

# SCIENCES

# *Ouest*

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRÉTAGNE N° 222

## Météo :

## la nouvelle carte de la recherche

JUIN 2005 / 3 €



“Toutes vos  
**questions**  
sur l'eau  
appellent  
une réponse”

Danielle, 26 ans  
chargée de clientèle

Simple, facile.

Générale des Eaux Direct

**0811 904 904**

prix d'un appel local

**24H/24**



#### Des réponses personnalisées

Nos conseillers connaissent votre dossier. Ils répondent à toutes vos questions sur l'eau : sa qualité dans votre commune, votre facture, votre consommation...

#### Toutes vos démarches sans vous déplacer

Un simple appel suffit pour vous abonner, choisir le prélèvement automatique, nous demander un branchement, résilier votre contrat, prendre rendez-vous avec nos techniciens...

#### Vos urgences 7 jours sur 7, 24 heures sur 24\*

Fuites, ruptures de canalisations... Nous intervenons jour et nuit.

\* Pour toutes questions relatives à votre abonnement : du lundi au vendredi de 8h à 19h et le samedi de 9h à 12h.





Tirage du n° 222  
5 000 ex.  
Dépôt légal n° 650  
ISSN 1623-7110

## ÉDITORIAL

Michel Cabaret, directeur de l'Espace des sciences

# La pluie et le beau temps

## SOMMAIRE JUIN 2005

EN BREF ..... 4/5

### ACTUALITÉ

Une histoire de vaches belges à prendre au sérieux ..... 6

### LABORATOIRE

Qu'est-ce qui fait marcher Lucy ? ..... 7

### SCIENCES ET SOCIÉTÉ

Rennes et Carhaix, cités d'aqueducs ..... 8

### DOSSIER

La météo réchauffe notre quotidien ..... 9

L'orage dans six heures est déjà fléché ..... 10

Le satellite voit la neige en rose ..... 10/11

Les couches de l'atmosphère décryptées ..... 11

Des bouées sentinelles du grand large ..... 12/13

Le thermomètre de l'océan est en orbite ..... 13

La sécheresse en Bretagne : mythe ou réalité ? ..... 14/15

L'évolution climatique se lit dans le vol des oiseaux ..... 14/15

Avis de tempêtes en Bretagne : les modèles temporisent ..... 15

Les demandes d'études météo pleuvent ..... 16/17

Les cirrus passés au scanner ..... 16/17

Pour en savoir plus ..... 17

### COMMENT ÇA MARCHE ?

El Niño ..... 18

ESPACE DES SCIENCES ..... 19

AGENDA ..... 20/21

Tempête de 1999, canicule de l'été 2003... Les caprices de la météo ont durement touché la France, qui en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, semble subir les effets du réchauffement climatique, un phénomène global à l'échelle de la Terre. La sécheresse annoncée pour cet été semble d'ailleurs se confirmer : le cumul des pluies depuis le mois de septembre serait inférieur à celui du mémorable été 1976. Ce dossier sur la météo en Bretagne vous permettra de découvrir le travail des scientifiques et les outils dont ils disposent. Il montre aussi que la météo est bien un sujet de recherche actif dans notre région.

Au sommaire également, des articles passionnants sur des chercheurs de l'Irisa<sup>(1)</sup> qui, en collaboration avec un paléanthropologue du CNRS à Paris, modélisent la démarche de la célèbre Lucy, découverte par Yves Coppens. Une autre vieille histoire : celle des villes de Carhaix et de Rennes qui ont, toutes deux, fait le choix technique de construire un aqueduc pour répondre à leurs besoins en eau ; c'était au II<sup>e</sup> et au XIX<sup>e</sup> siècles ! Et, plus proche de nos préoccupations actuelles : un aperçu de ce qui s'est passé au forum "Agriculture et société" à Brest en avril dernier.

Par ailleurs, l'Espace des sciences présente toujours à Rennes la très belle exposition "Gorilles". Et devant l'affluence du public, nous avons décidé de la prolonger jusqu'en septembre et de proposer, durant les mois de juillet et août, de nouvelles animations en direction du jeune public.

La vocation de l'Espace des sciences est également de s'exporter en Bretagne, c'est ainsi que la nouvelle exposition itinérante sur le "Système solaire" sera présentée à Morlaix, accompagnée par une conférence de Bruno Mauguin, notre célèbre responsable planétarium.

Bonne lecture. ■

<sup>(1)</sup> Irisa : Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires - Rennes.



SCIENCES OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association) ■ Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - [nathalie.blanc@espace-sciences.org](mailto:nathalie.blanc@espace-sciences.org) - [www.espace-sciences.org](http://www.espace-sciences.org) - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21 ■ Président de l'Espace des sciences : Paul Trehen. Directeur de la publication : Michel Cabaret. Rédactrice en chef : Nathalie Blanc. Rédaction : Christophe Blanchard, Jérôme Cucarull, Nicolas Guillas. Comité de lecture : Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Philippe Blanchet (sciences humaines et sociales), Michel Branchard (génétique-biologie), Alain Hillion (télécommunications), Jacques Lenfant (informatique), Gérard Maisse (agronomie), Christian Willaime (physique-chimie-matériaux). Abonnements : Jérôme Doré, tél. 02 99 35 28 20, [jerome.dore@espace-sciences.org](mailto:jerome.dore@espace-sciences.org). Publicité : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, [info@admedia.fr](mailto:info@admedia.fr) ■ Sciences Ouest est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine et des Fonds européens ■ Édition : Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bôtôt création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.



DU CÔTÉ DES LABORATOIRES



MIS 2005

● Le colloque européen "Molécules et ingrédients santé" - Mis 2005 -, organisé par CBB Développement<sup>(1)</sup>, a réuni près de 125 personnes les 18 et 19 mai derniers à Rennes. Parmi elles, des chercheurs (51%) et des industriels (49%) venus du grand Ouest (50%), mais aussi du reste de la France, d'Europe et des États-Unis. Au menu, 21 conférences et 32 posters présentant les travaux les plus récents sur les probiotiques, les acides gras, les végétaux, les polyphénols, ou encore sur la communication, la réglementation et l'évaluation. Les travaux de Gwénaél Jan, du laboratoire de technologie du lait et de l'œuf (Inra de Rennes) concernant les effets positifs des propionibactéries (bactéries produisant de l'acétate et du propionate comme produits finaux de leur fermentation) sur le cancer du colon, ont particulièrement séduit le jury. Ces deux jours furent également l'occasion de faire le point sur le Plan nutrition santé Bretagne, initié il y a deux ans dans la région par le Critt santé Bretagne pour encourager les industriels de l'agroalimentaire à se positionner sur le secteur de la santé<sup>(2)</sup>.

Rens. → Patrice Morel, CBB Développement, tél. 02 99 38 33 30, patrice.morel@cbb-developpement.com ; Gwénaél Jan, tél. 02 23 48 53 50, gwenael.jan@rennes.inra.fr

QUELLE RECHERCHE EN 2020 ?



● Organisé les 10 et 11 juin 2004 par Rennes Métropole, le colloque intitulé "En 2020, quelle recherche, quels chercheurs dans l'agglomération rennaise ?" avait rencontré un vif succès. Une centaine de chercheurs étaient venus s'y exprimer durant ces deux jours, abordant, entre autres, les questions de l'évolution du métier de chercheur (utilité de la science, interdisciplinarité), de la place de la recherche dans le monde économique (création d'entreprise, dépôt de brevet), mais aussi dans la cité (relations avec le grand public). Les actes sont désormais disponibles. Les 80 pages reprennent l'essentiel des propos échangés et sont accompagnées d'un DVD comportant des témoignages complémentaires. L'ensemble des actes peut aussi être téléchargé sur le site Internet de Rennes Métropole.

Rens. → Marie-Claude Tanguy, tél. 02 99 01 85 70, enseignement-recherche@agglomeration-rennesmetropole.fr

ÉCHOS DE L'OUEST

RECYCLAGE EN ÉLECTRONIQUE



● Sensibiliser les industriels aux directives européennes sur l'interdiction de l'utilisation de matières dangereuses (plomb, cadmium, chrome...) dans la fabrication de produits électroniques et sur le recyclage de ces produits, tel est le but de l'action collective Adde (Appui au développement durable en électronique) lancée dans les locaux de Canon Bretagne, à Liffré (35), le 17 mai dernier. Canon a pu faire part de son expérience en matière de retraitement des appareils en fin de vie ou de recyclage des cartouches d'encre. L'Afeit, l'Euro info centre, Jessica Ouest, la Meito et le Snese<sup>(3)</sup> sont à l'origine de ce projet qui va se poursuivre par d'autres actions de sensibilisation sur l'interdiction du plomb (en juin), l'écoconception et le circuit de gestion des déchets (à l'automne). "Les enjeux sont lourds pour l'industrie mais aussi pour l'environnement et la santé de tous les citoyens européens", souligne Alexandre Colomb de l'Euro info centre.

Rens. → Alexandre Colomb, Euro info centre, eic@bretagne.cci.fr, Pascal Vivies, Meito, p.vivies@meito.com

NOUVEAU DÉLÉGUÉ À L'ADEME



● Gilles Petitjean est, depuis avril, le nouveau délégué régional de l'Ademe<sup>(4)</sup> Bretagne.

Âgé de 49 ans, il est issu d'une formation d'ingénieur en agriculture et a effectué toute sa carrière dans les domaines de la maîtrise de l'énergie et de la gestion des déchets, principalement dans le secteur agricole. Il succède à Jean-Paul Gaouyer, qui a fait valoir ses droits à la retraite.

Rens. → Ademe Bretagne, tél. 02 99 85 87 00, www.ademe.fr/bretagne/

CAMPUS NUMÉRIQUE DE BRETAGNE



● Les 5<sup>es</sup> assises du Campus numérique de Bretagne (CNB) se sont

tenues les 23 et 24 mai derniers sur le campus de Beaulieu, à Rennes. Premier campus régional créé en France, le CNB est fondé sur une logique de coopération et de mutualisation entre les établissements (les quatre universités bretonnes, l'IUFM et la confédération des grandes écoles de Bretagne) et propose aujourd'hui 50 modules de formation à distance, répartis dans 11 axes thématiques, dont deux ont

DU CÔTÉ DES ENTREPRISES

LES PREMIERS PAS D'OSÉO

● Issu du rapprochement de l'Anvar et de la Banque des PME (BDPME) - filiale bretonne Batiroc - depuis janvier 2005, le groupe Oséo part à la rencontre des entrepreneurs de la région. Présents le 10 mai dernier dans les locaux de l'entreprise Edixia, spécialiste breton de la vision industrielle (Vern-sur-Seiche, 35), qui sut trouver l'appui financier des deux partenaires depuis sa création en 1984, Guy Vals, délégué régional d'Oséo Anvar et Arnaud Peyrelongue, président du directoire d'Oséo Batiroc ont réaffirmé leur volonté "d'être au service des entrepreneurs en simplifiant leurs démarches." Oséo a commencé à enrichir sa gamme de service avec, depuis mars, le contrat de développement innovation. Oséo Anvar s'est par



ailleurs rapproché du Conseil régional pour créer un fonds d'aide à l'innovation de 4,5 millions d'euros (1,5 million financé par la Région et 3 par Oséo).

Rens. → Oséo Anvar, Karine Prié-Latimier, tél. 02 99 38 45 45, klatimier@anvar.fr

COMMERCIALISATION ANNONCÉE D'UN PRODUIT LUTTANT



CONTRE LE PSORIASIS

● Jusque-là relativement confidentielle, la commercialisation du Psoriakine, complément alimentaire agissant sur les cellules de la peau et luttant notamment contre le psoriasis<sup>(5)</sup>, par le Laboratoire Pierre Jouan Biotechnologies, fait actuellement l'objet de négociations avec des magasins diététiques. Un

second produit devrait bientôt suivre le même chemin : il s'agit du Lactochole qui permet de faire diminuer le taux de cholestérol.

Parmi les autres travaux en cours, un produit de lutte contre la dénutrition des personnes âgées et un autre dans le domaine des cosmétiques sont encore en phase de développement au sein du Laboratoire Pierre Jouan Biotechnologies.

Rens. → Isabelle Huchet, tél. 02 99 54 30 34, pierre.jouan.biotech@wanadoo.fr



RECHERCHE SUBSTANCES DANGEREUSES DÉSESPÉRÉMENT

● Le comité régional de rejet de substances dangereuses dans l'eau s'est réuni le 17 mai dernier à la pré-

fecture de la Région Bretagne. Résultats de la campagne 2004 : sur 87 substances dangereuses (c'est-à-dire utilisées dans la fabrication de solvants, pesticides, détergents et métaux toxiques), recherchées en Bretagne et susceptibles d'être rejetées dans l'eau par les industriels, les établissements hospitaliers ou universitaires, et les stations d'épuration, 40 n'ont jamais été détectées et "beaucoup" l'ont été seulement à l'état de trace. Des métaux ainsi que des dérivés chlorés ont cependant été retrouvés de façon significative, mais non alarmante. 115 industriels sont impliqués dans ces mesures de suivi, analysant leurs résultats, cherchant des solutions. Ils s'inscrivent ainsi dans l'objectif communautaire de réduction progressive et de suppression globale des rejets polluants d'ici 2015.

Rens. → Sylvie Le Touche, UPIB/UIC<sup>(6)</sup>, tél. 02 99 87 42 97, www.entreprises35.fr - rubrique commission environnement.

LES ACTUS DE BRETAGNE ENVIRONNEMENT

Une semaine pour découvrir le développement durable en Bretagne / En 2004, l'état des plages bretonnes était satisfaisant / → www.bretagne-environnement.org/quideneuf/en\_bref/

## LA SEMAINE VERTE

● Depuis 2001, la Direction générale environnement de la Commission européenne organise chaque année, la "Green Week", une semaine verte dont l'objectif est de nous encourager à "réfléchir à haute voix" sur la manière dont nous pourrions modifier notre comportement face à l'environnement. Elle réunit des parties intéressées et des experts qui apportent des connaissances et des idées qui sont utiles pour l'élaboration des politiques. Commissaires européens, parlementaires, négociateurs internationaux, conseillers locaux, organismes de régulation, analystes politiques, scientifiques, enseignants, médias, hommes et femmes d'affaires... Quelque 4000 participants étaient présents, du 31 mai au 3 juin derniers à Bruxelles.

Sachant que la température s'est accrue de 0,6 °C en moyenne au cours du siècle dernier et d'environ 1 °C en Europe, la semaine verte avait cette année pour thème "Le changement climatique à bras le corps". Les 20 conférences de la semaine verte ont abordé cette problématique sous des angles différents : du développement des sources d'énergie renouvelables aux politiques et technologies requises pour faire face aux émissions liées au transport routier ; de la manière dont les médias couvrent le changement climatique à la mesure dans laquelle les plantes et les animaux seront à même de s'adapter à la hausse des températures ; de la préservation du droit au développement des pays défavorisés à la création d'aides à l'enseignement sur le changement climatique pour les enfants. La semaine verte proposait également une exposition dans laquelle plus de 60 institutions et parties prenantes de toute l'UE mettaient en lumière leurs projets et partenariats tout en partageant leur expérience.

Consulter → [http://europa.eu/intl/comm/environnement/greenweek/index\\_en.htm](http://europa.eu/intl/comm/environnement/greenweek/index_en.htm)

Rens. → [eic@bretagne.cci.fr](mailto:eic@bretagne.cci.fr) ou 02 99 25 41 57.



la forme de campus numériques labellisés par le ministère de l'Éducation nationale : Cian (Convergence Internet audiovisuel numérique), piloté par l'Université Rennes 2<sup>(7)</sup> et Envam (Environnement et aménagement du territoire), piloté par l'Université de Rennes 1<sup>(8)</sup>. Deux accords de partenariats ont été signés lors de ces journées : le premier avec le président du réseau des universités du Québec concerne la formation des tuteurs, le second avec le recteur de l'université de Saint-Jacques-de-Compostelle est en lien avec l'axe agroalimentaire.

Rens. → **Carole Nocéra-Picand, chef de projet du Campus numérique de Bretagne, tél. 02 23 23 39 60, carole.nocera-picand@univ-rennes1.fr**

## START WEST 2005

● Les 5<sup>es</sup> rencontres du capital et de l'innovation se sont tenues les 11 et 12 mai derniers à l'École normale supérieure - antenne de Bretagne, sur le campus de Ker Lann (Bruz, 35). 28 projets avaient été sélectionnés cette année (sur 60 inscrits), reposant sur des entreprises récentes ou en création dans les domaines des



Tic et logiciels (14 projets), biotechnologies (8), et mécanique/matériaux/environnement (6). Nouveauté 2005 : le rendez-vous du capital-risque et des porteurs de projets s'est ouvert aux PME en phase de développement. 5 prix ont été remis cette année : prix Tic à SkyRecon Systems (région parisienne) ; prix biotechnologies à Gensilence (région lyonnaise) ; prix spécial jury à Atlantic Bone Screen (Nantes) ex-aequo avec Elco (région parisienne) ; prix de la Région Bretagne à Enensys Technologies (Rennes). Signe révélateur de la portée nationale de Start West 2005 : 3 des porteurs de projet ne sont pas originaires du grand Ouest.

