⁾ Hominidé : famille de primates, regroupant les hommes actuels, les hommes fossiles et leurs ancêtres immédiats, appelés préhumains ou australopithèques.

→ Contact : Yves Coppens, Collège de France, tél. 01 44 27 10 39.

Qui a dit ?

"La découverte d'un mets nouveau fait plus pour le bonheur du genre humain que la découverte d'une étoile."

Réponse page 21

LE PLANÉTIARIUM DE BRETAGNE

Statut juridique : Société d'économie mixte gérée par le Palais de la découverte (Paris) et par 8 communes du Trégor : Lannion, Louannec, Perros-Guirec, Pleumeur-Bodou, Saint-Quay-Perros, Trébeurden, Trégastel, Trélévern.

Budget : 10 millions de francs d'investissement.

Équipements : 1 projecteur numérique Digistar II assure la couverture du dôme en noir et blanc avec une définition effective de 20 millions de pixels (calculés en temps réel !). 10 projecteurs vidéos Barco 1209S assurent la couverture du dôme en couleurs avec des images précalculées. 10 magnétoscopes numériques, soit 20 disques durs pour un total de 180 Go, peuvent projeter jusqu'à deux heures d'images animées. 10 micro-ordinateurs permettent de diffuser des présentations informatiques comme PowerPoint. Le système est compatible avec toutes les images numérisées, réelles ou virtuelles, fixes ou animées, comme la vidéo professionnelle numérique ainsi que les animations produites avec le logiciel 3D Studio Max.

Programme : Le Planétarium de Bretagne propose cinq séances différentes, afin de satisfaire un large éventail d'amateurs, des plus éclairés aux plus novices : le ciel en direct, la vie dans l'univers, voyage dans le système solaire, l'aveugle aux yeux d'étoiles, l'astronomie et la mer. Chaque séance dure environ 45 mn. En fonction du jour ou de la date, la programmation des séances diffère. Vous pouvez à tout instant connaître les séances prévues pour le jour en allant sur le site du Planétarium de Bretagne <http://www.planetarium-bretagne.fr>

Tarifs : 40 F adulte, 30 F réduit (5 à 17 ans, étudiants, service national, demandeurs d'emploi), 120 F famille (2 adultes + 2 enfants, 20 F par enfant supplémentaire). Possibilité d'un billet commun à tarif réduit avec le musée des Télécoms. Réduction de 20% pour les adultes à l'Aquarium marin de Trégastel sur présentation de votre billet Planétarium.

Adresse : Planétarium de Bretagne, Cosmopolis, 22560 Pleumeur-Bodou. Tél. 02 96 15 80 30, fax 02 96 15 80 31, e-mail contact@planetarium-bretagne.fr

SCIENCES OUEST 169 / SEPTEMBRE 2000

LE CNES Centre national d'études spatiales

Statut juridique : Le Cnes est un Établissement public à caractère industriel et commercial (Epic), créé en décembre 1961, chargé du développement des activités spatiales françaises.

Budget : 11 260 millions de francs = budget 2000 géré par le Cnes, auquel s'ajoute une participation au budget de l'Agence spatiale européenne (634 millions d'Euros pour la France).

Mission : Le Cnes a pour mission de proposer au gouvernement français les orientations de sa politique spatiale et de mettre en œuvre, avec le concours de ses partenaires, les programmes décidés.

Le Cnes joue un rôle majeur au sein de l'Agence spatiale européenne (ESA) et réalise un programme national dynamique, garantissant une compétitivité industrielle forte au niveau mondial.

Effectif : 2 500 agents.

Contact : Président, Alain Bensoussan • Directeur général, Gérard Brachet • Directeur général adjoint scientifique, José Achache.

Adresses : Siège : Centre national d'études spatiales, 2, place Maurice Quentin, 75039 Paris Cedex 01, tél. 01 44 76 75 00, fax 01 44 76 76 76, <http://www.cnes.fr>

Autres sites : Direction des Lanceurs (DLA), rond-point de l'Espace, 91003 Évry Cedex • Centre spatial de Toulouse, 18, avenue Édouard Belin, 31401 Toulouse Cedex, tél. 05 61 27 31 31, fax 05 61 27 31 79 • Centre spatial guyanais, BP 726, 97387 Kourou Cedex, tél. 05 94 33 51 11, fax 05 94 33 47 19.

SCIENCES OUEST 169 / SEPTEMBRE 2000

AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE (ESA)

PROGRAMME EUROPÉEN

Activités et objectifs : Cet organisme de recherche et de développement dans le domaine de l'exploration pacifique de l'espace est au service de la communauté scientifique des 15 pays membres qui la composent. L'ESA sert plus de 2 000 scientifiques, plus de 50 instituts de recherche impliqués dans le développement d'expériences et une centaine de groupes d'observation, d'instituts, de centres de recherche engagés dans l'étude des données et l'analyse des données obtenues par les satellites. Ses programmes reposent sur l'industrie européenne qui regroupe une cinquantaine d'entreprises. L'agence dispose également d'établissements spécialisés : Centre européen de recherche et de technologie spatiales (Estec), Centre européen d'opérations spatiales (Esoc), Centre de traitement informatique des données reçues des satellites (Esrin), Centre de sélection et d'entraînement des astronautes (EAC).

L'ESA est par son budget (17 milliards de francs en 1999) la plus grande organisation intergouvernementale de recherche et de développement du monde. Elle gère pour le compte de ses membres les domaines de la science et de la technologie, des applications, des transports spatiaux et de l'infrastructure orbitale. Ses succès ont fait de l'Europe une puissance spatiale mondiale.

Exemples :

Observation de la Terre à partir de l'espace ERS-1, premier satellite européen destiné à l'observation des océans, des littoraux et des glaces, lancé en 1991. Le satellite est équipé d'une série d'instruments, utilisés quotidiennement dans les domaines de la gestion des ressources, de l'agriculture, de la géologie, de l'océanographie, de la surveillance des glaces et de la navigation • ERS-2, mis en orbite en 1995, poursuivant la mission amorcée par ERS-1 • Programme de la mission d'observation de la Terre sur orbite polaire (POEM-1), prévoyant le lancement du satellite Envisat-1, emportant un ensemble d'instruments destinés à l'observation de la Terre et à la recherche environnementale • Programme préparatoire d'observation de la Terre (EOPP) qui couvre des études de définition de mission, d'instrumentation et de secteur terrien en vue de la mise au point de systèmes et d'instruments futurs d'observation de la Terre.

Télécommunications par satellites Programme de développement et d'expérimentation de charges utiles et de véhicules spatiaux (PSDE) • Programme de recherche de pointe sur les systèmes de télécommunications (Artes), axé sur la conception de nouvelles techniques et le développement de nouveaux équipements destinés aux systèmes de télécommunications par satellites, notamment pour le traitement embarqué et les microstations terriennes • Programme de mission technologique et de relais par satellite : Artemis.

Transport spatial Programme européen de moyens de transport spatial habités, qui met au point des systèmes et des technologies en vue d'un futur véhicule spatial habité devant être mis en orbite par Ariane-5.

Site Internet : <http://www.esa.int>

Pour toute information complémentaire, n'hésitez pas à contacter Alexandre Colomb au 02 99 25 41 57 ou par e-mail : eic@bretagne.cci.fr



SCIENCES OUEST 169 / SEPTEMBRE 2000

La Bretagne en chiffres

Près de 600 000 scolaires en Bretagne

Effectifs globaux des écoles maternelles, primaires, collèges, Segpa⁽¹⁾, lycées, lycées professionnels et EEA - Public + privé sous contrat. Par département à la rentrée 1999.

	Côtes-d'Armor	Finistère	Ile-et-Vilaine	Morbihan	Académie
Préélémentaire	22 534	36 852	40 263	28 451	128 100
Élémentaire et enseignement spécial	32 747	53 323	57 393	40 754	184 117
Total 1^{er} degré	55 281	90 075	97 656	69 205	312 217
Collèges	27 538	43 476	45 929	33 666	150 609
Segpa et Classes ateliers	839	1 125	1 428	1 026	4 418
Lycées professionnels	7 469	10 797	10 585	9 373	38 224
Lycées d'enseignement général et technologique	13 467	22 437	24 599	15 721	76 224
Écoles d'ens. adapté (EEA)	126	144	174	118	562
Total 2nd degré	49 439	77 979	82 715	59 904	270 037
Ens. sup. lycée	2 533	4 418	4 895	2 982	14 828
Total 2nd degré et ens. sup. lycée	51 972	82 397	87 610	62 886	284 865
Total général	107 253	172 472	185 266	132 091	597 082

⁽¹⁾ Segpa : Section d'enseignement général et professionnel adapté.

SCIENCES OUEST 169 / SEPTEMBRE 2000

Pour 2 centimes* environ, vous achetez un litre
d'eau puisée, purifiée, contrôlée et
transportée jusque chez vous. Puis nettoyée.



UNE SOCIÉTÉ DE



Ouvrir un robinet chez vous et voir l'eau couler vous paraît naturel. Et pourtant, ce simple geste nécessite des pompages, des usines de traitement de l'eau, des contrôles, des centres de recherche pour améliorer sans cesse la qualité, des milliers de kilomètres



de canalisations, la dépollution des eaux usées... Ajoutez à tout ceci une disponibilité 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, et vous comprendrez pourquoi le service de l'eau a un prix : 2 centimes* environ le litre (*prix moyen taxes et redevances comprises).

