

JUILLET-AOÛT 2006/3€

sciences ouest

Recherche et innovation en Bretagne

n°234

La face cachée du verre et de la céramique



Les maîtres verriers nous illuminent toujours.



Une nouvelle génération d'enceintes chez Cabasse.



Les matériaux du futur se font à température ambiante.



28 MARS - 25 NOVEMBRE 2006
L'ESPACE DES SCIENCES

EXPOSITION



BIG-BANG, planète, **SECONDE**, merveilles, **HORLOGE**, calendrier, **PRÉCISION**

l'heure du temps[®]



10, cours des Alliés - 35 000 Rennes
Informations au 02 35 76 45 88



éditorial

MICHEL CABARET,
directeur de l'Espace des sciences

Jouons avec la science !

Si il est un domaine où la science côtoie l'art, c'est bien celui du verre et de la céramique ! Ce mois-ci, *Sciences Ouest* aborde l'histoire de ces matériaux en donnant la parole à des scientifiques, physiciens, chimistes, à un historien, à un archéologue, à une conservatrice et enfin à une artiste. Inventés entre 3000 et 2000 ans av. J.-C., le verre et la céramique ont en effet une histoire intimement liée à celle des progrès scientifiques et techniques. Une histoire qui continue d'évoluer avec la chimie "douce" : ces matériaux traditionnellement fabriqués à 1000°C peuvent aujourd'hui l'être à quelques centaines de degrés. Quelle évolution !

À lire également l'édition d'une nouvelle carte géologique de la région de Saint-Brieuc réalisée par le BRGM et présentée en avant-première dans notre salle de la Terre le 17 mai dernier et l'intéressante collaboration entre l'entreprise Cabasse et l'ENST à Brest pour la mise au point de nouvelles enceintes acoustiques, ultraperformantes.

Les activités de L'Espace des sciences ne s'arrêtent pas avec la période estivale. "Jouons avec le temps" est un jeu concours organisé pour les enfants, en partenariat avec Ouest-France. Chaque après-midi, ils sont invités à réaliser un cadran solaire et à participer à des ateliers au laboratoire de Merlin, avec bien sûr des séances pour tous au planétarium !

Bonne lecture et bonnes vacances ! ■



sommaire

En bref.....	4/5
Laboratoire. La géologie de Saint-Brieuc cartographiée à 1/50 000°.....	6
Entreprise. Cabasse à l'origine d'une enceinte acoustique "high tech".....	7
Actualité. Enjeux et discussions autour de l'aquaculture.....	8
Dossier	
De l'autre côté du verre et de la céramique.....	9
Jean-Marie Haussonne nous parle de la céramique.....	10
Fougères : un savoir-faire cristallisé.....	11
La céramique, carte de visite de nos ancêtres.....	12
Le vitrail : une histoire de famille.....	13
Les verres d'un innovateur au Musée de Bretagne.....	14
Le verre et la céramique dans deux laboratoires rennais.....	14/15
Art et science : un dialogue à travers le verre.....	16/17
Pour en savoir plus.....	17
Comment ça marche ? La chimie douce.....	18
Agenda	20/21
Page Espace des sciences	22



Couverture : Sculpture de Chantal Royant (détail) et poterie du laboratoire Civilisations atlantiques et archéosciences à l'Université de Rennes 1.



Sciences Ouest est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association) ■ Espace des sciences, Les Champs Libres, 10, cours des Alliés, 35000 Rennes - nathalie.blanc@espace-sciences.org - www.espace-sciences.org - Tél. 02 23 40 66 66 - Fax 02 23 40 66 41 ■ Président de l'Espace des sciences : Paul Trehen. Directeur de la publication : Michel Cabaret. Rédactrice en chef : Nathalie Blanc. Rédaction : Christophe Blanchard, Laëtitia Garlandézec, Nicolas Guillas, Sandrine Irace-Guigand. Comité de lecture : Louis Bertel (télécommunications), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Philippe Blanchet (sciences humaines et sociales), Jean-Claude Bodéré (géographie), Bernard Boudic (information et communication), Michel Branchard (génétique-biologie), Alain Hillion (télécommunications), Jacques Lenfant (informatique), Gérard Maisse (agronomie), Christian Willaime (physique-chimie-matériaux). Abonnements : Marion Romain, tél. 02 23 40 66 40, marion.romain@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 ■ Édition : Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bertôt création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton. Tirage du n° 234 : 4 500 ex. Dépôt légal n° 650 ISSN 1623-7110

Du côté des entreprises

Silembia devient américaine

Spécialisée dans les composants virtuels destinés à la réception de la télévision numérique, la société Silembia (ex-Embeddia), installée depuis 2004 sur la technopole Rennes Atalante, a été acquise par Silicon laboratories, implantés à Austin (Texas), le 15 mai dernier. Le fournisseur de circuits intégrés pour la télévision a déboursé 20 millions de dollars pour cette transaction.

Rens. → www.silembia.com

Recherche jeunes créateurs

START WEST Lors de la 6^e édition de Start West, les 30 et 31 mai derniers, à la cité des congrès de Nantes, 26 jeunes créateurs d'entreprises technologiques en recherche de financements ont été présentés aux investisseurs. Organisée par le réseau Retis², la Chambre de commerce et d'industrie de Nantes-Saint-Nazaire et la Nantes Atlantique place financière, elle a rassemblé des projets de différents secteurs d'activité tels les Tic, la santé et les biotechnologies. Sur les trois projets récompensés par le jury, deux prix ont été attribués à des entreprises du grand Ouest : le prix amorçage à Quertech ingénierie (Caen), qui travaille sur le traitement de matériaux ; et le prix commercialisation-développement à Terra Nova (Brest), qui édite des logiciels.

Rens. → www.start-west.com

Interview des PME bretonnes

BRETAGNE INNOVATION Avec le soutien du Conseil régional, Bretagne Innovation, l'agence régionale de l'innovation, a lancé une enquête auprès des PME bretonnes début juin : Quels sont leurs besoins ? Les chefs d'entreprises connaissent-ils les dispositifs de soutien possibles ? En ont-ils déjà bénéficié ? En sont-ils satisfaits ? Quel a été l'impact de cet appui dans leur entreprise ? Les résultats de cette enquête, qui continue jusqu'à fin juillet, seront disponibles à l'automne.

Rens. → [Françoise Restif](mailto:f.restif@bretagne-innovation.fr), tél. 02 99 67 42 08,

La Bretagne médaillée de bronze

oséo anvar Lors du 8^e concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes³, qui s'est déroulé le

20 juin dernier, la Bretagne s'est classée 3^e, pour le montant des financements reçus (1 826 K€), juste derrière l'Île-de-France et la région Rhône-Alpes.



Sur les 166 lauréats 2006, 12 projets bretons ont en effet été récompensés dont trois dans la catégorie "émergence" (financement Oséo Anvar) et neuf dans "création-développement" (financement ministère de la Recherche). Ils proviennent de secteurs variés : biotechnologie ; électronique et télécommunication ; génie des procédés ; services informatiques. Depuis la naissance du concours en 1999, 73 % des projets lauréats ont fait l'objet d'une création effective de société (contre 60 % en France), soit une cinquantaine d'entreprises créées dans notre région.

Rens. → [Karine Prié-Latimier](mailto:Karine.Prié-Latimier@oséo-anvar.fr) (Oséo-Anvar), tél. 02 99 38 45 45.