Rens. → [www.start-west.com](http://www.start-west.com)

## DÉLÉGATION BRETONNE EN CHINE



● Une délégation bretonne a été conduite au Shandong (Chine) par Jean-Yves Le Drian, président du Conseil régional,

du 12 au 19 mai derniers, à l'occasion des 20 ans de coopération entre les deux régions. L'objectif : renforcer encore les liens, notamment sur le plan économique, dans le secteur de l'agroalimentaire, et dans le domaine de la formation et de l'enseignement supérieur, pour lequel des échanges d'étudiants et de professeurs, la mise en place de cursus intégrés, la poursuite de projets universitaires communs existent déjà. Bertrand Fortin, président de l'Université de Rennes 1, Pierre Fleischmann, professeur, président de la conférence des grandes écoles de Bretagne, ainsi que des représentants de l'UBO faisaient d'ailleurs partie du voyage. Enfin, le jumelage des villes bretonnes et chinoises s'étend avec le rapprochement entre Quimper et Yantai (officialisé durant ce séjour au Shandong) et des accords de partenariat entre Lorient/Rizhao et Saint-Brieuc/Weifang sont en cours.

Rens. → **Conseil régional de Bretagne, mission des coopérations interrégionales françaises et étrangères, Sylvie Couratin, tél. 02 99 27 13 52, s.couratin@region-bretagne.fr**

## Les coups de cœur de la bibliothèque des Champs Libres

La bibliothèque Colombia (centre commercial à Rennes) a fermé définitivement ses portes le 26 février dernier pour préparer le transfert de ses collections vers le troisième étage de la bibliothèque des Champs Libres, qui sera consacré aux sciences et techniques. Elle continue cependant à vous suggérer des idées de lecture. Vous pourrez retrouver les ouvrages présentés dans cette rubrique dès le premier trimestre 2006 dans les Champs Libres.

## À LIRE

## AUTOUR DU CATASTROPHISME

● L'histoire nous enseigne que l'humanité s'est toujours laissée séduire par des récits de désastres, ce dont témoignent par exemple les nombreux textes mettant en scène le déluge. La science a elle aussi été tentée à de nombreuses reprises d'explorer des théories catastrophistes ; aujourd'hui, on constate un retour en force de cette tendance, en particulier dans les domaines de la géologie et de la paléontologie. Dans cet ouvrage, Claude Babin nous donne l'occasion de retrouver quels furent les arguments des scientifiques catastrophistes au cours de l'histoire - adeptes de "révolutions" du globe, et ceux des actualistes, partisans d'une histoire planétaire sans aléas majeurs. → **Claude Babin, Vuibert adapt, Collection Inflexions, 2005.**

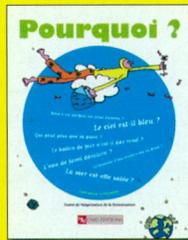
## L'HOMME FACE AU CLIMAT : L'IMAGINAIRE DE LA PLUIE ET DU BEAU TEMPS

● Une approche tout à fait originale pour aborder l'histoire du climat de l'Antiquité à nos jours. L'auteur, Lucian Boia, historien de l'imaginaire, a mené une série d'investigations sur les idées et les mythologies qui ont marqué l'évolution de l'humanité. Il montre dans cette nouvelle étude que le psychodrame du climat ne commence pas avec le réchauffement de la planète. Celui-ci n'est que la manifestation la plus récente d'une histoire du déluge, riche en rebondissements. Il ne s'agit

pas pour l'auteur de prendre position dans le débat climatique actuel, mais parallèlement à l'histoire du climat "institutionnelle", d'étudier une autre histoire, celle de l'imaginaire humain. À travers ses interrogations sur l'avenir climatique, l'homme exprime ses choix, ses peurs, ses espérances. → **Lucian Boia, Les Belles lettres, 2004.**

## POURQUOI ?

● Pourquoi le ciel est bleu ? Pourquoi un ballon rebondit-il ? Pourquoi ça lave ? Répondre à des questions *a priori* simples est un des exercices de style favori du Centre de la vulgarisation de la connaissance (CVC<sup>(9)</sup>). Les lecteurs de *Sciences Ouest* sont déjà des aficionados puisque la rubrique "Comment ça marche ?" publiée chaque mois en page 18 du numéro est rédigée par le CVC. Dans *Pourquoi ?*, le format est encore plus efficace. Réparties en 13 thèmes, les 65 questions trouvent leur réponse en quelques lignes, assorties d'une illustration gaie. Mais le but est surtout "de donner le goût du questionnement à propos du monde qui nous entoure". À mettre entre toutes les mains ! → **Centre de vulgarisation de la connaissance, CNRS éditions, 2005.**

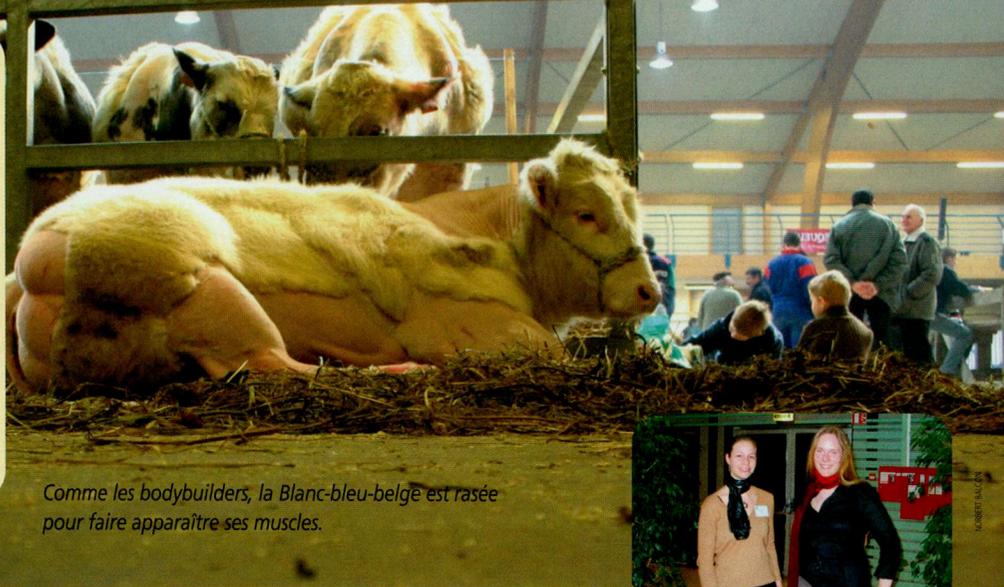


<sup>(1)</sup> Sous l'égide du ministère de la Recherche, du Conseil régional de Bretagne, du Conseil général d'Ille-et-Vilaine et de Rennes Métropole. <sup>(2)</sup> Voir le n° 212 de *Sciences Ouest* (juillet/août 2004). <sup>(3)</sup> Afeit : Association des filières de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications de Bretagne occidentale - Meit : Mission pour l'informatique et les télécommunications dans l'Ouest - Snes : Syndicat national des entreprises de sous-traitance électronique. <sup>(4)</sup> Ademe : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. <sup>(5)</sup> Voir *Sciences Ouest* n° 184 - janvier 2002 - dossier sur le lait. <sup>(6)</sup> Upij : Union interpatronale de Bretagne. <sup>(7)</sup> UIC : Union des industries chimiques. <sup>(8)</sup> Voir *Sciences Ouest* n° 205 - décembre 2003. <sup>(9)</sup> Voir *Sciences Ouest* n° 218 - février 2005. <sup>(10)</sup> Le CVC est une unité de service de l'Université Paris Sud, bénéficiant du soutien du CNRS.

**FORUM AGRICULTURE ET SOCIÉTÉ**  
**Regards croisés sur un monde en pleine mutation**

Le 14 avril dernier, plus de 500 personnes s'étaient réunies à Brest pour plancher sur l'avenir de l'agriculture durant le deuxième forum "Agriculture et société" organisé par la FDSEA<sup>(1)</sup> et la Chambre d'agriculture du Finistère.

Renouvellement des générations de jeunes agriculteurs, sécurité et indépendance alimentaires, réforme de la Politique agricole commune (Pac), délocalisation des productions, les thèmes abordés tout au long de ce rassemblement par les professionnels du monde rural et ceux de la société civile et militaire ont permis de confronter les points de vue autour d'un univers en pleine mutation. ■



Comme les bodybuilders, la Blanc-bleu-belge est rasée pour faire apparaître ses muscles.

**Dans les coulisses du forum**

**Une histoire de vaches belges à prendre au sérieux**

Fils d'agriculteurs, Norbert Balcon a grandi dans le Nord Finistère, mais son intérêt pour l'élevage bovin est né à Lille, en octobre 2004. Ce jeune journaliste et chercheur indépendant de 27 ans se lance dans une étude comparative des modèles d'élevage belge et brésilien.

**Sciences Ouest :** Pourquoi vous intéressez-vous à l'élevage des bovins ?

**Norbert Balcon :** Une première ébauche de la séquence du génome bovin est disponible depuis octobre 2004. Je travaillais alors sur la procréation assistée chez l'Homme et j'ai pris conscience de l'importance du bovin comme animal modèle pour les sciences. Mon intérêt a d'abord porté sur la génétique appliquée et la zootechnie, et c'est par le biais de la photographie que j'ai découvert vraiment le métier d'éleveur. C'est un secteur en pleine mutation : séquençage du génome, application de la seconde Pac, négociation avec le Mercosur (Marché commun du sud) et bientôt les négociations avec l'OMC<sup>(2)</sup>.

**S.O. :** Comment traiter des problématiques aussi diverses ?

**N.B. :** J'ai choisi de comparer Ciney, une commune du sud de la

Belgique, et Uberaba, une ville brésilienne située entre São Paulo et Belo Horizonte. La première est ce qu'on pourrait appeler la capitale de la Blanc-bleu-belge, une race à viande, tandis qu'Uberaba occupe la même position, toutes proportions gardées, pour le zébu brésilien. En dressant les portraits de ces deux entités administratives, je veux montrer comment l'économique, le social et le scientifique interagissent.

**S.O. :** Pouvez-vous nous donner un exemple de ces interactions ?

**N.B. :** La Blanc-bleu-belge, par exemple, est connue des éleveurs parce qu'elle est incapable de vêler naturellement. Poussée à l'extrême, la sélection dans cette race a débouché sur une hypertrophie de la musculature qui impose un recours systématique à la césarienne. À l'origine, ce type d'animal était très rentable et il s'est largement imposé en Belgique. Mais cela a un coût, vétérinaire d'abord, car c'est une race fragile, mais aussi en termes d'image. Les éleveurs belges ont été violemment pris à partie ces dernières années, ils ont le senti-

ment d'avoir été stigmatisés. C'est d'autant plus dur que la mondialisation a fragilisé leur système économique, et que la viande argentine et brésilienne frappe aux portes de l'Europe.

**S.O. :** Pourquoi comparer Ciney avec Uberaba ?

**N.B. :** Les deux entités concentrent toutes les structures de ces systèmes d'élevages, qui sont à la fois concurrents - ils produisent tous deux de la viande - mais ont des stratégies et des courbes différentes. La Blanc-bleu-belge connaît des difficultés, tandis que le zébu est un des grands moteurs de l'économie brésilienne. Le Brésil est devenu le premier exportateur mondial de viande bovine en 2004, alors que la production belge et européenne connaît un déclin important. Lors du dernier carnaval à Rio, un char à la gloire du zébu a paradé dans les rues. Cela peut paraître anecdotique, mais c'est assez révélateur je crois de la différence d'attitude et de considération qu'ont les deux continents de cette activité. On imagine mal un char aux couleurs de la prim'holstein<sup>(3)</sup> à la technoparade. ■

Propos recueillis par  
**Christophe Blanchard**



Maëlle Gédouin et Cécile Le Doaré, étudiantes à l'Institut supérieur de Beauvais, avaient fait le déplacement jusqu'à Brest.

**La touche féminine de l'AGRICULTURE MODERNE**

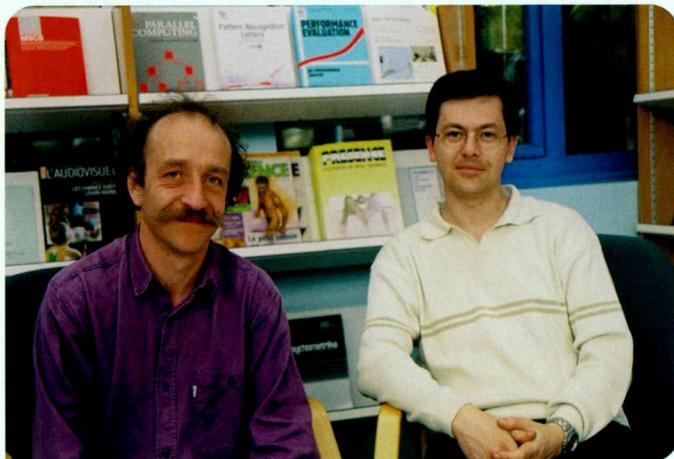
Le monde agricole est régulièrement présenté comme un univers éminemment masculin. Cependant, les choses évoluent aujourd'hui, comme l'expliquent Maëlle Gédouin et Cécile Le Doaré, deux jeunes étudiantes de quatrième année à l'Institut supérieur d'agriculture de Beauvais. "Comme dans la société dans son ensemble, la place de la femme est aujourd'hui de mieux en mieux valorisée, même si, plus que les hommes, nous avons à faire nos preuves pour être prises au sérieux", analyse Maëlle Gédouin. Célibat, isolement, manque de vacances, rien ne semble pouvoir freiner l'ardeur de cette nouvelle génération de professionnelles du monde agricole, qui représentaient 1/4 des exploitants en 2000. "Ce que l'on nomme «monde agricole» est quelque chose de très large et les débouchés sont très variés, précise Cécile Le Doaré. On peut aussi bien travailler dans le conseil que dans le commerce international ou la banque." ■

Contact → Norbert Balcon, balconnorbert@yahoo.fr  
 Pour en savoir plus :  
<http://cineyuberaba.canalblog.com>  
 ou [www.onbovinenature.com](http://www.onbovinenature.com)

<sup>(1)</sup> FDSEA : Fédération départementale des syndicats d'exploitants agricoles. <sup>(2)</sup> OMC : Organisation mondiale du commerce. <sup>(3)</sup> La prim'holstein est la race de vache laitière la plus répandue dans le monde. Elle est reconnaissable par sa robe pie noire.

# Qu'est-ce qui fait marcher Lucy ?

Les idées naissent souvent du croisement entre des disciplines différentes. Cet adage se vérifie une fois de plus avec la collaboration de chercheurs parisiens et rennais sur la simulation de la bipédie chez Lucy, la plus connue des australopithèques. Quand les mondes de la paléanthropologie et de la réalité virtuelle se rencontrent...



Rencontre de la paléanthropologie et du monde de la réalité virtuelle avec deux chercheurs rennais, Georges Dumont (à gauche) et Franck Multon.

Faire marcher Lucy. Cette idée n'est pas nouvelle et bien des travaux ont déjà été publiés sur le sujet. Mais l'originalité de la démarche présentée ici vient du fait que les scientifiques ne sont pas partis du mouvement humain, ni des caractéristiques d'anatomie fonctionnelle du squelette (qui attribuent une fonction *a priori*). Le paléanthropologue Gilles Berillon (UPR 2147, CNRS - Paris) et ses collègues ont utilisé une approche initialement architecturale, qui consiste à reconstituer les os en 3D, après les avoir numérisés. Ils les réarticulent ensuite entre eux, en se basant sur les axes de rotation et les butées articulaires.

## Un squelette à trous

Seulement voilà, le squelette de Lucy comporte quelques "petits

manques"... Les parties de l'appareil locomoteur se limitent au sacrum et au coxal gauche, formant un bassin partiel (qui a été tordu au cours de sa fossilisation), au fémur gauche, au tibia droit et au talus droit, os du pied constitutif de la cheville ! À ce stade, remettre Lucy sur pied demande un peu d'imagination... et c'est dans ce contexte que le chemin de Gilles Berillon croise celui de Franck Multon, informaticien spécialiste de la simulation du mouvement humain, au laboratoire de biomécanique de l'Université Rennes 2, et de Georges Dumont, maître de conférences en mécanique à l'ENS Cachan antenne de Bretagne, spécialiste de la modélisation du mouvement dans le monde virtuel. Tous deux travaillant par ailleurs sur le projet Siames (Synthèse d'images animation modélisation et simulation) à l'Irisa.

Cette rencontre de la paléanthropologie et du monde de la réalité virtuelle débouche alors sur un projet financé par le CNRS, de 2002 à 2004<sup>(1)</sup>. Un contexte particulier

pour les chercheurs rennais qui, comme l'explique Franck Multon, "ont plutôt l'habitude de travailler sur des êtres humains entiers que l'on peut facilement mesurer. Alors que dans le cas de Lucy, il y a des trous, comme ce vide de 2 à 3 cm sur le fémur !" Mais ce nouveau challenge se révèle être passionnant et enrichissant pour les deux "camps".