La passion du ciel

Certes, Kourou est un peu loin. Certes, ce n'est pas demain que nous pourrons concurrencer Toulouse (Cnes⁽¹⁾, ESA⁽²⁾, Aérospatiale, Spot, Matra...), Nançay (radioastronomie), Meudon ou le Pic du Midi... Mais ce n'est pas pour autant que nous devons ignorer ou oublier qu'en Bretagne aussi, astronomie et spatial tiennent une place non négligeable, dans nos laboratoires : étude de la structure interne des étoiles à Rennes, recherche de la matière noire au cœur de notre galaxie, à Vannes...

Mais l'astronomie ne s'exerce pas seulement dans les laboratoires universitaires. Quinze fois plus nombreux que les professionnels, les amateurs jouent eux aussi un rôle considérable - et largement reconnu par les professionnels - dans la connaissance de l'univers. Regroupés en associations, telle la prestigieuse Société astronomique de Rennes (SAR), ces amateurs réalisent des prouesses : découvertes de supernovæ, analyse des signaux électromagnétiques ou de la composition d'étoiles... Il faut dire qu'aujourd'hui, les amateurs peuvent aisément disposer d'un matériel qui, il y a quinze ans, n'était accessible qu'aux seuls professionnels...

Enfin, dans le domaine du spatial, la Bretagne fut également pionnière en Europe ! C'est en effet à Pleumeur-Bodou qu'eut lieu, le 10 juillet 1962, la première retransmission télévisée, transatlantique, et par satellite ! Une antenne monumentale qui a non seulement révolutionné la télévision, et notre connaissance du monde, mais qui a surtout impulsé l'aventure satellitaire.

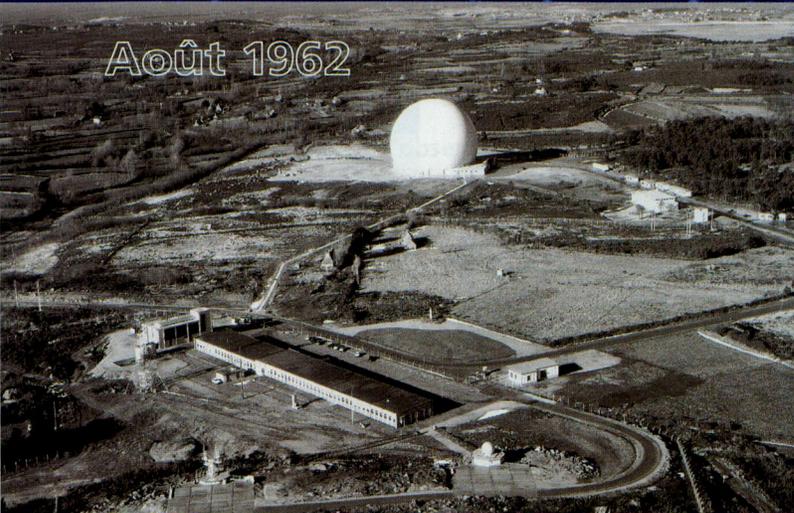
Bref, même si on l'ignore trop souvent, notre région possède une riche activité dans ce domaine. Sciences Ouest vous propose de la découvrir. ■ J.F.C.

⁽¹⁾ Cnes : Centre national d'études spatiales. ⁽²⁾ ESA : Agence spatiale européenne.



Pleumeur-Bodou | Les

Août 1962



Août 2000



Sur le site de la légende s'est installé un véritable parc scientifique des télécommunications, animé par le dynamique musée des Télécommunications qui reçoit, chaque année, autour de 110 000 visiteurs.

L'implantation en 1961 de la "Station spatiale" au milieu des landes du petit village de Pleumeur-Bodou excita bien des imaginations. Là se déroulèrent les années suivantes une passionnante et belle page de l'histoire spatiale.

À la fin des années 50, la France souffre d'un grand retard en matière de communications. Le téléphone est en effet archaïque (connexions manuelles), marche mal, est souvent encombré. Un frein considérable pour le développement de l'industrie et du commerce, que ne parvient pas à compenser l'arrivée des premiers "téléimprimeurs", ancêtres du fax. En ce qui concerne le réseau intérieur, le gouvernement de l'époque met les bouchées doubles pour développer le réseau de câbles coaxiaux qui quadrille l'Hexagone. Mais le travail est lent et très coûteux. Et pour les communications internationales, un premier câble sous-marin est posé en 1956 entre les États-Unis et la

France. Mais il n'offre que 36 voies simultanées, de qualité moyenne et pour des coûts de communication, d'installation et d'entretien très élevés.

Les débuts de la mondovision

La télévision, elle aussi, aimerait bien disposer d'un moyen de transmission intercontinental. En 1953, à l'occasion du couronnement d'Élisabeth II d'Angleterre, une première émission en Eurovision (en direct et internationale) a été possible. Mais la courbure de la Terre rend impossible toute transmission directe entre les USA et l'Europe, par exemple. Une première solution fut recherchée en utilisant la Lune comme miroir réfléchissant. Des expériences furent ainsi tentées dans les années 50, entre Holdmel (New Jersey) et la grande antenne de Nançay (Creuse). Mais non seulement la Lune a un fort pouvoir absorbant, ce qui rend difficile la transmission des émissions télévisées ; mais aussi, bien que les ondes électromagnétiques se déplacent à près de 300 000 km/s, il faut tout de même un peu plus de 3 secondes pour qu'une émission fasse le voyage... Beaucoup trop long pour permettre une conversation téléphonique. Une seconde solution sera l'expérience Echo : un gros ballon sonde de 30 m de diamètre, placé à mi-chemin des deux



Image reçue par l'antenne-cornet de Pleumeur-Bodou le 10 juillet 1962 à 23 h 47.

continents, au-dessus de l'Atlantique. Mais la visibilité mutuelle n'excède pas les... cinq minutes !

De Spoutnik à Telstar

La vraie solution viendra, curieusement, de la guerre froide et du lancement par les Soviétiques du premier satellite artificiel : Spoutnik, le 4 octobre 1957. Un exploit qui va pousser les Américains à se lancer eux aussi à corps perdu dans l'aventure spatiale. C'est dans ce cadre que naît le programme international Telstar I en 1961. Côté US, ce sont ATT (American telegraph telephone) et Bell Telephone qui étudient et réalisent le satellite ainsi que l'antenne émettrice d'Andover (Maine). Côté européen, une rivalité franco-britannique amène à la construction de deux antennes réceptrices. L'une en Comouailles, à Goonhilly Downs (1 100 tonnes, 30 m de diamètre, et placée à l'air libre), l'autre à Pleumeur-Bodou (cf. encadré).

La première émission...

L'antenne est achevée le 7 juillet 1962, soit 3 jours avant le lancement du satellite Telstar I ! Malgré toutes les précautions prises, les 190 ingénieurs et techniciens qui ont tra-

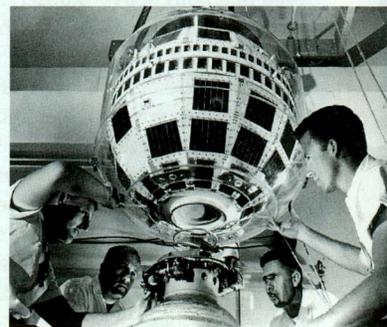
vailé à sa réalisation sont inquiets. Le matériel est en effet, dans sa très large majorité, entièrement expérimental !

Le 10 juillet, la tension est à son comble. À 08 h 35 GMT l'annonce tombe : "Le satellite Telstar 1 a été lancé avec succès." Il reste peu de temps pour faire les derniers essais, les dernières vérifications. C'est que, Pleumeur ne disposera que de 20 minutes (durée maximale durant laquelle le satellite sera "visible" simultanément de la France et des États-Unis) pour gagner son "pari". À 20 h 35 (passage 5 du satellite), un premier essai échoue. Les Américains ont en effet "oublié" d'allumer la balise qui doit permettre au traqueur de Pleumeur-Bodou la poursuite de précision. Il faut donc attendre deux heures et le passage suivant... Quand, soudain, le récepteur tombe en panne. C'est la consternation. Consternation de courte durée, car les techniciens découvrent rapidement la lampe défectueuse.

Sur les écrans TV, qui sont disposés, tant dans la salle de contrôle qu'à l'extérieur, pour les nombreux journalistes et invités venus assister



19 juillet 1962, inauguration du radôme par Charles de Gaulle.



Fabrication du satellite Telstar.

Oreilles du ciel

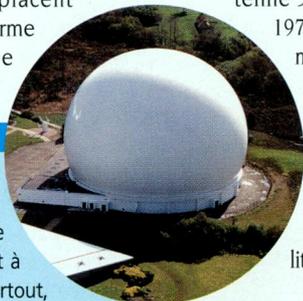
à cette première, on ne voit que de petits "flocons de neige", dus à ce que les spécialistes appellent le "bruit de fond".

À 23 h 18, les Américains signalent qu'ils viennent de percevoir le signal du satellite. Un peu après 23 h 33, l'ingénieur Roger Guénégo, responsable de l'équipement, hurle dans le micro : "Precision tracker autotrack !", ce qui, en clair, signifie que le traqueur français a trouvé le satellite et affiche sa position. L'antenne est immédiatement positionnée selon ces coordonnées quand, brutalement, les haut-parleurs qui, jusque-là émettaient des crachotis infâmes, se taisent. Une panne ? Non : le calage sur la bonne fréquence. Sur les écrans TV, à 23 h 47, apparaît la mire américaine. La joie est à son comble. Durant sept minutes, bouche bée, les techniciens assistent à une interview en direct de Fred Kapell (président d'ATT) et du Docteur Fisk (Bell Labs). La mondovision est née. Les images, enregistrées sur une bande magnétique, partent immédiate-

ment à Paris pour être diffusées à toute la France le 11 juillet. Le 12 juillet, c'est au tour de la France d'émettre, avec succès, vers les États-Unis : "Yves Montand interprétant : La Chansonnette" !

