

SCIENCES *Ouest*

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRÉTAGNE N° 207

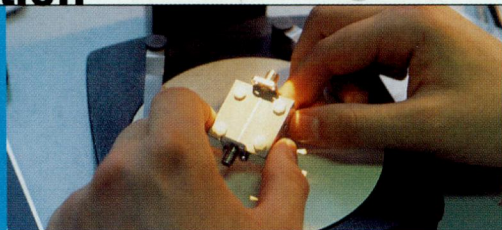


Les nouvelles
technologies
dans la **cit**é

FÉVRIER 2004 / 3€

De la théorie à l'expérimentation

Avec 200 chercheurs impliqués dans les thématiques scientifiques les plus novatrices, l'IETR est le plus important centre de recherche en électronique et télécommunications du Grand Ouest.



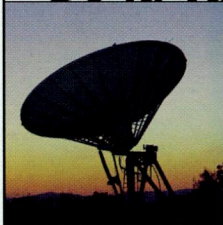
De la recherche aux partenariats



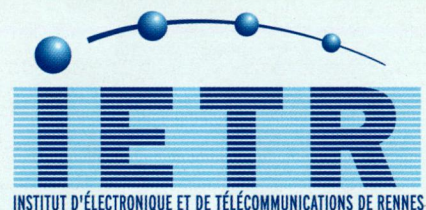
Le potentiel scientifique allié à l'ensemble des moyens techniques fait de l'IETR un partenaire de choix pour les entreprises régionales et les grands acteurs internationaux.



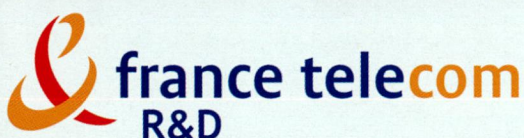
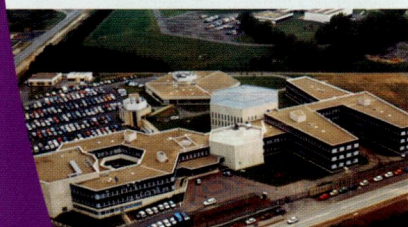
De la valorisation à l'information



Si la recherche se traduit par valorisation, brevets et création d'entreprises, elle conduit également à l'information. Pour faire connaître ses savoir-faire, l'IETR organise régulièrement des journées thématiques.



www.ietr.org



France Télécom R&D en Bretagne, c'est plus de 1300 chercheurs sur deux sites : Rennes et Lannion.

Domaines d'activité :

- services mobiles et systèmes radio,
- services multimédias Internet et Intranet,
- services voix-données avancés,
- interactions humaines,
- techniques logicielles,
- réseaux de transport et d'accès,
- architecture, intégration et commande des réseaux.

France Télécom R&D
2, avenue Pierre Marzin
22307 Lannion Cedex
Tél : 02 96 05 11 11

France Télécom R&D
4, rue du Clos Courtel - BP 91226
35512 Cesson Sévigné
Tél : 02 99 12 41 11

www.rd.francetelecom.com

▶ 45 % de la R&D de France Télécom est en Bretagne.

Quand les technologies de demain entrent dans notre quotidien

Quand les technologies d'aujourd'hui nous éclairent sur le passé

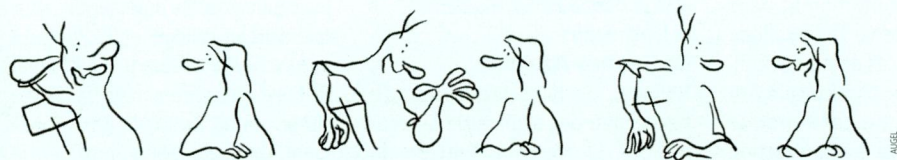
Sciences Ouest s'associe ce mois-ci au colloque scientifique organisé en décembre 2003 par l'Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes, dirigé par Daniel Thouroude, dont le thème était : Les nouvelles technologies dans la cité.

Résultat, des articles passionnants illustrant l'apparition de nouveaux services au sein de la maison, comme l'accès à un portail d'ambiance délivrant instantanément musique, éclairage, décor mural et, pourquoi pas ambiance olfactive... ; la gestion d'alarmes techniques à distance et un service de messagerie via un média connu et utilisé par tous : la télévision ; mais aussi, car le handicap était à l'honneur lors de cette journée, des travaux sur la mise au point d'un service Web adapté aux déficients visuels, ou encore la création d'un système de communication palliative pour les handicapés moteurs cérébraux. Bref, autant d'exemples qui s'apparentaient hier à de la science fiction.

La science nous projette aussi dans le passé dans ce numéro avec un voyage au cœur des mégalithes du site de La Roche aux Fées, près de Rennes, et l'expérimentation du fonctionnement de bas fourneaux découverts dans la région de Paimpont.

Enfin, pour terminer sur le temps qui passe, l'Espace des sciences fête cette année ses vingt ans au service de la diffusion de la culture scientifique et technique et propose à cette occasion de nombreuses conférences. Nous aurons l'occasion d'y revenir !

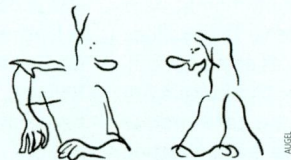
Bonne lecture. ■



- la haute technologie...
c'est le confort absolu



- tout sera automatisé
électroniquement, le rêve...



- et qui va descendre
les poubelles?... Internet?

SCIENTES 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 - 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 : Jérôme Cucarull, Vincent Derrien. Comité de lecture : Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Philippe Blanchet (sciences humaines et sociales), Michel Branchard (génétique-biologie), Daniel Herman (informatique), Alain Hillion (télécommunications), Christian Willaime (physique-chimie-matériaux). Abonnements : Cédric Laizé, tél. 02 99 35 28 31, cedric.laize@espace-sciences.org. Publicité : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, 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 ■ Edition : Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bérét création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.



Penn-ar-Bed



Tirage du n°207
4 500 ex.
Dépôt légal n°650
ISSN 1623-7110

EN BREF 4/5

GROS PLAN Laboratoire

Les algues vues d'en haut 6

GROS PLAN Astronomie

Magie de la lumière
à La Roche aux Fées 7

GROS PLAN Histoire et société

Feu les fourneaux de Paimpont 8

DOSSIER

Les nouvelles technologies dans la cité 9

Un premier rendez-vous 10

Domotique et réseaux intérieurs,
une originalité bretonne 10

Delta Dore remet la domotique
au goût du jour 11

Les nouvelles technologies au service
de la médecine et du handicap 12/13

L'haptique, le braille des surfeurs
non voyants 14

Reconstruire la parole 15

La maison de demain 16

Pour en savoir plus 17

GROS PLAN Comment ça marche ?

Le paiement sécurisé sur Internet 18

ESPACE DES SCIENCES 19

AGENDA 20/21

Du côté des laboratoires

● Labellisation Inserm d'un laboratoire brestois

Le Laboratoire de traitement de l'information médicale (Latim) vient de



voir sa labellisation Inserm reconduite pour une

période de quatre ans, preuve de la qualité du travail de ses équipes. Associant la faculté de médecine et le CHU de Brest, ainsi que l'École nationale supérieure de télécommunications de Bretagne (ENST-B), ce laboratoire possède une thématique de recherche originale (formes dynamiques, indexation et similitudes en imagerie médicale) reconnue au niveau international : son directeur, Christian Roux, professeur à l'ENST-B, est en effet à l'origine d'innovations dans ce domaine qui lui ont valu récemment l'"IEE EMBS Award", une des plus hautes distinctions de l'association IEE⁽¹⁾.

→ **Rens. : Christian Roux,**
tél. 02 29 00 13 62,
christian.roux@enst-bretagne.fr,
http://latim.univ-brest.fr

● La toxicologie rennaise récompensée



André Guillouzo est directeur de l'unité

Inserm 456 "détoxication et réparation cellulaire" à la faculté de sciences pharmaceutiques et biologiques de Rennes. Lui et son équipe viennent de recevoir le prix Elisabeth Taub (prix de 30 400 € décerné par l'Académie de médecine) pour leurs travaux en toxicologie cellulaire et moléculaire. Dépassant le stade de la toxicologie analytique (recherche et dosage de toxiques dans des tissus ou des fluides - urines, sang-), leurs recherches menées depuis plus de vingt ans sur les cultures de foie humain portent enfin leur fruit : André Guillouzo et son équipe ont en effet mis au point un modèle de culture de cellules de foie humain qui va leur permettre de comprendre leurs effets et leur mécanisme d'action. Un des axes de leurs études - la compréhension du développement de certaines pathologies comme le cancer - sera mené dans le cadre des recherches du canceropôle du grand Ouest.

→ **Rens. : André Guillouzo,**
tél. 02 23 23 47 93,
andré.guillouzo@univ-rennes1.fr

● Rapprochement entre Supélec et l'IETR

Deux équipes de recherche du campus de Rennes de Supélec (soit

vingt enseignants, chercheurs et doctorants) viennent de rejoindre l'Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes (IETR) au sein d'un nouveau groupe baptisé "Automatique et communications", portant ainsi à 200



l'effectif de l'institut. Fédérant des équipes de recherche de l'Insa, du CNRS et de l'Université de Rennes 1, l'IETR avait été créé il y a deux ans. Ce premier regroupement avait pour but d'augmenter la visibilité des chercheurs bretons vis-à-vis de la communauté scientifique internationale et des industriels. En intégrant aujourd'hui les équipes de Supélec reconnues au niveau mondial, l'IETR accroît son périmètre d'investigation et constitue l'une des plus importantes équipes nationales de recherche académique dans le domaine de la radio logicielle. Un atout de taille pour participer aux réseaux d'excellence de la communauté européenne dans ce domaine (Newcom).

→ **Rens. : Daniel Thouroude,**
directeur de l'IETR,
tél. 02 23 23 62 07,
daniel.thouroude@univ-rennes1.fr ;
Yves Quénechdu, délégué
à la recherche et aux relations
industrielles, tél. 02 99 84 45 28,
yves.queenchdu@supélec.fr

● Du beurre dans les épinards

Comment réussir la cuisson du poisson à l'eau ? Comment réaliser une mousse de foie gras ? À quel moment de la cuisson faut-il saler la viande ? Régulièrement dans



Sciences Ouest, Hervé This explique scientifiquement ces anecdotes culinaires. Le célèbre physico-chimiste Inra du groupe de gastronomie moléculaire, attaché à la direction scientifique "Nutrition humaine et sécurité des aliments", vient de recevoir les honneurs de l'Académie internationale de gastronomie qui lui a accordé, à l'unanimité, lors de son assemblée générale du 28 janvier dernier : le "Grand prix de la science de l'alimentation 2003". Ce prix lui sera remis le 7 mars prochain à Barcelone.

→ **Rens. : Hervé This,**
tél. 01 44 27 13 10,
hthis@paris.inra.fr,
www.college-de-france.fr/chaieres/chaire
10/page_herve/recherche_herve.htm

Les échos de l'Ouest

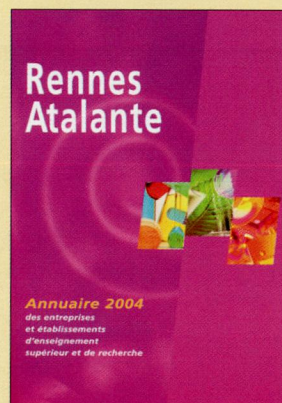


● 1^{er} carrefour Ouest-genopole®



Le 1^{er} carrefour de Ouest-genopole® a eu lieu le 27 janvier dernier sur le campus de Beaulieu à Rennes et a accueilli plus de 300 participants. L'objectif était de stimuler une fois de plus le réseau et surtout de présenter et de faire le point sur les technologies des cinq plates-formes dont la plupart fonctionne maintenant depuis plus d'un an. Des démonstrations ont été effectuées toutes la journée sur des stands. L'accent a également été mis sur la valorisation et la création d'entreprise qui font partie des missions importantes à remplir par Ouest-genopole®. Trois entreprises ont d'ailleurs déjà été créées grâce à cette dynamique. Un bilan plutôt positif et encourageant pour préparer l'audit prévu à la fin de l'année. Cette première édition du carrefour était destinée aux acteurs du réseau, soit 54 unités de recherche et environ 2 000 personnes ; peut-être accueillera-t-il un public plus large à l'avenir ?

→ **Rens. : Jocelyne Le Seyec,** tél. 02 23 23 45 81,
jocelyne.leseyec@univ-rennes1.fr, www.ouest-genopole.org



● L'annuaire de Rennes Atalante

Résultat de la collaboration de l'ensemble des acteurs de la technopole, la nouvelle édition de l'annuaire des entreprises et établissements d'enseignement supérieur et de recherche de Rennes Atalante est disponible. Il est commercialisé 18 € pour les adhérents et 40 € pour les non-adhérents (soit respectivement 21,48 € et 43,48 € frais de port compris). Classés par thématique, les établissements sont présentés sous forme de fiches détaillées.

→ **Rens. : Véronique Dubois,**
tél. 02 99 12 73 73,
technopole@rennes-atalante.fr

● Environnement : les chiffres clés

Le réseau Bretagne environnement vient d'éditer le premier livret des chiffres clés de l'environnement en Bretagne : données chiffrées, cartes, graphiques sur le patrimoine naturel, la mer, le littoral, les sols, l'eau, l'air, l'énergie, les déchets et les risques... sont commentés par des experts régionaux. 5 000 livrets ont été diffusés directement dans les mairies, les centres de documentation, ainsi que dans les collèges et les lycées et une version électronique, au format PDF, est directement téléchargeable sur le portail Bretagne Environnement. Un document à mettre entre toutes les mains !

→ **Rens. : www.bretagne-environnement.org**



⁽¹⁾ IEE : "Institution of Electrical Engineers", l'IEE compte près de 400 000 ingénieurs de tous les pays, de l'électronique aux télécommunications, de l'informatique au biomédical.

Internet

● www.ode22.org

À télécharger : le bulletin de liaison de l'observatoire de l'environnement des Côtes-d'Armor portant sur la prolifération des cyanobactéries dans les eaux intérieures et conséquences sur les eaux de baignade et de consommation. Il se décline en trois parties :

- Les cyanobactéries et les effets de leur développement dans le plan d'eau des Côtes-d'Armor,
 - Les questions socio-économiques et juridiques liées au développement des microalgues,
 - Les recommandations du conseil scientifique.
- 24 pages, 2003.



● www.ifremer.fr/rebent

Le réseau benthique (Rebent) surveille les écosystèmes benthiques côtiers. Il vient compléter les réseaux de suivi du littoral déjà existants (contrôle microbiologique, surveillance du phytoplancton, de la qualité de l'eau, de la croissance des mollusques...). Représentant environ un tiers du littoral français, la Bretagne est région pilote sur ce projet.

À lire

● **Minéraux et produits laitiers**

Les minéraux jouent un rôle déterminant dans les caractéristiques physico-chimiques du lait et conditionnent, pour une part importante, ses propriétés et son aptitude à la transformation. S'appuyant sur un grand nombre de résultats et de modèles fiables, cet ouvrage, en langue française, rassemble en un seul volume les données scientifiques sur le sujet.

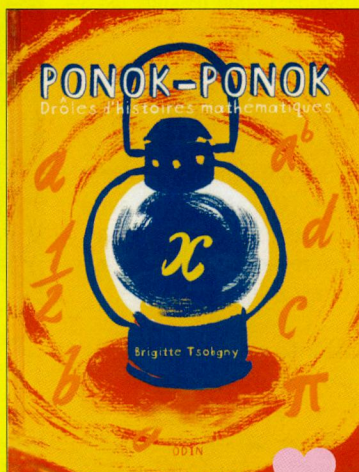
→ Frédéric Gaucheron (Inra Rennes), aux éditions Tec et Doc, décembre 2003. www.tec-et-doc.com

● **Ponok-Ponok : drôles d'histoires mathématiques**

Ponok-Ponok, instituteur à la retraite, nous invite sous son vieux manguier du fin fond de l'Afrique à écouter de drôles d'histoires pimantées d'énigmes mathématiques...

Faire l'apprentissage des notions telles que les nombres relatifs, la proportionnalité, la relativité à travers des contes africains, voilà une manière bien ludique d'appréhender les sciences. Et c'est irrésistible !!!