## Nouveau champ interdisciplinaire

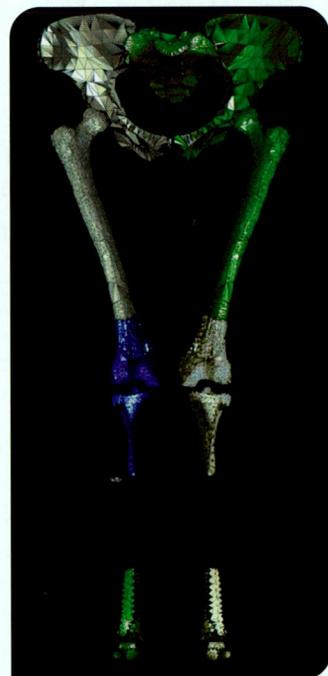
Pour le paléanthropologue, la simulation informatique représente un outil de validation de ses hypothèses, qui permet de tester un grand nombre de paramètres différents et d'accélérer ses réflexions. Et même si, au bout de deux ans, on ne connaît toujours pas "La" démarche de Lucy, plusieurs hypothèses fiables de locomotion bipède sont avancées par les scientifiques. Ces hypothèses vont, dans un deuxième temps, pouvoir être affinées avec la prise en compte de nouveaux éléments comme le genou et le pied. Des détails qui pourront peut-être en dire plus, notamment sur la fréquence d'utilisation du mode bipède par les australopithèques. "Le travail sur Lucy est très différent de celui que l'on fait sur l'Homme, expliquent les Rennais, mais extrêmement formateur. Le fait qu'il manque des bouts de squelette ou que l'on travaille sur des zones très ciblées posent d'autres questions. Cela rend la modélisation plus compliquée mais permet d'améliorer nos méthodes de calcul."

Résultat de cette collaboration : si, d'un côté, Lucy marche presque,

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### SE DÉPLACER À L'ÉCONOMIE

La locomotion choisie par la plupart des espèces correspond au mode de déplacement énergétiquement le plus économe. Partant de ce constat, des chercheurs tentent d'estimer la force musculaire globale mise en jeu, uniquement à partir de l'étude du mouvement. Cette analyse assez complexe est rendue possible grâce à des modèles mathématiques capables d'estimer les forces et les moments musculaires au niveau des articulations. Elle permettrait de retenir, parmi plusieurs hypothèses de marche proposées chez des hominidés fossiles, celle qui requiert le moins d'énergie. ■

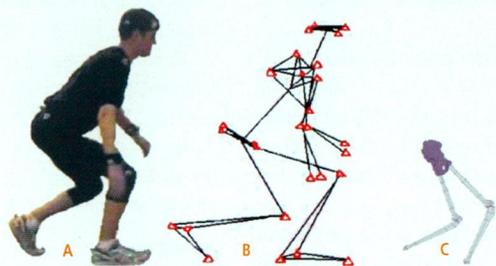


Reconstruction du squelette pelvien (bassin et membre inférieur) de Lucy, en bipédie, vue de face. En vert, les parties préservées de Lucy. En bleu, le genou (fémur et tibia) issu d'une autre fossile, car celui de Lucy est conservé, mais sa partie fémorale est très endommagée. En gris, les zones extrapolées par symétrie.

de l'autre, les mouvements des prochains hommes virtuels devraient être encore plus vrais que nature... ■

N.B.

<sup>(1)</sup> Projet Atip : Action thématique incitative sur projet.



Les étapes de la simulation. A/ Acquisition de données : une personne équipée de capteurs marche sur un tapis roulant. Elle emprunte différentes démarches afin d'enrichir la base de données. B/ Résultat de l'acquisition : les triangles rouges correspondent aux capteurs projetés sur un modèle de squelette. C/ Transposition de la simulation sur Lucy, à partir des os numérisés.

Contacts → Gilles Berillon, tél. 01 43 13 56 31, berillon@ivry.cnrs.fr, Georges Dumont, tél. 02 99 84 25 74, georges.dumont@irisa.fr, Franck Multon, tél. 02 99 14 17 75, franck.multon@uhb.fr



Aqueduc de Rennes : tronçon visible à Mézières-sur-Couesnon.



Une partie de l'alimentation en eau de la ville de Rennes provient toujours de l'aqueduc qui est régulièrement entretenu. Ici le remplacement des conduites d'origine par des tuyaux en fonte.

## Le transport de l'eau est une vieille histoire

# Rennes et Carhaix, cités d'aqueducs

Quel est le point commun entre Carhaix au II<sup>e</sup> siècle et Rennes au milieu du XIX<sup>e</sup> ? Chacune de ces villes, à son époque, fait un choix technique audacieux : celui de construire un aqueduc pour répondre à ses besoins d'alimentation en eau.

À l'époque romaine, Vorgium (Carhaix) était un riche chef-lieu de cité. Afin d'asseoir son prestige par rapport aux autres cités, elle fait édifier un aqueduc. L'eau ainsi acheminée servait aux besoins publics, alimentait les thermes et les bassins d'agrément des monuments.

Or, derrière ce prestige ostentatoire se cachent des prouesses techniques. Pour obtenir un volume suffisant, il fallait en effet aller capter l'eau à 12 km, au niveau des sources des crêtes qui dominent la ville au sud-est. L'aqueduc se développe à 20 cm sous terre et sur 27 km de long, ce qui en fait un des plus longs

de toute la Gaule. Pour franchir les obstacles naturels, les ingénieurs romains peuvent utiliser des ponts pour franchir les vallées et des tunnels pour passer sous les collines. Mais ces ouvrages sont très onéreux et les choix techniques opérés sont un compromis entre l'efficacité et le coût. Par exemple, pour des raisons d'économie, on remonte systématiquement les vallées encaissées selon leurs courbes de niveau, au prix d'un allongement du conduit de plusieurs kilomètres, plutôt que de faire un pont. Seule la colline de Karloubennec, dont le contournement aurait allongé le parcours de 7 km, a été percée par un tunnel, long de 900 m.

Au final, le premier aqueduc, édifié entre 50 et 120 après J.-C., avait un débit modeste de 1 000 à 2 000 m<sup>3</sup> par jour. Pour faire face à la croissance de la ville, il fait place après l'an 180 à la grande canalisation qui achemine alors 6 000 m<sup>3</sup> par jour. Elle sera abandonnée avant le milieu du IV<sup>e</sup> siècle, et Carhaix ne retrouvera l'eau courante qu'en... 1924 !

Le problème de l'approvisionnement en eau se pose à Rennes au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, non dans une optique de prestige, mais dans un souci de santé publique cette fois. Car l'eau des puits est loin de suffire aux besoins et, à cette époque, les hygiénistes se préoccupent de son



Deux époques, deux tunnels à parois brutes. À droite, les bandes ocres représentent la hauteur du fil d'eau lors du fonctionnement.



Aqueduc de Carhaix : section à pans coupés du premier aqueduc, franchissement en passage inférieur d'un ruisseau.

insalubrité. En 1863, le maire de Rennes sollicite Jean-Baptiste Martenot, architecte de la ville, qui suggère de capter des eaux de la Minette et de la Loisançe situées à 60 km et de les amener par un aqueduc. Le projet ne fait pas l'unanimité parmi les ingénieurs mais le choix de l'aqueduc est finalement préféré à la solution, plus moderne, de l'élévation des eaux à l'aide de machines à vapeur. La logique du prestige d'un tel ouvrage continue à prévaloir et il évite les nuisances que provoque l'usage des machines.

### 42 km de canalisations

Afin de recueillir une eau pure, des drainages profonds sont effectués dans la zone de captage. Une tranchée est creusée jusqu'à la couche granitique, à une profondeur de 4 à 6 m, sur laquelle plus de 9 km de drains en pierres sèches non jointes sont établis afin de recueillir les eaux souterraines. Le captage est modifié quelques années plus tard : l'aqueduc qui reçoit les eaux est

construit en ciment et une partie seulement de sa hauteur est exécutée en pierres sèches, pour empêcher la pénétration des eaux superficielles.

Comme à Carhaix, il a fallu passer à deux reprises sous des collines, à 22 m de profondeur avec des tunnels de 1,2 km et 18 m. L'eau captée parcourt 42 km de canalisation pour parvenir jusqu'à la ville. Elle se déverse dans des réservoirs construits sur les hauteurs de Rennes, avec un débit de 12 000 m<sup>3</sup> par jour.

L'adduction de la ville en eau est inaugurée le 14 juillet 1882 par Edgar Le Bastard, le maire de l'époque. Mise en service en 1883, elle marque l'entrée dans l'ère de l'eau abondante et peu chère qu'avait initiées les Romains quelque 2 000 ans plus tôt. ■ J.C.

Contact → Jérôme Cucarull, historien consultant sur la valorisation du patrimoine, de l'histoire et de la culture techniques et industrielles, tél. 06 13 63 02 20, cucarull.scopic@tiscali.fr

# La météo réchauffe notre quotidien

Il fait chaud aujourd'hui ! Quelle belle journée ! La météo fait partie des mots clés facilement échangés pour établir le contact, le matin, avec son voisin ou ses collègues de bureau. Et cette année, le printemps peine à s'installer que la question de la sécheresse de l'été fait débat - même en Bretagne, avec, en tête, l'été 1976 et la canicule de 2003. Les regards se tournent alors vers les prévisionnistes et les climatologues : le temps se dérègle-t-il ?

*Sciences Ouest* est allé à la rencontre des professionnels de la météo, pour savoir comment ils travaillent, avec quels outils, dans ce pays légendairement humide qu'est la Bretagne. La région abrite la direction interrégionale Ouest de Météo France à Saint-Jacques-de-la-Lande (près de Rennes), le centre de météorologie spatiale à Lannion et une antenne du centre de météorologie marine à Brest. Dans ces établissements, la météo se fait en temps réel : test des logiciels pour prédire le temps dans les six heures, création d'outils pour traiter les informations issues des nouveaux satellites, mise au point de bouées océaniques les plus sophistiquées pour la récolte des données météo. Dans les laboratoires de l'Université Rennes 2, les climatologues analysent le temps passé ou simulent les climats futurs, alors que l'association Bretagne vivante, à Brest, apporte des éléments sur les bio-indicateurs du climat. Tous coupant court à certaines idées reçues sur la sécheresse et les tempêtes en Bretagne.

Vital pour les uns, accessoire pour les autres, le temps agit sur notre humeur, conditionne nos loisirs, bref, emplit notre vie quotidienne. Et parfois jusqu'à des degrés insoupçonnés, comme en témoignent certaines études commandées à Météo France, permettant de lier les données météo à la consommation de certains produits alimentaires comme la bière ou les sodas, pour mieux en gérer les stocks ! ■

N.B.

## Météo France s'attelle à la prévision immédiate

### L'orage dans six heures est déjà fléché

Prévoir le temps dans six heures n'est pas plus facile que dans deux jours. Car des phénomènes rares, comme un orage d'été, peuvent apparaître d'un coup. À Saint-Jacques-de-la-Lande, Météo France met en application des recherches sur ce temps immédiat.

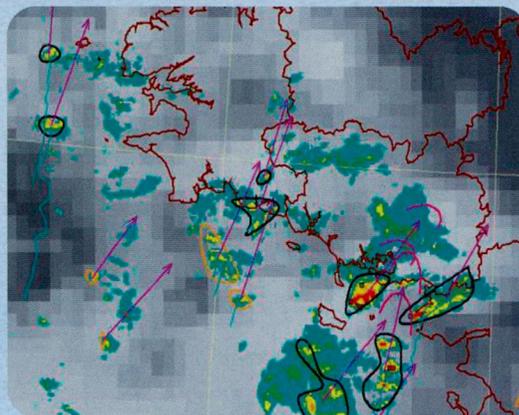
L'orage et le vent violent sont parfois imprévisibles. Même dans les heures à venir. La tornade qui a fait une victime sur l'île de Houat, le 11 août 2004, nous le rappelle. Et les événements qui rassemblent les foules, comme le festival interceltique, les fêtes maritimes de Brest ou les courses de voiliers, ont besoin de ce type particulier de prévision. Au centre interrégional de Météo France, à Saint-Jacques-de-la-Lande, les prévisionnistes décortiquent les jeux incertains de ces phénomènes rapides. Depuis l'an dernier, ils testent en grandeur nature, dans notre région venteuse, l'interface d'une banque de données d'expertise de la prévision immédiate, à 6 heures maximum, dont les algorithmes ont été conçus à Toulouse.

Les données sont recueillies par plusieurs radars, à Brest, Nantes, Caen et Jersey.

#### Déplacement des cellules

Toutes les cinq minutes, une image mosaïque de l'Ouest est ainsi composée, qui donne la quantité d'eau tombée et dont le pixel correspond à un carré d'un kilomètre de côté. À partir de ces images, un algorithme fait un diagnostic, détecte ce que les météorologistes appellent les "objets de prévision immédiate de convection"<sup>(1)</sup>, pour extrapoler en moins d'une minute le déplacement et l'intensité des cellules de précipitation.

"Le gros problème est le calcul du vecteur déplacement, explique Bertrand Blaquart, prévisionniste



Le 11 août 2004, à 6 h 30, lors du passage d'une tornade sur l'île de Houat. En fonction de seuils préétablis, l'algorithme détermine les zones de convection cerclees en noir. La prévision du déplacement

des cellules orageuses se traduit par des vecteurs, les flèches mauves. Leurs positions extrapolées sont figurées par des arcs de cercles.

à Météo France. Auparavant, nous obtenions des champs de vecteurs, dans un mouvement d'ensemble. Désormais, l'algorithme calcule cellule par cellule, d'un km sur un km. C'est essentiel car des cellules convectives meurent et naissent très rapidement, notamment dans les orages d'été, où les trajectoires sont erratiques." L'autre avantage de cette application est de générer automatiquement des messages d'alerte - pourquoi pas sur téléphone portable ou par e-mail. Pour autant, le regard du prévisionniste ne disparaît pas : c'est lui qui

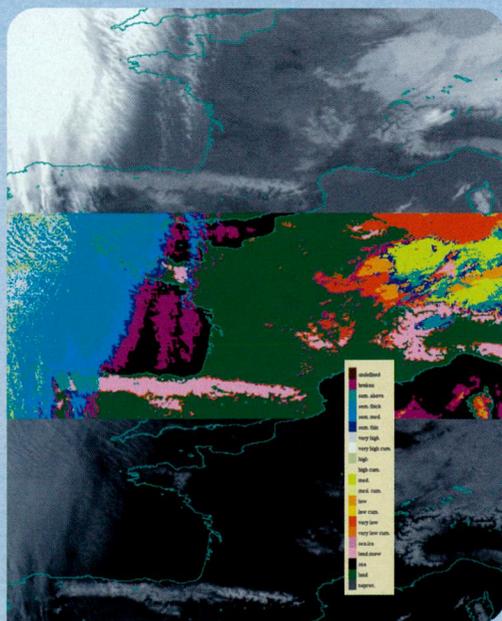
modifie l'interface du système, par exemple la fréquence d'images trop rapides ou les seuils - ni trop hauts pour ne rien rater, ni trop bas pour rester crédibles. ■ N.G.

<sup>(1)</sup> Une zone de convection correspond à un déplacement vertical de chaleur dans l'atmosphère, qui annonce la précipitation.

Contact → Hugues Ravenel, tél. 02 99 65 22 31 hugues.ravenel@meteo.fr

## Les données de Météosat analysées à Lannion

Cette carte, établie à partir des mesures du 2 mars 2004, montre la présence de neige sur la Bretagne. Auparavant, les météorologistes ne disposaient que de deux cartes, celle du haut, dans l'infrarouge (10,8 µm) et celle du bas, dans le visible. Ils ont désormais une nouvelle image en couleurs, au centre, qui résulte de l'utilisation de douze bandes spectrales.



## Le satellite voit la neige

Détecter de la neige au sol, ou des brouillards en fin de nuit, à partir d'images satellites, ce n'est pas une mince affaire. Hervé Le Gléau, du Centre de météorologie spatiale de Lannion, est engagé dans un programme de recherche européen pour résoudre ce type de difficulté.

Les brouillards au petit matin n'étaient, jusqu'à l'année dernière, pas vraiment visibles sur les cartes satellites. Au lever du soleil, la bande infrarouge de l'imageur ne permettait pas de détecter les nuages bas. Et la neige au sol n'était pas repérée, même en plein jour, car elle se confondait avec les nuages. Au Centre de météorologie spatiale (CMS) de Météo France, à Lannion, l'un des ingénieurs s'attelle à lever

ces difficultés. Au sein d'Eumetsat<sup>(1)</sup>, et dans le cadre d'un projet européen<sup>(2)</sup>, Hervé Le Gléau cherche à caractériser et à détecter les nuages, leur type et leur hauteur.

#### Douze bandes spectrales

Il se base sur les données d'un imageur révolutionnaire, embarqué à bord d'un nouveau satellite géostationnaire. Opérationnel depuis le

## Un nouveau sondeur pour la température et l'humidité

# Les couches de l'atmosphère décryptées

Visualiser les mouvements des nuages ne suffit pas pour prévoir la météo. Il faut aussi connaître la composition de l'atmosphère, à toutes les tranches d'altitude. C'est ce que permettra un nouveau sondeur, dont l'analyse des données est anticipée par Lydie Lavanant, à Lannion.