Emergys : le bilan

EMERGYS L'incubateur breton d'entreprises, Emergys, a fait le bilan devant une dizaine de personnes à l'espace Ferrié à Cesson-Sévigné, le 28 juin dernier. Depuis 2000, date de création de l'incubateur, 68 projets ont été incubés. Ils se répartissent dans quatre domaines d'activités : technologies de l'information et de la communication ; sciences de la vie, santé, agronomie ; sciences humaines et sociales, services ; technologies de l'ingénieur. Emergys se positionne ainsi au 2^e rang, sur les

28 incubateurs nationaux, pour le nombre d'emplois créés par entreprise. Cinq d'entre elles sont intervenues pour expliquer son rôle dans leur développement : Médria (Châteaugiron) et ses innovations en ingénierie zootechnique ; Dixip (Pleumeur) et ses applications pour téléphones mobiles ; Innès (Cesson-Sévigné) et son affichage dynamique dans les lieux publics ; Laséo (Lannion) pour sa fabrication de laser ; Kervita (Brest) et ses produits végétaux pour le domaine des cosmétiques et de l'agroalimentaire.

Rens. → www.emergys.tm.fr

Changement à l'Oséo Anvar

Appelé à rejoindre l'Oséo Anvar des Pays de la Loire à Nantes, Guy Vals a quitté son poste à la direction de l'Oséo Bretagne, le 30 juin dernier. Il est remplacé par Jacques Pèrès (photo) qui a déjà dirigé celui de Picardie.

Rens. → www.oseo.fr

Nouveau centre R&D à Lannion

Spécialiste mondial de la technologie laser implanté aux Ulis (91), la société Quantel a ouvert un centre R&D dédié aux lasers à fibre à Lannion. La société, qui espère développer des lasers plus intenses et plus compacts pour le marché industriel, avait déjà signé un accord avec la société lannionaise Keopsys fin 2005. Il prévoit le transfert de technologies laser à fibre prévues pour des applications de marquage et de traitement de surface (contrefaçon, décoration).

Rens. → [David Pureur](mailto:David.Pureur@quantel.fr), tél. 02 96 48 11 71, www.quantel.fr

Du côté d'Internet



Les éditions Pur en ligne

Après avoir longtemps été hébergées sur le site Internet de l'Université Rennes 2, les Presses universitaires de Rennes, fondées en 1984, ont créé leur propre toile fin avril. Les différentes publications provenant des quatre domaines art, histoire, langues et civilisations, littératures sont désormais plus visibles et les recherches facilitées grâce à la création d'un moteur de recherche. Autre nouveauté : une boutique en ligne sera accessible vers la mi-octobre, alors qu'un projet d'éditions numériques d'ouvrages non existants ou disparus en version papier est également à l'étude.

Rens. → www.pur-editions.fr

Du côté des laboratoires

Du nouveau à Ouest-genopole

LOUIS DE BROGLIE Directeur de l'Afssa⁴ de Ploufragan (22), Gilles Salvat a été élu président d'Ouest-genopole⁵, le 23 mai dernier, à l'Ifremer de Nantes. Il succède à Alain Barreau, président de l'université d'Angers. Le même jour, le laboratoire de recherche "Substances lichéniques et photoprotection" de l'Université de Rennes 1 a intégré la génopole. Le nouveau président se trouve donc à la tête de 53 unités de recherche, dont 800 chercheurs qui travaillent au développement de la génomique et de la post-génomique dans les domaines : mer, agro, santé et bio-informatique.

Rens. → www.ouest-genopole.org

L'Irisa lance XtreamOS

IRISA Organisée par l'Irisa⁶, la réunion de lancement du projet européen XtreamOS s'est déroulée les 15 et 16 juin derniers à Rennes. S'inscrivant dans le pôle de compétitivité Images et réseaux, il va rendre la gestion de plusieurs grilles de calculateurs, qui permettent l'exécution d'applications nécessitant de grandes puissances de calcul tels les traitements de l'image (IRM) ou la réalité virtuelle, aussi facile à utiliser qu'un ordinateur traditionnel. Avec un budget de 30 millions d'euros pour quatre ans, il est financé pour moitié par la Commission européenne et pour moitié par les 18 partenaires (Europe et Chine) dont l'Irisa, qui affirme son rôle de leader international dans le développement de ces grilles.

Rens. → [Christine Morin](mailto:Christine.Morin@irisra.fr), tél. 02 99 84 72 90, christine.morin@irisra.fr

L'Inra fête ses 60 ans

À l'occasion des 60 ans de l'Institut national de recherche agronomique, le président du centre de Rennes, Gérard Maisse, avait réuni, au Rheu le 29 juin dernier, l'ensemble de son personnel, venu du Finistère à la Basse-Normandie. Après une matinée consacrée à un débat sur l'évolution du métier de chercheur, l'après-midi fut plus festive. Une sculpture, des portraits photo ou filmés, réalisés par trois artistes en collaboration avec le personnel, étaient exposés à l'extérieur du centre.

Rens. → [Patricia Marhin](mailto:Patricia.Marhin@rennes.inra.fr), tél. 02 23 48 52 64, patricia.marhin@rennes.inra.fr

Les échos de l'Ouest

Challenge TPE

Basée sur le campus de Ker Lann, l'école Louis de Broglie a organisé la 2^e édition du challenge "Travaux personnels encadrés" (TPE), le 31 mai dernier. Objectif : encourager les lycéens bretons de 1^{er} S dans leurs projets scientifiques, en valorisant leur TPE, et susciter des vocations d'ingénieurs. Chaque jury-industriels, enseignants et élèves ingénieurs - a récompensé trois sujets parmi la trentaine de nominés. Ceux qui ont été récompensés sont : "Comment simplifier le découpage du film alimentaire ?" (lycée Saint-Étienne, Cesson-Sévigné) ; "Comment passe-t-on de la pomme au cidre ?" (lycée Jean Moulin, Châteaulin) ; "La fusion nucléaire : avenir ou utopie ?" (lycée Sainte-Geneviève, Rennes).

Rens. → www.ecole-debroglie.fr/TPE

Alliance entre Rennes 1 et Agrocampus

Pour officialiser de nombreux travaux communs, l'Université de Rennes 1 et l'Agrocampus ont signé une convention pour construire une offre de formation cohérente sur Rennes, le 31 mai dernier. Ils cohabilitent des licences et des masters professionnels, ainsi que des masters recherche de l'école doctorale Vie-agrosanté.

Rens. → www.agrocampus-rennes.fr, www.univ-rennes1.fr

Améliorer la qualité de l'eau

Afin de renforcer leur coopération dans le domaine de la qualité de l'eau, l'agence de l'eau Loire-Bretagne et l'Ifremer ont signé un accord, le 2 juin dernier, à Nantes. Il

s'inscrit dans le cadre des objectifs fixés par la Directive cadre sur l'eau¹⁰, notamment celui d'atteindre un bon état écologique des eaux en 2015. L'accord comporte quatre axes : améliorer les connaissances sur le littoral ; optimiser sa surveillance ; élaborer des plans de gestion ; valoriser les travaux de recherche. En 2006 débute une première série d'études, portant, entre autres, sur l'utilisation d'outils (modèle de dispersion des polluants, imagerie satellite) et sur la mise au point d'une méthodologie de suivi des apports bactériologiques.

Rens. → [Philippe Fera](mailto:Philippe.Fera@oceanopolis.com), tél. 02 40 73 94 19 ; [Hélène Oger-Jeanneret](mailto:Hélène.Oger-Jeanneret@oceanopolis.com), tél. 02 40 37 40 18.

Océanopolis embarque à bord du Pont-Aven



Le 26 juin dernier, Brittany Ferries et Océanopolis ont signé un partenariat pour l'observation des mammifères marins en mer Celtique et dans le golfe de Gascogne, qui sera effectif dès l'automne prochain. Plus tard, les informations recueillies à bord du navire Pont-Aven (bathymétrie, direction du vent, vitesse du bateau, faune rencontrée) seront diffusées en temps réel dans les espaces publics du bateau. Les passagers pourront même contribuer grâce aux formulaires de relevés d'observations mis à leur disposition. Des ateliers ludo-éducatifs seront aussi mis en place pour les plus jeunes dès le printemps 2007.