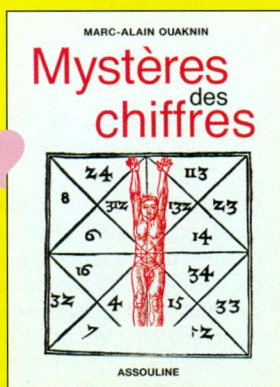
→ Brigitte Tsobgny, éd. Odin Jeunesse, 2002.



● **Mystères des chiffres**

Un très bel ouvrage sur l'histoire des chiffres depuis le V^e siècle jusqu'à l'invention de l'imprimerie. Marc-Alain Ouaknin, docteur en philosophie, aborde ici l'histoire, la symbolique et la philosophie des chiffres et des nombres de manière simple et pédagogique, avec un regard très ouvert sur la discipline, alliant l'érudition au jeu.

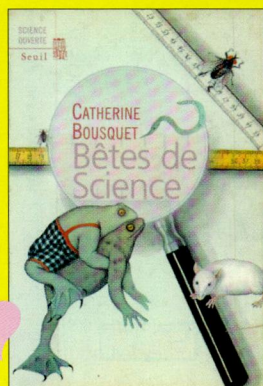
→ Marc-Alain Ouaknin, Assouline, 2003.



● **Bêtes de science**

Ce livre fait l'inventaire des principaux animaux utilisés pour les expérimentations scientifiques, de la fameuse souris de laboratoire au poulet, en passant par une espèce d'escargots marins. Pour l'auteur, ces animaux "font" la science ; ils ne lui donnent pas seulement leur corps, ils fournissent aussi généreusement méthodes, concepts et problèmes nouveaux aux scientifiques qui les observent, tout en les obligeant sans cesse à reformuler leur questionnement.

→ Catherine Bousquet, éd. du seuil, 2003.



● **La télémédecine**

L'avancée des nouvelles technologies en médecine a ouvert le champ de la télémédecine, ce qui a permis l'augmentation des programmes de soins à domicile. Une nouvelle génération de procédés a ainsi été développée grâce au projet "Telemedicare", financé par la Commission européenne. Ce dernier a pour objectif de rendre les soins à domicile plus accessibles, moins coûteux tout en améliorant leur qualité.

L'un des moyens utilisés : un ordinateur équipé de minicapteurs non intrusifs pouvant collecter, stocker, permettre l'analyse d'informations (électrocardiogramme, température, tension...) en temps réel et même alerter le centre de soins en fonction des résultats. L'analyse des résultats pourrait aussi être envisagée dans un plus long terme.

● **Le contrôle de la pollution de l'air**

C'est un fait que l'air pollué des villes affecte la santé des citadins. Le projet Ultra, mené par un consortium de chercheurs belges, allemands, finlandais et néerlandais et mis sur pied grâce aux résultats obtenus lors d'un programme (ENV 2C) financé par la Commission européenne, surveille la qualité de l'air et son impact sur la santé des habitants de trois villes tests européennes : Amsterdam, Erfurt (Allemagne) et Helsinki. Pour cela, ils ont installé un spectromètre dans chaque ville, afin de mesurer, en continu, les concentrations des particules présentes dans l'air. Les données recueillies sont ensuite rassemblées dans une base de données qui permet de quantifier et de caractériser ces particules, et de faire le lien avec les problèmes cardiaques et pulmonaires recensés dans la région concernée. Ces mesures ont ainsi été régulièrement confrontées à l'état cardiopulmonaire de 131 personnes entre 40 et 84 ans, observées pendant cette période. À terme, les résultats pourront contribuer à l'amélioration du contrôle de la qualité de l'air.

→ Rens. : eic@bretagne.cci.fr



QUI A DIT ?

"Les scientifiques, dans une démocratie, doivent influencer les décideurs en mettant l'accent sur la gravité de certains problèmes."

Réponse page 21

Les algues vues d'en haut

Les algues constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire dans l'océan. Elles influent sur la localisation des bancs de poissons et parfois même sur la toxicité des eaux. Le satellite permet de repérer ce phytoplancton. Mais comment exploiter ces données ? Visite dans le laboratoire de Francis Gohin au centre Ifremer de Brest.

→ Les algues microscopiques peuvent être observées depuis le ciel par satellite. Bien évidemment, il est nécessaire que le développement de ces dernières soit visible sur une surface suffisamment importante. Tous les jours arrivent à la station Ifremer de Brest une série de données satellitaires d'EumetSat. Parmi celles-ci, il en est une qui intéresse particulièrement Francis Gohin, chercheur en écologie côtière : "Le satellite nous envoie des mesures de la température de surface. Ces informations sont un excellent indicateur de l'intensité des courants, et surtout, elles nous fournissent une idée de l'état de stratification des eaux. Le brassage des eaux de fond et de surface influe sur la remontée des éléments nutritifs et donc sur la production primaire. Si la couche d'eau n'est pas stratifiée, la production a lieu plus tard l'été."

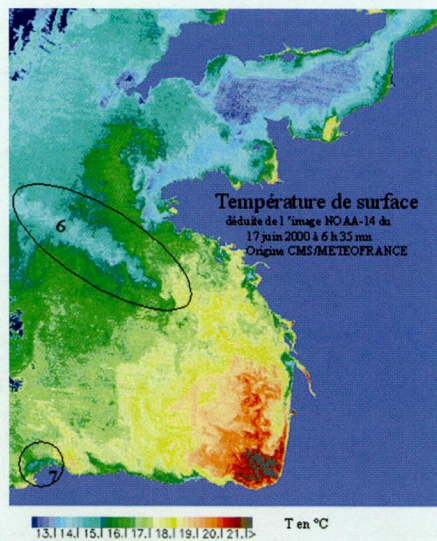


L'outil le plus utilisé par le chercheur n'est pas un outil français. Le réseau SeaWiFS est aujourd'hui très bien structuré et est géré par la Nasa. Il offre des informations sur les concentrations en chlorophylle dans l'océan. "Nous obtenons les données depuis les États-Unis avec un délai de

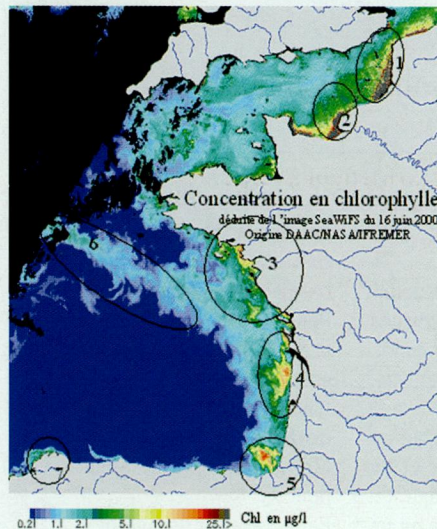
quelques jours, explique le chercheur. Le grand intérêt de ces images, c'est la régularité avec laquelle elles nous arrivent et le service qui est fourni avec." En effet, sur les images satellites brutes, le signal qu'émet la mer représente seulement 5% de l'information, la part restante est à attribuer à l'atmosphère. Il est donc nécessaire de traiter ces images par différents algorithmes. Le service fourni par les Américains consiste donc également à configurer une application qui permet d'exploiter les images. Mais il existe un autre intérêt à travailler de cette manière : la fourniture des images et de l'application est gratuite. Une rareté.

Le satellite en complément des campagnes

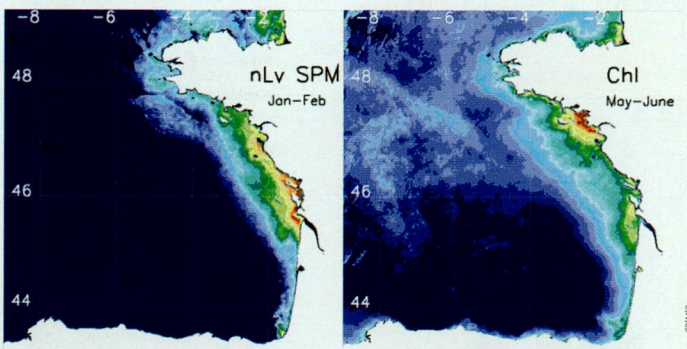
Le repérage des champs d'algues microscopiques est effectué à l'aide d'une vision infrarouge qui capte les longueurs d'ondes émises par la chlorophylle (0,4 à 0,7 µm). L'information obtenue sur les images traitées permet d'évaluer avec précision les concentrations en chlorophylle à la surface des eaux, ainsi que la clarté de l'eau. Comme avec tous les satellites dits "optiques"



La température de surface
Les structures froides en limite du plateau continental de la région 6 reflètent un phénomène typiquement dû à la marée océanique qui, en s'opposant brutalement au talus, entraîne un mélange vertical des eaux. En 7 et sur la côte nord de l'Espagne, les courants d'eaux froides sont dus à l'orientation du vent parallèle à la côte.



La concentration en chlorophylle
L'enrichissement du milieu côtier est favorisé par les apports des fleuves en éléments nutritifs (nitrate, phosphate, silice). On distingue sur la côte Atlantique et la Manche sept régions particulièrement productives : le littoral de la Somme (1), la baie de Seine (2), l'ensemble Loire-Vilaine (3), la Gironde (4), l'Adour (5), le talus du plateau continental (6), le nord de la Corogne (7).



Les matières en suspension

L'image de gauche présente la concentration des matières en suspension d'origine minérale dans le golfe de Gascogne en janvier et février lorsque, du fait des tempêtes, les remises en suspension sont maximales et les quantités déversées par les fleuves importantes. L'image de droite présente les concentrations en chlorophylle en mai et juin, période de plein développement du phytoplancton (moyennes sur 6 ans).

(par opposition aux "radars", voir le dossier de Sciences Ouest n° 204 - novembre 2003), il existe quelques limitations d'utilisation. Parmi les plus dérangeantes : la présence de nuages qui obstrue totalement la vision du satellite et renvoie des régions totalement vides d'informations sur la mer. Difficile donc de travailler l'hiver, mais comme le fait remarquer Francis Gohin : "En hiver, il peut y avoir beaucoup de nuages, cela importe peu car il n'y a pas alors assez de lumière disponible pour obtenir une croissance phytoplanctonique. Ces images présentent donc peu d'intérêt. Nous nous intéressons particulièrement aux blooms qui ont lieu lorsque plusieurs conditions sont réunies : présence de sels nutritifs, température relativement élevée et lumière suffisante, c'est-à-dire en été."

Les informations récoltées par satellite sont d'une première importance pour l'établissement des modèles qui permettent de lier les événements biologiques aux événements physiques. Ces modèles permettent d'expliquer et de prévoir les réactions de l'océan en fonction de différentes conditions. Les équations qui servent à ces calculs ont

été faites à partir de différentes campagnes à la mer et relevées *in situ* grâce à des balises. À terme, les données satellitaires seront intégrées dans ces modèles. ■ V.D.

À relire "Des algues microscopiques observées par satellite"

Cet article du n°203 de Sciences Ouest (octobre 2003) présentait d'autres observations : celles des chercheurs du laboratoire planétologie et géodynamique, à Nantes (UMR CNRS 6112), qui travaillent à partir des clichés du satellite Spot et qui ont aussi effectué des essais en télédétection hyperspectrale depuis un système aéroporté. ■

Pour en savoir plus

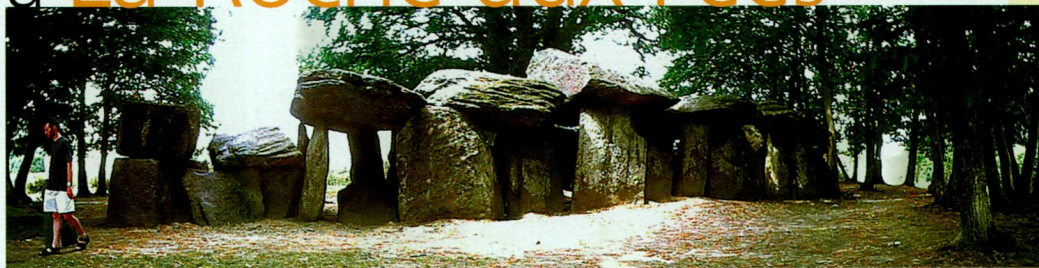
→ www.ifremer.fr/delec/projets/teledetection/teledet.htm

Contact → Francis Gohin, département écologie côtière, Ifremer, tél. 02 98 22 40 40, francis.gohin@ifremer.fr



Bruno Mauguin

Magie de la lumière à La Roche aux Fées



Rumeurs et mystères vont souvent bon train à propos du lien entre astronomie et position des mégalithes. Pour le cas de La Roche aux Fées, en Ille-et-Vilaine, la position du Soleil aux équinoxes ou au moment des solstices d'hiver ou d'été est-elle déterminante ? Ayant un doute, c'est donc en scientifique pur que Bruno Mauguin, responsable planétarium à l'Espace des sciences, s'est rendu plusieurs fois sur ce site, pour y voir plus clair.

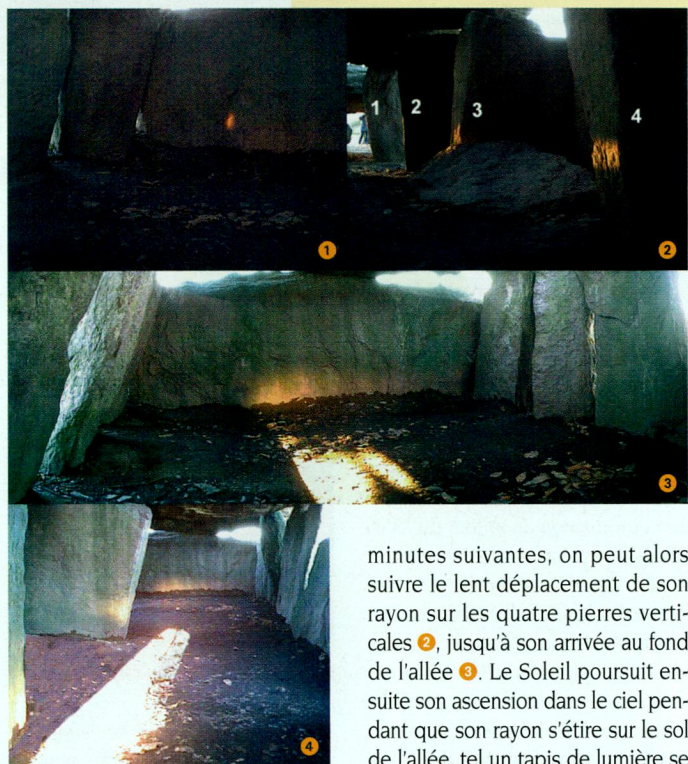
→ L'allée couverte de La Roche aux Fées, une des plus impressionnantes d'Europe par sa taille, se trouve à une trentaine de kilomètres au sud-est de Rennes, et la rumeur dit que son orientation est liée à la direction du lever du Soleil lors du solstice d'hiver. Boussole en main, Bruno se rend cet été sur le site et découvre rapidement qu'il existe une erreur de 20° entre l'alignement de l'allée couverte (145°) et la direction du lever du Soleil le premier jour de l'hiver (126°). Il vérifie ce résultat auprès d'un collègue spécialiste qui confirme la mesure. Conclusion : les rumeurs sur La Roche aux Fées sont fausses. L'affaire est *a priori* réglée.

Cependant, la rencontre à l'automne avec un astronome amateur relance le débat : il présente à Bruno des photos réalisées sans truchage, montrant le Soleil qui se reflète au fond de l'allée couverte... Nouveau déplacement sur le site avec boussole et GPS, cette fois. Il s'avère que la boussole est perturbée à l'approche de l'allée couverte, ce phénomène naturel étant dû à la présence de fer dans les roches. Le GPS, quant à lui, donne une orientation de l'allée couverte de 136°. Comment, avec encore 10° de décalage, le Soleil peut-il se refléter au fond de cet édifice mégalithique ? Pour comprendre vraiment, une vérification sur le terrain, le jour "J" s'impose.