Les images de l'Europe parcourue par des dépressions sont connues de tous, grâce aux bulletins météo à la télévision. Ces séquences sont prises par un imageur, fixé sur un satellite géostationnaire, relativement immobile à 36 000 km d'altitude. Mais les météorologistes ont aussi besoin de satellites "défilants", qui foncent à 1 000 km au-dessus de

nos têtes. En plus d'un imageur, ils sont dotés de sondeurs, qui présentent un gros avantage : chaque canal est sensible à une région particulière de l'atmosphère. Et l'exploitation simultanée de tous les canaux permet d'obtenir le profil atmosphérique, depuis la surface jusqu'à 100 km d'altitude. L'an prochain, un sondeur de nouvelle génération,

Pierre Le Borgne,  
Hervé Le Gléau  
et Lydie Lavanant  
font partie des  
12 chercheurs  
et 80 agents du  
Centre de  
météorologie  
spatiale de  
Lannion.



baptisé Iasi<sup>(1)</sup>, sera lancé par le Cnes<sup>(2)</sup>, pour le compte d'Eumetsat, à bord du satellite Metop. Lydie Lavanant, du Centre de météorologie spatiale de Lannion, anticipe sa course.

L'ingénieur participe à un programme européen qui vise à établir des profils précis de température et d'humidité, dans les différentes couches de l'atmosphère, grâce aux données récoltées par Iasi. Ce sondeur passe deux fois par jour au-dessus d'un même point et chaque pixel correspond à un cercle de 10 km de diamètre. Son principe de fonctionnement est simple : le sondeur mesure le rayonnement qui provient de la surface et de l'atmosphère. Les molécules de CO<sub>2</sub> et de vapeur d'eau, par exemple, n'émettent pas aux mêmes fréquences, et leur énergie rayonnée dépend de leur température et de leur concentration.

### 8 461 canaux dans l'infrarouge

"Le nouveau sondeur sera muni de 8 461 canaux dans l'infrarouge, contre 19 auparavant, explique

Lydie Lavanant. D'où une résolution verticale améliorée, tous les km, au lieu de n'avoir que quatre ou cinq informations indépendantes pour toute la verticale. Et la précision sur les températures sera de 0,7 ° au lieu de 1,5 °." Ce grand nombre de canaux produit une quantité d'informations importante et ouvre un nouveau champ d'études pour traiter toutes les données. "À partir de nouveaux modèles mathématiques, nous retrouverons les différentes températures et humidités, dans les régions nuageuses, avec une précision inégalée", résume Lydie Lavanant. Ce travail servira, lui aussi, à ajuster la prévision météo immédiate. Et Iasi permettra de mieux mesurer les composants chimiques, tels que l'ozone et le monoxyde de carbone, qui jouent un rôle dans l'effet de serre. ■ **N.G.**

<sup>(1)</sup> Iasi : Interféromètre atmosphérique de sondage dans l'infrarouge. Pour en savoir plus : [www.eumetsat.int/fr/area2/cgms/ap10-16.htm](http://www.eumetsat.int/fr/area2/cgms/ap10-16.htm). <sup>(2)</sup> Cnes : Centre national d'études spatiales, [www.cnes.fr](http://www.cnes.fr)

Contact → Lydie Lavanant,  
tél. 02 96 05 67 08,  
[lydie.lavanant@meteo.fr](mailto:lydie.lavanant@meteo.fr)

## en rose

29 février 2004, le satellite européen Météosat 8 permet une acuité de regard inédite. Le précédent imageur apportait trois types d'informations, à partir de trois bandes spectrales, le nouveau offre 12 bandes spectrales ! Trois sont dans le visible, sensibles à la lumière réfléchi du soleil. Huit sont dans l'infrarouge - les différences entre deux cartes sont invisibles à l'œil nu, mais elles apparaissent lorsqu'on les combine. La dernière bande, dans le visible, a une résolution spatiale trois fois plus élevée, ce qui permet d'observer les petits cumulus. À la latitude de la France, un pixel représente un rectangle de 5 x 3 km et les données sont reçues toutes les 15 minutes. Face à cette grande quantité d'informations, il faut maintenant savoir

transformer et recombinaison les données, pour décrypter les nuages d'un œil neuf et percer leurs secrets.

"Trois produits sont développés au CMS dans le cadre de ce projet, résume Hervé Le Gléau. Le premier algorithme sert à la détection des nuages et de la neige au sol, dans une image satellitaire, en comparant les mesures avec celles simulées de sol clair. Le second permet de définir les types de nuage, brouillard ou d'orage par exemple, à partir de l'analyse de leur réponse aux longueurs d'onde visibles et infrarouges - les nuages bas sont brillants et chauds, par contre les cirrus sont froids et leur brillance est faible. Le troisième sert à connaître la hauteur des nuages." Développés avec son collègue ingénieur Marcel Derrien, ces algorithmes sont inté-

grés à un logiciel, qui réunit les fruits de la réflexion des quatre équipes européennes engagées, et a déjà été distribué aux services météorologiques européens.

### En cours de validation

Les trois produits sont en phase finale de validation. "Pendant un an, nous avons comparé les nébulosités observées par les différentes stations au sol, par exemple à Brest, Rennes ou Saint-Brieuc, et celles observées par le satellite, explique Hervé Le Gléau. Nous ferons un rapport aux futurs utilisateurs du logiciel en octobre, à Madrid." Le logiciel aidera, avant tout, à la prévision immédiate. Bien sûr, un vieux briscard de la prévision météo pourrait quand même, sans

ce nouvel outil, tirer un maximum d'informations des cartes classiques, non traitées. Mais il croulerait sous les données et devrait travailler en flux tendu ! Et désormais, la neige apparaît clairement en rose sur la carte (voir illustration). C'est l'avantage de ce produit numérique, qui donne à chaque point d'une carte synthétique une valeur chiffrée : l'œil du prévisionniste se concentre sur l'essentiel. ■ **N.G.**

<sup>(1)</sup> Eumetsat : Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques, <http://www.eumetsat.int/fr/>. <sup>(2)</sup> Pour en savoir plus, rendez-vous sur [www.meteorologie.eu.org/safnwc](http://www.meteorologie.eu.org/safnwc).

Contact → Hervé Le Gléau,  
tél. 02 96 05 67 43  
[herve.legleau@meteo.fr](http://herve.legleau@meteo.fr)

# Le rôle de

## Des bouées sentinelles du grand large

Situé à Brest, sur le site de l'Epshom<sup>(1)</sup>, le Centre de météorologie marine (CMM) est l'une des huit unités du Centre national de recherches météorologiques. Créé en 1971, le CMM développe des bouées météo-océanographiques, dérivantes et ancrées, pour l'étude des interactions entre océan et atmosphère.

**R**ecouvrant les trois-quarts de notre planète, l'océan est un espace exceptionnel de mesure pour la surveillance et la prévision du temps. Malgré le développement des satellites météorologiques et océanographiques, les bouées météorologiques qui écumment les mers restent une composante importante et durable du système mondial d'observation. "Depuis la fin des années 70 et l'émergence des satellites, nous avons la possibilité d'obtenir, avec les bouées de mesure en mer, des systèmes d'acquisition de données très précis, explique Jean Rolland, le responsable du CMM. Le système Argos, qui équipe les bouées dérivantes, permet de fournir une indication

*exacte de l'emplacement de celles-ci au moment de la transmission de l'information."*

La fonction première des bouées élaborées au CMM est soit opérationnelle, avec la fourniture de données pour alimenter les modèles de prévision du temps qu'il va faire, soit liée à la recherche scientifique, en vue d'études sur les interactions entre le climat, l'océan et l'atmosphère. Les données sont transmises par satellite à un centre de réception (à Toulouse pour les balises Argos, à Darmstadt, en Allemagne, pour les satellites Meteosat). Elles sont ensuite mises à la disposition des chercheurs et des météorologues de la communauté internationale, via le système mondial des transmissions de l'organi-



Jean Rolland devant un container contenant 5 batteries qui assurent l'autonomie des bouées dérivantes en cas de panne de leurs panneaux solaires.

sation météorologique mondiale. "Nous travaillons beaucoup avec des partenaires étrangers, précise Jean Rolland. La mer appartient à tout le monde, c'est pourquoi la mise en commun des compétences est importante. En ce qui concerne le CMM, nos efforts se portent sur l'Atlantique Nord, mais aussi sur

l'océan Indien, car la France possède des responsabilités en matière de prévention cyclonique." ■ C.B.

Contact → Centre de météorologie marine de Brest, Jean Rolland, tél. 02 98 22 18 53, jean.rolland@meteo.fr, www.meteo.shom.fr

## DES BOUÉES MULTIFORMES ET MULTIUSAGES

**D**ans la gamme des bouées mises au point par le CMM, en coopération avec la communauté scientifique internationale, les bouées météo-océano SVP (Surface Velocity Program), d'une trentaine de kilogrammes chacune, sont les plus courantes. Munies d'une "chaussette", elles dérivent à la surface de l'océan, portées par le courant. Le long de leur trajectoire, elles mesurent la pression atmosphérique, les températures de l'air et de l'eau en surface. Ce type de bouée peut également être muni d'une ailette pour mesurer la direction du vent et d'un hydrophone pour mesurer le bruit ambiant sous la surface de l'eau, ce qui permet de connaître la force du vent. Les mesures de courant de surface, déduites des dérivées des flotteurs identifiés au niveau de l'océan mondial, sont transmises automatiquement, une fois par semaine, au centre Coriolis<sup>(2)</sup> de Brest. Toujours dans la gamme des bouées dérivantes, Marisonde est un spécimen d'une centaine de kilogrammes, capable de mesurer le vent, la pression atmosphérique, la

température de l'air, ainsi que de la mer à différents niveaux jusqu'à 300 m de profondeur.

Depuis la fin des années 90, le centre brestois a également mis en service des bouées océaniques. Brittany et Gascogne sont de véritables géantes des mers. La première est ancrée à une profondeur de 2 100 m, à 300 km des côtes bretonnes, et la seconde évolue sous 4 500 m, à 300 km du bassin d'Arcachon. De plus de 3 tonnes et de 6 mètres de haut, elles mesurent le vent, la pression atmosphérique, la température de l'air et de l'eau, ainsi que l'humidité et la houle<sup>(3)</sup>. "Ces bouées transmettent leurs données via le satellite Meteosat, commente Jean Rolland. Tout le matériel qui les compose est dupliqué, que ça soit au niveau de l'électronique, des capteurs ou des batteries. Tous les ans, des techniciens interviennent pour changer les capteurs aériens, tous les deux ans, les bouées subissent un contrôle électronique, enfin tous les sept ou huit ans, c'est la ligne d'ancrage qui est remplacée." ■



Bouées dérivantes de type Marisonde GT qui permettent de mesurer la pression atmosphérique, la température de l'air, la vitesse et la direction du vent ainsi que la température de la mer.



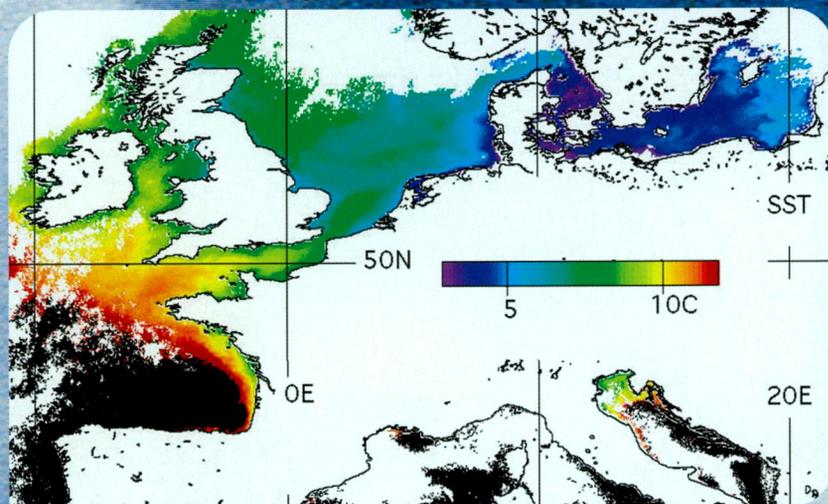
Caisson contenant l'électronique à l'intérieur des bouées ancrées.

<sup>(1)</sup> Epshom : Établissement principal du service hydrographique et océanographique de la marine. <sup>(2)</sup> Coriolis est un projet pilote qui propose de mettre en place une structure pour l'acquisition, la collecte, la validation et la diffusion en temps réel et différé de données in situ relative à l'océan mondial. <sup>(3)</sup> Deux autres bouées de ce type sont placées en Atlantique, à 500 km des Antilles. Elles sont ancrées par 5 500 m de fond. On en trouve deux autres, en Méditerranée, au large de Nice et de Marseille.

# l'océan

## LA MOUSSON AFRICAINE ANALYSÉE PAR LES BOUÉES DANS LE GOLFE DE GUINÉE

En Afrique de l'Ouest, dans les pays du Sahel et ceux qui bordent le golfe de Guinée, la mousson joue un rôle essentiel. De juin à septembre et de juillet à août au nord de cette région survient la saison des pluies. Ce phénomène ne se répète malheureusement pas toujours de la même façon tous les ans. Depuis une trentaine d'années, la tendance est à la sécheresse, suite au réchauffement des eaux du proche Atlantique et à la déforestation des sols. Cette irrégularité climatique a des répercussions sur la vie des populations de ces régions, aussi bien en matière de santé qu'au niveau des ressources agricoles ou des ressources en eau. Afin de mieux saisir les processus complexes qui régissent la mousson africaine et d'en mesurer les impacts sur le climat local, régional et global, le programme international et multidisciplinaire Amma (Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine) réunit différents organismes de recherche français (Cnes, CNRS-Insu, IRD, Ifremer, Météo France), ainsi qu'une soixantaine de laboratoires européens, africains et américains ; il est actuellement en cours. En 2006, le CMM s'associera à une nouvelle campagne de mesure dans le golfe de Guinée : "Une quinzaine de nos bouées effectueront des relevés qui permettront de renseigner les scientifiques sur les courants, les profils de température ainsi que sur des paramètres atmosphériques tels que la pression et le vent", précise Jean Rolland. ■



Les températures de surface de la mer au large de l'Europe, mesurées par Meteosat 8, le 7 février 2005.

## Le thermomètre de l'océan est en orbite

Mesurer la température de l'océan, sa salinité ou ses échanges d'énergie avec l'atmosphère sont essentiels pour connaître le temps de demain. À Lannion, Pierre Le Borgne coordonne pour Eumetsat un programme d'étude des océans, axé sur les données des satellites météo.

Pour prévoir la météo, il ne suffit pas d'avoir un réseau de stations météo sur le continent. Il faut savoir ce qu'il se passe sur le vaste océan où il est plus difficile de mesurer le vent et la pluie ! D'où le rôle indispensable des satellites. À Lannion, Météo France est responsable pour Eumetsat du programme Saf<sup>(1)</sup> Océan et glaces de mer<sup>(2)</sup>, auquel participent les météorologistes scandinaves et hollandais. "À partir des données de satellites, nous élaborons ici des méthodes de calculs pour connaître, en temps quasi réel, les températures de surface de l'océan mondial et les flux radiatifs, c'est-à-dire la chaleur reçue par l'océan sous forme de rayonnement", résume Pierre Le Borgne, le responsable du programme.

En améliorant les méthodes de combinaison des données recueillies par les satellites géostationnaires, les modèles numériques

d'océan et de prévision météorologique sont affinés. Et si l'on y ajoute les données recueillies au ras des flots, qui existent par ailleurs (voir ci-contre), la structure tridimensionnelle de l'océan est aussi mieux connue. Ces recherches se font en partenariat avec l'Ifremer. Car toutes ces données sur les océans, leur température de surface ou leur éclaircissement solaire intéressent de nombreux acteurs, depuis les océanographes, en passant par le monde de pêche et l'industrie côtière, jusqu'aux spécialistes de la météorologie et de l'évolution du climat. ■ N.G.

<sup>(1)</sup> Saf : Satellite Application Facility, ou Centre d'applications satellitaires. Il y a sept Saf au total, parmi les services météo des 18 États membres d'Eumetsat. <sup>(2)</sup> Pour en savoir plus, rendez-vous sur [www.osi-saf.org](http://www.osi-saf.org)

Contact → Pierre Le Borgne, tél. 02 96 05 67 08, [pierre.leborgne@meteo.fr](mailto:pierre.leborgne@meteo.fr) [www.osi-saf.org](http://www.osi-saf.org)



Les bouées ancrées sont accrochées à de grosses chaînes en acier, elles-mêmes reliées à un corps mort d'environ 1,5 tonne.

# Le changement

## La sécheresse en Bretagne : mythe ou réalité ?

Directeur du laboratoire Costel<sup>(1)</sup> de Rennes, Vincent Dubreuil a notamment travaillé sur le suivi de la sécheresse en France de l'ouest. Où l'on comprend que tout est en fait question de relativité.