Rens. → [Chantal Guillerm](mailto:Chantal.Guillerm@oceanopolis.com), tél. 02 98 34 40 67, chantal.guillerm@oceanopolis.com

Les actus de Bretagne Environnement

- Réduction des déchets : maillot jaune pour la Bretagne !
 - Des ports et un littoral propres tout l'été ?
 - Micropolluants dans l'eau : les industriels bretons limitent leurs émissions
 - Sécheresse : restons vigilants
- www.bretagne-environnement.org/quoideneuf/en_bref/

Du côté de l'Europe

Élimination de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques

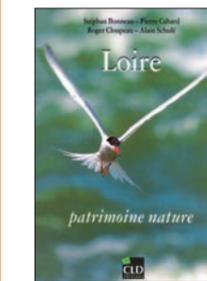
Le décret appliquant la "directive RoHS"¹¹, relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, est entré en vigueur le 1^{er} juillet 2006. Depuis cette date, l'élimination à la source de certains matériaux particulièrement dévastateurs sur le plan environnemental (cadmium, plomb, polybromodiphényléthers (PBDE) mercure, chrome hexavalent, polybromobiphényles (PBD)) est de mise. Désormais, pour qu'un équipement soit conforme, leur teneur devra être inférieure à une concentration maximale admissible. Les producteurs devront être en mesure de le prouver, en cas de contrôle. Les produits doivent également pouvoir être travaillés aux températures permettant la soudure sans plomb.

En Bretagne, l'action collective Addel (Appui au développement durable de l'électronique), menée conjointement par Jessica France, la Meito¹², l'Afeit, le Snese et l'Euro info centre, vise à favoriser l'échange d'expériences entre entreprises sur les thématiques de la production sans plomb, l'écoconception et le traitement des déchets¹³.

Consulter le site [b2europe Bretagne](http://b2europe-bretagne.fr/index.jsp?id=171&key=1677305540&xsl=templates/actualite.xsl) → www.b2europe-bretagne.fr/index.jsp?id=171&key=1677305540&xsl=templates/actualite.xsl
Rens. → Euro info centre, tél. 02 99 25 41 57, eic@bretagne.cci.fr



À lire Les coups de cœur de la bibliothèque des Champs Libres



Loire : patrimoine nature

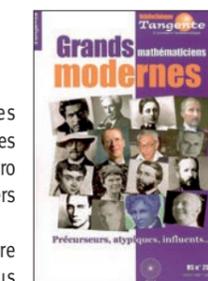
L'Unesco a récemment décerné à la vallée de la Loire le label "Paysage culturel", portant au rang de patrimoine mondial de l'Humanité toute la partie médiane de la vallée, de l'Orléanais à l'Anjou. Ce livre nous raconte la nature remarquable de ce site, qu'il s'agisse du paysage, des plantes et des animaux sauvages. Les oiseaux, les mammifères et, chose peu banale, les insectes sont superbement photographiés par Stéphane Bonneau. La richesse iconographique et la qualité des textes font de cet ouvrage ce qu'on appelle "un beau livre".

→ Textes de Pierre Cabard, Roger Cloupeau, Alain Schudé, photographies de Stéphane Bonneau, CLD éditions, 2006.

Grands mathématiciens modernes : précurseurs, atypiques, influents...

Regroupés en trois catégories : les précurseurs, les atypiques et les influents, les grands mathématiciens réunis dans ce numéro spécial de *Tangente* sont présentés à travers leurs travaux et leurs découvertes. Cet ouvrage donne l'occasion de connaître un éventail des mathématiciens les plus marquants depuis le XIX^e siècle, qu'ils se soient distingués par leurs travaux ou en dehors de la sphère mathématique, à l'image d'Évariste Galois, érigé en héros après sa mort lors d'un duel à l'âge de 21 ans. Certains des personnages présentés sont moins connus du grand public, comme Emmy Noether, grande mathématicienne allemande, considérée comme la mère de l'algèbre moderne.

→ Ouvrage collectif, *Tangente hors-série n° 25*, 2006.



¹⁰ Lire le dossier du n° 226 de Sciences Ouest - novembre 2005. ¹¹ Retis est un réseau national qui rassemble les structures d'appui à l'innovation. ¹² Concours organisé par le ministère délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche et par Oséo Anvar. ¹³ Afssa : Agence française de sécurité sanitaire des aliments. ¹⁴ Irisa : Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires. ¹⁵ Directive cadre sur l'eau : adoptée en octobre 2000 par le Conseil et le Parlement européens, elle définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux sur le plan européen. ¹⁶ RoHS : Restriction of use of certain Hazardous Substances. ¹⁷ Meito : Mission pour l'électronique, l'informatique et les télécommunications du grand Ouest ; Afeit : Association des filières de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications de Bretagne occidentale ; Snese : Syndicat national des entreprises de sous-traitance électronique. ¹⁸ Voir article page 8, dans le n° 231 de Sciences Ouest - avril 2006.

La Bretagne à la carte La géologie de Saint-Brieuc cartographiée à 1/50 000^e

La première édition à 1/50 000^e(1) de la carte géologique de Saint-Brieuc a été présentée le 17 mai dernier, à Rennes, dans la salle de la Terre de l'Espace des sciences(2). Elle s'intègre dans un programme plus large qui vise à cartographier la France dans ses moindres recoins avant 2010.

À l'échelle des temps géologiques, cartographier toute la France est une idée récente. Et pourtant... le programme est né en 1868. Un siècle plus tard, il est entre les mains du Bureau des ressources géologiques et minières (BRGM) qui définit la Bretagne comme une des cibles prioritaires car elle a été longtemps délaissée. Certains secteurs reculés étaient jugés difficiles d'accès. Son histoire est cependant riche et ancienne.

Sous Saint-Brieuc, la montagne



“Les terrains et structures géologiques de la région de Saint-Brieuc sont, pour une grande majorité d'entre eux, les témoins d'une chaîne de montagne, la chaîne cadomienne, qui occupait tout le nord du Massif armoricain il y a plus de 600 millions d'années”, précise Éric Thomas, ingénieur géologue au BRGM. On peut y observer les roches les plus représentatives de cette période.” Six ans (de 1995 à 2001) auront été nécessaires au prélèvement des données. Résultat : une carte géologique à 1/50 000^e accompagnée

d'une notice explicative, un livret de 220 pages ! Un des plus épais du genre. La région de Saint-Brieuc a aussi une frontière avec la mer, d'où une représentation détaillée du littoral et des fonds sous-marins, effectuée notamment avec l'Ifremer.

Le sol breton en 3D

La géologie, ce n'est pas que le sol profond. Suite à de nouvelles demandes, liées en particulier à la ressource en eau, le BRGM représente maintenant systématiquement les formations superficielles sur ses cartes, soit la zone 0-100 m. L'ouest de la France est une des premières régions où la répartition, l'épaisseur, la géométrie des premiers mètres du sous-sol sont cartographiés. À terme, il sera possible d'éditer des cartes encore plus complexes faisant apparaître les variations des paramètres physiques des roches telles que la porosité, ou la perméabilité. “Ces informations nous renseignent sur l'état actuel des eaux souterraines et intéressent le monde agricole”, ajoute le chercheur. Elles sont aussi utiles pour la politique d'aménagement, de protection des ressources et pour la prévention des risques naturels comme ceux liés aux instabilités de falaise, à l'érosion littorale, ou encore au comportement particulier des sols argileux. “Certaines argiles se rétractent ou gonflent sous l'effet de l'eau ce qui peut poser des problèmes non négligeables quant à la stabilité des édifices. À court terme, nous signalerons ces variations sur des cartes dites de retrait-gonflement.”