Le 21 décembre 2003, premier jour de l'hiver, muni d'un ordinateur qui pilote un appareil photo numérique (dont l'effet de saturation du capteur remplace l'image du Soleil par un petit point noir très précis qui

permet de suivre très justement sa position sur les clichés), Bruno fait de nouveau le déplacement jusqu'à La Roche aux Fées. Le Soleil se lève à 8h 56⁰⁰. Mais rien n'apparaît au fond de l'allée. Soudain, cinq minutes plus tard, une tache rougeâtre apparaît sur la pierre du fond... ❶ Pas du tout au milieu de l'allée, mais plutôt sur le côté ouest. Dehors, pourtant, les spectateurs sont tous unanimes : le Soleil est bien là, dans l'alignement de l'allée couverte. Pour eux, pas de doute ; ils repartent contents. Mais concrètement pour Bruno, la "rumeur astronomique" n'est pas fondée : l'erreur angulaire entre la direction du lever du Soleil au solstice d'hiver et l'orientation de La Roche aux Fées est beaucoup trop importante. "Je pouvais donc ramasser mes affaires et partir, comme tout le monde, raconte Bruno, et puis j'ai traîné un peu, je suis entré de nouveau dans l'allée pour prendre une dernière photo quand... Surprise ! En quelques minutes, le disque solaire projeté sur la roche du fond s'est lentement déplacé vers le sol en se dirigeant peu à peu parfaitement au milieu de la chambre du fond pour l'illuminer totalement. Une douce couleur solaire a inondé les parois et fait ressortir les couleurs des pierres."

À 9h 30⁰⁰, le Soleil est dans l'axe de l'allée et il est déjà à une hauteur de presque 4° au-dessus de l'horizon. Sa direction est de 132° ce qui correspond exactement à la direction de l'allée couverte. "C'était impressionnant de beauté ! poursuit-il. Mais nous n'avons pas pu tout voir car il fallait être aussi bien dedans que



dehors. Et puis, c'était la première fois, on ne savait pas vraiment où regarder et quand !"

Lien astronomique ?

La chance a voulu que les conditions d'observation soient de nouveau excellentes le lendemain matin. L'effet de surprise passé, Bruno a sagement préparé sa deuxième visite pour arriver à cette interprétation : le lien astronomique entre La Roche aux Fées et le Soleil existe finalement bien... et il se fait en deux temps, grâce à une ingénieuse cassure d'angle dans l'orientation entre le vestibule (l'entrée) et le reste du corps de l'allée couverte.

Le lever du Soleil le jour du solstice d'hiver a bien lieu exactement face au vestibule. Il n'y a donc aucun doute que son orientation est parfaitement bien calée selon une direction de 126°. Pendant les cinq

Bruno Mauguin est responsable planétarium à l'Espace des sciences. Il prépare activement les futures séances qui auront lieu dans le dôme du bâtiment des Champs Libres (à Rennes) et ses talents de conteur l'amènent à proposer régulièrement des conférences sur l'astronomie, ou encore des émissions de radio. Sciences Ouest lui ouvrira régulièrement ses colonnes pour que vous soyez encore plus nombreux à profiter des connaissances et expériences qu'il aime tant partager. ■

minutes suivantes, on peut alors suivre le lent déplacement de son rayon sur les quatre pierres verticales ❷, jusqu'à son arrivée au fond de l'allée ❸. Le Soleil poursuit ensuite son ascension dans le ciel pendant que son rayon s'étire sur le sol de l'allée, tel un tapis de lumière se déroulant du fond vers l'entrée (dans la direction de 132°, correspondant à l'orientation pour l'allée couverte) ❹.

Bref, ce que l'on aurait pu prendre pour un décalage de quelques degrés, "défaut" facilement pardonnable vu la taille des pierres constituant l'allée et les moyens de l'époque (l'époque des pyramides, il est vrai !), est en fait, après moult rebondissements, un système savamment orchestré. "Ceux qui ont construit cela maîtrisaient parfaitement ce qu'ils faisaient, car pour atteindre un tel résultat, tout a été obligatoirement pensé puis réalisé précisément et au degré près ! Il n'y a donc aucune place au hasard dans cette construction", conclut Bruno. ■ N.B.

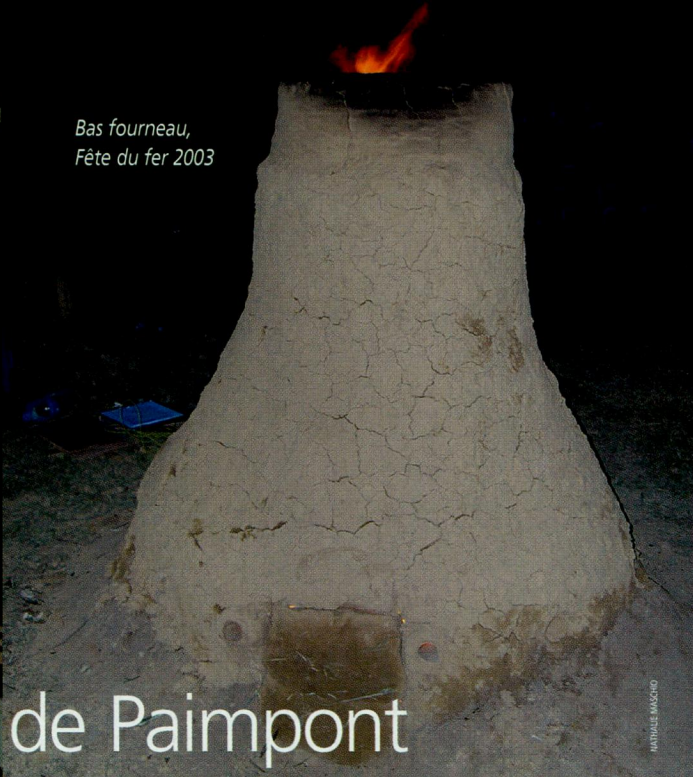
⁽¹⁾ Les horaires indiqués sont en temps légal et non en temps universel.

Contact → Bruno Mauguin,
tél. 02 99 78 37 06,
bruno.mauguin@espace-sciences.org



Cinglage de loupe,
par Régis Aranda.

Bas fourneau,
Fête du fer 2003



Feu les fourneaux de Paimpont

L'expérimentation archéologique permet la redécouverte de savoir-faire oubliés. Ici vous est présenté le cas de la métallurgie avec les bas fourneaux retrouvés en région de Paimpont.

→ Point n'est besoin de rappeler l'importance des forges de Paimpont. Or, si l'utilisation de hauts fourneaux a permis l'industrialisation de la production au milieu du XVII^e siècle, il n'en est pas de même pour la période qui a précédé. Des bas fourneaux étaient alors utilisés, qui ne permettaient d'obtenir qu'une quantité relativement faible de métal, ce qui explique la rareté de ce dernier et la place privilégiée que pouvaient avoir les travailleurs du fer dans les sociétés traditionnelles de ce temps.

La redécouverte d'une activité

C'est d'abord l'archéologie qui a permis de retrouver les traces matérielles de ces fourneaux. Sous la direction de Guy Larcher, un enfant du pays passionné d'archéologie, une équipe a exhumé des bribes du passé millénaire de l'activité métal-



lurgique dans la région de Paimpont. Cela commence à la fin des années 1980 quand il repère plusieurs dizaines de structures probables de bas fourneaux dans les champs labourés. Mais il est impossible de les dater sans une exploration directe. Guy Larcher saisit alors l'opportunité pour effectuer deux fouilles : l'une au bord de l'étang du Perray, l'autre au village de Couédouan en Plélan, qui ont chacune permis de découvrir une activité métallurgique. Au Perray, un four de 1,20 m de diamètre, monté avec des

boudins d'argile, et à Couédouan, un petit atelier de quatre bas fourneaux moins grands, tous deux datés de 2000 ans. Mais les élévations ont disparu et la technologie utilisée reste à bien des égards mystérieuse : quelle était leur hauteur, comment se faisait la ventilation, étaient-ils à usage unique... ?

Une approche scientifique

Pour compléter les connaissances datant du Moyen Âge, Jean-Bernard Vivet, doctorant en archéologie à l'Université de Rennes 1, fouille en 2002 et 2003 un site de la forêt de Paimpont. Mais ses recherches n'ont pour l'instant pas été couronnées de succès. Parallèlement, il mène des expérimentations (reconstitution d'un fourneau) pour valider les explications sur le fonctionnement en rapport avec les traces retrouvées.

On pourrait croire que le recours à l'ethnologie pourrait amener des réponses par rapport aux questions que l'on se pose actuellement. Mais la lecture des études, menées notamment en Afrique, est loin d'être satisfaisante pour le technicien. Si on se tourne vers le Japon où la tradition métallurgique est vivace, les transpositions ne fonctionnent pas car la méthode de travail et le minerai utilisés sont particuliers. Comme l'indique Christophe Colliou, doctorant dans une unité CEA-CNR⁽¹⁾, "On observe dans les bas fourneaux des phénomènes qui, théoriquement, ne devraient pas fonctionner ! Tout est à reprendre." Il s'est alors rapproché d'un forgeron, Régis Aranda, pour une approche plus technique.

Les mesures de paramètres comme la température permettent en effet d'approcher les choses de manière scientifique, mais il y a de nombreux autres critères à prendre en compte. Ainsi des scories de fourneau peuvent être utilisées dans les forges pour accélérer l'oxydation, se retrouvant ensuite dans le métal ! Et si l'on considère que l'on peut tirer d'un bas fourneau une loupe⁽²⁾ de fer de 3 à 4 kilos qui ne donnera, une fois martelée et débarrassée de ses impuretés, que 500 grammes de métal avec lesquels on ne pourra forger qu'une seule épée, on peut imaginer qu'il existe des fours de dimensions beaucoup plus importantes. Mais ceux-ci n'ont encore jamais été repérés.

Les expérimentations ont par ailleurs démontré qu'il faut patiemment attendre que le four soit sec avant de voir une montée en température ; ou encore que le rythme de fabrication des productions doit être respecté : une semaine peut s'écouler entre le chauffage du four et la réalisation de la loupe de fer.

Se dépouiller de notre vision productiviste devient alors un préalable pour la compréhension de ces pratiques disparues ! ■ Jérôme Cucarull

La transmission de ces connaissances

L'association Histoire et patrimoine métallurgique en Brocéliande anime et coordonne l'ensemble des études relatives à ces bas fourneaux, au service d'un projet de développement local. Chaque année en juillet, la fête du fer en est le temps fort. Elle regroupe des artisans venus de la France entière pour présenter leurs savoir-faire. Une forge associative ouverte à tous a également été construite et un projet de conservatoire des savoir-faire de la métallurgie est en gestation. ■

Contact → Association Histoire et patrimoine métallurgique en Brocéliande, Anne-Cécile Turquety, tél. 02 99 09 31 81.

⁽¹⁾ Le laboratoire Pierre Süe. Christophe Colliou réalise des études sur l'approche archéométrique de la réduction directe par procédé direct. ⁽²⁾ Loupe : nom donné à la masse de fer de forme ronde qui est retirée du bas fourneau (voir photo du haut).

Contact → Jérôme Cucarull,

historien consultant (valorisation du patrimoine, de l'histoire et de la culture industriels), tél. 02 23 46 36 95, jerome.cucarull@caramail.com

Les nouvelles technologies dans la cité



Les nouvelles technologies de l'information et de la communication jalonnent notre quotidien, changent nos habitudes et nous créent de nouveaux besoins. Nous vivons de plus en plus "sans fil et en réseau" comme le prouvent ces quelques exemples* :

- Depuis le lancement du Web en 1995, le nombre des internautes est en constante augmentation ;
- Les téléphones mobiles comptabilisent plus d'abonnements que les téléphones fixes ;
- L'utilisation de messages courts (mail, SMS) a explosé.

À l'inverse, certaines nouvelles données de notre quotidien engendrent aussi de nouveaux usages en terme de technologies, comme le vieillissement de la population, la prise en compte du handicap, ou encore des changements dans nos habitudes en terme de logement qui modifient la structure et la configuration des appartements.

Le colloque "Nouvelles technologies dans la cité", organisé en décembre 2003 par l'IETR, a été l'occasion de se pencher sur ces questions. Vous trouverez dans ce dossier quelques éléments de réflexion et des exemples de nouveaux services proposés par des acteurs publics et privés de la région Bretagne. ■ N.B.

*Les éléments proviennent en partie d'une conférence (Quel Internet, quels usages pour demain ?) donnée par Daniel Kaplan, délégué général de la Fondation de l'Internet nouvelle génération (Fing) lors de la matinale de Rennes Atalante, le 27 novembre 2003. ■



Rennes Atalante

Rens. → www.fing.org

Un premier rendez-vous

Le colloque "Les nouvelles technologies dans la cité" a eu lieu le 11 décembre 2003 sur le campus de Beaulieu, sur l'initiative de l'Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes (IETR).

→ Président du comité de programme, le délégué régional à la Recherche et à la Technologie, Louis Bertel, a annoncé, lors de la séance d'ouverture, que les nouvelles technologies pour la société font l'objet d'un nouveau département au sein du ministère et que des appels à proposition ont été lancés. Par ailleurs, parmi les priorités de financement pour 2004, on trouve : la lutte contre le cancer, les nouvelles épidémies et la recherche contre le vieillissement et le handicap. "J'espère que ce colloque sera l'occasion de l'émergence de collaborations pluridisciplinaires visant à ouvrir le plus de portes possibles !", a-t-il souligné.

Cette journée, qui était donc axée sur les nouvelles technologies et le handicap, fut en effet riche d'échanges entre les 180 inscrits et les 33 intervenants. Autour de ces questions de société : vieillissement de la population, changements dans nos habitudes de vie..., les réponses sont aussi bien techniques que sociologiques. "Innover dans les applications et les objets utilisant des micro et des nanotechnologies nécessite de vérifier, dès leur



Séance d'ouverture du colloque. De gauche à droite : Laurent Lejard, journaliste ; Jean-Jacques Montois, directeur de l'IUT de Saint-Malo ; Louis Bertel, délégué régional à la Recherche et à la Technologie ; Patrice Barbel, DESS DRI ; Daniel Thouroude, directeur de l'IETR ; Bertrand Fortin, président de l'Université de Rennes 1 et Alain Girard, directeur de l'UFR SPM.

conception, qu'ils ont du sens pour les utilisateurs", a précisé Philippe Mallein*, sociologue de l'usage au CNRS. ■

Contact → Patrice Barbel, professeur agrégé à l'IETR, tél. 02 23 23 55 94, patrice.barbel@univ-rennes1.fr

*Philippe Mallein est directeur du Laboratoire usage, conception, évaluation (Luce), qui est né en janvier 2003 d'une volonté du département Stic⁽¹⁾ du CNRS d'approfondir des travaux sur l'usage des nouveaux produits, services ou procédés intégrant des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Le Luce rassemble des chercheurs issus du CNRS, des universités de Grenoble, de l'École normale supérieure (lettres et sciences humaines) et de l'École centrale. ■

Contact → Philippe Mallein, philippe.mallein@upmf-grenoble.fr

Domotique et réseaux intérieurs, une originalité bretonne

Daniel Thouroude est directeur de l'Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes (IETR), mais également responsable du DESS Domotique et réseaux intérieurs (DRI).

Sciences Ouest : Quel a été le moteur de l'organisation de ce colloque ?

Daniel Thouroude : Notre attention était tout d'abord de mieux faire connaître le DESS DRI, mais aussi de faire se rencontrer les différents acteurs, qu'ils soient constructeurs ou architectes... et de croiser différents points de vue.

S.O. : Peut-on dire que la Bretagne se démarque sur ce sujet ?