**Sciences Ouest :** Comment définiriez-vous un épisode de sécheresse ?



**Vincent Dubreuil :** La sécheresse se caractérise par une combinaison de deux facteurs, l'absence de pluies et des températures élevées. En fait, il s'agit d'un déséquilibre entre l'offre et la demande en eau.

**S.O. :** Vous avez étudié ce déséquilibre en eau en Bretagne ?

**V.D. :** Oui, j'ai soutenu ma thèse en 1994 sur la sécheresse dans la France de l'ouest, c'est-à-dire en Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. Et il est vrai que cela m'a valu bien des sourires ! Mais c'est très sérieux : j'ai travaillé d'après les données météo pour réaliser un bilan fréquentiel et statistique de la



*La Bretagne vue par le satellite Modis : ciel dégagé ! Ce type de carte satellite permet de visualiser l'occupation des sols (forêts et villes en sombre) et de suivre certains paramètres climatiques comme la sécheresse.*

sécheresse pendant la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, d'après un indicateur appelé le déficit d'évapotranspiration (voir encadré). Je suis ensuite passé à une échelle plus fine, avec le suivi de l'état hydrique du couvert végétal grâce au satellite américain Noaa<sup>(2)</sup>.

**S.O. :** À partir de quelles données ?

**V.D. :** On peut connaître l'état hydrique d'un végétal en mesurant son rayonnement électromagnétique dans différentes longueurs d'ondes. De par sa teneur en eau et en chlorophylle, un végétal vert va, par exemple, réfléchir fortement dans le proche infrarouge et absorber dans le rouge. Le suivi de ces données fait d'ailleurs l'objet d'une thèse au Costel depuis 2004, grâce au dernier satellite américain Modis dont la résolution est encore meilleure.

**S.O. :** Alors la sécheresse existe-t-elle en Bretagne ?

**V.D. :** Oui ! Mais ce phénomène n'est pas nouveau : les années peu arrosées reviennent "régulièrement" dans l'Ouest, tous les 10 à 15 ans, depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. On retrouve même des écrits d'histo-

riens qui retracent ce genre d'épisodes aux XVII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles.

**S.O. :** Mais est-ce qu'ils augmentent ? Cela est-il lié au changement climatique ?

**V.D. :** L'évolution climatique est aujourd'hui avérée. En France de l'ouest, comme dans d'autres parties du monde, les températures augmentent depuis un siècle. Mais on n'observe pas de diminution des précipitations annuelles sur la façade atlantique de l'Europe. C'est au niveau de la répartition que cela change : on constate une augmentation des pluies en hiver et une diminution en été. Si pour l'instant, la fréquence des épisodes de sécheresse n'a pas augmenté, on peut dire qu'on ne va pas vers une diminution des risques de sécheresse. Ce qu'il faut noter, c'est que ce sont nos besoins qui changent : nous

### LE CALCUL DE LA SÉCHERESSE

La sécheresse est un déséquilibre entre l'offre et la demande en eau. L'indicateur utilisé est le déficit d'évapotranspiration. Il s'obtient en faisant la différence entre l'évapotranspiration potentielle (ETP), qui est la quantité optimale d'eau dont ont besoin les végétaux, et l'évapotranspiration réelle (ETR) qui correspond à ce dont ils disposent réellement. L'évapotranspiration est calculée à partir de la température, de l'insolation, du vent, de l'humidité. Ces données sont relevées par les stations météo automatiques, soit une dizaine de points par départements. ■

## L'évolution climatique se lit dans le vol des

Pour anticiper l'évolution du climat, les mesures météo ne sont pas les seules données dont on dispose. Les oiseaux et les plantes peuvent être des bio-indicateurs pertinents. Encore faut-il se baser sur des mesures fiables, estime Bruno Bargain, de Bretagne vivante.

La Terre se réchauffe, tous les bio-indicateurs sont au rouge. À première vue, c'est une évidence. La preuve, depuis une vingtaine d'années, le guêpier d'Europe, une espèce d'oiseau méridionale, niche de plus en plus vers le Nord, notamment en baie d'Audierne, et jusqu'au Danemark ! Et depuis trente ans, toutes les espèces nordiques d'oiseaux marins, les petits pingouins, guillemots ou macareux ne se reproduisent pratiquement plus sur les

falaises bretonnes - sauf aux Sept-Îles, au large de Perros-Guirec, et au cap Fréhel, où ils résistent. Côté plantes, des orchidées méridionales, aux avant-postes avec leurs graines légères, prolifèrent désormais dans notre région : de nouvelles espèces, notamment l'ophrys jaune, fleurissent sur les dunes de Gâvres et la presqu'île de Quiberon !

"Il serait tentant de dire que le réchauffement climatique s'observe déjà", note Bruno Bargain, directeur

scientifique de l'association Bretagne vivante. Mais il y a beaucoup d'incertitudes et les projections à partir d'indicateurs biologiques sont parfois périlleuses." Spécialiste du baguage et du recensement d'oiseaux en baie d'Audierne, où nichent des migrants transsahariens, le naturaliste a plus d'un argument dans son sac. "Les oiseaux sont capturés du début jusqu'à la fin de leur passage et,

depuis vingt ans, nous notons la date médiane, lorsque 50 % d'entre eux sont passés. Plus de 10 000 phragmites des joncs et 5 000 rousseroles effarvates sont ainsi recensées chaque année. Mais lorsqu'on effectue des statistiques sur les dates, il n'y a pas de pente significative, qui indiquerait une modification de l'horloge biologique, sur aucune espèce."

### Protocoles fixes

Quant aux campagnes d'observation proposées au public, notamment sur la date de retour des hirondelles, Bruno Bargain estime

*Le guêpier d'Europe est un oiseau méditerranéen, qui remonte vers le Nord et niche aujourd'hui en baie d'Audierne, dans le sud du Finistère.*



## HISTORIQUE DES SÈCHERESSES EN BRETAGNE

1921 (qualifiée de sécheresse du siècle, elle a touché toute l'Europe avec des répercussions dramatiques en Europe de l'Est), 1944 et 1945 (étés secs), 1947, 1949, 1959 (surtout en Normandie et en Bretagne), 1969 (sécheresse de fin d'été, début d'automne), fin 1974 et 1976 (sur toute l'année avec un point culminant en juin), 1985 (à l'automne), fin 1988 et 1989 (sur toute l'année), 1990 (sécheresse intense), 2003 (centrée sur le mois d'août). ■

consommons de plus en plus d'eau (NDLR : la population mondiale a doublé entre 1950 et 2000, alors que la consommation en eau a été multipliée par 4). Et puis si les étés secs sont bien vécus dans le sud de la France ou bons pour le blé et la vigne, ils le sont beaucoup moins en Bretagne qui est une région centrée sur l'élevage et donc sur la culture de maïs fourrage. La perception de la sécheresse est donc aussi une question d'orientation économique. ■

Propos recueillis par Nathalie Blanc

<sup>(1)</sup> Le laboratoire Costel (Climat et occupation du sol par télédétection) regroupe des géographes à Brest, Rennes, Nantes et Caen. Le Costel de Rennes fait partie du Centre américain de recherche en environnement (Caren). <sup>(2)</sup> Vincent Dubreuil a utilisé les données issues des satellites Noaa (américain) et Spot végétation (européen), dont la résolution spatiale est de l'ordre du kilomètre.

Contact → Vincent Dubreuil, tél. 02 99 14 18 55, vincent.dubreuil@uhb.fr

## oiseaux

que leurs résultats ne sont pas fiables. "En focalisant l'attention de beaucoup de monde sur un phénomène, il est naturellement observé plus rapidement." Alors, comment avoir de bons indicateurs et des mesures sans distorsion ? "Des groupes de recherche, réunissant climatologues, ornithologues et botanistes, doivent faire le point, à l'échelle régionale, et mettre en commun leurs informations. Pour un suivi sur des temps longs, selon des protocoles fixes." Et même si les faisceaux de prévisions sur le réchauffement climatique sont chaque jour plus nombreux, "il faut rester humble", conclut le naturaliste. ■ N.G.

Contact → Bruno Bargain, tél. 02 98 87 73 54 sepnb.trunvel@wanadoo.fr

## Avis de tempêtes en Bretagne : les modèles temporisent

En France, les esprits sont restés marqués par la tempête de 1999. Depuis, les rumeurs les plus folles circulent sur une augmentation de la fréquence du phénomène. Pas si sûr estime un doctorant traqueur de tempêtes à l'Université Rennes 2.



À six ans déjà, David Jouan voulait faire la pluie et le beau temps, assaillant ses parents de questions sur la météo. Le virus ne le quittera pas. Il termine actuellement une thèse sur "La variabilité des tempêtes en Europe de l'Ouest et proche Atlantique, dans le cadre d'un changement climatique", à l'Université Rennes 2. "J'ai toujours eu en tête de mettre à profit mes connaissances de géographe en climatologie", explique-t-il. Commencée un an après les événements de l'hiver 1999, sa thèse sur les tempêtes est un thème "à la mode". Elle est d'ailleurs financée par le Centre scientifique et

technique du bâtiment (CSTB) de Nantes qui s'intéresse à ces questions quand il s'agit de dimensionner des ouvrages pour leur résistance par rapport au vent.

Et pour traquer les courants d'air, ou plus précisément les tourbillons potentiels, il a utilisé deux modèles de climat développés par Météo France et le Laboratoire de météorologie dynamique de l'Université Paris VII. "Arpège - climat et LMD-Z ont des résolutions différentes, mais les recouper permet de confirmer une tendance", précise-t-il. Le premier galop est une simulation de contrôle qui consiste à régler le modèle par rapport à la réalité, à partir de paramètres atmosphériques actuels. Le modèle est ensuite lancé "en mode

perturbé", c'est-à-dire avec une augmentation de la teneur en dioxyde de carbone de l'atmosphère. "Ce paramètre a été choisi, car il est déjà au centre de plusieurs scénarios réalisés par les experts de l'IPCC<sup>(1)</sup> sur les conséquences du changement climatique", précise encore David Jouan. Il influe en effet sur l'augmentation de la température, mais peut également être à l'origine de la modification des trajectoires de vent. Une fois lancés, les modèles reproduisent une photographie virtuelle du climat, toutes les six heures, sur une période de trente ans. Tout le travail consiste ensuite à décrypter et à mettre en forme le monceau de données afin de comparer la trajectoire et l'intensité des tempêtes dans les deux cas.

### Globalement stables

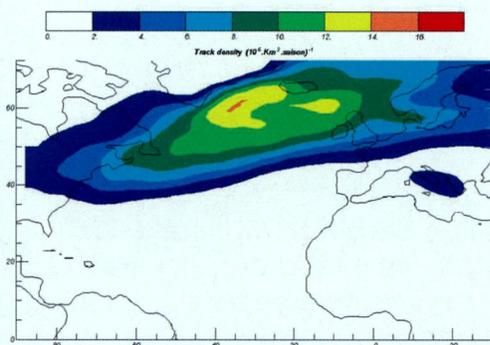
Les résultats sont loin d'être alarmistes. Les événements sont globalement stables en Europe du Nord-Ouest. Aucune variation d'intensité n'est observée et les fréquences sont relativement constantes. Seul petit changement relevé : une légère diminution du nombre de trajectoires touchant la région méditerranéenne. C'en est même décevant pour le doctorant ! "On pensait effectivement que l'augmentation de température aurait plus de conséquences. Mais cette stabilité peut s'expliquer de différentes façons. Par le fait que les modèles ont du mal à extrapoler les situations extrêmes et que les données concernant le vent sont très difficiles à recueillir. Enfin, il se peut que trente ans constituent un échantillon trop court et que des variations soient plutôt observables sur une période de 100 à 150 ans."

De quoi nous rassurer et d'apporter encore du vent au moulin des chercheurs... ■ N.B.

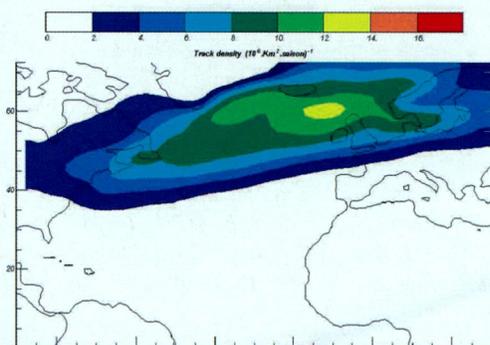
<sup>(1)</sup> IPCC : International Panel of Climate Change. Groupe d'experts qui comprend des climatologues et des économistes. <sup>(2)</sup> Calculée à partir de la densité de trajectoires par saisons et pour 1 000 000 km<sup>2</sup>.

Contact → David Jouan, davjouan@yahoo.fr

### Distribution spatiale des trajectoires des tempêtes autour de l'Atlantique au cours d'une année<sup>(2)</sup>



Carte issue du modèle de contrôle simulant le climat actuel, d'après des teneurs en CO<sub>2</sub> mesurées entre 1961 et 1990.



Carte issue du modèle "perturbé". La teneur en CO<sub>2</sub> a été estimée à l'horizon 2070-2099, c'est-à-dire multipliée par 2 par rapport à la teneur actuelle.

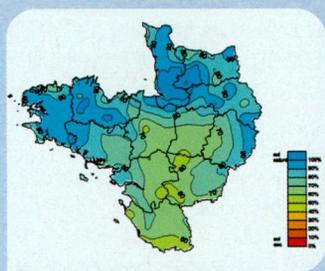
# D'autres usages de la m

## Météo France doit répondre à de nouveaux besoins

### Les demandes d'études météo pleuvent

La météo ne se résume pas à prévoir le temps de demain. À la demande d'administrations ou de sociétés, Météo France réalise des études très variées. Elles peuvent s'intéresser aux feux de forêt, à la mortalité de poulets liée à la chaleur, ou répondre aux besoins de la grande distribution et de la cosmétique.

Le risque de sécheresse intéresse tout le monde. Pour le mesurer, où l'on se trouve, rien de tel qu'une bonne carte. Pour les régions Bretagne, Normandie et Pays de la Loire, c'est la division Études et climatologie de Météo France Ouest, à Saint-Jacques-de-la-Lande, près de Rennes, qui la réalise. Les données sont recueillies par les pluviomètres et les radars. "Pour établir la carte d'indicateur de sécheresse, les données sont la pluie et l'évapotranspiration, calculée à partir de la température, de l'ensoleillement, du vent et de l'humidité<sup>(1)</sup>", explique Joël Jan, responsable de la division. Ces éléments peuvent renseigner, chaque jour, les préfetures, les DDAF<sup>(2)</sup> ou les chambres d'agriculture. Nous réalisons une autre forme de bilan hydrique pour la



Le 13 avril dernier, l'indice de sécheresse pour le grand Ouest oscillait entre 60 et 100 % (sol saturé en eau). Le zéro de cet indicateur de l'état des sols superficiels correspond à un sol sec.

sécurité civile, adaptée aux feux de forêt, et dont l'échelle est établie à partir d'observations de feu, transmises par les pompiers."

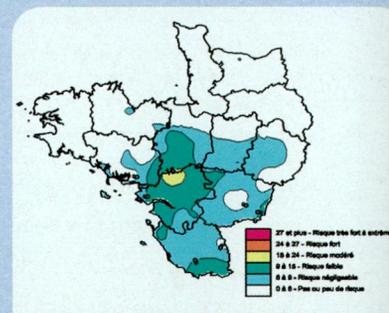
En plus de ces études classiques, Météo France répond aujourd'hui à des demandes diverses, en croisant les données météo, recueillies par

les radars, les stations au sol et les satellites, avec d'autres types d'informations. Il s'agit par exemple d'évaluer, pour la communauté urbaine de Lorient, l'énergie éolienne disponible sur son territoire. Ou encore, d'établir des cartes d'ensoleillement pour une société de cosmétique, dont certains produits sont instables au soleil. La météo intéresse aussi les grandes surfaces, car l'approvisionnement de certains produits est lié au soleil, comme la bière ou les boissons fraîches. Parmi ses clients différents, Météo France compte aussi Groupama. "Leur demande fait suite à la canicule de 2003, qui a engendré une hécatombe dans les élevages de poulets en Bretagne", explique l'ingénieur climatologue Franck Baraer. Groupama propose aux éleveurs une assurance « coup de chaleur » et avait besoin d'établir des seuils pertinents. Il fallait prendre en compte le fait que la mortalité des poulets dépend de la température et de l'humidité."

#### La pluie décennale

Une autre étude, réalisée cette fois pour la Diren<sup>(3)</sup>, consistait à établir la carte des précipitations

décennales et centennales, c'est-à-dire qui ne se reproduisent qu'une fois tous les 10 ou 100 ans. Ces informations sont essentielles pour appréhender le risque de crues ! Enfin, une étude a été menée sur la température de la chaussée, pour évaluer le risque de gel et de verglas. Les mesures classiques, sous abri, sont toujours faites à 1,50 m du sol, mais il y a parfois plus de 3 degrés de différence avec le sol !



L'indice forêt météo (IFM) est un indicateur de risque de feu de forêt. Il est calculé, chaque jour, à partir de l'indice de la veille et des informations météorologiques du jour (pluie, température, humidité, vent). Plus il est élevé, plus le risque de déclenchement d'un feu, pour cause météorologique, est grand.