40 ans de bons et loyaux services

Il faudra en fait attendre 1965 pour que le site prenne sa véritable "vitesse de croisière". C'est cette année-là, en effet, que les Américains placent le premier satellite géostationnaire (Early Bird) et le positionnent sur l'Atlantique. Selon les besoins, le satellite fonctionne soit en émission-réception TV, soit en téléphonie. C'est d'ailleurs lui, qui, en 1969, retransmettra au monde ébahi, les images des premiers pas sur la Lune. En juin 1965, est inauguré le premier réseau téléphonique transatlantique permanent. Et, la même année, les Soviétiques placent sur orbite l'énorme satellite d'une



FRANCE TELECOM SAS

L'antenne en quelques chiffres

Par rapport à son homologue britannique, l'antenne française ne pèse "que" 340 tonnes, pour 54 m de longueur. Un monstre capable de repérer un petit satellite de 80 cm de diamètre, situé à 5 000 km et se déplaçant à 36 000 km/h, avec une précision de 3/100° de degré ! Et surtout, capable de capter un signal très faible, de la puissance d'une lampe de poche, de l'ordre du millième de milliardième de Watt !

L'antenne est protégée par un radôme, une bulle de toile blanche haute de 49,10 m, large de près de 54 m, 9 000 m² de surface pesant 27 tonnes, qui va entraîner le terrassement de 8 000 m³, dont 3 000 de rochers, qui nécessiteront plus de 3 000 tirs de mines. Il faudra 4 000 m³ de béton, 276 tonnes d'acier pour l'armature et 10 tonnes de boulons pour assembler ce mécano géant. Le radôme est capable de résister à des vents de plus de 180 km/h. 120 km de câbles sont posés, nécessitant près de 200 000 connexions.

L'antenne elle-même est en forme de corne d'abondance. Elle est constituée de plusieurs milliers de plaques toutes numérotées et ajustées au 10° de mm entre elles, à l'aide de petits repères vérifiés en permanence par des lunettes de géomètre. L'antenne, mue par de gros moteurs hydrauliques, est pilotée par un impressionnant poste de commande numérique, qui nécessite des milliers de cartes électroniques, et un gros IBM 1620 à bandes magnétiques. Quant à la réception proprement dite, elle nécessite l'emploi d'un Maser (Microwave amplification by stimulated emission of radiation), un amplificateur fonctionnant sur les principes de la mécanique quantique : l'onde électromagnétique est amplifiée en recevant l'énergie de la chute stimulée d'atomes, excités par une onde adaptée (appelée onde de pompage). On utilise pour cela un rubis synthétique. Mais, pour fonctionner, le Maser doit être maintenu à une température très basse, c'est pourquoi il est plongé dans un bain d'hélium liquide à -269°C, qu'il faut recharger toutes les 8 h ! ■



Un tout nouveau spectacle son et lumière, utilisant les dernières technologies, a été mis en place cet été pour faire revivre, sous les yeux des spectateurs, l'épopée des télécommunications.

tonne : Molnya 1. Moyennant quelques modifications du matériel de Pleumeur, ce satellite est lui aussi capté et donnera très rapidement d'excellents résultats (premiers essais de TV couleur avec le système français Secam).

Le 29 septembre 1969, l'antenne 2 de Pleumeur-Bodou est inaugurée. Il s'agit cette fois d'une "classique" parabole, de 27,5 m de diamètre, construite pour desservir le satellite géostationnaire positionné sur l'océan Indien : la liaison avec le Japon est ouverte. En 1973, c'est l'antenne 3 (parabole de 30 m). En 1974, la France (avec l'Allemagne) lance son premier satellite : Symphonie, qui va servir aux communications avec la Réunion... Le site ne cesse de s'agrandir. En 1983, Pleumeur est en relation satellite avec 86 pays.

Quel avenir ?

En 1985, l'antenne du radôme est mise à la retraite. S'affrontent alors les partisans du démontage pur et simple (comme aux États-Unis) et les partisans de la conservation de cet extraordinaire témoignage du patrimoine scientifique mondial. Ce sont ces derniers qui vont finalement l'emporter. "Pas entièrement", déplore avec un peu de nostalgie Jean-Pierre Colin, l'un des pères de la "station spatiale de Pleumeur-Bodou", comme elle fut appelée en 1962. "Aujourd'hui, la grande antenne est immobilisée. La grande roue de rotation est voilée et personne n'envisage de la réparer. Et puis, toute la partie électronique a été démontée..." De fait, la "cabine de pilotage", inaccessible au public, fait un peu triste figure. Ce fabuleux témoignage des premiers pas de

l'homme, dans la conquête du spatial, est en mauvais état. Quelques spécialistes relativement âgés peuvent encore identifier les cartes électroniques, connaissent les caractéristiques des guides d'onde ou des Maser... D'ici quelques années, qu'en sera-t-il de cette prodigieuse électronique sans laquelle rien n'aurait été possible ? Le musée des Télécommunications, qui s'est installé à la porte du radôme, a pris en charge son entretien et sa présentation au public. Plus de 100 000 personnes s'y pressent chaque année, et cette popularité devrait encore s'accroître du fait des nouvelles activités (classes Télécoms, nouveau spectacle, salle pour enfants...) sans cesse mises en place.

Grâce à ses initiatives d'animation émanant, à l'origine, d'anciens ingénieurs des télécommunications spatiales et du Cnet de Lannion, Pleumeur-Bodou a aujourd'hui sa place dans le patrimoine mondial. Espérons que les dernières antennes encore en service, mais qui devraient connaître elles aussi la retraite prochainement, ne disparaîtront pas. Certains aimeraient en effet qu'elles servent aux étudiants, aux chercheurs en radioastronomie... Pourquoi pas ? ■ J.F.C.

Visiter Cosmopolis

Le musée des Télécommunications et son radôme sont ouverts tous les jours (sauf en hiver : fermeture les samedis et parfois les dimanches). L'entrée est de 45 F pour les adultes, 35 F pour les moins de 17 ans et gratuit pour les moins de 5 ans. Un billet commun donne également accès au Planétarium de Bretagne. ■
→ Renseignements : 02 96 46 63 80 ; réservations pour groupes 02 96 46 63 81.

Des amateurs dans la cour des grands

Créée en 1974, la Société astronomique de Rennes (SAR) s'est progressivement hissée parmi les associations de grande réputation. Rencontre avec son président Jacques Montier, dynamique professeur de physique au lycée Anne de Bretagne, et véritable passionné.



À l'occasion de l'éclipse de Soleil du 11 août 1999, la Société astronomique de Rennes et l'Espace des sciences ont animé plusieurs manifestations, dont un rassemblement au parc du Thabor qui a attiré plus de 12 000 personnes pour observer le déroulement de l'éclipse.

Sciences Ouest : Pourrions-nous tracer le portrait de la SAR ?

Jacques Montier : L'association a été créée en 1974 et compte aujourd'hui 70 membres. Elle propose de nombreuses activités : des séances plénières qui se tiennent généralement l'avant-dernier jeudi du mois, à la maison du Champ-de-Mars, permettent d'assister à des conférences sur des sujets très variés comme le champ magnétique terrestre, les comètes, les éclipses... Les premier et deuxième vendredis du mois, si le temps le permet, nous consacrons des soirées (voire des nuits) à l'observation. Enfin, le dernier mardi du mois est consacré aux techniques astrophysiques (cours théoriques) et le dernier jeudi est destiné aux calculs et à la programmation. Les adhérents ont également accès à une très importante bibliothèque que nous ne cessons d'enrichir. À tout cela s'ajoutent des sorties, des animations... La cotisation annuelle est de 180 F (70 F pour les moins de 18 ans) ; elle donne droit à l'accès gratuit à ces activités.

Sciences Ouest : Le "niveau" n'est-il pas trop élevé pour des débutants ?

J.M. : Non. Nous avons des adhérents de tous les niveaux ! Et nous veillons toujours à favoriser l'initiation. Notre association ne pourra perdurer que si des jeunes viennent prendre la relève. C'est aussi pour cela que nous faisons de très nombreuses démonstrations dans les écoles ou lors des manifestations publiques (semaine de la Science, par exemple).

Sciences Ouest : Travaillez-vous avec les astronomes professionnels ?