D.T. : Ce colloque était en effet une occasion de valoriser les compétences régionales. Je pense en particulier à la société de domotique Delta Dore à Combourg (35), de renommée européenne, et qui est à l'origine des formations en domotique sur Rennes ; ou encore aux unités de France Télécom R&D à Rennes ou à Lannion. ■

Contacts → Daniel Thouroude, directeur de l'IETR, tél. 02 23 23 62 07, daniel.thouroude@univ-rennes1.fr ; Jean-Jacques Montois, directeur de l'IUT de Saint-Malo, tél. 02 99 21 08 50, jean-jacques.montois@iutsm.univ-rennes1.fr

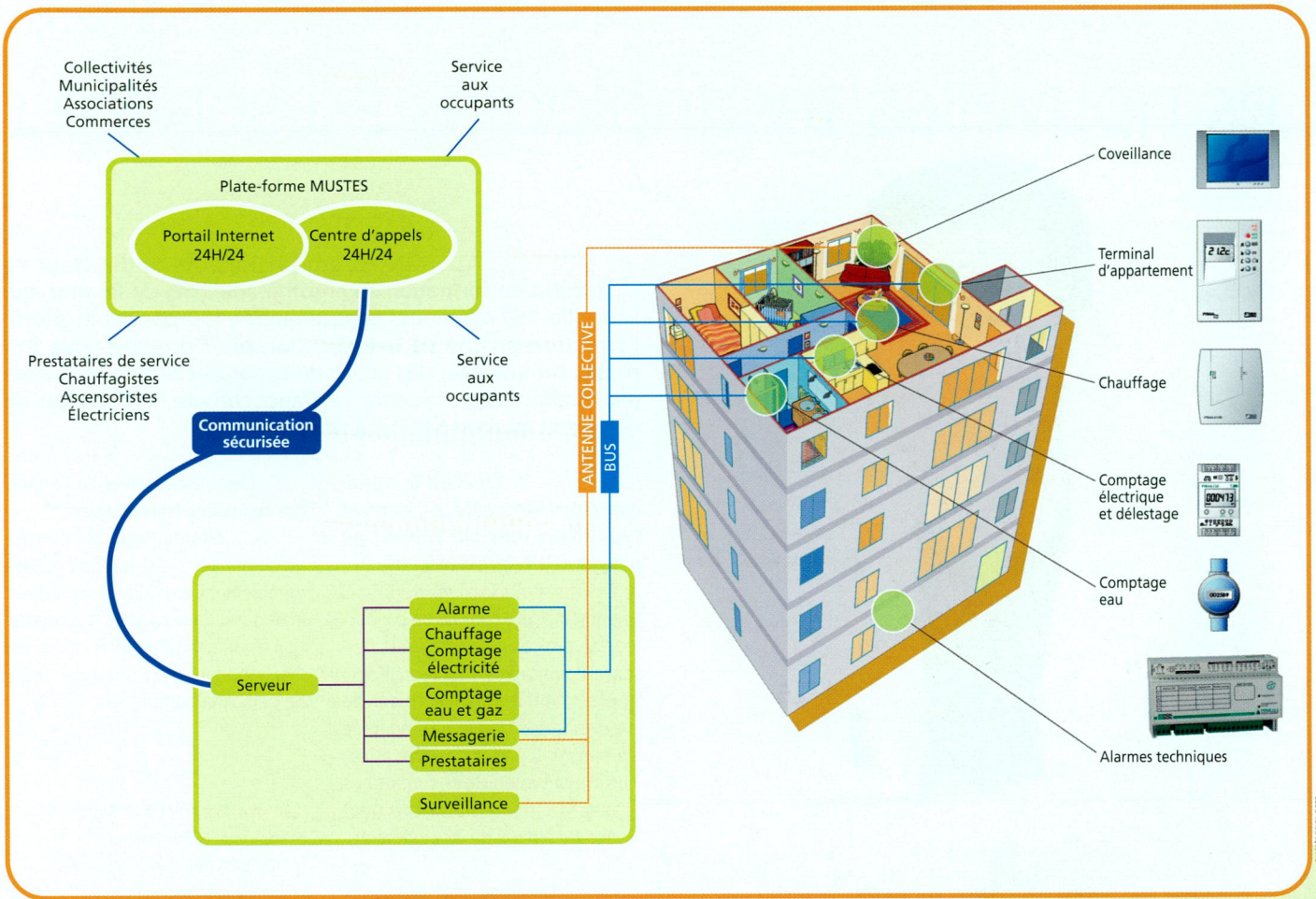
Le DESS Domotique et réseaux intérieurs

La formation était à l'origine un DU⁽²⁾ de domotique axé sur la technique du bâti, créé sur l'initiative de Delta Dore (voir article ci-contre) en 1990. La domotique traverse alors une crise d'identité - considérée comme un gadget coûteux - et la formation doit évoluer. Elle dépasse alors le concept de la domotique en intégrant la problématique des réseaux et devient le DESS Domotique et réseaux intérieurs (DRI), lancé en 2000 dans le cadre d'un plan quadriennal. La réunion de ces deux approches a ceci d'original qu'elle regroupe les sciences du bâti et les nouvelles technologies qui sont des disciplines habituellement enseignées séparément. Le DESS accueille une douzaine d'étudiants d'origines diverses : électroniciens, informaticiens, physiciens s'y côtoient et les étudiants en architecture, encore peu nombreux, sont également attendus. Aujourd'hui, c'est le label LMD⁽³⁾ qui est visé. Le master professionnel, en cours d'habilitation, sera ouvert à la rentrée 2004 et proposera trois secteurs de spécialisation :

- Gestion et services (télégestion et relève à distance)
- Automatisation et objets communicants (applications en domotique)
- Santé et handicap.

"Je souhaite vraiment que les étudiants ciblent mieux leur secteur de sortie", souligne Daniel Thouroude.

Proposée par l'UFR "Structure et propriétés de la matière" de l'Université de Rennes 1 et le département "Génie des télécommunications et réseaux" de l'IUT de Saint-Malo, la formation compte de nombreux partenaires parmi lesquels France Télécom R&D, Delta Dore et la société Access Qualité (dans le domaine de la santé et de l'environnement). ■



Delta Dore remet la domotique au goût du jour

La domotique avait manqué sa percée, mais le développement des nouvelles technologies la remet aujourd'hui au goût du jour. Démonstration avec Delta Dore, une société bretonne spécialisée dans ce domaine et reconnue à l'international.

→ Déclenchement automatique de la porte du garage, ou encore de la fontaine et de l'éclairage du jardin quand s'annonce un invité..., la maison imaginée par Jacques Tati, dès 1958, pour Monsieur Hulot, faisait rêver. Et pourtant, le succès ne fut pas au rendez-vous. La domotique souffre d'un déficit d'image depuis une dizaine d'années. Considérés comme superflus et coûteux, les équipements domotiques n'ont pas réussi à s'installer de façon pérenne dans la maison.

Implantée à Combourg (Ille-et-Vilaine) depuis 1970, la société Delta Dore, qui conçoit et fabrique du matériel électronique pour le domaine de l'habitat : thermique, automatisme, alarme..., a subi cette désaffection, mais revient aujourd'hui sur le devant de la scène avec

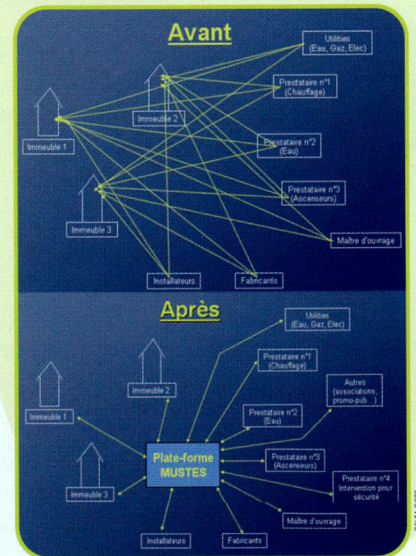
un produit d'immo-tique (pour immeuble) innovant, récompensé lors du dernier salon Bâtimat en novembre 2003.

Un bâtiment communicant

La plate-forme Mustes-Concept (pour Multimédia téléservices) est destinée à l'habitat collectif. Elle permet de relier directement le gestionnaire aux résidents via une connexion sécurisée qui arrive au pied de l'immeuble et dessert ensuite chacun des appartements (voir schéma ci-dessus). Cette connexion permet la gestion de quatre alarmes techniques au choix (alarme ascenseur, porte bloquée, pompe de relevage ou VMC) et propose une chaîne de messagerie. Les informations communiquées sur

cette dernière concernent la vie de l'immeuble (date du dépannage de l'ascenseur) ou le quotidien (température extérieure, numéros d'urgence, manifestations locales...), et sont visibles sur l'écran de télévision. "Nous avons choisi ce support car il est, d'une part, dans tous les foyers et, d'autre part, bien maîtrisé et donc accepté, notamment par les personnes âgées", explique Loïc Heuze, du directoire des ventes chez Delta Dore. L'offre de base peut être enrichie de diverses options comme la régulation du chauffage, le relevé journalier de la consommation d'eau ou le routage d'alarme.

Le but : simplifier, optimiser et changer totalement l'approche de la gestion des parcs de logements collectifs. La plate-forme Mustes-Concept permet au gestionnaire de mutualiser ses contacts avec ses différents prestataires (chauffage, ascenseur...) ce qui facilite la maintenance des bâtiments et fidélise les résidents.



La plate-forme Mustes-Concept permet au gestionnaire de mutualiser ses contacts avec ses différents prestataires (chauffage, ascenseur...) ce qui facilite la maintenance des bâtiments.

Delta Dore a d'ores et déjà équipé trois sites et deux autres vont l'être très prochainement en Bretagne : l'un, de 60 logements, à Dol-de-Bretagne et l'autre, de 80 logements, à Saint-Malo. ■ **N.B.**

Contact → Loïc Heuze, Delta Dore, tél. 02 99 73 49 74, www.deltadore.com

Les nouvelles technologies au service de



JEAN-YVES BAUSSON est ergothérapeute et directeur de l'Institut de formation en ergothérapie (IFE) de Rennes, qui accueille 150 étudiants chaque année (50 par promotion). Formation proche de la kinésithérapie, l'ergothérapie fait partie, comme elle, des professions paramédicales encadrées par le ministère de la Santé. La France compte huit instituts de ce type et environ 5 000 ergothérapeutes.

Sciences Ouest : *Quel est le travail d'un ergothérapeute ? Comment vous situez-vous par rapport au patient et à l'équipe médicale ?*

Jean-Yves Bausson : Je définirais l'ergothérapeute comme un conducteur de projet au service de la personne handicapée. Ni informaticien, ni électronicien, son rôle est de trouver la solution la plus adaptée au patient. Il part du patient. Ainsi, un travail avec deux personnes ayant le même handicap peut aboutir à deux projets différents.

S.O. : *Que pensez-vous de l'apport des nouvelles technologies ?*

J.-Y.B. : L'informatique et l'électronique ont permis d'améliorer considérablement la qualité des produits, mais aussi leurs capacités d'adaptation et de transférabilité, ce qui est très important dans notre démarche de personnalisation. ■

Contact → Jean-Yves Bausson, directeur de l'IFE de Rennes, tél. 02 99 59 30 57, i.f.e.rennes@wanadoo.fr, <http://perso.wanadoo.fr/ifergorennes/>

PHILIPPE GALLIEN est médecin rééducateur, responsable du service de rééducation adulte au CHU de Ponchaillou. Ce service dispose de 38 lits en hospitalisation complète et accueille quotidiennement une trentaine de personnes en hôpital de jour.

Sciences Ouest : *En tant que médecin rééducateur, travaillez-vous en relation avec des concepteurs de produits ?*

Philippe Gallien : Non. Nous ne sommes pas suffisamment contactés et en tout cas pas à la source au niveau des besoins. Il y a un manque de ponts réels entre le monde de l'hôpital et les ingénieurs. Du coup, les appareils qui sortent sont souvent en décalage, soit trop sophistiqués, soit trop chers pour les patients. L'accessibilité est en effet un gros problème, car au-delà du handicap physique, il existe aussi parfois un handicap financier ou social.

S.O. : *Que pensez-vous de l'apport des nouvelles technologies par rapport au handicap ?*

P.G. : En ce qui concerne les télécoms, les apports pour les personnes handicapées sont indéniables. Ils répondent à un besoin évident d'échanges. Et puis, dans ce domaine, les produits sont relative-

ment accessibles. Les outils développés pour le télétravail, par exemple, permettent de valoriser la personne handicapée. Mais attention : il existe cependant des risques d'isolement informatique.

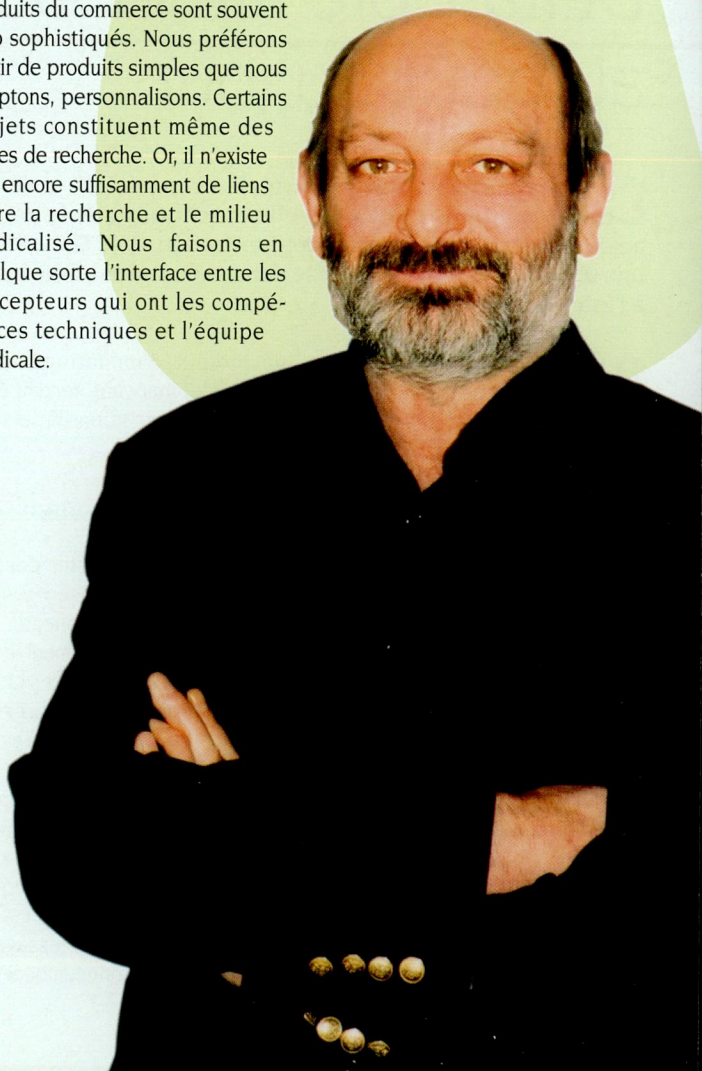
S.O. : *Laissons quelques instants de côté les contraintes financières ou techniques : quelle serait l'aide la plus précieuse que vous pourriez fournir à une personne handicapée ?*

P.G. : Évidemment, on souhaiterait ne rien avoir à lui fournir, à part lui permettre de sortir naturellement de l'hôpital... Je lui offrirais un logement adapté, car la domotique est un apport évident vers l'autonomie. Mais je lui offrirais surtout une aide humaine ! La technique, c'est bien, mais on ne peut pas envisager un environnement entièrement domotisé. ■

Contact → Philippe Gallien, tél. 02 99 28 42 18, philippe.gallien@chu-rennes.fr

S.O. : *Quelles relations avez-vous avec les concepteurs de produits ?*

J.-Y.B. : Nous les sollicitons car les produits du commerce sont souvent trop sophistiqués. Nous préférons partir de produits simples que nous adaptons, personnalisons. Certains projets constituent même des pistes de recherche. Or, il n'existe pas encore suffisamment de liens entre la recherche et le milieu médicalisé. Nous faisons en quelque sorte l'interface entre les concepteurs qui ont les compétences techniques et l'équipe médicale.



la médecine et du handicap

JEAN-PIERRE GAILLARD est maître de conférences en psychologie expérimentale et directeur du DESS psychologie du travail et ergonomie. Spécialisé en ergonomie cognitive et en perception visuelle, il a collaboré avec l'Inria sur un projet de robotique médicale et travaille aujourd'hui sur l'aide technique pour handicapé.

Sciences Ouest : *Quand on associe les termes recherche et handicap, c'est la recherche médicale en génétique, avec le téléthon, qui vient tout de suite à l'esprit. Mais vous ne vous situez pas dans ce champ-là ?*

Jean-Pierre Gaillard : Non effectivement. Nous travaillons sur une voie parallèle à la recherche médicale qui consiste à chercher des aides techniques pour suppléer une fonction déficiente - comme un fauteuil intelligent pour suppléer la marche -, alors que du côté médical, on cherche à restaurer la déficience - restauration physiologique par stimulation des muscles, par exemple -. Nous manquons complètement de visibilité, mais nous cherchons à faire bouger les choses (voir encadré ci-dessous).