Avec toutes ces données, les cartes sont devenues de réelles mines d'informations

mais la lisibilité peut s'en trouver réduite. Depuis de nombreuses années, le BRGM développe des techniques de modélisation numérique pour créer des représentations en 3D permettant de les rendre plus intelligibles et dynamiques, mais aussi de combiner l'accès à de nouvelles données : démographiques, météorologiques... Certaines régions bretonnes ont déjà été numérisées(3) avec succès.

Peu de forages profonds

Mais il reste un problème : le manque de données sur des zones situées plus en profondeur. Le socle est majoritairement constitué de roches anciennes, résistantes. Les forages sont donc peu profonds (50 m) mais aussi peu nombreux comparés à ceux effectués en régions parisienne et aquitaine (3 000-4 000 m). Pour compenser ce manque d'informations, il faut utiliser d'autres moyens technologiques, tels le magnétisme des roches ou le profil sismique, qui permettent d'identifier les structures du socle sur plusieurs centaines de mètres de profondeur.

Il reste encore du pays à explorer : sur les 71 secteurs que compte la Bretagne, certains ne sont pas commencés et une dizaine sont en cours de levée ou en phase d'édition. Le métier de géologue reste tout de même un travail d'arpenteur ! ■ L.G.

(1) La carte à 1/50 000^e est l'échelle de référence pour tout ce qui relève de l'aménagement du territoire. (2) Voir rubrique en bref du n°233 de Sciences Ouest. (3) La région de Saint-Brieuc et celle entre Vannes et Nantes.

Contact
Éric Thomas, tél. 02 99 84 26 78,
e.thomas@brgm.fr

Une Sphère à la pointe de la technologie Cabasse à l'origine d'une enceinte acoustique “high tech”

Amis mélomanes, prenez place ! Grâce au nouveau système d'enceintes acoustiques ultraperformant mis au point par la société brestoise Cabasse, en collaboration avec l'École nationale supérieure des télécommunications de Bretagne, vous allez bientôt pouvoir vivre toute l'intensité d'un concert, confortablement assis dans le canapé de votre salon.

Leader français des enceintes acoustiques haut de gamme, Cabasse vient de frapper très fort en mettant la touche finale à son projet “Sphère”, un haut-parleur dernière génération permettant d'obtenir une transparence d'écoute encore jamais atteinte. “La Sphère, c'est un peu la Formule 1 de chez Cabasse”, explique Yvon Kerneis, le directeur de la recherche et du développement de la société. Contrairement aux enceintes classiques où les haut-parleurs sont placés les uns au-dessus des autres, ceux de la Sphère sont situés sur le même axe horizontal, ce qui permet d'obtenir une plus grande homogénéité dans la restitution des sons. Par ailleurs, la forme courbe et fuyante de la Sphère permet d'éviter les effets de diffraction du son que l'on trouve dans les enceintes carrées.”

Aboutissement de quinze années de recherche sur la technologie des haut-parleurs coaxiaux, la Sphère Cabasse n'aurait pourtant pas pu voir le jour sans l'appui scientifique de l'ENST Bretagne.

Minimiser les distorsions

Implantée depuis 2003 sur le Technopôle Brest-Iroise, la société Cabasse a fait appel aux compétences d'Hmaied Shaiek, un doctorant tunisien du département Signal et communications de l'ENSTB(1). Dans le cadre de sa thèse(2), il a réalisé un important



travail sur les modules de correction numérique qui permettent de compenser les défauts résiduels de l'enceinte et d'optimiser sa réponse acoustique. “J'ai travaillé sur le filtrage numérique de la Sphère, explique Hmaied Shaiek. L'objectif était de parvenir à séparer les voix, en envoyant vers chacun des quatre haut-parleurs la bande de fréquence qu'il est capable de restituer avec le minimum de distorsion, puis de corriger les éventuelles irrégularités au niveau de la courbe de réponse de l'enceinte.”

Une source compacte et design

Avec l'aide de Jean-Marc Boucher, professeur à l'ENSTB, Bernard Debail, l'ingénieur acousticien de chez Cabasse et Pierre-Yves Diquélou le chef produit de la société, l'autre défi du chercheur fut de parvenir à mieux maîtriser la directivité des haut-parleurs pour obtenir une cohérence plus grande entre sons directs et sons réfléchis.

De gauche à droite :
Pierre-Yves Diquélou, Yvon Kerneis
et Hmaied Shaiek.



Avec une chaîne stéréo classique, 70 à 80 % des sons émis par les haut-parleurs sont en effet réfléchis par la pièce et ses meubles, ce qui nuit considérablement à la qualité d'écoute.

En attendant la validation des prochains travaux sur l'acoustique du local d'écoute, la Sphère, désormais brevetée, a quant à elle fait ses premières sorties publiques dans les salons internationaux. En janvier dernier, elle a été exposée au “Consumer Electronics Show” de Las Vegas, puis en mai 2006, en Allemagne, lors du salon “High End” de Munich. “La Sphère sera commercialisée à partir de septembre 2006. C'est un système très haut de gamme, avec un design séduisant qui devrait plaire aux particuliers, mais qui s'adresse également aux professionnels”, explique Yvon Kerneis. Cette source acoustique relativement compacte devrait en effet intéresser des studios d'enregistrement comme ceux de Radio France avec qui nous avons pris contact.” En attendant, il faudra déboursier la bagatelle de 120 000 €, le prix à payer pour une limpidité sonore... ■ C.B.

Caractéristiques de la Sphère

La Sphère est une enceinte close de 70 cm, comportant un “système actif à 4 voix amplifiées”. Elle est composée de quatre transducteurs (haut-parleurs) placés sur un axe horizontal unique pouvant reproduire l'intégralité de la bande audio de 20 à 20 000 Hz. Elle est alimentée par un amplificateur de puissance de 1 000 watts sur le haut-parleur des graves, 1 000 watts sur le haut-parleur bas médium, 300 watts sur le médium et 300 sur les aigus.

Les enceintes classiques ne comportent généralement que trois haut-parleurs : un grave, un médium, un aigu. ■

(1) Le département Signal et communications de l'école fait partie d'un laboratoire du CNRS (Tunisie). (2) Pour sa thèse, Hmaied Shaiek a reçu l'appui financier de Brest Métropole Océane.

Contact
Hmaied Shaiek, hmaied.shaiek@enst-bretagne.fr,
Yvon Kerneis, yvon.kerneis@cabasse.com

Les enjeux de l'aquaculture Un débat mené au niveau européen

Français, Allemands et Polonais étaient dans le même bateau du 26 au 28 avril derniers. Ils étaient venus plancher sur les corrélations entre développement de l'économie aquacole et amélioration de la qualité des eaux littorales, sur une invitation du centre de recherche Agrocampus-Cempama de Beg-Meil (29).



Christophe Blanchard

de ses homologues allemands et polonais sur les impacts des pollutions sur la production aquacole dans une mer comme la Baltique. Depuis une quarantaine d'années, cette mer semi-fermée est en effet dans un état très préoccupant. Outre les activités de pêche, la pollution liée à l'urbanisation et à l'industrialisation, ainsi qu'à l'intensification de l'agriculture dans les bassins versants que peuplent quelque 80 millions d'habitants, pose de véritables enjeux écologiques. "En mer Baltique, la pollution par les métaux lourds pourrait engendrer des problèmes comparables à ceux que nous avons connus dans le bassin d'Arcachon avec le TBT⁽¹⁾ il y a quelques années. Les mollusques sont en effet des filtres très sensibles, qui accumulent les toxiques."

Les contacts entre chercheurs sont pris. L'échange d'expérience peut commencer. Un prochain rendez-vous a d'ores et déjà été fixé. ■ C.B.