## Les cirrus passés au scanner

Les nuages ne sont pas le territoire réservé des météorologistes et des poètes. À l'Enssat de Lannion, un rayon laser les scrute et les dissèque, dans le cadre d'un contrat avec le Celar<sup>(1)</sup>, à Bruz.

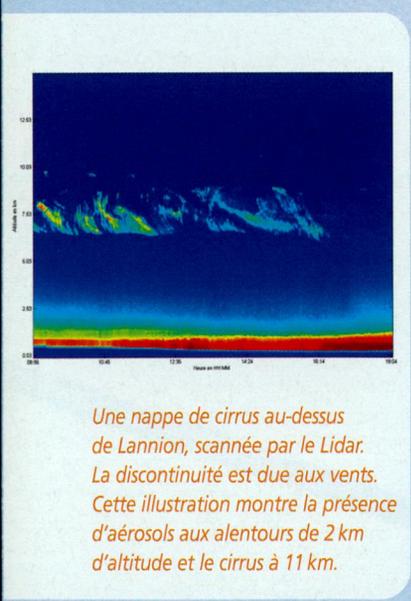
Ils planent au-dessus des autres, jusqu'à 12 000 m d'altitude. Mais leurs mouvements n'intéressent pas seulement les prévisionnistes et les rêveurs. Les cirrus sont l'objet d'études du groupe de propagation atmosphérique, dirigé par Olga Lado-Bordowsky, au sein du laboratoire d'optronique de l'Enssat, à Lannion. "Nous analysons les caractéristiques physiques des cirrus, leur



température et les altitudes de la couche nuageuse", explique l'ingénieur Gregory Swiathy, qui collabore avec le professeur. Leurs caractéristiques optiques sont obtenues grâce aux mesures réalisées à partir d'un Lidar<sup>(2)</sup>, qui est l'équivalent du radar dans le domaine visible." La source du lidar est un

laser dont la longueur d'onde d'émission est de 532 nm. Ce faisceau vert parcourt 25 km à la verticale de l'Enssat et le rayonnement rétrodiffusé par les cristaux de glace des cirrus est collecté par un télescope.

"Lorsque les cirrus passent, nous tirons avec le laser afin d'obtenir leurs profils de caractéristiques optiques, à chaque seconde, comme si nous scannions les nuages", résume Gregory Swiathy. Nous pouvons alors distinguer les cirro-stratus des cirrus fins et des cirro-cumulus." Les données obtenues sont couplées avec les mesures satellite concomitantes, obtenues par le Centre de météo-



Une nappe de cirrus au-dessus de Lannion, scannée par le Lidar. La discontinuité est due aux vents. Cette illustration montre la présence d'aérosols aux alentours de 2 km d'altitude et le cirrus à 11 km.



Cette carte indique le risque de pluie décennale. Elle chiffre la quantité d'eau maximale qui peut tomber pendant une seule journée, une fois tous les dix ans en moyenne (50 mm correspondent à 50 l/m<sup>2</sup>).

Pour cette étude, un algorithme a été créé, qui estime la température de surface, à partir de données comme la force du vent, la présence de nuages et la température sous abri. Des mesures prises par Cofiroute, l'an dernier, ont permis de valider les simulations. Ce produit, conçu à Saint-Jacques, a ensuite été proposé à des DDE<sup>(4)</sup> et des sociétés d'autoroute - sur toute la France, car la Bretagne n'est pas la seule concernée ! ■ **N.G.**

<sup>(1)</sup> Voir l'encadré sur "Le calcul de la sécheresse", page 14.  
<sup>(2)</sup> DDAF : Directions départementales de l'agriculture et de la forêt. <sup>(3)</sup> Diren : Direction régionale de l'environnement.  
<sup>(4)</sup> DDE : Direction départementale de l'équipement.

**Contacts** → Joël Jan, tél. 02 99 65 22 21, joel.jan@meteo.fr ;  
 Franck Baraer, tél. 02 99 65 22 32, franck.baraer@meteo.fr

rologie spatiale de Lannion, et avec les radiosondages de Brest-Guipavas. Ces études sur les cirrus s'inscrivent dans le cadre d'un contrat avec le Celar et plus récemment d'une étude particulière avec l'Onera<sup>(3)</sup>. Elles permettent aussi de mieux comprendre les échanges d'énergie entre la terre, l'océan et l'atmosphère. ■

<sup>(1)</sup> Celar : Centre d'électronique de l'armement. <sup>(2)</sup> Lidar : Light Detection and Ranging. <sup>(3)</sup> Onera : Office national d'études et de recherches aérospatiales.

**Contact** → Olga Lado-Bordowsky, tél. 02 96 46 50 30, olga.lado-bordowsky@enssat.fr  
[http://optro.enssat.fr/axes/axe\\_lidar.php](http://optro.enssat.fr/axes/axe_lidar.php)

## Sites Web

### ■ Les microclimats bretons

Des palmiers et des mimosas à Landévennec ? Des cactus à Roscoff ? Des fraises à Plougastel ? Comment expliquer la présence de plantes de



pays chauds sous les airs humides et tempérés de la Bretagne ? Lire l'article sur les microclimats bretons sur le site de Bretagne Environnement. À lire également dans la rubrique "air et climat", d'autres sujets sur les aléas climatiques, la qualité de l'air ou les mesures météo.

→ [www.bretagne-environnement.org/article1083145951](http://www.bretagne-environnement.org/article1083145951)

### ■ Le site qui fait le beau temps

En plus de la célèbre carte de France qui vous accueille avec ses soleils ou ses nuages, le site de Météo France regorge d'informations, parmi lesquelles une dizaine de dossiers thématiques sur les nuages, les vents,



la neige, ou l'effet de serre..., tous illustrés ou agrémentés d'animations. À noter également une rubrique santé et environnement, sans oublier le glossaire météo.

→ [www.meteofrance.com](http://www.meteofrance.com)

## À lire

### ■ Regards croisés sur les risques climatiques



Philosophes, historiens, sociologues, économistes, juristes, géographes, climatologues et hydrologues ont contribué à cet ouvrage sur les risques climatiques. Les aspects historiques, liés à la mémoire et à la sociologie du risque, viennent ainsi compléter les exemples précis sur les risques de sécheresses ou d'inondations.

→ **Les risques climatiques, sous la direction de Denis LAMARRE, Belin Sup, 2005.**

### ■ Du vent dans les pages

Éole est le bulletin d'information mensuelle de la direction interrégionale Ouest de Météo France. Il relate l'actualité météorologique locale, explique les phénomènes climatiques, affiche les records... Tous les numéros depuis janvier 2004 sont téléchargeables sur le site de Bretagne Environnement : [www.bretagne-environnement.org](http://www.bretagne-environnement.org), rubrique "À lire" dans "Air et climat".

**Rens.** → Météo France, direction interrégionale Ouest, Saint-Jacques-de-la-Lande, tél. 02 99 65 24 11.

## Bibliographie

Quelques titres choisis par la bibliothèque des Champs Libres (futur espace sciences et techniques), pour poursuivre la réflexion sur la météorologie et le climat...

### ■ Combien pèse un nuage ?

**Ou pourquoi les nuages ne tombent pas** Jean-Pierre Chalon, EDP sciences, *Bulles de sciences*, 2002. Explique les bases de la météorologie à partir du cas des nuages. Décrit en détail les nuages et les cyclones, comment ils se forment et pourquoi ils sont des rouages si importants de l'atmosphère.

### ■ L'encyclopédie du climat

William James Burroughs, Delachaux et Niestlé, *Les encyclopédies du naturaliste*, 2000.

### ■ L'invention des nuages : comment un météorologue amateur a découvert le langage du ciel ?

Richard Hamblyn, J.-C. Lattès, 2003. Biographie de Luke Howard (1772-1864), météorologue amateur et pharmacien de son état, qui élaborera en 1802 une classification des nuages et leur donna les noms qu'ils portent encore aujourd'hui : cirrus, stratus, cumulus, nimbus...

### ■ Peut-on croire la météo ?

Robert Sadourny, Le pommier, *Les petites pommes du savoir*, 2003.

### ■ Le climat, jeu dangereux : quelques prévisions pour les siècles à venir

Jean Jouzel, Anne Debroise, Dunod, *Quai des sciences*, 2004. Fruit de la collaboration du célèbre climatologue Jean Jouzel et de la journaliste scientifique Anne Debroise, cet ouvrage de vulgarisation comporte quatre parties, répondant à quatre grandes interrogations relatives au réchauffement de la planète, à la responsabilité humaine dans le changement climatique, à l'évolution du climat et aux actions possibles.

### ■ Introduction à la climatologie : le rayonnement et la température, l'atmosphère, l'eau, le climat et l'activité humaine

André Hufty, De Boeck, 2001.

### ■ Histoire humaine et comparée du climat. Tome 1 : Canicules et glaciers, XIII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles.

Emmanuel Le Roy Ladurie, Fayard, 2004.

# El Niño

“El Niño”, l’enfant en espagnol, et par extension l’enfant Jésus, est un phénomène climatique aux conséquences parfois désastreuses, arrivant tous les 5-6 ans aux alentours de Noël sur les côtes sud-américaines. Son mécanisme reste aujourd’hui encore mal compris.

C'est une histoire de courants marins, de moussons, d'alizés qui s'inversent, et de plancton... Tout se passe dans le Pacifique. Bordé à l'est par le continent américain, et à l'ouest par l'Australie et l'Indonésie, le plus grand océan de la planète est le théâtre habituel d'un régime climatique bien réglé.

Dans des conditions normales, la Terre tournant toujours dans le même sens, les vents soufflent le plus souvent d'est en ouest. Sur le Pacifique, ces vents - les fameux alizés - règnent en maîtres. Tout le monde s'y plie, même le grand océan. L'eau de surface, chauffée par le soleil, est poussée d'est en ouest, arrivant toute chaude sur les côtes indonésiennes. Là, elle s'évapore, puis se condense en formant d'immenses nuages et, quand ceux-ci sont bien gorgés d'eau, c'est la saison des moussons, l'heure des précipitations torrentielles qui abreuve les fameuses “Rain forest” de Bornéo - les plus anciennes forêts tropicales de la planète.

De l'autre côté, sur les côtes américaines, c'est le contraire. Comme les eaux chaudes de surface sont entraînées à l'ouest par les alizés, les eaux froides des profondeurs remontent à la surface dans un mouvement bien orchestré appelé “Upwelling”. Dans cette eau froide se développe le plancton dont se nourrissent poissons et cétagés. La pêche est bonne à Valparaiso. Ces eaux refroidissent l'air qui se trouve au-dessus. L'air froid, contrairement au chaud, ne s'élève pas, il est dense. Pas de condensation, pas de nuages, pas de pluie, un anticyclone froid et sec s'installe durablement sur les côtes du Chili.

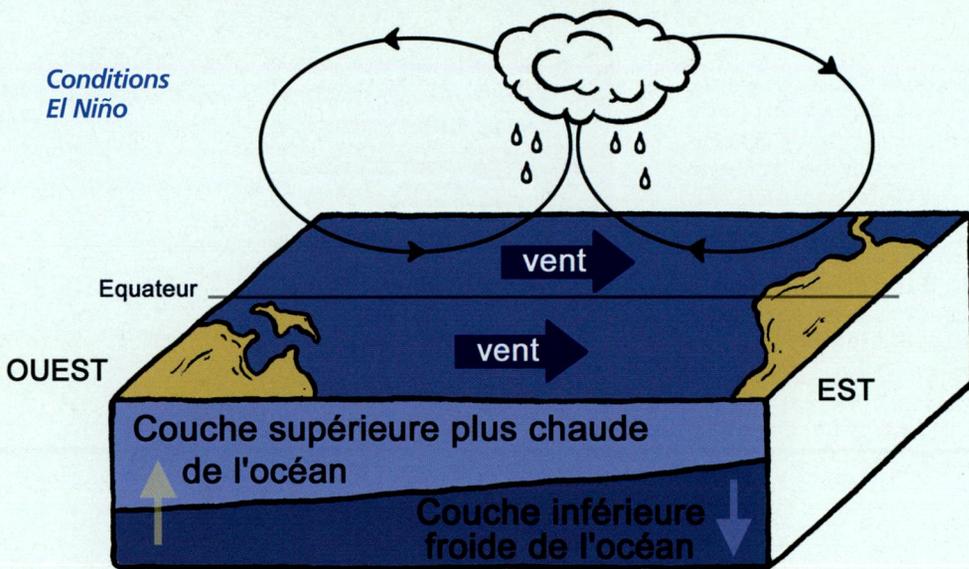
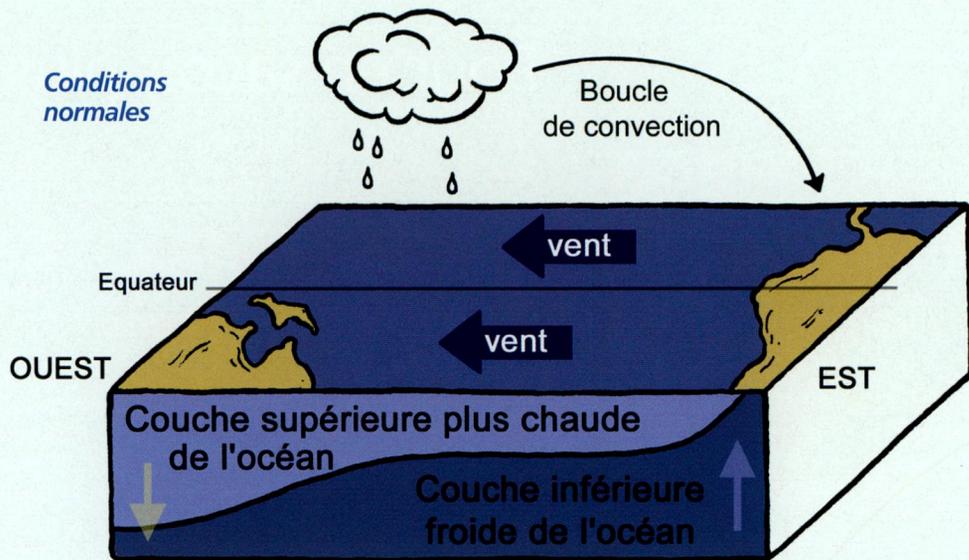
Autre conséquence de la poussée des eaux par les alizés : le niveau de la mer n'est pas le même d'un côté à l'autre du Pacifique. À l'ouest, la mer est plus haute de parfois plus de 50 cm qu'à l'est.

Arrive alors parfois El Niño... Les alizés faiblissent, parfois s'inversent, l'eau chaude, plus haute, glisse vers l'eau basse et froide à l'est. Et tout le régime climatique bien huilé qui régnait sur le Pacifique se dérègle : l'eau chaude refluant vers l'est amène avec elle nuages et précipitations. À la rencontre des eaux chaudes et froides, au milieu du Pacifique, en Polynésie, ce sont tempêtes, cyclones et raz de marée. Sur les côtes sud-américaines, c'est le déluge avec son cortège d'inondations et de désastres humains. Dans l'eau pas assez froide, le plancton ne se développe plus autant, les poissons se raréfient et les pêcheurs en souffrent.

De l'autre côté, la situation n'est pas meilleure : l'eau froide des profondeurs remonte à la surface, en place de l'eau chaude génératrice de moussons. Plus de nuages, plus de pluies. L'air s'assèche, la terre devient aride : d'où les grands incendies de 1997-1998 qui ont ravagé la moitié de l'île de Bornéo.

Quelles sont les causes de El Niño ? Les scientifiques ne le savent pas encore. Ils continuent d'étudier ses manifestations, essaient autant que faire se peut de prévoir le prochain événement afin de s'y préparer au mieux. Plusieurs études sont en cours mettant en œuvre laboratoires internationaux et satellites d'observation.

Heureusement, El Niño ne survient qu'une ou deux fois tous les dix ans, avec à chaque fois une puissance différente, pas toujours aussi dévastatrice. À la fin d'un événement El Niño, qui depuis le début



*Le phénomène El Niño. Il arrive que les alizés faiblissent et s'inversent. L'eau chaude, plus haute, glisse alors vers l'eau basse et froide à l'est. Et tout le régime climatique bien huilé qui régnait sur le Pacifique se dérègle.*

de l'affaiblissement des alizés jusqu'au retour à la normale prend plusieurs mois, le régime climatique habituel reprend ses droits sur le Pacifique. Parfois, l'habitude exagère : il fait encore plus humide à l'ouest, et encore plus froid et sec à l'est. Quand des extrema sont atteints, on appelle le phénomène... “La Niña”. ■

→ Article réalisé par Xavier Labouze du Centre de vulgarisation de la connaissance, unité de service de l'Université Paris-Sud XI, [www.cvc-psud.fr](http://www.cvc-psud.fr)

EXPOSITION



Les élèves en maternelle comparent leurs empreintes avec celles des gorilles.