S.O. : *Pourriez-vous nous donner un exemple concret ?*

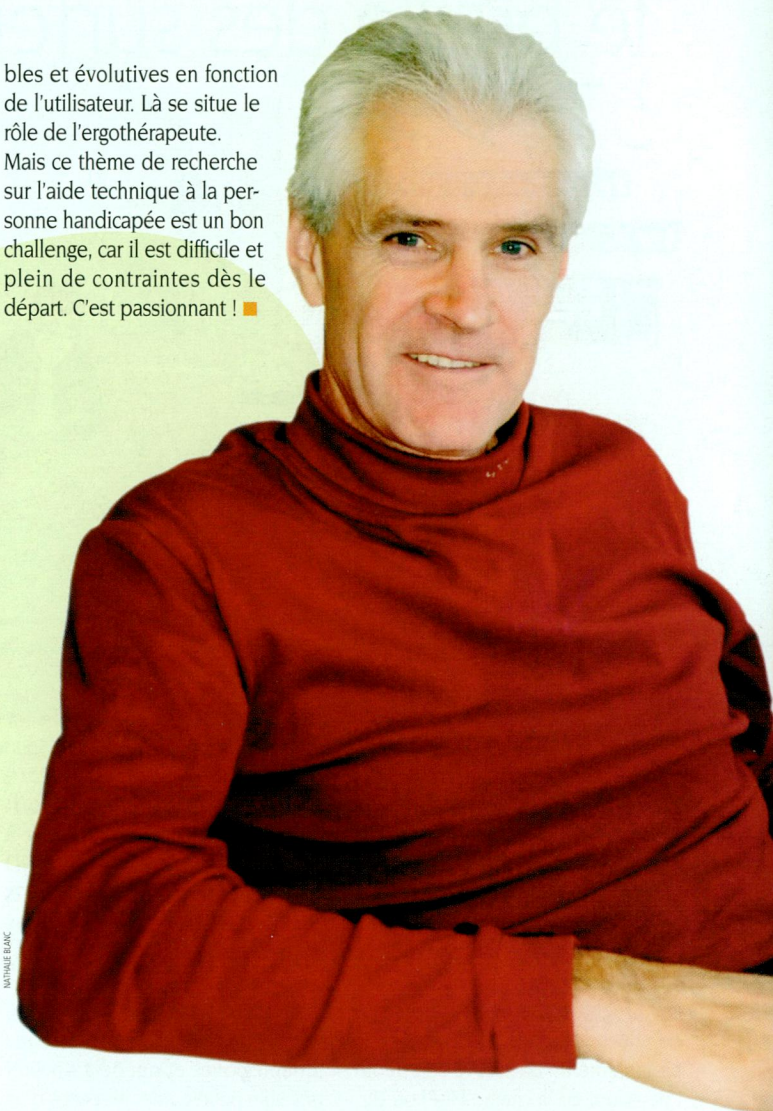
J.-P.G. : Nous travaillons avec l'idée d'utiliser au maximum les capacités motrices de la personne handi-

capée. Car l'implication dans le contrôle et la commande est perçue comme très positif par quelqu'un qui n'a déjà pas le contrôle de son environnement. Nous avons déjà mis au point deux outils : Manus, un bras articulé qui se fixe sur un fauteuil et Master qui fonctionne également avec un bras, mais sur une station de travail fixe, pour des tâches plus figées. Des essais cliniques ont été réalisés, les deux outils sont commercialisés depuis des années mais il reste un blocage : celui du prix. Nous avons donc maintenant un autre parti pris dans nos recherches : utiliser les technologies les plus simples et des produits du commerce (capteurs d'appareil photo, objets en plastique, roulettes...) pour obtenir au final un appareil qui soit le moins cher possible. Manus sur base mobile est actuellement au stade de la maquette.

S.O. : *Travaillez-vous beaucoup avec les ergothérapeutes et les patients eux-mêmes ?*

J.-P.G. : Pas tout de suite car nous nous situons bien en amont. Notre démarche est empirique et très progressive. Nous nous mettons à la place de l'utilisateur qui, au départ, n'est même pas une personne handicapée, pour mettre au point une forme de coopération entre l'Homme et l'outil : comment le contrôler et le télémanipuler. En résulte une architecture de base dont les interfaces seront modula-

bles et évolutives en fonction de l'utilisateur. Là se situe le rôle de l'ergothérapeute. Mais ce thème de recherche sur l'aide technique à la personne handicapée est un bon challenge, car il est difficile et plein de contraintes dès le départ. C'est passionnant ! ■



Contact → Jean-Pierre Gaillard, UFR sciences humaines, département psychologie à l'Université Rennes 2, tél. 02 99 14 19 43, jean-pierre.gaillard@uhb.fr

Quand la prise en compte du handicap fait des émules

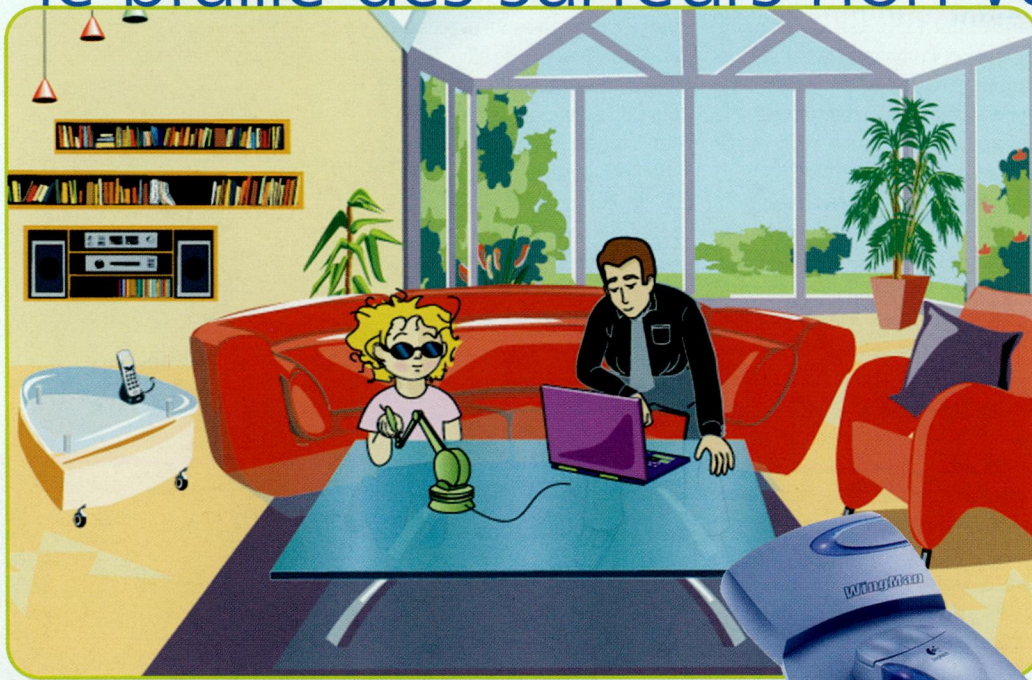
L'idée de la création du groupement d'intérêt scientifique Ifrath (Institut fédératif de recherche sur les aides techniques pour personnes handicapées) est née il y a quatre ans, afin de réunir la communauté technologique et d'identifier les différents savoir-faire sur le sujet en France. Résultat : environ 250 personnes issues de structures très diverses sont concernées et des journées scientifiques sont régulièrement organisées. Autre conséquence : l'initiative a été relevée par le CNRS qui l'a alors soutenue en créant un réseau handicap au sein du département des Sciences et technologies de l'information et de la communication (Stic). Depuis, un Groupement de recherche (GDR) CNRS/Inserm sur la santé a été créé au niveau national et comporte le handicap parmi ses cinq thèmes de recherche. La présentation de ce GDR a eu lieu en décembre dernier à Paris. La prise en compte du handicap est désormais reconnue et identifiée au niveau institutionnel.

"Il reste maintenant à mettre en place le réseau régional, souligne Jean-Pierre Gaillard, qui a des idées pour la Bretagne. La région est en effet un bon échelon pour des relations fonctionnelles au niveau scientifique." ■

Contact → Jean-Pierre Gaillard est membre du comité de pilotage du GDR CNRS/Inserm.

L'haptique⁽¹⁾,

le braille des surfeurs non voyants



Souris haptique.

La France compte trois millions de déficients visuels dont 60 000 aveugles. Peu de services sont pourtant adaptés à ces personnes. Depuis plusieurs années, France Télécom R&D prend en compte les personnes handicapées dans ses projets de recherche. Rencontre avec une équipe de Rennes travaillant sur un service de Web haptique.

→ Qui a déjà imaginé se passer de télécommande pour changer de programme ou baisser le son de la télévision, de la chaîne Hi-Fi ou du DVD ? Cet objet, dont on a même maintenant au moins 3 ou 4 exemplaires alignés sur le bord du meuble du salon, a pourtant été conçu initialement pour les personnes handicapées. C'est également le cas du téléphone à grosses touches créé pour les malvoyants et qui rencontre un véritable succès auprès des garagistes, par exemple,

ou encore du système de commande par les yeux destiné aux tétraplégiques et qui peut s'avérer très utile pour tourner les pages d'un livre de recettes quand les mains sont dans la farine !

Accessibilité pour tous

Au-delà du fait que les contraintes sont sources de créations et d'innovations, France Télécom R&D prend en compte le handicap dans ses recherches depuis plus de deux ans : le projet "défiScience", qui se décline sous

plusieurs - déficiences physique, auditive et visuelle -, concerne une vingtaine de personnes réparties sur tout le territoire. À Rennes, Odile Cornil, Isabelle Rannou et Éric Pouriel travaillent sur le développement de nouveaux services pour des personnes non voyantes et malvoyantes : un service de Web haptique. "L'idée de départ, précise Odile Cornil, est de partir d'une situation extrême, ici la déficience visuelle, pour créer des services accessibles à tous." Pas question en effet de créer deux sites Internet parallèles, un pour les voyants, un pour les non-voyants ! "Le désir exprimé par toutes les personnes handicapées que nous avons rencontrées est clair : faire comme tout le monde, utiliser les mêmes outils, les même objets que les autres", explique Isabelle Rannou.

Or, les recherches montrent vite qu'il n'existe pas grand-chose d'accessible par tous. La société actuelle, qui privilégie l'image et

Des scénarios ont été réalisés pour illustrer les nouveaux services : ici un jeu permettant à voyants et non-voyants de collaborer.

le graphisme, ne prend pas du tout en compte les déficients visuels : il n'existe, par exemple, aucun jeu vidéo pour les malvoyants. "Or, les enfants sont demandeurs ! J'ai rencontré un enfant malvoyant maîtrisant parfaitement un jeu électronique rien qu'au son !", poursuit-elle.

Ludique et haptique

Les premières étapes du projet Web haptique ont consisté, d'une part, à faire le point sur la technique : souris, bras articulé avec sensation de retour de force, ou gant (cette dernière technologie étant encore très confidentielle vu son prix) et, d'autre part, à déterminer le type de public (jeunes seniors, adultes et enfants) et ses attentes. Celles-ci se révèlent être concentrées autour de la recherche d'informations, des échanges et du jeu.

Des exemples de services pouvant être rendus grâce à l'haptique ont alors été illustrés, comme la préparation d'un voyage : en plus de l'environnement sonore couramment utilisé, un non-voyant pourra appréhender la carte d'un pays en en suivant le contour à l'aide d'une souris haptique, c'est-à-dire qui transmet des changements de sensation (vibrations, par exemple) selon qu'elle se trouve sur la terre ou sur la mer.

Dans la suite du cheminement de l'étude (réalisation des prototypes et des tests avec les utilisateurs), c'est la thématique du jeu qui a plutôt été privilégiée. "Le jeu est en effet un thème consensuel qui concerne une population très à l'aise avec les nouvelles technologies et qui implique des échanges intergénérationnels ou encore entre non-voyants et voyants", explique encore Odile Cornil. 2004 sera donc ludique... ■ **N.B.**

⁽¹⁾ Haptique : (du grec haptain qui veut dire toucher), qui désigne des interfaces donnant des sensations par le toucher, notamment par le retour d'effort. L'haptique permet de toucher

Contact → Odile Cornil, tél. 02 99 12 42 95, odile.cornil@francetelecom.com

Partenaires et références du projet déficiences visuelles

- Le Cesdva : Centre d'éducation sensorielle pour déficients visuels et aveugles à Rennes. Mme Loriau (directrice depuis 2003), Mme Lebrun et M. Lardic (précédent directeur).
- Bruno Quellec de l'Ipidv (Institut pour l'insertion des déficients visuels) à Brest, pour son rapport "Impressions nocturnes", diplôme universitaire des professionnels de l'insertion des travailleurs handicapés, décembre 1997.
- Bruce Roy, architecte, pour son rapport "L'invisible sensible", projet d'établissement d'enseignement pour enfants déficients visuels, juin 1996. ■

Reconstruire la parole

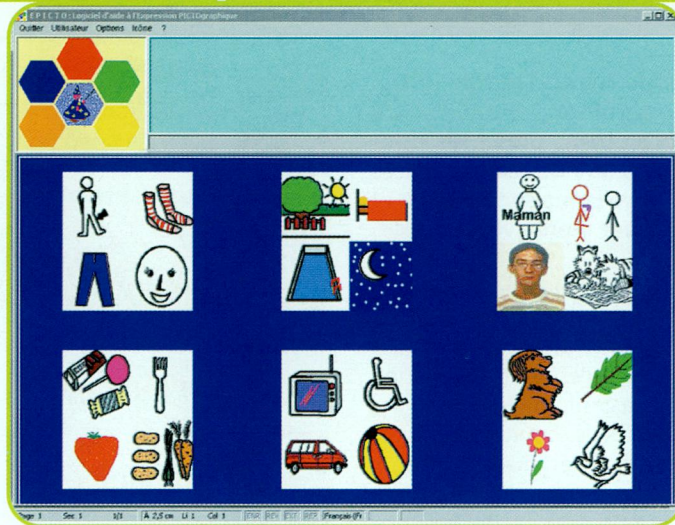


Bonjour

Imaginer un système de communication palliative pour les infirmes moteurs cérébraux, tel était l'enjeu des travaux de Maryvonne Abraham de l'ENST-Bretagne. Mêlant informatique et linguistique, le pari est réussi mais un gros effort doit être fait pour étendre le lexique et élargir l'audience à diverses applications.

Le projet est né dans les années 80 : lancé par le Cnet⁽¹⁾ - Lannion et le Centre mutualiste de rééducation et de réadaptation fonctionnelles (CMRRF) de Kerpape (56), il avait pour but de valoriser les recherches sur la parole et la synthèse vocale pour l'aide aux handicapés de la parole. Et depuis 1997, les travaux en sciences cognitives s'appuyant sur les nouvelles technologies ont permis à l'ENST-Bretagne de réaliser une "machine à parler".

Les Infirmes moteurs cérébraux (IMC) sont des personnes qui présentent de graves déformations leur procurant de grosses difficultés à parler et à articuler. Mais la plupart ont toute leur tête et peuvent donc travailler mentalement. "C'est tout ce qui leur reste", souligne Maryvonne Abraham, porteur du projet à l'ENST-Bretagne. Arriver à communiquer est donc essentiel, pour qu'ils puissent faire des études." Diplômée en informatique, linguistique et en ethnologie, Maryvonne Abraham était tout à fait armée pour se lancer dans l'aventure. "J'ai beaucoup été à



Dans la catégorie des noms, les mots sont encore classés : corps et vêtements, lieux, pronoms, aliments, modes de transport, animaux...

l'écoute des gens, c'est très important dans le cas de la prise en compte du handicap, je me suis documentée - ouvrage du psychologue Jean Piaget sur l'apprentissage du langage par les enfants, j'ai pris connaissance des méthodes existantes, comme l'utilisation des codes par les orthophonistes..., pour arriver à ce mode de communication avec des pictogrammes."

Le projet se décompose en deux parties : la mise au point d'un modèle du système de la langue, d'une part, et d'une représentation pictographique simple des mots du lexique et des fonctions encodées par la grammaire, à partir d'un modèle cognitif du fonctionnement langagier, d'autre part.