J.M. : Bien entendu ! Il y a dans le monde quinze fois plus d'amateurs que de professionnels. Et ces derniers font de plus en plus appel aux associations comme la nôtre pour de nombreuses missions de surveillance, par exemple : étoiles variables, explosion de supernovæ... Il faut savoir qu'aujourd'hui, n'importe quel amateur peut dispo-



Extrait du journal de Philippe Roux, auteur de ce cliché : 11 août 1999, 12 h 19 mn 41 s, "Je HUUUUUURRLE ma joie en découvrant l'image du Soleil noir tant convoitée sur le dépoli de mon boîtier photo. Pendant que je «mitraille» en changeant les temps de pose, j'aperçois les protubérances comme des rubis posés sur la douce lueur de la couronne solaire, formant un long collier autour du disque lunaire."

ser, pour un prix raisonnable, d'un matériel équivalent à celui dont disposaient les seuls professionnels, il y a quinze ans ! À titre d'exemple, à la fin des années 70, seuls quelques amateurs privilégiés pouvaient s'offrir une lunette ou un télescope de 135 mm de diamètre. Aujourd'hui, pour 2 000 F, on peut disposer d'un excellent outil de 250 mm, et il n'est pas rare de voir des optiques de 400 ou 500 mm ! Les micro-ordinateurs et les caméras numériques dites CCD (Charge coupled devices) sont devenus plus abordables et permettent de réaliser des observations dans des conditions de confort et de qualité incroyables ! Imaginez qu'il y a quinze ans à peine, seuls quelques professionnels disposaient d'un tel matériel. Les millions d'heures d'observation que réalisent les amateurs sont donc pour les professionnels une source inépuisable - et gratuite ! - d'informations !

Sciences Ouest : Je crois que vous avez des projets d'agrandissement ?

J.M. : Oui... La mairie de Rennes nous propose en effet de réaliser une place Solaire sur le site de Beauregard. Le concept de base est une grande allée verte structurant l'ensemble du quartier, un point haut formant un belvédère, très dégagé, des allées dont les orientations devront évoquer certains points forts du calendrier (solstices, équinoxes). Et aussi, toutes indications permettant de faire comprendre au public des éléments comme la latitude, l'inclinaison terrestre, les saisons, et tout ce qui se rapporte au système solaire. Des jeux d'ombres devront être imaginés, voire même un cadran solaire de grande taille. Adjacent au parc, un bâtiment de ferme vient d'être libéré, que la SAR va pouvoir occuper... Voilà qui sera un "plus" car nous aurons ainsi la base rennaise fixe qui nous faisait défaut. L'entrée dans les lieux devrait se faire dès octobre 2000.

Par ailleurs, la commune de La Couyère (30 km au sud de Rennes, en direction d'Angers) a monté un

Le programme Seti



Search extraterrestrial intelligence (Seti) est un programme international, qui fait appel à près de deux millions d'amateurs passionnés dans le monde. Le radiotélescope d'Arecibo (Porto Rico, Antilles) enregistre en continu les émissions radios dans la gamme de fréquence autour de 1,4 GHz (gigahertz). Ces enregistrements sont ensuite découpés en petits "paquets" de 300 Ko et placés sur un serveur Internet. Tous les amateurs qui le souhaitent peuvent télécharger un petit programme gratuit d'analyse, pour vérifier si le paquet en question ne contient pas un signal radio émis par une autre civilisation. Ce petit programme fonctionne à la manière d'un économiseur d'écran : chaque fois que l'ordinateur n'est pas utilisé, le programme se met en route et analyse le "paquet". Une fois celui-ci analysé, il suffit de le renvoyer au serveur Seti, via Internet, et d'en charger un nouveau. Le téléchargement dure moins de 3 minutes. Selon la puissance de l'ordinateur, il faut entre 15 et 17 h pour analyser un paquet. ■
→ <http://setiathome.berkeley.edu>

projet en collaboration avec la communauté de communes de Bain-de-Bretagne pour construire un observatoire dont la SAR sera l'utilisateur. En retour, nous devrons assurer des animations et un encadrement pédagogique. La Couyère est située à l'écart de toute pollution lumineuse et bénéficie donc d'un ciel remarquable. Outre une maison, un terrain d'environ 1 000 m² sera mis à notre disposition. Nous allons y construire une coupole de 5 m de diamètre. ■ **J.F.C.**

→ **Contact :** Jacques Montier, tél. 02 99 53 05 59, astroclub.net/jupiter/sar
Home page de Philippe Roux (astrophotographe, membre de la SAR) : www.maths.univ-rennes1.fr/~rouxph/

Pour en savoir plus...

À lire

■ **Dictionnaire de l'astronomie.** Ouvrage collectif. Encyclopædia Universalis / Albin Michel. Septembre 1999. 1010 p. 200 F. Sans doute l'ouvrage le plus complet, le plus accessible et le mieux fait sur le sujet, pour un prix raisonnable.

■ **Les échos de la recherche.** Numéro spécial mars 1971 : spécial Pleumeur-Bodou. Cet ouvrage hélas épuisé se trouve quelquefois chez les bouquinistes ou dans les bibliothèques (dont celles de Cosmopolis). Une bible pour les amateurs de technique radio.

■ **La station spatiale.** De Jean-Pierre Colin. 34 p. 50 F, en vente à Cosmopolis. La passionnante histoire de Pleumeur-Bodou, écrite par l'ancien directeur du Centre des télécommunications par satellite, et responsable dès 1962 de la construction du site.



■ **Guide du matériel d'astronomie.** Par Hervé Burillier et Christophe Lehénaff. Ed. Bordas, 1998, 128 p., 93,50 F. Le meilleur manuel pour choisir son instrument d'observation.



■ **Les plus belles curiosités célestes.** Par Hervé Burillier. Bordas, 1999, 192 p., 98 F. Pour réussir, même avec des jumelles, ses premières observations.



■ **Lunettes et télescopes, mode d'emploi.** De Jean Lacroux et Denis Berthier, Ed. Bordas, mars 2000, 192 p., 98 F. Comment pointer, photographier... indispensable.



■ **Sommes-nous seuls dans l'univers ?** De Jean Heidmann, Alfred Vidal-Majar, Nicolas Prantzos et Hubert Reeves. Ed. Fayard, mars 2000, 308 p., 120 F. Passionnante réflexion à quatre voix, sur l'avenir de l'humanité et la vie dans l'univers.



■ **Ces pierres qui tombent du ciel.** De Jean-Paul Poirier. Ed. Le Pommier, 1999, 160 p. 99 F. Histoire de l'étude des météorites, du Moyen Âge à aujourd'hui. Un régal.



■ **Les comètes.** De Philippe Rousselot. Ed. Broquet, 1996, 248 p., 120 F. Un livre sorti lors du passage de la comète de Halley, mais qui reste d'actualité avec le passage en juillet dernier de Linear 6.



■ **Le grand livre du ciel.** Ouvrage collectif, Ed. Bordas, 2000, 470 p., 250 F. Un grand et beau livre, pour faire le point sur les connaissances astronomiques.



■ **Atlas du ciel 2000.** De Wil Tirion. Ed. Broquet, janvier 2000, 90 p., 85 F. Indispensable pour observer le ciel.

Quelques revues

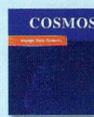
■ **Ciel et Espace.** Mensuel, 106 p., 32 F, revue scientifique d'excellente qualité.

■ **Astronomie magazine.** Mensuel, 70 p. (+ un poster central), 30 F. Une revue très sympathique pour les amateurs passionnés, notamment en astrophotographie.

■ **Eclipse.** Mensuel, 80 p. (+ poster central), 35 F. Très belle revue pour les amateurs, qui met l'accent sur l'observation.

■ **À noter :** il existe également un grand nombre de revues de clubs, de qualité et de parution variables.

CD-Rom



■ **Cosmos.** Ed. Seuil Multimédia. Un bel outil très complet pour se repérer dans le ciel, rechercher étoiles et constellations, observer l'évolution des planètes... (50 000 objets répertoriés). Très simple d'utilisation. Environ 300 F.

■ **Redshift 3.** Très complet (catalogues Hipparcos, Tycho et Sky 2000), très puissant, un outil pour les amateurs déjà éclairés, car son utilisation demande un certain apprentissage. 750 photos et 60 vidéos en prime. Environ 450 F.



Étudier l'astrophysique et l'astronomie à Rennes

L'université Rennes 1 propose un DU (Diplôme universitaire) d'astronomie accessible à toute personne d'un niveau scientifique Bac+2. Les enseignements sont assurés par Yann Le Grand et Yveline Lebreton, et comprennent deux parties :

1/ 6 h de cours d'astronomie et 20 h de cours d'astrophysique (enseignement également proposé en option aux étudiants du Deug Sciences et Technologies) ;

2/ 48 h de cours et de travaux dirigés en second semestre, sur les thèmes dynamique céleste, physique stellaire, galaxies et univers à grande échelle, méthodes de l'observation en astronomie, observation du ciel (enseignements également proposés en option aux étudiants de la licence de physique). ■

Comète Hale Bopp.

Quelques sites Internet à ne pas manquer

■ <http://antwvrp.gsfc.nasa.gov/apod>

Ce site de la Nasa offre tous les jours une nouvelle photo astronomique. Beaucoup d'amateurs l'utilisent comme page d'accueil Internet.

■ <http://www.jpl.nasa.gov/comet/anim.html>

Tout savoir sur la comète Hale Bopp.

■ <http://home.worldnet.fr/~patriboy>

Un site très intéressant sur les caméras CCD en astronomie.

■ <http://www.astrosurf.org/saturne/durey>

Si vous voulez construire votre télescope.

■ <http://astrosun.tn.cornell.edu/staff/bottke>

Le répertoire des astéroïdes.

■ http://www.wdplus.com/cyber/telescope_hubble.html

Tout connaître du télescope spatial Hubble.

■ <http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/mpc.html>

Une mine pour les passionnés : catalogues, photos, actualité...