## De petits humains sur les pas des gorilles

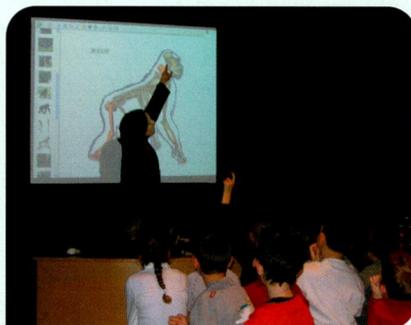
● Parmi les publics qui découvrent l'exposition Gorilles, les scolaires ont des animations sur mesure. Les élèves, de la maternelle jusqu'au lycée, sont accueillis, tous les jours sauf le mercredi et le week-end, par des médiateurs qui ne manquent pas d'idées.

On y voit des élèves en maternelle qui comparent leurs mains et leurs pieds avec ceux des gorilles. Tiens, ces grands singes ont les bras plus longs que leurs jambes ! Cela explique pourquoi, même à quatre pattes, la tête est plus haute que les jambes. Sous la houlette d'un médiateur scientifique, les enfants comparent les empreintes et le nombre de doigts. Et voici une comptine ! Dans un autre atelier, ils découvrent la journée d'un gorillon - une autre manière d'apprendre beaucoup de choses. Les jeunes écoutent ensuite des cris de gorilles, puis découvrent leur vie en groupe. Des jeux sur l'alimentation sont aussi au programme.

De leur côté, les enfants de l'école primaire jouent aux petits chercheurs. À l'aide de différents objets, comme une cape de pluie ou une boussole, ils arpentent la forêt, sur les traces des gorilles. À eux de reconstituer, à partir d'indices, ce qu'apprennent les scientifiques, en refaisant leur cheminement. Tiens ! Une empreinte. C'est l'occasion d'en savoir un peu plus sur la locomotion du gorille.

Des sons et des vidéos permettent d'aller plus loin dans les connaissances des relations sociales. Des graines sont trouvées, qui dévoilent l'alimentation de ces grands singes. Tiens ! Ils mangent des fruits et sont végétariens.

Quand on est collégiens ou lycéens, en plus des comparaisons morphologiques et anatomiques, on apprend que le gorille n'est pas du tout notre ancêtre. C'est un cousin proche de l'homme, et qui a, lui aussi, beaucoup évolué de son côté. Comme les plus jeunes, les adolescents sont également sensibilisés au risque de disparition qui pèse sur les gorilles. Mais à la fin de la séance, ils font en plus un débat, pour mieux comprendre l'intérêt de la protection de ces grands singes.



Les primaires se passionnent pour la vie des gorilles.

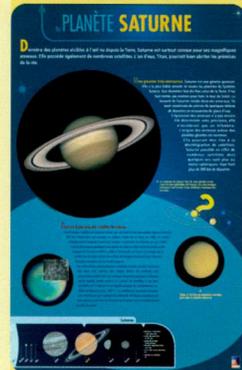
**"Gorilles" : une exposition interactive conçue et réalisée par l'Espace des sciences.**

**Dates** → Jusqu'en septembre 2005 au centre commercial Colombia (Rennes). **Horaires** → Du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30 et le samedi de 10 h à 18 h 30. **Accueil des groupes et scolaires sur réservations. Animations tout public : tous les jours à 16 h. Tarifs** → Plein tarif : 2 € ; réduit 1 € ; 25 € pour les groupes ; gratuit pour les enfants de moins de 12 ans accompagnés. **Renseignements et réservations** → 02 99 35 28 28.

L'ESPACE DES SCIENCES

### AU PAYS DE MORLAIX (Finistère)

● Dans le souhait de "permettre à tout citoyen de mieux appréhender l'information scientifique et technique", l'équipe municipale de Morlaix a rejoint le projet développé par l'Espace des sciences en présentant chaque mois une exposition et une conférence associée. Ce mois-ci :



L'exposition **Le système solaire** sera présentée jusqu'au 1<sup>er</sup> juillet. Galerie marchande du centre commercial Leclerc (La Boissière - Morlaix).

La conférence sur le même thème sera donnée le 10 juin par Bruno Mauguin, responsable planétarium à l'Espace des sciences, amphithéâtre de l'IUT, de 20 h à 21 h 30.

**Rens.** → **Pascal Gérard**, directrice de la communication de la ville de Morlaix, tél. 02 98 63 10 20, [communication@villedemorlaix.org](mailto:communication@villedemorlaix.org), **Christine Lallouët**, coordination culturelle, tél. 02 98 63 10 14, [culture@villedemorlaix.org](mailto:culture@villedemorlaix.org)

### CONFIANCE RENOUVELÉE

● Lors de sa dernière assemblée générale, le 9 mars dernier, l'Espace des sciences a notamment signé deux conventions de partenariat.



La première concerne la **Fédération bretonne du Crédit Agricole** qui, à l'occasion de ses 10 ans de partenariat, a décidé de porter de 20 à 25 % sa prise en charge du coût de location des expositions itinérantes pour les associations, établissements d'enseignement et collectivités locales.



La seconde a été signée avec **Ifremer**, établissement public de recherche en sciences et en technologies marines, en vue de renforcer et de continuer à développer les contacts déjà établis depuis plusieurs années avec le centre de Brest : coorganisation des conférences, validation scientifique de documents édités par l'Espace des sciences, prêts de documentations (photos, films), dont les droits sont détenus par Ifremer.

FORMATIONS



ADRIA

- 22 et 23 juin, Paris/Ethnofood : le marché des produits exotiques
  - 28 et 29 juin, Rennes/Conduite et expertise de l'HACCP
  - 28, 29 et 30 juin, Quimper/Conduite de l'autoclave
- Rens. → Séverine Pierre, tél. 02 98 10 18 49, [www.adria.tm.fr](http://www.adria.tm.fr)



ARCHIMEX

- 23 et 24 juin, Vannes/Redécouverte des huiles essentielles
  - 28 et 29 juin, Vannes/Échantillonnage : problématiques et méthodes
- Rens. → Service formation, tél. 02 97 47 97 35, [formation@archimex.com](mailto:formation@archimex.com), [www.archimex.com](http://www.archimex.com)



SUPÉLEC

- Du 20 au 24 juin, Rennes/Systèmes en temps réel pour applications industrielles
  - 21 et 22 juin, Rennes/La détection d'intrusions - Utilisation de l'outil Snort
  - 28 et 29 juin, Rennes/Cryptographie pour l'ingénieur
- Rens. → Catherine Pilet, tél. 02 99 84 45 40, [catherine.pilet@rennes.supelec.fr](mailto:catherine.pilet@rennes.supelec.fr)



Deust Technicien multimédia interactif et communicant (TMIC)

Brest - Une nouvelle promotion ouvre en septembre 2005.  
Rens. → Sufcep, tél. 02 98 01 63 32, [www.univ-brest.fr/fc](http://www.univ-brest.fr/fc)

NOUVEAU

SORTIES

3 juillet/LES JOUETS DU PATOU

● Rennes - Cette animation de l'Écomusée du Pays de Rennes a pour but de faire découvrir aux enfants les jouets à la mode du "patou", c'est-à-dire fabriqués à partir de matériaux fournis par la nature. Démonstrations et confections en direct. Les enfants commencent à posséder la dextérité suffisante pour cette activité à partir de 8 ans.  
Rens. → Écomusée du Pays de Rennes, tél. 02 99 51 38 15, [www.ecomusee-rennes-metropole.fr](http://www.ecomusee-rennes-metropole.fr)

DANS LA NATURE

● "Balade au pays des ours", "Vivons la préhistoire", "La hutte des p'tits castors"... voici quelques-uns des intitulés des séjours, classes ou chantiers nature proposés par le réseau école et nature, pour découvrir le monde dès l'âge de 4 ans.  
Rens. → Le catalogue est téléchargeable sur le site : [www.ecole-et-nature.org](http://www.ecole-et-nature.org)

JOUER EN DÉCOUVRANT LA SCIENCE

● Il reste des places dans les "séjours Petits débrouillards" organisés en Bre-

tagne. Les séjours proposés sont toujours fortement liés au lieu ou à l'actualité. En cette année 2005 ce sont Einstein et Jules Verne qui sont à l'honneur : ● Comment Einstein et Jules Verne peuvent se rencontrer sur un chemin... ● À la recherche du capitaine Némo.  
Du 30 juillet au 9 août, 450 €, Paimpol. L'association des Petits débrouillards propose aux enfants de découvrir les sciences et les techniques à l'aide de jeux et d'expériences simples et amusantes.  
Rens. → Association Les Petits débrouillards - Bretagne, tél. 02 99 50 05 14, [bretagne@lespetitsdebrouillards.org](mailto:bretagne@lespetitsdebrouillards.org), <http://debrouillonet.dyndns.org>

APPEL À PROJETS



TECHNOLOGIES DU HAUT DÉBIT

● Les Régions Bretagne et Pays de la Loire lancent, pour la 5<sup>e</sup> année consécutive, un appel à projets visant à encourager le développement de services innovants utilisant les technologies à haut débit. Parmi les thèmes privilégiés cette année : le transfert d'images professionnelles (imagerie médicale), les services pour les personnes en situation de handicap ou d'isolement, la diffusion de contenus multimédias dans les domaines touristiques, culturels, éducatifs et environnementaux. La date limite de dépôt des dossiers est fixée au 11 juillet.  
Rens. → Meito, tél. 02 99 84 85 00, [aap@meito.com](mailto:aap@meito.com)

COLLOQUES

22 juin/SYSTÈMES



EMBARQUÉS

● Rennes - La 34<sup>e</sup> édition des rencontres Irisatech abordera le thème des systèmes embarqués, et plus particulièrement leur modélisation formelle et leurs applications. L'objectif : donner un aperçu des évolutions récentes des méthodes de conception de systèmes enfouis et/ou temps réel.  
Rens. → Chantal Le Tonquèze, tél. 02 99 84 75 33. Programme et inscription → [www.irisa.fr/irisatech/](http://www.irisa.fr/irisatech/)

23 juin/BIOTECHNO 2005



● Rennes - Organisées par les jeunes docteurs ou doctorants du réseau national Biotechno, ces "8<sup>es</sup> rencontres Biotechno" ont pour but de favoriser les contacts entre les acteurs issus des secteurs de la santé, de l'agroalimentaire, de l'environnement ou des nouvelles technologies et les jeunes chercheurs.  
Rens. → Élise Petit, tél. 02 23 23 49 59, [rennes@biotechno.asso.fr](mailto:rennes@biotechno.asso.fr), [www.biotechno.asso.fr](http://www.biotechno.asso.fr)

Du 27 au 29 juin/ TÉLÉCOMMUNICATIONS ET SYSTÈMES DE TRANSPORT INTELLIGENTS

● Brest - Transports publics, services de sécurité ou régulation de trafic seront abordés au cours de cette 5<sup>e</sup> conférence internationale consacrée aux télécommunications dans les systèmes de transport intelligents. Pour la première fois en Europe, après quatre éditions en Asie, elle est organisée par le technopôle Brest-Iroise et l'ENST Bretagne.  
Rens. → Murièle Couchevellou, Technopôle Brest-Iroise, tél. 02 98 05 07 01.

30 juin et 1<sup>er</sup> juillet/ RBPGO2



● Roscoff - La 2<sup>e</sup> édition des Rencontres de biologie phy-

sique du grand Ouest (RBPGO2) a pour but de poursuivre le développement de l'interface biologie - physique, dans le cadre particulier de l'émergence de la chimie et de la biologie structurale à Roscoff. Des thèmes comme le cancer, la biologie marine et les propriétés des aliments seront abordés.  
Rens. → [www.sb-roscoff.fr/RBPGO/](http://www.sb-roscoff.fr/RBPGO/)

Du 6 et 7 juillet/FILIÈRES LAIT ET GESTION DES TERRITOIRES



● Rennes - Gestion des marchés et développement durable, politique européenne, évolution de la filière..., seront au cœur de ces deux journées organisées par le Centre européen de recherche sur le lait (CEREL) qui regroupe l'ensemble des compétences de la filière lait de l'Ouest.  
Rens. → Mireille Bourgoïn, tél. 02 23 48 59 25, [journées.cerel@rennes.inra.fr](mailto:journées.cerel@rennes.inra.fr), [www.cerel.org](http://www.cerel.org)

Du 12 au 17 septembre/ GÉOMORPHOLOGIE ET ENVIRONNEMENT LITTORAL

● Dinard - Cet atelier thématique est organisé par le laboratoire de géomorphologie et environnement littoral (École pratique des hautes études) de Dinard et concerne l'apprentissage des méthodologies pour l'étude des systèmes côtiers. Les inscriptions sont possibles jusqu'au 31 juillet.  
Rens. → Laboratoire de géomorphologie et environnement littoral, tél. 02 99 46 10 72, [geomorphologie.dinard@ephe.sorbonne.fr](mailto:geomorphologie.dinard@ephe.sorbonne.fr)

15 et 16 septembre/ LES GOÉLANDS EN VILLE



● Brest - "Moins de petits, moins de bruit", tel est l'intitulé de ce colloque organisé par la Ville de Brest. D'un côté, les goélands causent diverses nuisances en ville, de l'autre, l'espèce la plus implantée en milieu urbain, le goéland argenté, est globalement en régression à l'échelle nationale et européenne. Des débats en perspectives...  
Rens. → Direction santé - environnement, Ville de Brest, tél. 02 98 80 45 37, [robert.tanguy@mairie-brest.fr](mailto:robert.tanguy@mairie-brest.fr)  
Inscrip. en ligne → [www.mairie-brest.fr/colloque-goelands](http://www.mairie-brest.fr/colloque-goelands)

## EXPOSITIONS

### Jusqu'au 30 juin/ LES MARÉES NOIRES : DU PÉTROLE À LA MER

● Pleumeur-Bodou - Cette exposition sur les marées noires est présentée au Planétarium de Bretagne dans le cadre du "suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques du naufrage de l'Erika". Au-delà de l'aspect purement maritime et littoral, il y est aussi question de pollution et de biodégradabilité en général.

Rens. → **Brigitte Cabioch**,  
tél. 02 96 15 80 30,  
[www.planetarium-bretagne.fr](http://www.planetarium-bretagne.fr)



### Jusqu'au 8 juillet/ À 50 ANS, UNE AUTRE VIE DEVANT SOI

● Rennes - Cette exposition proposée par la Caisse primaire d'assurance maladie d'Ille-et-Vilaine sera accompagnée de nombreuses interventions d'animatrices de l'Espace santé et de médecins sur l'ostéoporose, la mémoire, les maladies cardio-vasculaires... À l'espace santé, 8, rue de Coëtquen ; du lundi au vendredi de 9 h à 12 h 30 et de 13 h 45 à 18 h.

Rens. → **Espace santé**,  
tél. 02 99 78 15 03.



### Du 8 au 28 juillet/ DANS LES COULISSES DE LA RECHERCHE

● Laval - Cette exposition retrace l'histoire de sept transferts de technologies à partir de l'expérience réelle de sept laboratoires et entreprises. Elle montre comment un nouvel "objet" issu de la recherche arrive à sortir du laboratoire pour devenir une innovation technologique. Un parcours exigeant, parfois long mais gratifiant.

Rens. → **CCSTI de Laval**,  
tél. 02 43 49 47 81,  
[sciences@agglo-laval.fr](mailto:sciences@agglo-laval.fr),  
[www.multimania.com/ccstidelaval](http://www.multimania.com/ccstidelaval)

### Jusqu'en septembre/ LES MÉTIERS DU BOIS ET DE LA FORGE

● Inzinzac-Lochrist (56) - Les métiers du feu et du fer n'étaient pas les seuls pratiqués aux Forges d'Hennebont. Il existait à l'usine d'autres ateliers et corps de métiers spécialisés dans le travail du bois. À travers des outils, de nombreuses réalisations personnelles d'anciens des Forges et le témoignage d'un

ancien modeleur, cette exposition a pour but de montrer que le travail du bois était très présent dans toutes les familles du village ouvrier des Forges, issues pour la plupart des campagnes du Morbihan.

Rens. → **Écomusée industriel**,  
tél. 02 97 36 98 21.

### Jusqu'au 2 octobre/ LA MER POUR MÉMOIRE



● Douarnenez - Tour à tour symbole d'épouvante ou de fortune providentielle, le naufrage s'est imposé dans l'univers

marin. Les épaves sont des capsules de temps brutalement figées, dont les archéologues nous livrent les secrets. Cette exposition d'archéologie sous-marine en Atlantique, prévue pour l'itinérance jusqu'en 2009, est actuellement présentée au port-musée de Douarnenez.

Rens. → **Port-musée**,  
tél. 02 98 92 65 20,  
[www.port-musee.org](http://www.port-musee.org)

### JULES VERNE EST À L'HONNEUR SUR LES CÔTES BRETONNES

La maison de la mer à Lorient et Océanopolis à Brest commémorent le centenaire de l'écrivain, via une exposition et des conférences.

### Du 26 mai au 31 juillet/ NAVIGUEZ SOUS LES MERS



● Lorient - La nouvelle exposition du CCSTI de Lorient vous fait plonger dans le monde de Jules

Verne. Redécouvrez le *Nautilus* et les autres héros de *Vingt mille lieux sous les mers* au regard des progrès techniques utilisés dans la conception des sous-marins et des avancées en océanographie.