Or, l'étape d'illustration pictographique peut s'avérer délicate : s'il est facile d'illustrer les verbes d'action ou encodant une transformation grâce notamment à l'informatique, qui permet de créer des



Merci Au revoir

très, trop, discrète. "Mon but est aujourd'hui de la montrer et d'en parler !, explique Maryvonne Abraham. Je souhaite faire partager cette expérience, montrer les difficultés rencontrées pour continuer à avancer."



J'irai à la plage

icônes en mouvement, tout n'est pas si simple. Les verbes "mentaux", par exemple, sont un vrai casse-tête. "Cela revient à concevoir une nouvelle écriture de la langue qui ne doit pas introduire de distorsion par rapport à la langue naturelle", précise Maryvonne Abraham. Par ailleurs, "Certains handicapés ne reconnaissent pas les pictogrammes ; ou encore, certains enfants reconnaissent des photos d'animaux mais pas les dessins ! Il faut toujours inventer !", poursuit-elle.

Concrètement, l'enfant choisit les mots dans les différentes catégories proposées : noms, verbes, adjectifs, fonctions... Une fois les pictogrammes sélectionnés et mis "dans l'ordre de la phrase française", la phrase s'affiche et peut être énoncée par l'ordinateur.

Industrialisée depuis 2000, la machine permet la génération de phrases assez simples, en français, mais son utilisation reste encore

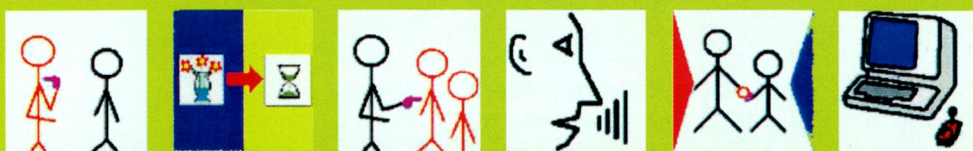
Et pour cela, Maryvonne Abraham a plein d'idées : sans les interfaces informatiques adaptées au handicap et mises en place grâce aux ergothérapeutes, la machine peut servir de jeu à des enfants non handicapés. "Elle peut s'intégrer comme support à l'alphabétisation. Souvent, quand je vais dans des salons, je la laisse en libre-service et les enfants se l'approprient sans problèmes !"

Encore un exemple d'élargissement possible des applications d'un outil conçu au départ pour une catégorie de personnes bien ciblée. ■

N.B.



La jument court sur la route



Je vous parle avec l'ordinateur



Il fait beau

⁽¹⁾ Cnet : Centre national d'études en télécommunication.

La maison de demain



Les scientifiques du studio créatif de France Télécom R&D à Rennes imaginent notre avenir... Ils s'affranchissent d'abord de la technique, imaginent les projets les plus fous pour ensuite les illustrer et donner corps à de nouveaux services dans leur "laboratoire" : la toute nouvelle maison sensible et audiovisuelle. *Sciences Ouest* est allé leur rendre visite.

→ Appareils photo numériques, écrans plats, vidéoprojecteurs, ou encore téléphones portables avec écran... jalonnent notre quotidien. La demande de loisir en audiovisuel est en augmentation constante depuis ces dernières années et la totalité des appareils précités est désormais disponible en grandes surfaces. Nous sommes incontestablement à l'ère de l'image, comme l'a souligné Thierry Breton, le P-dg de France Télécom lors d'une conférence de presse en novembre dernier.

À Rennes, le travail de l'équipe du studio créatif de France Télécom R&D⁽¹⁾, dans son rôle de veille et d'anticipation, se situe donc évidemment au cœur de l'image. Ancrée dans les technologies sans pour autant être liée au développement, son activité créatrice a pour objectif de faire émerger de nouvelles idées en croisant les points de vue des équipes techniques, marketing..., mais aussi et surtout en prenant l'avis de l'utilisateur final : le consommateur. Les idées sont ensuite illustrées au sein d'un laboratoire peu

commun : inaugurée pour la première fois en 1998, la maison communicante était axée sur la domotique traditionnelle, dont le but principal était la gestion automatique des éléments de confort et de sécurité (chauffage, éclairage, volets...). "Suivant le changement des priorités, nous avons délaissé le côté fonctionnel pour privilégier l'aspect loisir. La maison a donc été rebaptisée : maison sensible et audiovisuelle", explique Bernard Marquet, un responsable de l'unité R&D.

Ambiances à la carte

Pour illustrer le côté audiovisuel : le portail de décors interactifs. Une passerelle reliée à Internet par une connexion haut débit (style ADSL) est en liaison, via des liaisons Bluetooth⁽²⁾ avec différents périphériques disséminés dans la maison : ordinateur sans fil (PC tablette), vidéoprojecteur, commandes de l'éclairage et des volets roulants... Bien installé dans votre canapé, vous vous connectez alors sur le portail d'ambiance et choisissez un thème



La bibliothèque électronique
Créée dans l'esprit de cet espace furtif souvent positionné à l'entrée de la maison : le bout de table ou d'étagère où l'on pose ses clés, le courrier..., où l'on voit ce qui est arrivé..., la bibliothèque électronique est un lieu d'échange. Cartes postales, photos, messages pour tous ou personnels, tout y est "posé" !

parmi les trois grandes catégories (exprimées par les consommateurs lors d'une étude) : rêver, voyager ; recevoir, ou habiller ma maison. Ce soir, c'est soirée "tapas" ? L'ambiance mexicaine conviendra parfaitement. En un clin d'œil, l'éclairage tourne aux couleurs chaudes, les volets se ferment, un décor mexicain est projeté sur le mur de votre salon et la musique adéquate est sélectionnée. Le tout aussi facilement et rapidement que la navigation sur n'importe quel autre site Internet et aussi intuitivement que le fait de choisir un CD sur l'étagère. Plus original, dans la catégorie "rêver, voyager" : vous pouvez sélectionner une des très nombreuses webcams en faction sur notre planète. Avec celle postée à la sortie du métro de Tokyo, par exemple, vous vous retrouverez plongé, toujours confortablement calé entre les coussins de votre canapé, au milieu de la foule fourmillante qui apparaît presque grandeur nature face à vous, ambiance sonore à l'appui !

Se connecter à Internet en allumant une bougie

L'aspect "sensible" de la maison est une dimension très forte au sein du studio créatif. Il s'agit d'une réflexion sur de nouvelles formes d'interaction gestuelles ou intuitives avec les objets. "Nous cherchons à enrichir la fonction de l'objet", poursuit Bernard Marquet. Ainsi cet objet "zen" constitué d'une bougie sur un

support. Activé par la chaleur dégagée par la bougie allumée, un capteur de température communique avec la passerelle de la maison qui se connecte à Internet et déclenche l'animation "zen" sur le portail d'ambiance. Une autre façon de se connecter à Internet. "On peut tout aussi bien imaginer des capteurs de bruit, de lumière, de mouvement...", poursuit Bernard Marquet. Notre travail consiste actuellement à ce que l'ajout de ce capteur, c'est-à-dire la partie communicante, ne soit pas en décalage avec le prix initial de l'objet. Achetée telle quelle, la bougie doit aussi être facilement paramétrable une fois posée dans le salon."

Grâce aux progrès de la technique : haut débit, réseaux sans fil, qualité de l'image et de la compression, ces exemples, encore à l'état de prototype, sont tout à fait concrétisables. D'autres concepts, en revanche, comme le mobile à messages ou la bibliothèque électronique (voir photos) nécessitent encore quelques évolutions technologiques. Ce n'est qu'une question de temps, avant de pouvoir vivre "sensiblement et audiovisuellement" ! ■ **N.B.**

L'arbre à messages : une autre façon de voir le mobile

Le mobile est en ce moment un objet décoratif en vogue.

Doté d'écrans souples, cet arbre à messages reprend le concept et l'associe à celui des "post-it" ou des SMS pour distribuer les messages rapides à toute la famille.



⁽¹⁾ La démarche du studio créatif, une équipe multidisciplinaire intégrant des profils issus des sciences de l'ingénieur et des sciences humaines et sociales, a déjà été présentée dans le n° 181 de Sciences Ouest (octobre 2001), elle concernait les aspects de réalité virtuelle. ⁽²⁾ Liaison Bluetooth : liaison sans fil (hertzienne, 2,4GHz) de courte portée (5 à 10 m) permettant de relier entre eux différents périphériques (souris, portable, oreillette).

Contact → Bernard Marquet, tél. 02 99 12 45 52, bernard.marquet@francetelecom.com



Les textes des contributions
au colloque du 11 décembre 2003
sont téléchargeables sur ce site.

→ <http://tic-cite.univ-rennes1.fr>

Pour en savoir plus...

Conférences

Rencontres handicap et nouvelles technologies

Organisé par l'Agence de développement industriel du Trégor (Adit), ce cycle de rencontres a pour objectif de réunir les différentes populations impliquées (chercheurs, médecins des hôpitaux et des centres de rééducation, chefs d'entreprises...) autour d'un thème qui constitue un défi scientifique majeur et un enjeu industriel important. Initié en décembre 2003, le cycle se poursuit tout au long de l'année 2004 :

- Le 25 mars à Lorient au Palais des Congrès.
- En avril ou mai à Rennes.
- En juin à Lannion (colloque bilan).



Rens. → Agnès Roumiguère, tél. 02 96 05 82 50,
handilab@technopole-anticipa.com
L'ensemble des informations est téléchargeable
sur le site → www.technopole-anticipa.com

Les petits déjeuners des TIC

Organisés par la Chambre de commerce et d'industrie de Rennes et ses partenaires, les "petits déjeuners des TIC" sont des ateliers destinés aux entreprises et aux collectivités pour s'informer et échanger sur les usages des technologies de l'information et de la communication. Ils ont lieu de 8 h à 10 h 30 à la Chambre de commerce et d'industrie de Rennes.

- 24 février : Connecter son entreprise à Internet : tour d'horizon des offres disponibles sur Rennes et sa région.
 - 9 mars : Quelles sont les règles juridiques à respecter dans la création et l'administration d'un site Web ?
 - 23 mars : Les outils de la mobilité : vers l'entreprise nomade.
- 11 rendez-vous sont prévus d'ici la fin du mois de juin.



Rens. → Sylvie Piron-Rouzel, tél. 02 99 33 63 04,
spiron@rennes.cci.fr

À lire

Évolutions technologiques, dynamiques des âges et vieillissement de la population

Un ouvrage publié à mi-parcours du programme éponyme, initié par la Mission recherche (Mire) et la Caisse nationale d'assurance vieillesse (Cnav) en 1996.

→ Direction de la recherche des études de l'évaluation et des statistiques, collection Mire, 2000.

Ces objets qui communiquent

Sous la direction de Philippe Mallein* et Gilles Privat. Ce numéro des "Cahiers du numérique" met en perspective les objets communicants du point de vue principal des usages et de leurs significations sociologiques et anthropologiques dans la vie quotidienne.

→ Les Cahiers du numérique, volume 3, n°4-2002, Hermès Sciences publications.

*Voir page 10.

Bibliographie de la bibliothèque municipale de Rennes - www.bm-rennes.fr

(réalisée par la bibliothèque Colombia)

L'explosion de la communication à l'aube du XXI^e siècle

S'appuyant sur une histoire des techniques de communication utilisées depuis la préhistoire, ce livre fournit les éléments essentiels pour comprendre et décrypter la culture de la communication qui marque le nouveau siècle.

→ Philippe Breton, Serge Proulx, La découverte, 2002.

La galaxie Internet

Manuel Castells, un des chefs de file de la "sociologie de l'Internet", donne ici un aperçu des principales mutations introduites par Internet, qu'elles soient d'ordre économique, politique ou social.

→ Manuel Castells, Fayard, 2001.

L'internet militant : mouvement social et usages des réseaux télématiques

Cet ouvrage se donne pour objectif d'examiner les pratiques de communication liées au développement des nouveaux réseaux télématiques, dans le cadre particulier du renouvellement des formes du militantisme - ou comment le multimédia imprègne la vie dans la cité.

→ Fabien Granjon, éd. Apogée, 2001.

Les enfants puces : comment Internet et les jeux vidéo fabriquent les adultes de demain

En s'appuyant sur l'expérience des pays les plus avancés dans la démocratisation du multimédia, sur les études scientifiques et sur les observations des pédagogues, les auteurs brossent un portrait très vivant de l'homme que nous préparent les nouvelles technologies.

→ Gabriel Grésillon, Christine Kerdellant, Denoël, 2003.

Aide

Adapttech : dispositif régional de prêt d'aides techniques professionnelles

Mis en place depuis avril 2002 par l'Agefiph, (Agir efficacement pour l'insertion professionnelle des personnes handicapées) et Bretagne Mieux Vivre*, Adapttech Bretagne met à disposition du matériel à usage professionnel (clavier ergonomique, souris à retour de force...) jusqu'à acquisition par la personne. Ce dispositif de prêt permet de mutualiser les moyens pour toute la région et investit au fur et à mesure des demandes. Bilan : son activité a triplé entre 2002 et 2003. Une expérience pilote, originale et unique en France qui devrait prochainement se concrétiser par l'embauche à plein temps de deux personnes et la construction de locaux à Rennes.

Rens. → Pascale Gauchet, www.adapttechbretagne.org

*Bretagne Mieux Vivre est une association loi 1901 dont le but est de diffuser une information objective sur les aides techniques destinées aux personnes handicapées et personnes âgées dépendantes. www.cicatbmv.org

Le paiement sécurisé sur Internet

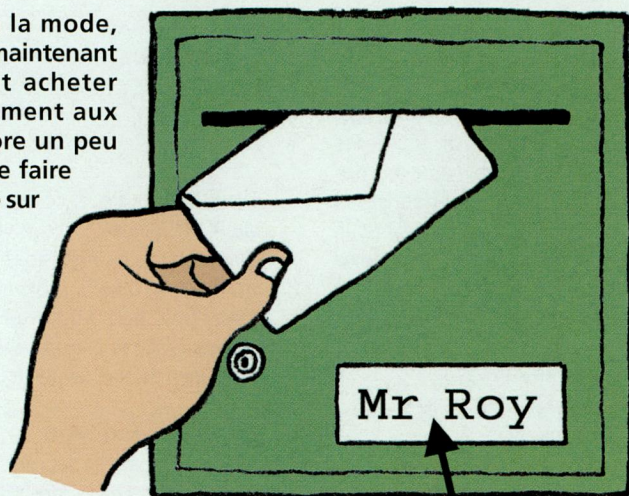
Billets de train, dernier tube à la mode, courses du samedi après-midi, maintenant vous pouvez pratiquement tout acheter sur Internet. Pourtant, contrairement aux Américains, les Français sont encore un peu réticents à s'y mettre. La crainte de faire circuler son numéro de carte bancaire sur le réseau ?

→ Rien à faire, une fois le produit sélectionné sur Internet, il faut le payer. Une nouvelle page s'affiche, vous demandant les caractéristiques de votre carte de paiement. À partir de là, toutes les informations que vous saisissez sont sécurisées (voir ci-dessous) : numéro de carte bancaire et date de validité sont cryptés par votre ordinateur avant de circuler sur le réseau mondial. Des petits malins pourront les intercepter, ils ne sauront pas les décrypter sans clé de décodage. Et cette clé, ils seront bien en mal de la trouver, même avec les ordinateurs les plus puissants.