⁽¹⁾ La station expérimentale d'Argenton est un laboratoire de "pays" qui appartient au département de Physiologie fonctionnelle des organismes marins d'Ifremer (Plom), auquel est également rattaché le laboratoire Adaptation reproduction nutrition (ARN), spécialisé dans la recherche piscicole. ⁽²⁾ Le tributylétain (TBT) a très longtemps été utilisé dans les peintures antisalissures pour les coques des bateaux.

Contact
René Robert, tél. 02 98 89 51 05,
rene.robert@ifremer.fr

Fondée voici trente ans à Argenton, à une trentaine de kilomètres de Brest, la station Ifremer⁽¹⁾ dirigée par René Robert est un havre baignant dans des eaux de qualité, loin de toute industrialisation indésirable.



Christophe Blanchard

"Ici, nous nous intéressons essentiellement aux animaux, les mollusques, que nous suivons de la larve à l'adulte, explique le chercheur. La partie analyse chimique de l'eau est étudiée par un autre laboratoire Ifremer situé à Brest."

René Robert.

Afin d'assurer l'obtention de juvéniles de qualité, René Robert et son équipe reproduisent toutes les conditions du milieu naturel dans lequel évoluent habituellement les palourdes, coquilles Saint-Jacques

et autres huîtres : "Nous mesurons l'impact exact des variations d'oxygène, de température, de salinité ou de nourriture sur le cycle de croissance et de reproduction des mollusques. Les données fournies nous permettent d'aider les écloseries commerciales à optimiser leurs gains, tout en améliorant la qualité des produits sortis."

Le cas de la mer Baltique

Lors de la rencontre "Aquaculture et Environnement" organisée à Beg-Meil en avril dernier, il a pu répondre aux questions

La polyculture : plus proche de l'écosystème

Biochimiste et directeur de l'entreprise allemande Coastal Research and Management (CRM)⁽¹⁾, Levent Piker était présent à Beg-Meil pour exposer à ses collègues français et polonais les vertus de la polyculture marine, une technique déjà très répandue en Asie.

Sciences Ouest : Quel est l'intérêt de la polyculture marine ?



Christophe Blanchard

Levent Piker.

elles-mêmes absorbées par les producteurs primaires comme les algues ou par le phytoplancton, qui sont consommés à leur tour par les bivalves. Mais la polyculture se rapproche surtout des conditions naturelles de l'écosystème.

S.O. : Est-ce une pratique courante en Allemagne ?

L.P. : CRM a débuté des tests en polyculture l'année dernière avec la moule bleue, *Mytilus edulis* et l'algue brune *Laminaria Fucus*. En laboratoire, nous avons constaté que toutes les deux grandissent bien mieux si elles sont placées ensemble. En fait, le principal risque est l'eutrophisation⁽²⁾, qui survient lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues qui alors prolifèrent. La solution que nous tentons de promouvoir est donc une approche de polyculture "off shore" en mer Baltique.

S.O. : La polyculture a-t-elle un avenir en Bretagne ?

L.P. : Je pense qu'il y a de réelles potentialités pour développer une polyculture maritime en Bretagne. Les richesses littorales de cette région s'y prêtent parfaitement. Grâce à ces débats, nous avons ouvert quelques pistes de réflexions que nous pourrions poursuivre, notamment en nous tournant vers l'Asie, où l'aquaculture en rivières, en rizières, en étangs et en mer est une pratique très développée, et où la polyculture est en progression depuis le début des années 80. ■

Propos recueillis par Christophe Blanchard

⁽¹⁾ Basée à Kiel, cette petite entreprise spécialisée en biotechnologies collabore à de nombreux projets financés par l'Union européenne. ⁽²⁾ L'eutrophisation conduit à une diminution de la teneur de l'eau en oxygène et par conséquent à l'asphyxie progressive de certaines formes de vie aquatique.

Contact
Levent Piker, levent.piker@crm-online.de

dossier

Verres et céramiques

De l'autre côté du verre et de la céramique

Un bock à bière, une vitre. La céramique et le verre, tout le monde connaît ! Pas si sûr. Ce dossier de *Sciences Ouest* est l'occasion de redécouvrir deux matériaux pas comme les autres. Proches chimiquement, ils accompagnent de nombreuses évolutions technologiques depuis des millénaires et sont aujourd'hui partout dans notre quotidien, depuis le simple briquet jusqu'au cœur de l'ordinateur (p. 10). En Bretagne, où la céramique est un indice extraordinaire pour les archéologues (p. 12), la mémoire sociale reste vive autour du travail du verre (p. 11) et des savoir-faire perdurent tout en évoluant notamment dans les vitraux (p. 13).

Aujourd'hui, dans la tradition d'innovation ouverte par des hommes géniaux comme le céramiste Delachenal (p. 14), les recherches autour du verre et de la céramique battent leur plein. À Rennes, un laboratoire est à la pointe de l'invention autour de la fibre de verre, notamment dans le domaine infrarouge (p. 15). Ses innovations se retrouvent dans d'innombrables domaines, de l'environnement à la santé, en passant par l'automobile. Un autre laboratoire rennais, spécialiste des matériaux fragiles, étudie la mécanique de différents types de verres et de céramiques, que l'on retrouve, améliorés, dans le hublot d'un sous-marin ou le moteur d'un avion de chasse (p. 15).

Que l'on soit scientifique ou artiste, ces deux matériaux fascinent. Pour conclure ce dossier, écoutons l'échange que le verre permet entre un chercheur, Jacques Lucas, et le sculpteur de verre Chantal Royant (p. 16). Au cœur de notre quotidien, des innovations et de notre imaginaire, le verre n'est pas qu'un contenant, mais aussi un support pour dialoguer entre les disciplines ! ■ N.G.

Verres et céramiques

Jean-Marie Haussonne s'étonne de sa méconnaissance par le public

“La céramique est au centre de l'évolution technologique”

Elle a accompagné les progrès de l'Homme et inonde notre univers technologique... mais la céramique reste méconnue. Une lacune dans notre culture scientifique, aux yeux de Jean-Marie Haussonne, le délégué régional à la recherche et à la technologie⁽¹⁾.

“Dans le dictionnaire, la céramique est l'art de fabriquer des objets à base d'argile, observe Jean-Marie Haussonne. C'est terriblement restrictif ! La culture industrielle sur la céramique manque en France.” Spécialiste des céramiques et des verres⁽²⁾, l'ingénieur et professeur des universités Jean-Marie Haussonne réagit face à cette méconnaissance du grand public. “La céramique est une technologie «cachée» ! Personne n'en parle, alors qu'elle est au centre de toute l'évolution technologique et économique de l'Homme depuis la plus haute Antiquité jusqu'à aujourd'hui.”

Verre et progrès

Comme la céramique, l'industrie du verre, inventée entre 3000 et 2000 av. J.-C., est liée aux progrès de l'Homme. Le soufflage, apparu peu avant notre ère, a permis de donner naissance à des récipients de grande taille, en multipliant leurs formes. Les Romains, grands consommateurs de produits en verre, les produisaient non seulement pour leur utilité, mais également parce que “les anciens concevaient le verre comme le matériau idéal pour le progrès de la connaissance”, comme le rappelle l'exposition “Le verre dans l'empire romain”, actuellement à la Cité des sciences⁽³⁾. Cette prédiction s'était déjà confirmée à la fin du Moyen Âge, avec la révolution architecturale des fenêtres : pour la première fois, la lumière entrait dans les châteaux, grâce aux premiers verres plats translucides. ■

Recette : associer des grains et les chauffer

La technologie céramique consiste d'abord, pour faire simple, à prendre de la poudre, le plus souvent un oxyde, et à la façonner en un objet. “Comme à la plage, pour faire un château de

Sans céramique, pas d'âge du bronze. “Avant de faire du métal, il faut savoir chauffer et avoir des contenants, rappelle-t-il. En quoi peuvent-ils être ? Uniquement en argile réfractaire, c'est-à-dire en céramique.” Les premiers fours à haute température remontent à environ 6 500 ans. Il y a 3 000 ans, les amphores grecques transportent des matières premières, du blé ou du liquide, ce qui développe le commerce en Méditerranée. Le tour du potier, que l'on associe seulement aujourd'hui à un artisanat sympathique, est une invention fondamentale, apparue simultanément en Mésopotamie, en Égypte et en Chine il y a 4 000 ans.