■ http://astroclub.net/jupiter/sar/lycee_de_nuit

Le site des lycéens rennais, membres de la SAR, sur une étude passionnante de M67. Pour connaître les activités de la SAR :

<http://astroclub.net/jupiter/sar>

■ <http://near.jhuapl.edu/iod/archive.html>

Ici aussi, une image tous les jours.

■ <http://www.spacephotos.com/pages/phototheque/photosfr.asp>

De très belles photos du ciel pour rêver et faire des fonds d'écran.

■ <http://www.oceanet.fr/Associations/san/home.htm>

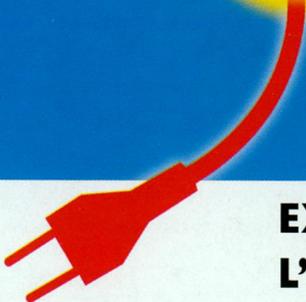
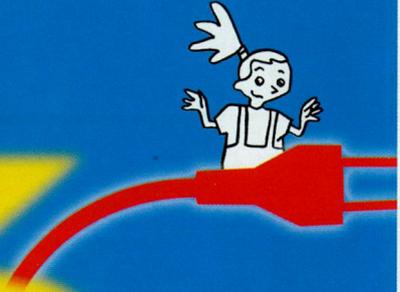
Le site de la Société d'astronomie de Nantes.

■ **À noter :** cette liste est loin d'être exhaustive ! Pour la compléter, il suffit de taper "astronomie" dans la plupart des moteurs de recherche : plus de 5 000 sites existent de par le monde.



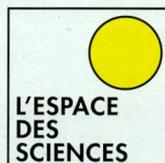
exposition temporaire pour les enfants de 7 à 12 ans

élec tri cité



qu'y a-t-il derrière la prise ?

EXPOSITION DU 4 SEPTEMBRE AU 30 DÉCEMBRE 2000
L'ESPACE DES SCIENCES CENTRE COLOMBIA RENNES



ETT

La maîtrise de l'air

L'entreprise ploudalmézienne (29) Énergie-transfert-thermique (ETT) s'est hissée en vingt ans, parmi les leaders mondiaux de la climatisation. Un domaine hautement technologique, qui a conduit l'entreprise à déposer plusieurs brevets. Rencontre avec Olivier Gaschet, directeur commercial.

Sciences Ouest : *Qu'est-ce qui différencie ETT de ses concurrents ?*

Olivier Gaschet : Tout d'abord, je dirais que c'est toute la différence entre la haute couture et la confection... Contrairement à nos confrères, nous ne faisons pas de séries ! Pour leur quasi-totalité, les machines que nous produisons sont faites sur mesure. Cela nous permet un contrôle-qualité permanent, de répondre au mieux aux demandes spécifiques de chaque client... Cette qualité a fait notre succès. Nous sommes en effet le seul constructeur français à être entièrement sous certification ISO 9001⁽¹⁾ !

Sciences Ouest : *Quels sont vos domaines d'activité ?*

O.G. : Ils se répartissent en deux grands secteurs. Le premier (30 % environ de notre activité) concerne la production d'appareils de clima-



tisation (chaud et froid) que nous pouvons qualifier de "standard". Ce sont de "petites" machines, coûtant en moyenne 100 KF, qui vont servir à équiper les établissements de loisirs (sauf les piscines) : Océanopolis, la Tour Eiffel, les cinémas multiplex et les grandes surfaces.

Le second secteur est celui du "sur-mesure", proprement dit. Par ordre croissant d'activité, nous avons tout d'abord la déshumidification des piscines, qu'elles soient médicales, de loisirs (centres aquatiques)

ou sportives. Cela représente 8 % de notre activité. C'est un domaine complexe, car il faut des machines puissantes, capables de traiter d'importants volumes d'eau évaporés, de résister à l'eau de mer (ce qui impose l'emploi de composants en titane, de résines armées...). Vient ensuite le chauffage collectif, pour 12 % de notre activité. Enfin, pour 50 %, nous travaillons pour l'industrie. Ce domaine est celui qui nous cause le plus de soucis, mais également le plus de fierté.

L'atelier de montage des conditionnements d'air. Une technologie de pointe pour le pliage des tôles d'aluminium.

Sciences Ouest : *Pourquoi des soucis ?*

O.G. : Savez-vous que 99 % des particules nocives, en suspension dans l'air, sont invisibles ? Or, dans beaucoup d'entreprises, notamment en microélectronique (salles "blanches"), il est indispensable d'avoir un air de "classe 1", c'est-à-dire contenant zéro particule de plus de 0,5 micromètre (μm) par mètre cube d'air ; et pas plus de 350 particules de $0,1\mu\text{m}/\text{m}^3$! Cela implique un brassage permanent de l'air, une filtration parfaite et très fiable et, enfin, une redistribution de cet air, à une température déterminée, en évitant de disperser les particules qui peuvent être produites dans le même local, par un usinage ! ■ J.F.C.

Un brevet pour le SRV

Olivier Gaschet : En moyenne, notre service recherche et développement dépose un brevet tous les trois ans. Le dernier en date concerne un système révolutionnaire de climatisation : le SRV (Système de réfrigération variable). Il s'agit d'un compresseur frigorifique hermétique, dont le mécanisme consiste à détendre le fluide (fréon) dans la batterie. Le SRV que nous avons mis au point utilise un système qui a été décrit, en fait, au début du siècle. Il s'agit de deux demi-coquilles d'escargot : l'une est fixe, tandis que l'autre est mobile. Au centre de la spirale fixe, un orifice sert au refoulement de l'air, tandis que la partie mobile joue le rôle d'aspirateur. Les axes des spirales sont décalés de la valeur d'un rayon d'orbite, pour former une série de poches en forme de croissant. Ces chambres de compression ont un volume plus important à la périphérie des spirales où se situe l'aspiration, et plus réduit au centre. Le mouvement orbital de la sphère mobile, et la réduction progressive du volume du fluide frigorigène nous donnent un très haut rendement. De plus, ce système est d'une grande fiabilité, puisqu'il n'y a que peu de pièces en mouvement. ■



ETT fait partie de la holding familiale Saint-Roch, qui appartient en totalité à son fondateur, Georges Villiers. Créée en 1979, ETT compte aujourd'hui environ 100 salariés. Son chiffre d'affaires devrait atteindre environ les 115 MF pour l'an 2000.

⁽¹⁾ Certification délivrée par l'Afaq, Agence française pour l'assurance de la qualité.

→ Contact : Olivier Gaschet,
tél. 02 51 79 19 20,
olivier.G@ett.fr, www.ett.com

Du côté des entreprises



À droite René Troalain, président sortant, laisse la place à Bernard Poinant, maire de Quimper.

● Un nouveau président à Quimper-Cornouaille

Quimper : Au cours de l'assemblée générale du 30 juin dernier, la technopole Quimper-Cornouaille (130 entreprises adhérentes) vient d'élire son nouveau président : Bernard Poinant, maire de Quimper, président de la communauté de communes Quimper Communauté, député européen. Sa première action publique sera l'inauguration de la Maison de la technopole, le 29 septembre prochain.

→Rens. : Michelle Jequel, tél. 02 98 10 02 00, www.tech-quimper.fr

● Labo Bugs à la conquête de l'Asie



Hédé (35) : Le laboratoire Bugs (Biotechnologies d'utilisations générales et spécifiques), entreprise spécialisée dans le traitement biotechnologique des problèmes d'environnement, vient de s'associer avec un partenaire thaïlandais, GB and Associates, pour la distribution en Asie des produits de traitement de litières animales. D'autres contrats sont en cours, notamment dans le traitement des graisses en restauration (800 restaurants seront prochainement équipés à Bangkok).

→Rens. : Labo Bugs, tél. 02 99 45 54 54.

● AQL entre à Silicomp



Cesson-Sévigné : Créée sur la technopole de Rennes Atalante en 1988, la société Alliance qualité logiciel (AQL) vient d'intégrer le groupe Silicomp, spécialiste des réseaux à haut débit, du temps réel et des applications industrielles. En échange des nouvelles capacités de développement offertes par Silicomp, AQL apporte son savoir-faire tant dans le domaine de la sécurité des systèmes informatiques et des technologies de l'information, que dans la qualité logicielle.

→Rens. : Stéphane Miège, tél. 02 99 12 50 00, www.aql.fr

● Convention entre le zoopôle et la technopole Rennes Atalante



Ploufragan (22) : Le 7 juillet dernier, le zoopôle de Ploufragan et l'incubateur fédérateur Rennes-Lannion-Lorient, représenté par la technopole Rennes Atalante, ont signé une convention de partenariat. L'engagement du zoopôle dans l'incubateur illustre sa volonté de participer au développement économique, notamment par la création d'entreprises à caractère technologique.

→Rens. : Jean Michel Le Goux, tél. 02 96 76 61 61, www.zoopole.com

● Une nouvelle unité à France Télécom



Pierre Bettinelli dirige la nouvelle unité régionale de réseaux de France Télécom.

Rennes : La nouvelle unité régionale de réseaux de France Télécom a été mise en place le 1^{er} juin dernier. Elle est le résultat de la fusion de deux services techniques : l'unité infrastructure et réseaux et l'unité exploitation réseaux.

Sa mission principale est de fournir des accès aux services de réseaux vendus par France Télécom. Regroupant 700 salariés sur les 25 sites des départements d'Ille-et-Vilaine et Côtes-d'Armor, elle est dirigée par Pierre Bettinelli.

→Rens. : Jacqueline Raulet, tél. 02 99 01 44 46.