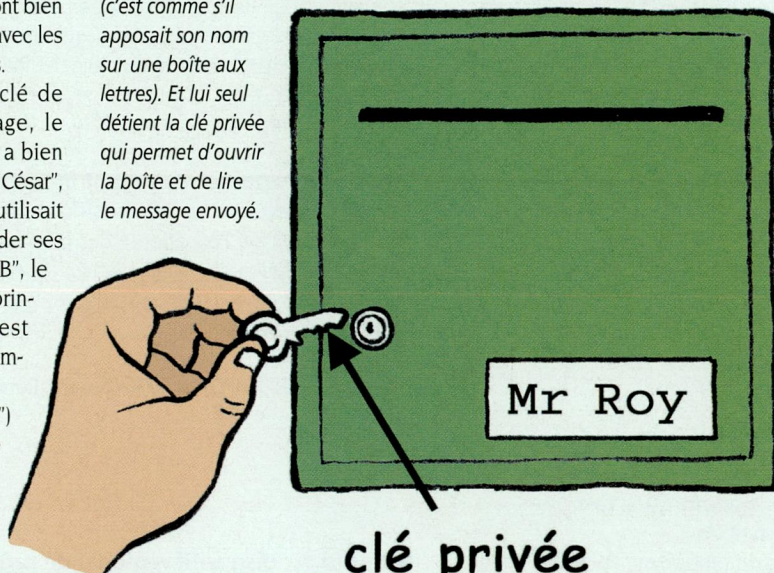
Cryptage, décryptage, clé de codage et clé de décodage, le monde de la cryptographie a bien évolué depuis le code "Jules César", du nom de l'empereur qui utilisait un décalage simple pour coder ses messages : le "A" devenait "B", le "B" devenait "C"... Mais le principe de la cryptographie est toujours le même, et se décompose en trois phases :

1/ On transforme (on "crypte") le message à transmettre à l'aide d'une clé d'encodage. Le numéro de ma carte de paiement est 688232687966. La phase de cryptage, à la César, consisterait

Le principe du codage RSA à double clé, largement utilisé sur Internet, ressemble au principe des boîtes aux lettres : le destinataire du message codé donne sa clé publique à qui veut (c'est comme s'il apposait son nom sur une boîte aux lettres). Et lui seul détient la clé privée qui permet d'ouvrir la boîte et de lire le message envoyé.



clé publique



clé privée

à transformer chaque chiffre par le suivant ; la clé d'encodage étant la fonction mathématique "+1". Le message codé serait alors : 799343798077.

2/ On envoie le message crypté par la voie choisie, ici Internet. C'est pendant cette phase que des pirates peuvent agir.

3/ On transforme (on "décrypte") de nouveau le message reçu pour lui redonner son sens initial, à l'aide d'une clé de décodage. Ici, la clé est simple, il suffit de retrancher "1" à chaque chiffre pour retrouver le message d'origine. Pas besoin d'être un pirate très astucieux pour "casser" le code.

Facile avec le code César. Mais pour peu de connaître la clé d'encodage, même d'un code très sophistiqué, il suffisait d'inverser la fonction mathématique utilisée au codage pour avoir accès au message crypté. Toute la cryptographie reposait en effet sur le secret entourant la clé d'encodage. Jusqu'en 1977, date à laquelle Ron Rivest, Adi Shamir et Len Adleman proposèrent une idée alors révolutionnaire : rendre la clé d'encodage publique, accessible à tous, en rendant par contre la fonction mathématique inverse (la clé de décodage) incalculable, et ce, même par les ordinateurs les plus puissants. C'est le principe de la cryptographie

à double clé : la clé d'encodage est publique, celle de décryptage privée. Comment est-ce possible ?

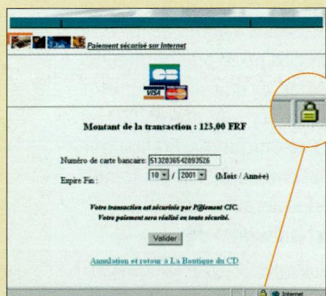
Il faut savoir que les ordinateurs sont imbattables quand il s'agit de multiplier deux grands nombres, d'en faire le produit. En revanche, ils ont beaucoup de mal à effectuer l'opération inverse : décomposer un nombre en un produit de nombres plus petits - le factoriser. On parle ici de très grands nombres, bien sûr, des nombres qui contiennent plusieurs milliers de chiffres. Forts de cette constatation, nos trois compères appliquèrent certains résultats mathématiques s'appuyant sur les propriétés des nombres premiers, ces nombres qui ne sont divisibles par aucun autre sauf 1, comme 5, 47, 71... Le principe : utiliser des nombres premiers très grands, les multiplier ensemble, ce qui donne un nombre encore plus grand. Le produit (la clé d'encodage) pourra circuler, être connu, tout en garantissant la sécurité : aucun ordinateur n'est capable de remonter jusqu'aux facteurs premiers de ce nombre (la clé de décodage). Le code RSA, des initiales des noms de ses trois concepteurs, était né.

Le drôle de l'histoire vient du fait que c'est en essayant de démontrer l'impossibilité d'un code à clé publique fiable que nos trois mathématiciens se sont rendu compte de la robustesse de leur code RSA, aujourd'hui le plus utilisé sur Internet.

Mais, bien qu'il soit absolument sûr, le système de codage RSA n'empêche pas le coup d'œil au-dessus de votre épaule quand vous allez retirer du liquide au distributeur... ■

Pour en savoir plus sur l'arithmétique qui sous-tend RSA

→ Merveilleux nombres premiers, de Jean-Paul Delahaye, aux éditions Belin.

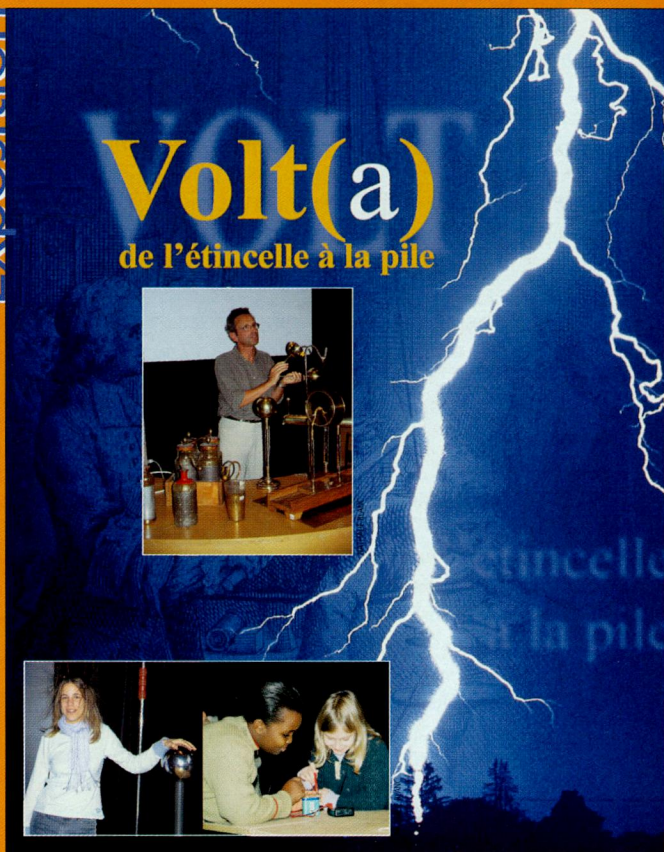


La plupart des plates-formes de paiements sur les sites français sont sécurisées. Une petite icône en forme de cadenas (souvent en bas à droite de l'écran) vous l'indique.

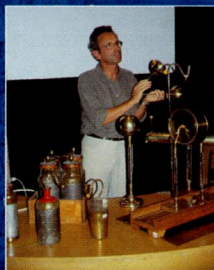
→ Réalisé en collaboration avec Xavier Labouze du Centre de vulgarisation de la connaissance, université Paris-Sud XI, www.cvc.u-psud.fr/cvc



Exposition



Volta(a) de l'étincelle à la pile

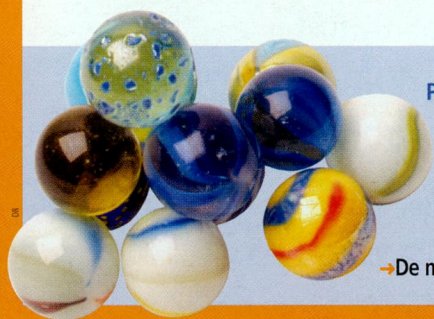


Volta, de l'étincelle à la pile

● Il vous reste encore quelques jours pour venir découvrir l'histoire de la pile de Volta, admirer la magnifique collection d'objets de physique du XVIII^e siècle du musée des Arts et métiers ou assister à une des animations scientifiques proposées par les médiateurs de l'Espace des sciences.

"Volta, de l'étincelle à la pile", jusqu'au 21 février au centre commercial Colombia → Du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30 et le samedi de 10 h à 18 h 30. Animations : tous les jours à 16 h.

→ Plein tarif : 2 € ; réduit : 1 € ; 25 € pour les groupes ; gratuit pour les enfants de moins de 12 ans accompagnés. → Renseignements et réservations : tél. 02 99 35 28 28.



Prochaine exposition

Jeu de grains

→ De mars à juillet.

Conférences

Le cycle de conférences proposé à l'occasion des vingt ans de l'Espace des sciences se poursuit :

● **Mardi 2 mars/Les savants et la connaissance**

Du dogmatisme savant au pragmatisme scientifique. Michel Nusimovici, physicien, directeur de l'ENS Cachan-Bretagne.

● **Mardi 16 mars/Du sac de billes au château de sable**
Étienne Guyon, directeur honoraire de l'École normale supérieure et ancien directeur du Palais de la découverte.

● **Mercredi 17 mars/L'énergie éolienne en mer**
Michel Paillard, ingénieur à la direction de la technologie marine et des systèmes d'information de l'Ifrermer Brest.

→ Rens. : Ces conférences ont lieu à 20 h 30 à la maison du Champ-de-Mars, 6, cours des Alliés à Rennes.



Exposition itinérante



Inondations en Bretagne et perturbations climatiques

● En cette période malheureusement propice, cette exposition, conçue en 2003 par l'Espace des sciences et destinée à un large public, vous propose de revenir sur les inondations de l'hiver 2000-2001, mais vous explique aussi le phénomène et les moyens mis en œuvre pour s'en protéger. La série de 25 panneaux se termine par une ouverture sur les changements climatiques en général.

→ Rens. : Patrick Le Bozec, tél. 02 99 31 79 10. → Tous les renseignements sur la structure même de l'exposition et les modalités de location sont disponibles sur le site Internet de l'Espace des sciences ou sur catalogue.

Courrier des lecteurs

ERRATUM / Un Américain à la place d'un Allemand

"Venant de recevoir le numéro de décembre de *Sciences Ouest*, j'y relève une erreur, il est vrai historique plutôt que scientifique, dans l'article de la page 13, intitulé "Bilinguisme et plus si affinité". Au sujet du rapprochement franco-allemand, il est écrit "les présidents de Gaulle et Eisenhower", alors qu'il convenait d'écrire "... de Gaulle et Adenauer". Il est vrai que nous avons grand besoin de rapprochement franco-américain en ce moment... À ce détail près, tous les articles de la revue sont remarquablement intéressants. Bien cordialement."

Michel Penaud, conseiller Ambassade de France en El Salvador.

Distinction



● Le site Web de "La chimie naturellement", exposition coproduite par l'Espace des sciences et la Cité des sciences et présentée à Rennes de septembre 2002 à février 2003,

et plus particulièrement le célèbre tableau de Mendeleïev, ici interactif (tableau de classification des atomes), a été sélectionné par Yahoo comme l'un des deux meilleurs sites de l'année 2003 dans la catégorie "Sciences et technologies". Retrouvez-le sur notre site !

→ www.espace-sciences.org



ADRIA

- 9 et 11 mars, Quimper/Optimiser ses pratiques en laboratoire de microbiologie alimentaire
 - 23 et 24 mars, Vannes/Épaississants et gélifiants en alimentaire et cosmétique
 - 24 mars, Rennes/Audit sécurité des aliments et autoévaluation
 - 30 mars et 1^{er} avril, Quimper/Initiation à l'analyse sensorielle
 - 30 et 31 mars, Rennes/Emballage et sécurité des aliments
 - 7 et 8 avril, Nantes/Tableaux de bord et indicateurs qualité
- Rens. : Secrétariat Adria formation, tél. 02 98 10 18 55.

ADRIA ET ARCHIMEX

- 30 et 31 mars, Paris/Aliments santé et plaisir
- Avec la participation d'Ambroise Martin, directeur de l'évaluation des risques nutritionnels et sanitaires de l'AFSSA.

ARCHIMEX

- 9 et 10 mars, Vannes/Actifs issus de végétaux : pourquoi et comment les utiliser ?
 - 25 et 26 mars, Paris/Réglementation, assurance qualité et contrôle de nouveaux produits à base de plantes
 - 30 et 31 mars, Paris/Aliments santé et compléments alimentaires
- Rens. : Archimex, service formation, tél. 02 97 47 97 35, formation@archimex.com, www.archimex.com

CRIR

- 20 mars, Saint-Méen-le-Grand (35)/Installations classées pour la protection de l'environnement : quel rôle et quelle responsabilité pour les élus ?
- Rens. : Centre régional d'initiation à la rivière, tél. 02 96 43 08 39, erb.crir@wanadoo.fr

IRPA

- 18 mars, Loudéac (22)/L'arbre dans le paysage
- Rens. : Institut régional du patrimoine de Bretagne, nouvelle adresse : 25, square de la Rance, tél. 02 99 79 39 31, contact@irpa-bretagne.org, www.irpa-bretagne.org

ISPAIA

- 9 et 10 mars/Météorologie appliquée en laboratoire
 - 11, 16, 17 et 25 mars/Divers ateliers techniques porcins
 - 16, 17 et 18 mars/Mesurer la satisfaction du client
 - 24 et 25 mars/Détermination et optimisation de la DLC
 - 30, 31 mars et 1^{er} avril/La gestion des stocks en laboratoire
- Rens. : Ispaia, tél. 02 96 78 61 30, ispaia@zoopole.asso.fr, www.zoopole.com/ispaia

SUPÉLEC

- Du 8 au 12 mars/Systèmes numériques : architecture et conception
 - Du 9 au 12 mars/Systèmes temps réel et multitâches - Concepts de base
 - Du 16 au 19 mars/Compression et diffusion de données audiovisuelles
- Ces sessions de formation continue ont lieu à Rennes.
→Rens. : Service de la formation continue, tél. 01 69 85 12 02, formation.continue@supelec.fr

Conférences

● 2 mars/La vie cachée du poulpe

Lorient - Des chercheurs de l'Institut de recherche pour le développement (IRD) se sont penchés sur les caractéristiques biologiques encore mal connues du poulpe... Cette conférence est proposée dans le cadre du cycle sur l'imaginaire marin proposé par le CCSTI de Lorient (voir aussi la rubrique exposition). À la *Thalassa*, de 18 h 30 à 20 h, entrée libre.

→Rens. : Olivier Rio, tél. 02 97 84 87 37, www.ccstilorient.org

● 2 mars/Normes éthiques : d'où sortez-vous ?

Rennes - Pour sa deuxième saison, le cycle de conférences sur l'éthique "Les mardis d'Éthos", organisé par le pôle agronomique de Rennes, a pour thème : Quelle éthique pour le développement durable ? Cette troisième conférence de l'année sera animée par Paul Clavier, maître de conférences en philosophie à l'École normale supérieure de Paris. De 13 h à 14 h 30, dans le pavillon Louis Malassis.

→Rens. : Claire Coudrin, claire.coudrin@roazhon.inra.fr

● 2 mars/Les golfes de Gascogne et du St-Laurent, des réceptacles à contaminants chimiques ?

Nantes - Par Daniel Cossa, chercheur à l'Ifremer à Nantes, dans le cadre du cycle de conférences les mardis muséum. Amphithéâtre du muséum à 20 h 30, entrée libre.

→Rens. : Muséum d'histoire naturelle de Nantes, tél. 02 40 99 26 20, www.museum.nantes.fr

● 3 mars/Coopérer pour développer. L'indispensable stratégie

Rennes - Une réflexion sur le concept de développement durable et sur le lien entre les recherches actuelles d'un mode de développement économique respectueux des personnes et de l'environnement et les réalisations de différentes entreprises coopératives. À l'Institut d'études politiques, 104, bd de la Duchesse Anne, de 18 h 30 à 20 h, entrée libre.

→Rens. : Futuroouest, tél. 02 97 64 53 77, www.futuroouest.com

LES MARDIS D'ETHOS



FORMATION CONTINUE université de Rennes 1

DOMOTIQUE ET RÉSEAUX INTÉRIEURS

Master professionnel
Sciences, Technologies, Santé,
Mention : électronique

Le master "Domotique et Réseaux Intérieurs" (anciennement DESS) permet l'acquisition des technologies permettant de suivre l'évolution de la domotique dans le domaine des vecteurs de communication tels que le câble, le téléphone associé aux technologies ADSL, la boucle locale radio, les courants porteurs ou les futurs réseaux de ville...