Plus tard, l'invention des faïences et porcelaines s'accompagne de forts enjeux politiques et économiques. Aux XVIII^e et XIX^e siècles, la révolution industrielle liée à la sidérurgie ne peut exister sans la céramique ! “Les progrès de la sidérurgie sont liés à la maîtrise de matériaux réfractaires

sable”, s'amuse Jean-Marie Haussonne. L'objet est chauffé et refroidi. Pendant ce cycle thermique, un phénomène de diffusion se produit. “La matière ne va pas fondre, mais bouger. Les grains de la poudre s'associent, la porosité entre eux disparaît.” Et voici une céramique avec différentes qualités possibles - solidité, étanchéité, propriétés mécaniques, électriques, électroniques ou thermiques. ■

Verre et céramique sont très proches

Quelle est la différence entre le verre et la céramique ? Pour travailler ces matériaux, les compétences techniques se ressemblent, les ingénieurs étant formés à l'École nationale supérieure de céramique industrielle, à Limoges, née de la manufacture de Sèvres, il y a 115 ans. Les matériaux de base du verre (silice, alumine, oxydes alcalins) se retrouvent dans les céramiques traditionnelles. Et beaucoup des céramiques à base d'argile sont recouvertes d'un émail, qui est un verre. Il y a d'ailleurs un cycle thermique conjoint pour la céramique et l'émail : ils sont ensemble dans le four et il y a un accrochage physico-chimique entre les deux. ■



Jean-Marie Haussonne.

céramiques, qui ont permis de monter de plus en plus haut en température”, résume Jean-Marie Haussonne.

Du briquet à la navette spatiale

Aujourd'hui, la céramique est partout. Dans la maison, depuis les sanitaires, les carrelages et les interrupteurs jusqu'aux tuiles, en passant par les murs - le cimentier est un ingénieur céramiste. “Le monde de la céramique pour l'électronique est totalement ignoré du public. Le chiffre d'affaires du condensateur céramique est pourtant du même ordre que celui du circuit intégré.” Des thermistances en céramique, c'est-à-dire des résistances électriques dont la valeur dépend de la température, se retrouvent dans les sèche-cheveux, les radiateurs électriques, l'alarme de niveau d'essence de la voiture.

L'étincelle qui allume la flamme d'un briquet jaillit à partir d'une céramique “piézoélectrique”. “Quand vous ouvrez un ordinateur, le bel objet tout noir, ce n'est pas le microprocesseur ! C'est une céramique très complexe, qui réunit dans les trois dimensions des pistes de conducteurs et d'isolants. Elle enferme le microprocesseur et assure son interconnexion avec les circuits électriques et électroniques.” Des premières amphores aux tuiles de la navette spatiale, les céramiques n'ont pas fini de nous accompagner. ■ N.G.

⁽¹⁾ DRRT pour la région Bretagne. ⁽²⁾ Jean-Marie Haussonne a coordonné l'ouvrage Céramiques et verres. Principes et techniques d'élaboration, volume 16 de la collection Traité des Matériaux, publié en décembre 2005 aux éditions Presses polytechniques et universitaires romandes. Un ouvrage de référence pour les étudiants, les chercheurs et les ingénieurs spécialistes des poudres, des céramiques et des verres. 800 pages, 109 €. ⁽³⁾ Site web : www.cite-sciences.fr

Contact
Jean-Marie Haussonne, tél. 02 99 87 43 13,
drtt.bretagne@recherche.gouv.fr

Histoires du verre et de la céramique en Bretagne

Fougères : un savoir-faire cristallisé

Historien spécialiste de la sauvegarde du patrimoine scientifique et industriel breton, Jérôme Cucarull nous livre ici quelques réflexions sur le travail du verre et de la céramique et aborde une actualité récente : la fermeture de la cristallerie de Fougères.

Sciences Ouest : Existe-t-il une tradition du travail du verre et de la céramique spécifique à la Bretagne ?

Jérôme Cucarull : Il existe une tradition dans la mesure où l'archéologie a découvert des centres de productions locales dès l'époque gauloise, alors que la verrerie est bien maîtrisée à l'époque romaine. Mais le savoir-faire n'est pas spécifique à la Bretagne et il est même souvent enrichi par des apports extérieurs. L'arrivée de verriers italiens à la fin du XVI^e siècle est à l'origine d'un développement rapide de l'activité. En réalité, céramiques et verreries sont produites sur l'ensemble du territoire, car les matières premières sont abondantes. La céramique est réalisée à partir d'un matériau courant : l'argile. La technique de fabrication n'est pas compliquée et a été bien diffusée. La spécificité vient plutôt de la coexistence des produits locaux avec des productions industrielles comme les grès normands à partir du XV^e siècle. Le verre est un produit de luxe et le résultat d'un savoir-faire plus complexe. L'implantation des verreries est notamment conditionnée par la disponibilité des fougères, dont les cendres sont incorporées dans la pâte de verre pour lui permettre de fondre à des températures plus basses et d'augmenter sa durée de malléabilité.

S.O. : D'où la cristallerie de Fougères !

J.C. : Tout à fait. Elle a été créée en 1921, à partir du savoir-faire né sur un site proche, à Laignelet. Son activité a malheureusement cessé en 2005. Cependant, le verre représente un élément fort de l'identité du pays de Fougères et toute une dynamique s'est petit à petit créée autour de ce



Jérôme Cucarull.

matériau. Des entreprises⁽¹⁾ sont venues s'implanter, une école d'optique⁽²⁾ s'est installée.

S.O. : Pour quelles raisons la verrerie a-t-elle disparu ?

J.C. : Elle abritait des savoir-faire très spécifiques. C'était la dernière verrerie en Bretagne et l'une des dernières en France, où le verre était encore soufflé à la bouche. Cette technicité s'appliquait à des produits hauts de gamme, comme des verres de table ou des flacons de parfum. Autant dire un marché de niche ! Or, les arts de la table ont évolué, le cristal n'est plus un symbole de réussite sociale. Mais la cristallerie n'a pas anticipé ce changement. Elle est restée trop longtemps focalisée sur la conservation de son patrimoine, sans y intégrer d'innovations. C'est souvent le problème des entreprises qui possèdent des savoir-faire ancestraux : tradition et innovation ne doivent pas être en concurrence. Il faut trouver le bon équilibre ! ■

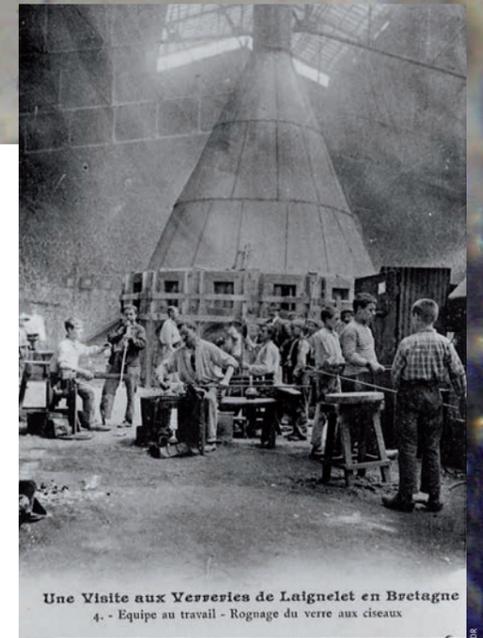
Propos recueillis par Nathalie Blanc

⁽¹⁾ Ouest Optique devenu AO Sola Optique : www.aosola.net. ⁽²⁾ École Fizeau : www.fougères.cci.fr/ecolefizeau/

Contact
Jérôme Cucarull, tél. 06 13 63 02 20,
jerome.cucarull@caramail.com



Le cristal n'est plus un symbole de réussite sociale.