● L'art s'expose en entreprise



Noyal-Pontivy (56) : La société Linpac Plastics Pontivy, leader européen du film plastique à usage alimentaire, expose gratuitement dans son hall d'entrée les œuvres d'artistes locaux. Le personnel, comme la clientèle française et étrangère, peuvent admirer les sculptures d'Annaïck, ainsi que les peintures sur toile, poterie et porcelaine de Midée.

→Rens. : Anne Nicolas, tél. 02 97 28 70 70.

Retrouvez chaque mois

Sciences Ouest + Découvrir

"le supplément pour les jeunes"

Tarif normal

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

Tarif étudiant (joindre un justificatif)

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

Tarif étranger ou abonnement de soutien

2 ANS 500 F 1 AN 300 F

Je souhaite un abonnement de 1 AN (11 N^{os}) 2 ANS (22 N^{os})

Tarif normal Tarif étudiant (joindre un justificatif)

Tarif étranger ou abonnement de soutien

Nom _____ Prénom _____

Organisme/Société _____

Secteur d'activité _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ Fax _____

Je désire recevoir une facture

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



En exposant des œuvres dans son hall d'accueil, Linpac participe à la promotion d'artistes locaux.

Les échos de l'Ouest

● La rentrée du réseau à haut débit

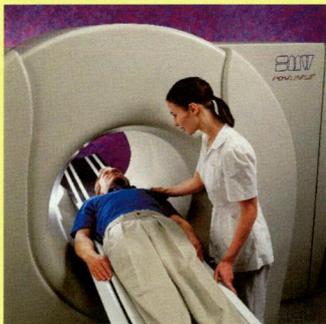


D'ici le 15 septembre, les 25 villes principales du réseau régional de télécommunications à haut débit seront interconnectées et équipées de routeurs et de commutateurs ATM (débit de 8 ou 34 Mégabits par seconde, en fonction de la taille des villes). Ces points d'accès métropolitains vont profiter en priorité aux consommateurs de télécommunications de grande qualité : télé-médecine, téléformation, centres de recherche... La réalisation d'applications nouvelles fera bientôt l'objet d'un appel d'offres commun aux deux régions Bretagne et Pays de la Loire.

→Rens. : Catherine Mallevaës, tél. 02 99 27 13 56, www.region-bretagne.fr

● Dépistage du cancer : un cyclotron à Rennes !

Rennes : Le 30 juin, le centre Eugène Marquis de lutte contre le cancer a inauguré son cyclotron et sa caméra de tomographie par émission de positons (TEP). Derrière ces expressions, se cache une nouvelle technique de dépistage du cancer. La première étape, effectuée par le cyclotron, est la synthèse du fluorodésoxyglucose, composé radioactif se fixant sur les cellules cancéreuses. La deuxième étape est



Caméra TEP utilisée pour la détection du fluorodésoxyglucose.

l'injection de cette molécule au patient et sa détection éventuelle dans l'organisme par caméra TEP. Le dépistage est alors fiable à 95%. Ce projet, associant les régions Bretagne et Pays de la Loire, représente un investissement de 30 millions de francs.

→Rens. : Patrick Bourguet, tél. 02 99 33 69 62.

● Un campus multimédia

Lannion (22) : Le Groupement d'établissement des technologies de l'information et de la communication, Getic Bretagne, crée un campus technologique dédié au multimédia et comprenant un pôle formation, un pôle entreprise et une aide à la création d'entreprises de technologies de l'information et de la communication.

→Rens. : Isabelle Cadoret, tél. 02 96 48 90 00.

Du côté des laboratoires



Inauguration des nouveaux bâtiments Inra-Scribe, le 2 juillet dernier à Rennes, sur le campus de Beaulieu.

● Une "Scribe" pour l'Inra

Rennes : La Scribe, en décodé "Station commune de recherche en ichtyophysio-physiologie, biodiversité et environnement", a été inaugurée par le préfet de Région Yves Mansillon, le 2 juillet 2000, sur le campus de Beaulieu. Dans ce nouveau bâtiment de 1 829 m², se trouvent également le département d'hydrobiologie et de faune sauvage de l'Inra (Institut national de la recherche agronomique), ainsi que l'antenne aquacole du Syndicat des sélectionneurs aquacoles et avicoles français. Financés dans le cadre du Contrat de plan État-Région, les nouveaux locaux abritent des recherches sur l'environnement aquatique, la biodiversité animale et vont permettre la mise en place d'une cryobanque de semences piscicoles.

→Rens. : Patricia Marhin, tél. 02 23 48 58 22.

Du côté d'Internet

● Le site Internet de la DIRE Bretagne



Tout nouveau, le site de la Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement de Bretagne a l'ambition d'être un véritable "Portail de l'industrie bretonne". Il comporte en effet une liste de plus de 600 liens vers les industries bretonnes classées par secteur et de nombreuses informations sur l'économie nationale ou régionale. Un moteur de recherche par thème et une page d'accueil informant des principales actualités (concours Electrophées, trophées de l'Euro, prix Qualité Bretagne 2000, le plan régional de la qualité de l'air, la carte des zonages Feder...) contribuent à en faire un outil vraiment complet.

→Rens. : Hubert Vigouroux, tél. 02 99 87 43 38, www.bretagne.dire.gouv.fr

● Du nouveau chez Cyberouest



Rennes : Pierre Cheminant succède à Anne Laborde à la tête de la société "Des milliards de mondes", devenue en mars dernier l'agence rennaise du groupe Cyberouest. Installée dans des nouveaux locaux rue Alphonse Guérin, l'équipe présente son savoir-faire dans les domaines en ligne (services Internet, commerce électronique...) et hors ligne (bornes interactives, CD-Rom, DVD-Rom...). Le groupe Cyberouest, fort de 100 salariés, a son siège à Vannes, des agences à Brest, Paris, Nantes, Rennes et d'autres projets (dont Lyon et Bordeaux). "Nous voulons offrir à nos clients toute la puissance d'une grande compagnie avec en plus les bénéfices de la proximité géographique", explique le PDG Christian Dumard.

→Rens. : Cyberouest-Des milliards de mondes, tél. 02 99 87 52 14, www.cyberouest.fr

● Un nouveau site pour l'IUFM

L'Institut de formation des maîtres de Bretagne se met en ligne. Désormais, vous pouvez obtenir directement sur le web des informations sur l'établissement et sur les formations proposées, les résultats d'admission en 1^{re} année du professorat des écoles et du professorat du second degré, ainsi que les affectations attribuées aux professeurs stagiaires. Également sur le site, des liens avec les IUFM des autres académies, des actualités, un annuaire et un moteur de recherche.

→www.bretagne.iufm.fr

● Le Télégramme, leader de l'Internet dans le grand Ouest



Les sites du groupe Le Télégramme ont obtenu le meilleur résultat d'audience de l'ensemble des sites régionaux français et se placent au 5^e rang de la presse française derrière Les Échos, La Tribune, Le Monde et Libération.

Facile d'accès et riches en contenus, les sites phares de l'Ouest sont à visiter : →www.bretagne-online.com informations quotidiennes en ligne de l'ensemble des éditions du quotidien ; →www.bretagne.com le site portail de référence de la Bretagne ; →www.celtimusic.com premier site français de téléchargement de musique en ligne ; →www.presse-ecole.com qui propose à toutes les écoles de se mettre en réseau ; →www.locations-vacances.com site de locations saisonnières.

SEPTEMBRE 2000

Exposition

- Du 4 septembre au 5 octobre 2000/
Cultiver la mer : aquaculture d'Irlande

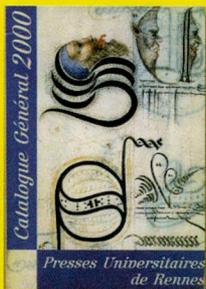


Lorient : Bénéficiant d'eau douce et de mer de grande qualité, l'Irlande est un pays dont la géographie est propice aux cultures marines. Depuis une trentaine d'années, l'aquaculture s'y est beaucoup développée, grâce aux travaux scientifiques et à une politique volontariste des pouvoirs publics.

Quatre conférences animeront cette exposition présentée à la médiathèque par le CCSTI de Lorient.

→Rens. : Pierre-Yves Dahirel, tél. 02 97 84 87 37, www.ccstilorient.org

À lire



- **Le catalogue des "PUR"**

Les Presses universitaires de Rennes viennent d'éditer leur catalogue général 2000, contenant plus de 500 références, ce qui montre le dynamisme des équipes d'enseignants chercheurs de l'université Rennes 2 Haute Bretagne, dans les domaines des arts, des lettres, des langues, de l'histoire, des sciences humaines et sociales.

→Rens. : Pierre Corbel, tél. 02 99 14 14 00.

- **"Gardons la pêche !"**

C'est le titre évocateur de cette nouvelle brochure de l'Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer). Destinée à la profession, elle est un compte rendu des travaux scientifiques réalisés sur les stocks d'Europe du Nord de langoustine, de merlu et de baudroie. Son objectif est de faire comprendre aux pêcheurs les enjeux d'une bonne gestion de la pêche.

→Rens. : Brigitte Millet, tél. 02 98 22 40 05, www.ifremer.fr

- **"Domotique et autonomie"**

L'association Bretagne Mieux vivre (Centre d'information et de conseil sur les aides techniques) vient de rééditer le dossier technique "Domotique et autonomie", comportant notamment des informations détaillées et un tableau comparatif pour chaque type de matériel : contrôles de l'environnement, commandes à distance, systèmes de téléalarmes...