SERVICE FORMATION CONTINUE
UNIVERSITÉ DE RENNES 1

4, rue Kléber - 35000 Rennes - 02 23 23 39 50
http://sfc.univ-rennes1.fr

Salon

● Du 9 au 11 mars/CFIA

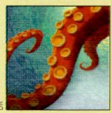
Rennes - La 8^e édition du Carrefour des fournisseurs de l'industrie agroalimentaire (CFIA) accueillera 900 exposants sur le parc des expositions. Des délégations étrangères, notamment du Maghreb et des pays de l'Est, sont également attendues.

→Rens. : Société Jancil, tél. 05 53 36 78 78, journal.cfia@wanadoo.



Expositions

● À partir du 21 février/ Histoires tentaculaires :



poulpes, calamars et compagnie

Lorient - Réalisée par l'association pour le développement des loisirs scientifiques chez les jeunes (Garef océanique*), en partenariat avec le Palais de la découverte, cette exposition vous invite à découvrir les mystères des céphalopodes qui de tout temps ont marqué l'imaginaire des hommes...
→ Rens. : CCSTI de Lorient, tél. 02 97 84 87 37, www.ccstilorient.org

● Jusqu'au 19 mars/ADN 50

Brest - Après l'Université de Rennes 1, l'UBO accueille l'exposition ADN 50, en partenariat avec le British Council et l'Abret (Association bretonne pour la recherche et la technologie). Cette manifestation s'inscrit plus largement dans le mois de la science (qui a pour thème en cette année 2004 la génétique) et sera accompagnée de conférences. L'exposition a lieu à l'espace étudiant de l'UFR Sciences et Techniques, 6, avenue Le Gorgeu.
→ Rens. : Tél. 02 98 01 79 59.

● Jusqu'au 28 mars/Chimie, industrie, environnement : maîtriser les risques



Laval - Cette exposition présentée au CCSTI de Laval traite de la chimie industrielle, des risques et des rejets qu'elle implique, mais aussi de la protection de l'environnement. Les animations : présentation des dangers de l'incendie, de l'explosion ou des fuites seront le point de départ de discussions sur les moyens de prévention des risques dans l'industrie mais aussi chez soi.

→ Rens. : CCSTI de Laval, tél. 02 43 49 47 81, sciences@agglo-laval.fr

● Jusqu'en mars 2004/Cousin, cousine : Natures de France et du Québec



Nantes - Des deux côtés de l'Atlantique, faune et flore présentent des différences importantes. Comment

ont évolué les paysages depuis la découverte de Jacques Cartier ? C'est tout un panorama de l'histoire naturelle de la France et du Québec qui est présenté dans cette exposition coproduite

par le Muséum d'histoire naturelle de Bourges (France) et le musée du Séminaire de Sherbrooke (Québec).

→ Rens. : Muséum d'histoire naturelle de Nantes, tél. 02 40 99 26 20, www.museum.nantes.fr

● Jusqu'au 16 avril/Libertés piégées



Rennes - Tabac, alcool, médicaments, cannabis, ecstasy, cocaïne, héroïne... seront passés en revue dans cette exposition réalisée par la Caisse primaire d'assurance maladie d'Ille-et-Vilaine et dont le but est "d'informer pour y voir clair, afin que chacun, en conscience, garde sa vraie liberté". L'exposition est accompagnée de plusieurs animations et débats. À l'Espace santé, 8, rue de Coëtquen, 35000 Rennes.

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

● Jusqu'au mois d'avril 2004/Mystères d'épaves en Côtes-d'Armor

Saint-Brieuc - D'où viennent-ils ? Quelles sont les raisons de leur naufrage ? La nouvelle exposition du musée d'Art et d'histoire de Saint-Brieuc enquête sur l'histoire des mystérieuses épaves échouées à Saint-Quay-Portrieux et près de l'île de Bréhat.

→ Rens. : Musée d'Art et d'histoire, tél. 02 96 62 55 20, www.mairie-saint-brieuc.fr

Stages

● Le guide stages de Rennes Atalante

Comme chaque année, Rennes Atalante s'attache à favoriser le rapprochement des organismes de formation supérieure et des entreprises, en publiant "Le guide des stages de l'enseignement supérieur". Après une enquête menée auprès des dix écoles d'ingénieurs, du Groupe École supérieure de commerce, de l'Institut d'études politiques de Rennes et des Universités de Rennes 1 et Rennes 2, ce sont plus de 7000 stages qui sont proposés.

QUI A DIT ? Réponse de la page 5

Trinh Xuan Thuan, astrophysicien et professeur à l'université de Virginie (États-Unis). Né au Vietnam, il a reçu une éducation française. Il a écrit *La Mélodie secrète* (1994), *Le Chaos et l'Harmonie* (2000, best-seller en France).

Colloques

● 11 et 12 mars/Le changement



Rennes - L'Institut universitaire de France (IUF) propose chaque année une conférence nationale autour d'un thème traité de façon pluridisciplinaire. Après le temps, l'espace, l'échange, la représentation, l'instabilité et la complexité, 2004 est l'année du changement.

→ Rens. : Secrétariat général, tél. 01 44 32 92 11/01.

● 12 mars/Journée transgénèse



Nantes - Cette journée est proposée par la plate-forme technologique "exploration fonctionnelle" dans le cadre de l'animation du réseau Ouest-genopole®. Elle a lieu à la faculté de chirurgie dentaire de Nantes.

→ Rens. : Jocelyne Le Seyec, tél. 02 23 23 45 81, jocelyne.leseyec@univ-rennes1.fr, www.ouest-genopole.org

Appels à projets

● Prix Roberval

L'appel à candidature du prix Roberval, prix francophone du livre et de la communication en technologie, est ouvert pour l'année 2004. Les projets de candidature sont à enregistrer en ligne.

→ Rens. : <http://prixroberval.utc.fr>

● 5^{es} journées interrégionales de télésanté



La 5^e édition des journées interrégionales de télémédecine organisée par le Club des acteurs de télémédecine (Catel) aura lieu les 4 et 5 octobre 2004. Un appel à contributions pour l'e-colloque professionnel est lancé : la déclaration d'intention est à envoyer par e-mail avant le 20 février, le résumé (200 mots), avant le 1^{er} mars. Le thème : soins à domicile et télésanté.

→ Rens. : catel@telemedecine.org, <http://www.telemedecine.org/>

● Concertation et médiation environnementale



La Fondation de France lance un appel à projets régional visant à soutenir des actions environnementales de préservation et de valorisation des ressources naturelles et du territoire breton. La date limite de dépôt des dossiers est fixée au 12 mars.

→ Rens. : www.fdf.org.

→ Envoi des dossiers : 1, square René Cassin, 35700 Rennes.

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



Lancé pour la 6^e année par le ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles technologies, ce concours

est ouvert à tout porteur de projet de création d'entreprise à partir d'une technologie innovante. Deux catégories sont proposées : "émergence", pour des projets au stade de l'idée (subvention maximum : 45 000 €) et "création développement" pour des projets plus aboutis, avec création d'entreprise dans des délais très courts (subvention maximum : 450 000 €). Date limite de dépôt des dossiers à l'Anvar Bretagne : 26 février 2004.

→ Rens. : www.recherche.gouv.fr et en Bretagne : Délégation régionale à la recherche et à la technologie, 9, rue du Clos Courtel, 35079 Rennes Cedex 7, tél. 02 99 38 45 45, www.anvar.fr

● Laval virtual



Les 6^{es} rencontres internationales auront lieu comme chaque année à Laval, du 11 au 16 mai pour la version 2004. Les appels à communications pour le colloque scientifique sont ouverts jusqu'au 23 février et les inscriptions pour les compétitions étudiantes jusqu'au 19 avril.

→ Rens. : www.laval-virtual.org

● Colloque européen sur la transformation de la pomme

Organisé par l'Inra et le Centre technique des productions cidricoles (CTPC), ce colloque européen sur la



transformation de la pomme aura lieu en mars 2005 à Rennes. L'appel à contributions est d'ores et déjà lancé et les résumés sont à envoyer avant le 15 mai 2004.

→ Rens. : Secrétariat du colloque européen, tél. 02 23 48 52 16, apple@rennes.inra.fr, <http://www.rennes.inra.fr>

SCIENCES

Ouest

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

SPOTLIGHT ON LABORATORIES P.6 AN AERIAL VIEW OF ALGAE

Algae constitute the first link in the ocean's food chain. As such, they affect the location of shoals of fish and, sometimes, the toxicity of the water. The phytoplankton can be tracked by satellite but how can the data then be used? This is a chance to visit Francis Gohin's laboratory. He is a coastal ecology researcher at the Ifremer Centre in Brest.

Every day a series of data arrives at Ifremer in Brest from EumetSat (via NASA's SeaWiFS network).

Surface temperature, chlorophyll concentrations on the surface of the water and water clarity are all analysed. This is vital information when creating the models used to link biological and physical events. The models explain and predict the ocean's reactions to various conditions. The equations used for these computations are based on various research studies carried out at sea and on in situ surveys using buoys. In the long term, satellite data will be integrated into these models. ■

SPOTLIGHT ON ASTRONOMY P.7 THE MAGIC OF LIGHT AT LA ROCHE AUX FÉES

Rumours and mysteries abound in any discussion of the possible link between astronomy and the position of standing stones. As far as La Roche aux Féés in Ille-et-Vilaine is concerned, is the position of the sun at the equinoxes or at the winter or summer solstices of major importance? Bruno Mauguin, Manager of the Planetarium at the *Espace des sciences*, had his doubts so he donned his scientist's hat and visited the site several times to find out more about it.

After several visits, the results were clear - the astronomic link between La Roche aux Féés and the sun does indeed exist and it becomes obvious in two stages, thanks to an ingenious bend in the construction between the vestibule (or entrance) and the remainder of the passage grave. In short, what looks like a difference of just a few degrees, a "defect" for which the builders of the grave could easily be pardoned given the size of the stones used and the resources available at the time (the passage grave dates from the days of the pyramids!), is actually a skilfully designed system. "The men who built it were perfectly aware of what they were doing because, in order to

achieve this result, they must have thought everything through then built it very precisely. It's accurate to a degree! So nothing was left to chance in the building", said Bruno. ■

SPOTLIGHT ON HISTORY AND SOCIETY P.8 THE IRONWORKS IN PAIMPONT

After finding traces of two 2000-year-old ironworks, one a kiln 1.20 metres in diameter built of clay coils and the other a small workshop with four smaller low shaft furnaces, experiments were launched. An iron workshop was rebuilt to test the explanations of how they operated, based on the traces discovered here.

This scientific approach complements the available ethnological knowledge. It showed, for example, that the builders had to wait

patiently until the kiln was perfectly dry before they could fire it up and that production could not be rushed. There may have been a one-week wait between the firing of the kiln and the production of the iron artefact. We have to set aside our "production at all costs" ethic before we can even begin to understand the customs and practices of these distant times! The "Histoire et patrimoine métallurgique en Brocéliande" association is leading and coordinating all the research into these low shaft furnaces as part of a local development project that includes the organisation of an Iron Festival every year in July and the building of a communal kiln. A further project to keep alive metalworking expertise and skills is also under discussion. ■

AN IN-DEPTH LOOK AT NEW TECHNOLOGY IN TOWNS AND CITIES

P.9/17 New information and communication technology is part of our everyday lives. It is changing our habits and creating new needs. More and more, we live in a "cordless, networked world" as shown by these few examples*:

Since the World Wide Web was launched in 1995, there has been a constant increase in the number of users;

Mobile phone customers now outnumber landline users;

The use of short messages (e-mail, SMS) has snowballed.

Inversely, certain new features of today's society are producing new uses for technology e.g. the aging population, the approach to disability, and changes in living patterns leading to changes in the structure and layout of apartments.

The "New Technologies in the City" seminar organised in December 2003 by the Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes (IETR) provided an opportunity to consider all these questions. This month's "In-Depth Look" contains a few points to ponder and gives examples of new services on offer from players in the public and private sectors in Brittany. Among the new services for the home, there is a mood-creating "ambiance gateway" that

immediately provides music, lighting, decorative wall features and, perhaps, scents. Another service is the remote management of technical alarms and an e-mail service running on a media in common everyday use - television. Also, because disability was highlighted at the conference, there has been work on the development of a web service for the visually impaired and the creation of a communication system to assist cerebral palsy sufferers. ■

*Some of these examples come from a lecture ("What Internet? What uses for the future?") given by Daniel Kaplan, Delegate General for the Fondation de l'Internet nouvelle génération (Fing) in Rennes on 27th November 2003. Info.: www.fing.org

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



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.

IFSIC

INSTITUT DE
FORMATION
SUPÉRIEURE
en INFORMATIQUE et COMMUNICATION

IFSIC . Université de Rennes 1

Un institut de formation à la pointe
de la recherche au coeur de Rennes Atalante

Des diplômes...

- licence,
- maîtrise,
- 3 dess,
- miage,
- diplôme d'ingénieur,
- dea,
- doctorat

Des compétences...

- ingénierie des logiciels et des systèmes
- architecture des machines, informatique embarquée
- ingénierie des systèmes d'information
- imagerie numérique
- traitement du signal et télécommunication
- méthodes informatiques appliquées (gestion, information, multimedia,...)

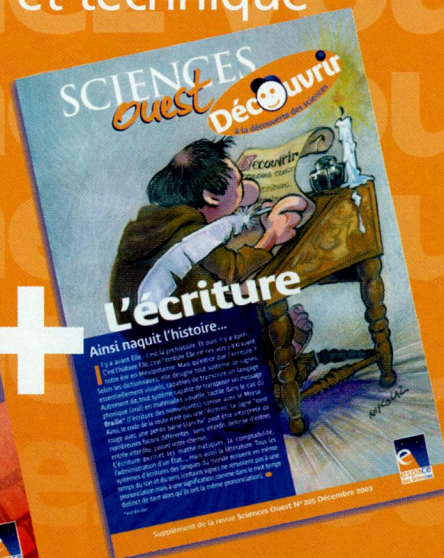
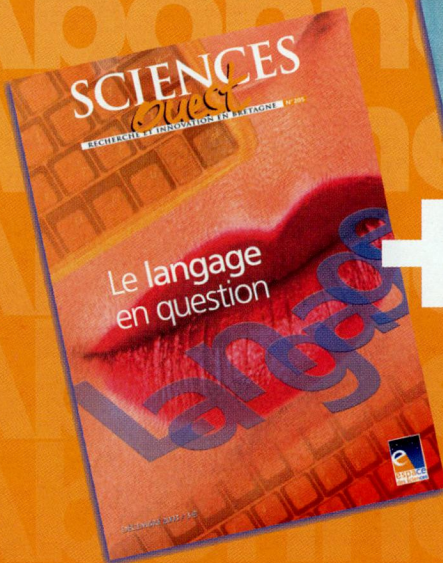


UNIVERSITE DE RENNES 1



Contact : IFSIC - Université de Rennes 1 - Campus de Beaulieu - CS 74205 - 35042 Rennes Cedex
Tél. : 33 (2) 99 84 71 00 - Fax : 33 (2) 99 84 71 71 - <http://www.ifsic.univ-rennes1.fr>

L'info scientifique et technique du grand Ouest



Supplément Découvrir pour les jeunes

■ Tarif normal : 2 ANS 54 € (au lieu de 66 €) soit 4 numéros gratuits / 1 AN 30 € (au lieu de 32 €) 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 32 €) soit 6 numéros gratuits ■ Tarif étranger ou abonnement de soutien : 2 ANS 76 € / 1 AN 50 €



BULLETIN D'ABONNEMENT

▲ Nom _____

▲ Prénom _____

▲ Organisme/Société _____

▲ Secteur d'activité _____

▲ Adresse _____

▲ Code postal _____

▲ Ville _____

▲ Tél. _____

▲ Fax _____

désire recevoir une facture

souhaite un abonnement de :

- 1 AN (11 N°s Sciences Ouest + 11 N°s Découvrir)
- 2 ANS (22 N°s Sciences Ouest + 22 N°s Découvrir)
- 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.

50 207



Exposition

Volt(a)

de l'étincelle à la pile

Du 5 septembre 2003
au 21 février 2004

Espace des sciences
Centre Colombia
1^{er} étage
Rennes



Conçue et réalisée par le Musée des arts et métiers