### Jusqu'en mars 2006/ JULES VERNE ET L'OcéAN

● Brest - Certaines étapes du voyage du *Nautilus* dans *Vingt mille lieux sous les mers* font l'objet d'un parcours s'appuyant sur les animaux et l'information scientifique présents à Océanopolis, confrontant ainsi l'imaginaire du roman à la réalité.

Rens. → **Océanopolis**,  
tél. 02 98 34 40 40,  
[www.oceanopolis.com](http://www.oceanopolis.com)

## CONFÉRENCES

### 14 juin/DE JULES VERNE À L'ESPACE...



● Pleumeur-Bodou - Le court métrage *De Jules Verne à l'espace* :

une histoire de la communication sera projeté en avant-première au musée des Télécoms. La projection sera suivie d'une table ronde. Cette rencontre intervient dans le cadre du programme "Les nouveaux récits de l'espace, l'esprit Jules Verne" mis en place par le Centre national d'études spatiales (Cnes). À 18 h.

Rens. → **Sylvie Guignard**,  
tél. 02 96 46 63 64,  
[www.cnes-observatoire.net](http://www.cnes-observatoire.net)

### 16 juin/LES ENJEUX DU MONDE NUMÉRIQUE

● Rennes - Yves Gassot, directeur générale de l'Idate<sup>(1)</sup>, présentera la 5<sup>e</sup> édition du rapport Digiworld, qui analyse les mondes des télécommunications, de l'Internet et des médias audiovisuels. Matinale de Rennes Atalante de 8 h 15 à 10 h 15, à l'espace des technologies innovantes, sur le



campus de Beaulieu.  
Rens. → **Rennes Atalante**,  
tél. 02 99 12 73 73,  
[www.rennes-atalante.fr](http://www.rennes-atalante.fr)

### 20 juin/LES PATHOLOGIES DE LA THYROÏDE



● Brest - Conférence donnée dans le cadre des lundis du CHU. Entrée libre ; amphis 500 et 600 de la faculté de droit, d'économie et de gestion, 12, rue de Kergoat ; de 18 h 30 à 20 h.

Rens. → [www.chu-brest.fr/actualités](http://www.chu-brest.fr/actualités)

### 5 juillet/UNE FENÊTRE SUR LES FONDS SOUS-MARINS



● Lorient - Un voyage à bord d'un sous-marin océanographique, où l'aventure scientifique et les images captées à travers le hublot du *Nautilus* rivalisent avec l'univers sous-marin dévoilé par la plume de Jules Verne. Une conférence donnée par Jean-Paul Justiniano, pilote de submersible à Génavir/Ifremer. De 18 h 30 à 20 h.

Rens. → **CCSTI de Lorient**,  
tél. 02 97 84 87 37,  
[www.ccstilorient.org](http://www.ccstilorient.org)

## FORMATION CONTINUE - UNIVERSITÉ DE RENNES 1 FACULTÉ DES SCIENCES ÉCONOMIQUES

	Master administration générale et territoriale
	Master analyse de projets industriels, agricoles, sociaux et d'environnement
	Master concurrence, consommation et droit de la propriété industrielle
	Master conjoncture et prévisions
	Master économie internationale et PME
	Master évaluation et analyse financière pour les collectivités territoriales
	Master finance d'entreprise en ligne
	Master ingénierie des marchés
	Master ingénierie des politiques rurales
	Master logistique
	Master métiers de la formation en économie et gestion
	Licence professionnelle assurance, banque, finance
	DU conseils en gestion de patrimoine

### SERVICE FORMATION CONTINUE

4, rue Kléber - 35000 Rennes  
Tél. : 02 23 23 39 50 - Fax : 02 99 63 30 33  
<http://sfc.univ-rennes1.fr>

<sup>(1)</sup> Idate : Centre d'études et de conseil spécialisé dans l'analyse des secteurs de la communication.

# SCIENCES

## Ouest

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

### ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

#### SPOTLIGHT ON THE NEWS P.6

##### FORUM ON AGRICULTURE AND SOCIETY - A SWEEPING LOOK AT A CHANGING WORLD

On 14th April, more than 500 people came to Brest to discuss the future of farming during the second "Agriculture and Society" conference organised by the FDSEA<sup>(1)</sup> and Finistère Chamber of Agriculture. Between the replacement of older generations by young farmers, food safety and independence, the reform of the Common Agricultural Policy (CAP) and the relocation of production, the topics discussed at the conference provided an opportunity to compare and contrast points of view on a changing world. It was also an opportunity to meet Norbert Balcon, farmer's son, journalist and independent researcher aged 27 who is about to undertake a comparative study of Belgian and Brazilian cattle farming, and to chat with two female agriculture students who see the "agricultural world" as a vast canvas with a wide range of different career paths. "You can work in areas as diverse as consultancy, international trade or banking," explained one of them. ■

#### SPOTLIGHT ON LABORATORIES P.7

##### WHAT MAKES LUCY WALK?

Making Lucy walk. This is not a new idea. However, the unusual feature of the experiment in which two researchers from Rennes took part is the fact that the scientists did not begin with human movement or the functional anatomy of a human skeleton (attributing a function a priori). Instead, paleo-anthropologist Gilles Berillon (UPR 2147, CNRS - Paris) and his colleagues used an architectural approach. They began by digitising the bones, rebuilding them in 3D and recreating the joints and connective tissue. Even then, Lucy's skeleton was "missing a few things". Enter Franck Multon, a computer programmer specialising in the simulation of human movement at the Biomechanics Laboratory within the University of Rennes 2, and Georges Dumont, lecturer in Mechanical Engineering at ENS Cachan (Brittany Campus), who specialises in building models of movement in a virtual world. Computer simulation was used to test a large number of parameters and the scientists advanced several reliable suggestions on bipedal movement that might be applicable to Lucy. ■

#### SPOTLIGHT ON SCIENCE

##### AND SOCIETY P.8

##### CARRYING WATER IS AN AGE-OLD STORY

##### RENNES AND CARHAIX, TOWNS WITH AQUEDUCTS

In their day, Carhaix and Rennes each took an audacious technical decision - they would build an aqueduct to meet their needs for water.

In Carhaix, in the 2nd century, water flowed into the baths and the ornamental basins in monuments. However, behind this prestige and ostentation was real technical prowess. The aqueduct ran over a distance of 27 km at a depth of 20 cm below the surface of the ground, making it one of the longest in Ancient Gaul. Cost-cutting was nevertheless

a priority - the aqueduct ran up and down the slopes of steep-sided valleys even if this meant extending the ducts by several kilometres rather than building a bridge. Yet it was all a matter of compromise. A 900-metre tunnel, for example, was built instead of running the aqueduct round a hill, which would have extended it by 7 km.

In Rennes, in the middle of the 19th century, the water supply problem was also a matter of public health. There was far from enough well water to meet people's needs and hygiene experts were concerned about its lack of cleanliness. The problem lay in the catchment of underground water. The opening of a public water supply system in 1882 marked the start of an era in which water became plentiful. ■

## AN IN-DEPTH LOOK AT METEOROLOGY

#### METEOROLOGY FUELS EVERYDAY DISCUSSIONS P.9/17

It's a bit chilly today! What a lovely day! The weather supplies key words that are easily used when chatting to somebody in the morning, meeting a neighbour or seeing a colleague at the office. And this year, with spring hardly in the air, the question of a summer drought is already being discussed in Brittany. People remember the summer of 1976 and the soaring temperatures of 2003 and look to the forecasters and climatologists. Have weather patterns changed?

*Sciences Ouest* went to meet meteorologists to see how they work and what instruments they use in Brittany, a region that has a reputation for being damp. The region is home to the interregional offices of *Météo France* for the west of the country, in Saint-Jacques-de-la-Lande (near Rennes). Lannion boasts a space meteorology centre and Brest has a branch of the marine meteorology centre. In all these places, the weather is studied in real time. Software is tested to forecast the weather over the next six hours, tools are designed to process the data provided by new satellites, the most sophisticated weather balloons are developed to collect weather data. In the laboratories of the University of Rennes 2, climatologists analyse past weather patterns

or simulate climates in the future, while the Bretagne Vivante Association in Brest provides information on climate bio-indicators. All of them reject a number of preconceived ideas on drought and storms in Brittany.

Weather information is vital for some and of only secondary interest for others but the weather affects our moods and our leisure activities. In short, it fills our everyday life - sometimes to an unsuspected degree as certain studies commissioned from *Météo France* in Saint-Jacques-de-la-Lande have shown. They have linked weather data to the consumption of certain food products such as beer or soft drinks and, in doing so, have helped stores to improve their stock management! ■

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

If you would like to receive these abstracts on a regular basis, with a copy of the corresponding issue of *Sciences Ouest*, please contact Nathalie Blanc, Editor, fax +33 2 99 35 28 21, E-mail: [nathalie.blanc@espace-sciences.org](mailto:nathalie.blanc@espace-sciences.org)



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.

<sup>(1)</sup>FDSEA : Fédération départementale des syndicats d'exploitants agricoles (farmers' federation).

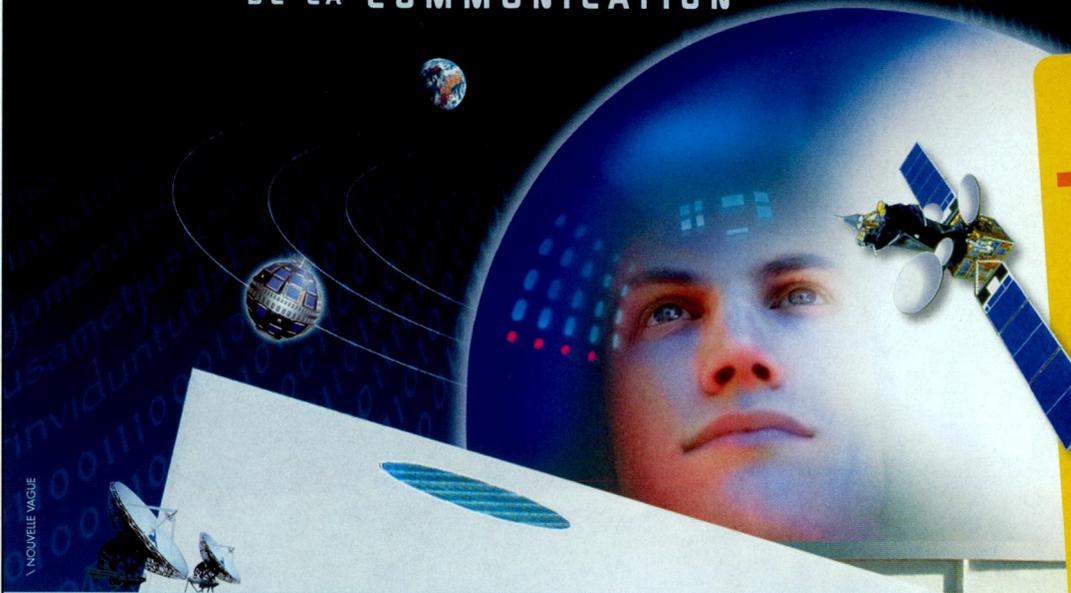
Le Radôme PRÉSENTE

# L'ODYSSÉE

DE LA COMMUNICATION



UNE NOUVELLE VAGUE



**EXPERIMENTEZ  
JOUEZ... VIBREZ**

**3 NOUVEAUTES DE  
SCIENCES  
EN ACTION**

**Découvrez  
le Grand Ouest  
vu par un satellite!**

DU 27 MARS AU 30 SEPT.  
OUVERT TOUS LES JOURS  
INFOS 24H/24  
02 96 46 63 80

**RADÔME**  
Musée des Télécoms

Site de Cosmopolis / Pleumeur-Bodou  
[www.leradome.com](http://www.leradome.com)



■ Tarif normal : 2 ANS 54€ (au lieu de 66€\*) soit 4 numéros gratuits / 1 AN 30€ (au lieu de 33€\*) soit 1 numéro gratuit ■ Tarif étudiant (joindre un justificatif) : 2 ANS 27€ (au lieu de 66€\*) soit 13 numéros gratuits / 1 AN 15€ (au lieu de 33€\*) soit 6 numéros gratuits ■ Tarif étranger ou abonnement de soutien : 2 ANS 76€ / 1 AN 50€

# SCIENCES OUEST

**L'info**  
scientifique et technique  
du grand Ouest

**BULLETIN D'ABONNEMENT**

▲ Nom \_\_\_\_\_ ▲ Prénom \_\_\_\_\_

▲ Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ▲ Code postal \_\_\_\_\_ ▲ Ville \_\_\_\_\_

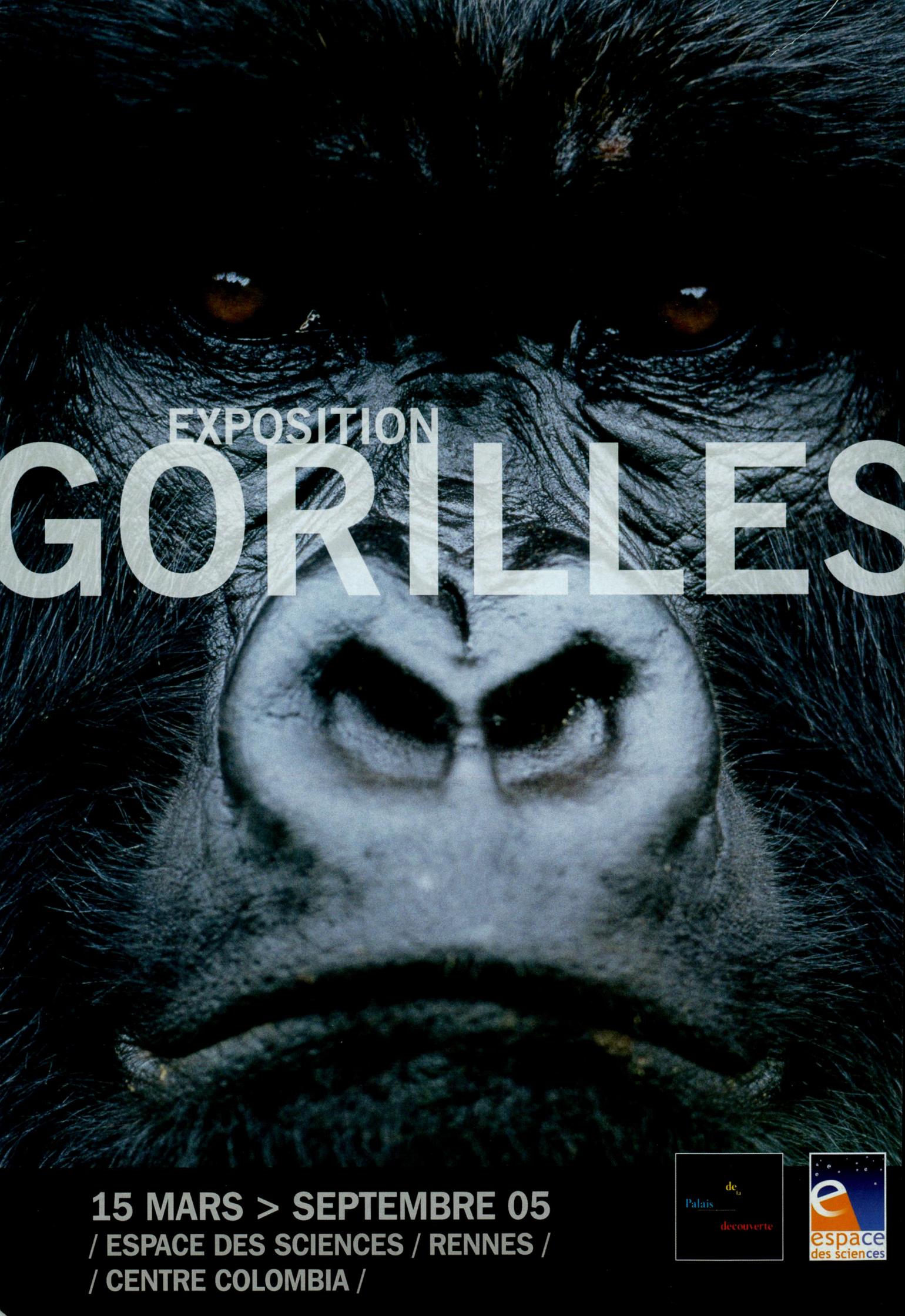
▲ Tél. \_\_\_\_\_ ▲ Fax \_\_\_\_\_

désire recevoir une facture  
souhaite un abonnement de :  1 AN (11 N<sup>os</sup>)  2 ANS (22 N<sup>os</sup>)

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

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



A close-up photograph of a gorilla's face, showing its eyes, nose, and mouth. The gorilla's fur is dark and textured. Overlaid on the lower part of the face is a white, semi-transparent image of a gorilla skull, showing the eye sockets and nasal cavity. The text 'EXPOSITION GORILLES' is printed in large, white, sans-serif capital letters across the middle of the image.

EXPOSITION  
GORILLES

**15 MARS > SEPTEMBRE 05**  
/ ESPACE DES SCIENCES / RENNES /  
/ CENTRE COLOMBIA /