Une Visite aux Verreries de Laignelet en Bretagne
4. - Equipe au travail - Rognage du verre aux ciseaux

Les verreries recensées

Depuis les années 1980, le service de l'Inventaire général du ministère de la Culture s'intéresse au patrimoine industriel. Dans ce cadre, Claudie Herbaut a recensé en 1990 les vestiges des verreries dans les départements d'Ille-et-Vilaine, où elle en a trouvé 11, et de Loire-Atlantique (19). Très documentée, son étude détaille les grandes phases de l'évolution de cette activité : ses points de convergence avec le système industriel dans son ensemble, comme la mainmise de la noblesse sous l'Ancien Régime, ou encore ses points de rupture technologique, avec l'arrivée des Italiens au XVI^e siècle ou le passage à la verrerie au charbon au XIX^e siècle.

Ce travail, qui a eu le mérite de souligner l'importance des vestiges qui existent encore, notamment à La Haie-d'Iré en Saint-Rémy-du-Plain (35), est malheureusement resté inédit. La population est pourtant très attachée à ces lieux, comme en témoignent actuellement, à Fougères, les vives discussions devant la volonté de la municipalité de détruire les bâtiments de la cristallerie. ■ J.C.

Kens. → L'étude est disponible au centre de documentation de la Drac, à Rennes, tél. 02 99 29 67 11.

Marie-Yvane Daire étudie les céramiques de l'âge du fer

La céramique, carte de visite de nos ancêtres

Leur présence sur des lieux précis, leur décoration, leur chimie : les poteries de nos ancêtres sont les témoins uniques de leurs arts de vivre. À plus d'un titre, la céramique est la matière première des archéologues, explique Marie-Yvane Daire.

“Après avoir pris un peu de terre, pour lui donner une forme, les Hommes du néolithique ont découvert que celle-ci ne durait pas sans cuisson.” Chargée de recherche CNRS dans l'équipe “Civilisations atlantiques et archéosciences”⁽¹⁾ à l'Université de Rennes 1, Marie-Yvane Daire rappelle que la céramique nous accompagne depuis 7 000 ans.

“Elle apparaît quand l'Homme se sédentarise. Pour les nomades, les outres en cuir et les paniers en osier étaient plus pratiques qu'un pot en argile, lourd, qui se casse.” La céramique a l'avantage, pour l'archéologue, de très bien se conserver. Et comme elle sert à tout, pour faire la cuisine, stocker des aliments, présenter des offrandes ou déposer les cendres d'un mort, on en retrouve partout, depuis les sites d'habitation jusqu'aux lieux de culte.

Historien de l'art et chimiste

Mieux encore, la céramique est une horloge vivante. “L'évolution des formes et des décors est un élément fondamental pour la datation”, explique Marie-Yvane Daire. Les techniques utilisées sont datées chronologiquement : après les premières poteries, aux fonds arrondis hérités des Calebasses et des crânes utilisés en récipients, les potiers néolithiques façonnent des vases à fond plat ; après la découverte révolutionnaire du tour du potier au cours de l'âge du fer⁽²⁾, les Romains montent la température du four, rendant les céramiques plus résistantes, en maîtrisant mieux la couleur.



Marie-Yvane Daire.

Chaque poterie se replace ainsi sur l'échelle des innovations techniques.

Entre les roches, qui sont des indicateurs des temps géologiques, et les métaux, qui ne se conservent pas toujours, l'étude des céramiques est donc essentielle pour l'archéologue. “Il faut des compétences d'historien de l'art pour étudier les formes, les styles et les décors”, explique Marie-Yvane Daire. Concernant l'étude des pâtes et des minéraux, nous menons, avec des géologues, des analyses pétrographiques, pour connaître la nature de la pierre. Et pour déterminer les résidus présents dans certaines poteries, une approche chimique est aussi nécessaire.” De cette pluridisciplinarité naît un faisceau d'histoires. ■ N.G.



Sur l'île aux moutons, des hommes et des céramiques

Entre les Glénan et Fouesnant, l'île est minuscule. L'étude des céramiques de l'île aux moutons raconte deux histoires différentes, à 3 000 ans d'intervalle.

Que peuvent raconter quelques fragments de poteries, perdus sur un îlot de moins de quatre hectares, au large du Finistère Sud ? Depuis 2002, des fouilles sont conduites sur l'île aux moutons, sous la direction de Gwenaëlle Hamon⁽³⁾. Les poteries permettent déjà de dater la présence humaine - deux fois, sans continuité d'occupation. Au néolithique, entre 4 200 et 3 800 av. J.-C., et à l'âge du fer, entre 100 et 50 av. J.-C. “Les céramiques de l'âge du fer

sont de belles réalisations”, explique Marie-Yvane Daire, spécialiste du sujet, qui participe aux recherches. Elles ont été importées du continent. Nous le savons car certaines contiennent des particules minérales, comme du talc, qui provient d'un gisement d'argile en baie d'Audierne.”

Les caractéristiques des poteries de l'âge du fer, leur décor de moulures et de baguettes, ainsi que les traces laissées par la technique du tour rapide : tout a été décrypté par les archéologues. “Il y a des poteries caractéristiques des fonctions de stockage, probablement pour des salaisons de poisson et de viande. D'autres ont des anses de suspension, pour l'habitat ou pour le transport par bateau.” Ces indices font renaître les modes de vie : à l'âge du fer, les hommes pratiquaient ici la pêche et l'éle-

vage. Bien sûr, il y a d'autres éléments d'information - on note les restes de coquillages et de poissons, ou d'un poulain. Au néolithique, une petite communauté venait déjà de manière saisonnière sur l'île. Par deux fois sur un territoire minuscule, la céramique a ainsi signé l'art de vivre de nos ancêtres. ■ N.G.

⁽¹⁾ UMR 6566, CNRS, ministère de la Culture, Universités de Rennes 1, Rennes 2 et Nantes.
⁽²⁾ De 800 av. J.-C. à 50 av. J.-C. ⁽³⁾ Responsable de la fouille programmée sur l'île aux moutons (Fouesnant), collaboratrice de l'UMR 6566 “Civilisations atlantiques et archéosciences”. gwena.hamon@libertysurf.fr

Contact
Marie-Yvane Daire, tél. 02 23 23 61 09,
marie-yvane.daire@univ-rennes1.fr

Le vitrail : une histoire de famille Des techniques modernes pour un art ancestral

Chez les Le Bihan, l'arbre généalogique n'est pas en bois mais en verre. Les maîtres verriers s'y succèdent depuis des centaines d'années. En 2000, c'est Antoine, 44 ans, qui prend à son tour le flambeau de l'héritage familial en succédant à son père, Jean-Pierre.

par exemple, on est passé du four à bois au four électrique. En ce qui concerne les matériaux, la chaux a remplacé le ciment pour les calfeuttements. Dans le même temps, dans les années 70, des colles silicones, préconisées par le laboratoire des monuments historiques de Champs-sur-Marne, ont fait leur apparition. Elles permettent de supprimer tous les plombes de casse qui étaient utilisés auparavant pour réparer les verres brisés.”