80 pages, 120 F TTC + 16 F de port.

→Rens. : Bretagne Mieux vivre, tél. 02 99 63 60 61.

- **"Vive les maquis économiques"**



Michel Houdebine.

Par Michel Houdebine, directeur d'un groupe agroalimentaire en Bretagne. Face à la crise qui secoue le monde de l'agriculture et des industries de l'alimentation, cet ouvrage offre des pistes pour développer une économie de réseau des PME, afin qu'elles puissent prendre leur juste place dans la nouvelle économie mondiale.

Éditions Ad Lib, 189 p., 89 F.

→Rens. : Agnès Loin, attachée de presse, tél. 02 98 63 43 17.

Formations

- **Formation aux nouvelles technologies**



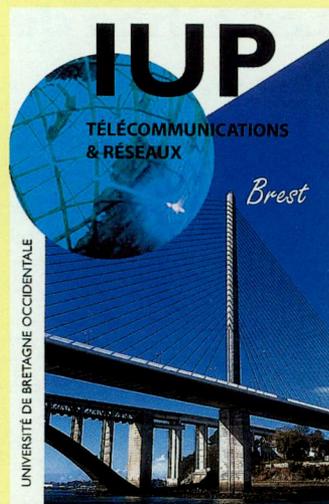
Brest, Caen, Le Mans, Nantes, Rennes : Société de services en informatique, Sodifrance étend son offre au domaine de la formation adaptée aux nouvelles technologies dans les entreprises : commerce électronique, intranet, extranet... En s'implantant dans 5 grandes villes de l'Ouest, Sodifrance Institut a obtenu la certification ISO 9001 pour son savoir-faire pédagogique. Le catalogue des formations est disponible sur Internet

→<http://institut.sodifrance.fr>

→Rens. : Marie-Noëlle Duregne de Launaguet, tél. 02 99 23 46 08.

- **Un IUP "télécom-réseaux"**

Brest : Ouvert depuis un an, l'Institut universitaire professionnalisé (IUP) "télécommunications et réseaux" vient de lancer une filière



de formation continue, à l'attention des entreprises de construction d'équipements téléphoniques, informatiques et réseaux, des opérateurs et des PME. Cette formation équilibre l'acquisition des savoirs fondamentaux, l'apprentissage de savoir-faire et la communication (écrite, orale). Son objectif est d'atteindre un effectif de 150 étudiants en 2003.

→Rens. : Pierre Vilbé, directeur, tél. 02 98 01 61 26.

FORMATION CONTINUE



UNIVERSITE DE RENNES 1

**VALORISEZ VOTRE
EXPERIENCE
PROFESSIONNELLE**

Renseignez vous sur :

**LA VALIDATION
DES ACQUIS
PROFESSIONNELS**

Accès en DESS, DU, Maîtrise,
IUP, MST, Licence, DEUG, DUT,
Capacité, etc.

Contact

Service Formation Continue 4, rue Kléber 35000 Rennes
Tél. 02 99 84 39 50 <http://www.univ-rennes1.fr/fc>

GESTION - ECONOMIE - DROIT - INFORMATIQUE - ELECTRONIQUE

SANTE - ENVIRONNEMENT - GENIE CIVIL - FORMATIONS GENERALES

Colloques

● Du 18 au 22 septembre/ Congrès de chimie



Rennes : La Société française de chimie a choisi la Ville de Rennes pour sa nouvelle formule de congrès : une journée commune à toutes les divisions scientifiques le 18 septembre, ayant pour thème "La Chimie face aux attentes industrielles du 21^e siècle". Des colloques mono- et pluridisciplinaires du 19 au 22 septembre reprendront les problématiques de la journée commune en s'adressant à des publics plus spécialisés.

→Rens. et inscription :
Chantal Iannarelli,
tél. 01 47 71 90 04, www.sfc.fr

● 21-22 septembre/ Prop'elec 2000

La Rochelle : La Société de l'électricité, de l'électronique et des technologies de l'information et de la communication (SEE) et l'École d'ingénieurs en génie des systèmes industriels de La Rochelle organisent un forum sur la traction électrique dans les transports urbains : énergie embarquée, modes d'alimentation, chaînes de traction et véhicules.

→Rens. : Alain Jaafari,
tél. 03 22 82 75 45.

● 22 et 23 septembre/ Traduction spécialisée



Rennes : Pratiques professionnelles et pédagogiques de la traduction spécialisée

sont mises en perspective dans ce colloque organisé par Daniel Gouadec, professeur à l'université Rennes 2.

→Rens. : Daniel Gouadec,
tél. 02 99 14 10 00,
www.uhb.fr rubrique "Événements"

● 28 et 29 septembre/ La santé des années 2000



Nantes : Le 9^e congrès national des observatoires régionaux de la santé aura lieu à la

Cité des congrès de Nantes. Il permettra un partage d'informations et de savoir-faire entre acteurs de santé. Cinq thèmes seront abordés : nutrition ; santé-précarité ; vieillissement et santé ; suicide-dépression et organisation des soins.

→Rens. : Odile Piquet,
tél. 02 99 14 24 24,
www.orsb.asso.fr

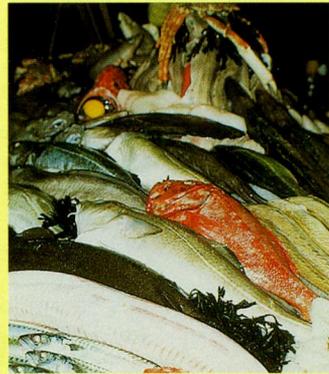
● Du 17 au 20 octobre/ Plein phare sur la Bretagne



Lyon : Le Conseil régional de Bretagne et la Chambre de commerce et d'industrie de Rennes organisent à Lyon un salon de présentation du savoir-faire régional : 35 entreprises y seront présentes, avec pour objectif de nouer des partenariats et explorer de nouvelles clientèles dans les meilleures conditions, grâce à leur regroupement et à un accompagnement spécifique (logistique, marketing, communication).

→Rens. : Loïc Évain,
tél. 02 99 33 63 75.

● 20 octobre/ Valorisation biotechnologique des coproduits de la pêche



Quimper : L'objectif de ce colloque est de présenter les développements biotechnologiques récemment observés dans le domaine de la valorisation des coproduits de la pêche. Ce colloque est dirigé essentiellement vers les professionnels de l'agroalimentaire et de la filière pêche, mais également vers les industriels du domaine large de la nutrition, de la santé et de la cosmétique.

→Rens. : Yves Le Gal,
tél. 02 98 97 06 59,
ylegal@sb-roscoff.fr

● 20-21 octobre/ Création d'entreprise



Rennes : Chefs d'entreprises, financeurs et institutionnels se retrouvent au Liberté, pour guider, informer et accompagner les porteurs de projets dans la démarche de création d'entreprise. Ce salon est ponctué de conférences aux thèmes très actuels : les jeunes et la création, les nouvelles technologies, les financements spécifiques...

→Rens. : Claire Pathiaux,
tél. 02 99 33 63 24,
www.artful.net/ccer

● Du 20 au 22 octobre/ Ludomania

Saint-Jacques (35), parc des expositions : La société Précom organise le premier salon régional du jouet, de la famille et de l'enfant : Ludomania. Parmi les partenaires de ce salon, citons France Télécom, le Crédit agricole, Ouest-France, TC Multimédia, Europe 2, Fréquence Ille, Promart, Parc expo, Cidil (Centre interprofessionnel de documentation et d'information laitières) et l'Espace des sciences.

→Rens. : Philippe Toulemonde,
tél. 02 99 26 45 45,
www.ludomania.com

Conférence

● 3 octobre/ Soirée Thalassa Maîtriser la pollution urbaine en zone littorale



Lorient : Sur le littoral, les activités économiques sont souvent tributaires d'une eau de qualité que la pollution urbaine peut gravement affecter. Les stations d'épuration, les réseaux de collecte, l'assainissement autonome sont-ils des outils de dépollution ou de pollution ? Comment peut-on apprécier leur impact sur le littoral ?

Conférence par Patrick Camus, chercheur au centre Ifremer de La Trinité-sur-Mer, à bord de la *Thalassa* à 18 h 30, entrée libre.

→Rens. : Pierre-Yves Dahirel,
tél. 02 97 84 87 37,
www.ccstilorient.org

Qui a dit ?

Anthelme Brillat-Savarin, gastronome français (1755-1826), auteur de "La Physiologie du goût".
Réponse de la page 6



Vous organisez un colloque ou une conférence ?

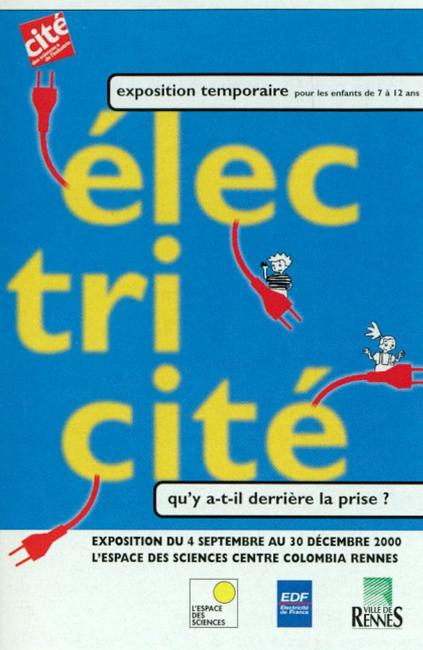
Vous souhaitez faire connaître vos travaux de recherche, vos innovations ?

Vous organisez une exposition ou une formation scientifique ?

Contactez-nous pour paraître dans le prochain Sciences Ouest !

Tél. 02 99 35 28 22, fax 02 99 35 28 21,
lespace-des-sciences@wanadoo.fr

Exposition



● Du 4 septembre au 30 décembre /
Électricité : qu'y a-t-il derrière la prise ?

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

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

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

→<http://www.espace-sciences.org>.

Prochains dossiers de Sciences Ouest :

Bio-informatique et génome
Évolution des climats
Télévision numérique
Erika, un an après...

Les mardis Science et culture

Les interrogations scientifiques au tournant du siècle...

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

● **3 octobre/L'astrophysique**
L'univers, origine et évolution

Pierre Léna, astrophysicien, professeur à l'université Denis-Diderot (Paris VII), chercheur associé à l'observatoire de Paris (Meudon).

40 ans d'exploration planétaire

Francis Rocard, astrophysicien, responsable des programmes d'exploration du système solaire à la direction des programmes du Cnes (Centre national d'études spatiales).

● **10 octobre/Les géosciences et l'environnement**
La Terre, planète dynamique

Philippe Gillet, géologue, professeur à l'École normale supérieure de Lyon.

La crise écologique globale : le défi majeur du XXI^e siècle

François Ramade, écologue, professeur d'écologie et de zoologie à l'université Paris-Sud.

● **17 octobre/La matière**
Que reste-t-il de l'idée de matière ?

Étienne Klein, physicien au CEA, professeur à l'École centrale en physique des particules et en philosophie des sciences, Paris.

La matière condensée, ordre et désordre

Hubert Curien, physicien, professeur honoraire à l'université Pierre et Marie Curie, Paris. Ancien ministre de la Recherche et de l'Espace. Président de la Fondation de France.

● **7 novembre/La vie**
Les micro-organismes des environnements extrêmes : fossiles vivants ou merveilles adaptatives ?

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

La vie : origine et distribution possible dans l'univers

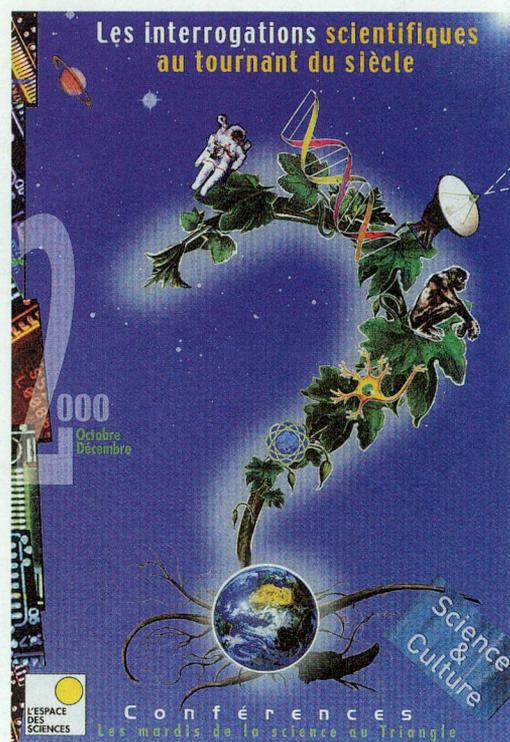
André Brack, physicien au centre de biophysique moléculaire, Orléans. Président des groupes "Exobiologie" du Conseil de l'Europe et de l'Agence spatiale européenne, président-fondateur du CCSTI de la Région Centre à Orléans (Centre-Sciences).

● **14 novembre/Les origines de l'homme**
Origine de l'homme : à l'Ouest enfin du nouveau...

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

L'hominisation ou 2000 ans de solitude

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



● **21 novembre/Les aspects modernes de la biologie**
Programmation ? Diversification ? Le vivant, c'est le changement

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

Distinguer le soi et le non-soi
Mécanismes et erreurs

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

● **28 novembre/Les neurosciences**
Développement et évolution du système nerveux

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

Le cerveau et les conduites humaines

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

● **5 décembre/Les sciences et la culture**
Renouveau de la science : changement de culture

Philippe Lazar, chercheur en statistique médicale, président du conseil d'administration de l'Institut de recherche pour le développement (IRD).

Michel Demazure, mathématicien, président de la Cité des sciences et de l'industrie.

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

Le programme intégral sera distribué dans le prochain numéro de Sciences Ouest, en octobre. Ces conférences se dérouleront au Triangle, à 20 h 30, entrée libre.

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

Budapest Casablanca Clermont-Ferrand Copenhague Cork Deauville Dijon Dortmund Dublin Düsseldorf
 Naples Nice Oslo Osaka Paris Charles-De-Gaulle Paris Orly Pau Porto Rome St-Denis
 Edimbourg Florence Fort-de-France Francfort Funchal Genève Glasgow Hambourg Hanovre Ibiza Istanbul La Rochelle
 St-Etienne St-Petersbourg Strasbourg Stuttgart Toulon Toulouse Turin Varsovie Venise Vienne Zurich

Ajaccio Amsterdam Athènes Avignon Barcelone Berlin Beyrouth Biarritz Bilbao Birmingham Bologne Bordeaux Bruxelles
 Le Havre Lille Limoges Lisbonne Londres Luxembourg Lyon Madrid Marseille Metz Milan Montpellier Mulhouse Munich

70 destinations

parce que nous allons là où vous allez



L'Aéroport de Rennes est la porte ouverte idéale pour la France et l'Europe. Une porte qui vous donne un accès simple ou direct à de nombreuses destinations.

Avec des horaires adaptés, des vols directs et des correspondances rapides*, vous y gagnez en temps, vous y gagnez en commodité.

*UNE CORRESPONDANCE RAPIDE, C'EST : moins de 30 mn de transit pour les destinations en France, moins de 1H30 de transit pour les destinations en Europe aux meilleurs horaires.

www.rennes.aeroport.fr
 3615 RENNAIR (1,29F TTC/mn)



AÉROPORT DE RENNES
 Chambre de Commerce et d'Industrie de Rennes

Contact Aéroport : 02 99 29 60 00



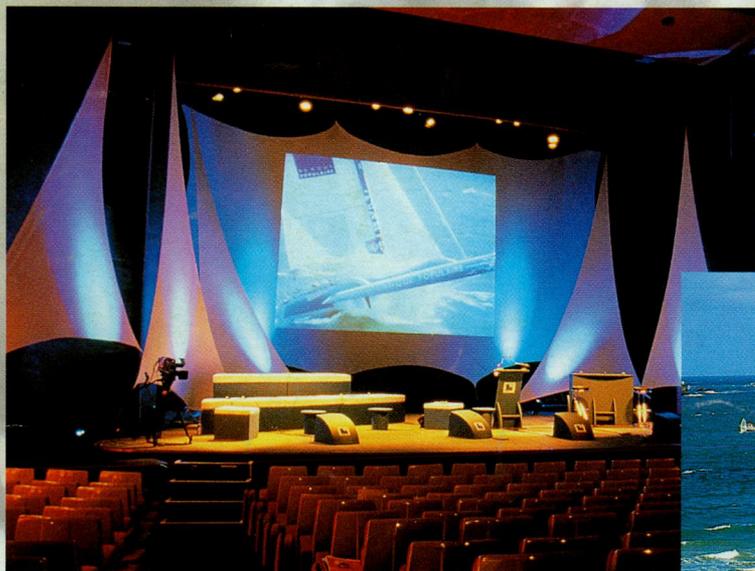
★ ÉTOILE BLEUE

S A I N T - M A L O

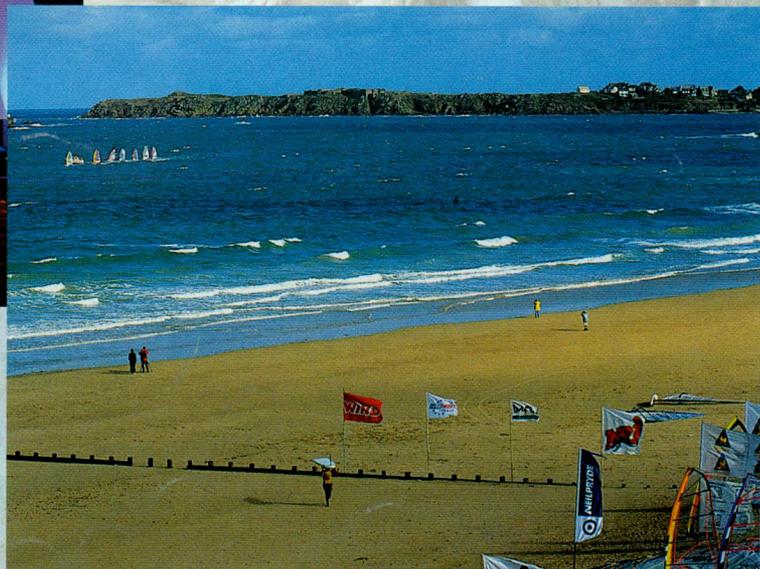


CONGRÈS, RÉUNIONS, ÉCOLES SCIENTIFIQUES (50 à 700 personnes)
FORFAIT HÉBERGEMENT-RESTAURATION à partir de 400 FTTC par personne et par jour.

Travaillez au palais



PALAIS DU
GRAND LARGE



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

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

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

Respirez au grand large