Des doublures en verre

L'histoire, comme le raconte Antoine Le Bihan débute après la Révolution, à Saint-Pol-de-Léon (29), jusqu'à “mes grands-parents qui se sont installés à Quimper durant la Seconde Guerre mondiale. L'atelier était spécialisé dans le vitrail et travaillait avec des cartonniers⁽¹⁾ et des artistes de renom comme Pierre Toulhoat qui y fut apprenti. Mon père a repris l'entreprise au début des années 1960. Aujourd'hui, je lui succède avec ma sœur.”

Une passion familiale qui a transcendé les siècles et les crises, malgré les graves difficultés rencontrées par cette profession depuis quelques années. “Du temps de mon grand-père, l'atelier comptait quinze à vingt personnes, puis une dizaine à l'époque de mon père. Aujourd'hui, nous ne sommes plus que quatre dans l'entreprise.”

La baisse drastique des budgets alloués à la restauration des monuments historiques au début des années 2000 a en effet touché de plein fouet un métier qui apparaît bien souvent comme le parent pauvre de la restauration du patrimoine. “Lors des appels d'offres, les maîtres verriers sont souvent les derniers sur la liste”, constate Antoine Le Bihan. Toutefois, nous nous en sortons en mettant en avant l'aspect artistique et qualitatif de notre profession.”

Supprimer les plombes

Même si la procédure de base qui consiste à utiliser des vergettes de plomb pour enclâsser des morceaux de verre à la place des châssis de bois n'a guère changé depuis le Moyen Âge, les techniques de travail ont quand même considérablement évolué depuis une cinquantaine d'années. “L'évolution du métier depuis l'époque de mon grand-père a été particulièrement spectaculaire”, insiste Antoine Le Bihan. Au niveau des outils,

Rendre son âme d'origine au verre n'est pourtant pas une chose facile surtout quand celui-ci est exposé aux attaques permanentes d'un environnement hostile. Les dépôts provenant de la pollution atmosphérique, tels que les carbonates, les sulfates et les nitrates, engendrent en effet un obscurcissement des baies, ainsi qu'une altération profonde des vitraux qui se traduit par la formation de cratères. Pour palier cette détérioration, Antoine Le Bihan et son équipe doivent donc nettoyer méticuleusement les grisailles, ces décors peints que l'on trouve sur les vitraux, avec différents gels. Une fois cette délicate opération terminée, ils ont alors recours à une nouvelle technique apparue il y a quelques années seulement : “Désormais, nous installons des verrières de doublage pour protéger les vitraux originaux. Elles sont en fait des copies conformes du vitrail de départ que nous juxtaposons à celui-ci afin de le protéger de la pollution extérieure.”

Cette technique révolutionnaire a redonné une philosophie différente au vitrail. N'ayant désormais plus un simple rôle de fenestration, celui-ci est en effet devenu un objet artistique à part entière qu'il convient au maître verrier de mettre en lumière. ■ C.B.

Contact
Antoine Le Bihan, tél. 02 98 55 20 38,
lebihan.vitraux@wanadoo.fr

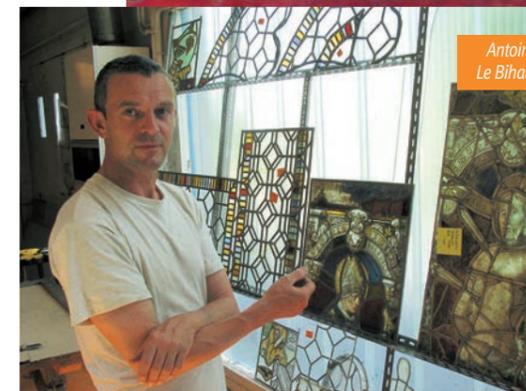
⁽¹⁾ Le carton est un dessin grandeur nature du sujet à la dimension de la baie, indiquant le tracé du plombage et l'emplacement des ferrures. Ce carton va servir à la découpe du verre. ⁽²⁾ En coédition avec la Société archéologique du Finistère.



Un ouvrage publié par les Presses universitaires de Rennes

Les vitraux de la cathédrale de Quimper

L'ouvrage *Les vitraux de la cathédrale Saint-Corentin de Quimper*, publié en novembre 2005 aux Presses universitaires de Rennes⁽²⁾, raconte l'histoire des vitraux de la cathédrale, médiévaux ou modernes, ainsi que les conditions de leur naissance. Il donne des clés pour nos yeux, qui ont perdu les codes graphiques, historiques et religieux, de ce langage lumineux. L'ouvrage est un guide pratique, à utiliser en circulant autour de la nef, et contient une foule de photographies - chaque verrière est notamment reproduite en pleine page. ■ N.G.
Rens. → 290 pages, 38 €. Sous la direction de Tanguy Daniel. Photographies Albert Pennec. Presses universitaires de Rennes, tél. 02 99 14 14 01, pur@uhb.fr, www.uhb.fr/pur



Antoine Le Bihan.



Chaque Baie

Chaque Baie

Chaque Baie

La collection du céramiste Louis Delachenal s'enrichit

Les verres d'un innovateur au Musée de Bretagne

Le Musée de Bretagne vient d'acquérir les tout premiers verres thermoformés, inventés par le génial Louis Delachenal et brevetés dans les années 50. Assiette, verre ou cendrier : ce type de verres est aujourd'hui partout.

“C'est une pâte qui se travaille comme une céramique, que l'on peut mouler, alors que le verre est normalement soufflé ou coulé.” Françoise Berretrot, responsable du domaine archéologique au Musée de Bretagne, est plutôt enthousiaste. Deux ans après l'exposition sur Louis Delachenal, ce céramiste et chercheur infatigable, formé à la manufacture nationale de Sèvres, installé à Saint-Méen-le-Grand (35) et décédé en 1966, le musée vient de compléter ses collections. Mais cette fois-ci, ce ne sont plus des céramiques... mais des objets en verre. Tout en multipliant les innovations dans le domaine de la céramique, qu'il s'agisse d'émaux⁽¹⁾, de pâtes ou d'un nouveau four⁽²⁾, l'inventeur menait en effet des recherches sur le verre.

“Ça vous intéresse ?”

Il a mis au point un verre thermoformé, dont il a signé des pièces aux tons et transparences très variés. Ce procédé baptisé Glaceram, dont le brevet ne sera pas entretenu, sera utilisé pour fabriquer des prototypes d'assiettes en verre, des cendriers ou des vases -



Françoise Berretrot présente la palette en verre de Louis Delachenal.

qui ne seront, hélas, pas commercialisés. C'est lors d'une visite à Nice en 2004 chez Michel Delachenal, le fils du céramiste avec qui l'exposition avait été préparée, que Françoise Berretrot a découvert des pièces qui dévoilent cette histoire pour la première fois. “En travaillant chez lui, j'ai découvert un carton. Il contenait une centaine d'objets parfaitement rangés, des essais de verres, des coupelles et sa palette de couleur en verre avec des émaux. Michel Delachenal m'a dit : «Ça vous intéresse ? J'ai répondu : «Énormément.»” Parmi les archives rassemblées, figuraient deux petits documents exceptionnels : des carnets de formule ! Le céramiste à la démarche scientifique y a noté toutes ses observations et ses conclusions, notamment sur le procédé Glaceram.

Ces pièces, qui ne seront pas exposées au Musée de Bretagne pour l'instant, complètent l'histoire de la vie de Louis Delachenal. Celle-ci montre le cousinage naturel entre le verre et la céramique, et la fascination qu'exerçait le verre sur un créateur insatiable. ■ N.G.

⁽¹⁾ Notamment l'émail céladon de grand feu, dont la formule encore utilisée est toujours tenue secrète par la manufacture de Sèvres. Pour en savoir plus, voir le catalogue de l'exposition du Musée de Bretagne en 2004, “Louis Delachenal, céramiste, 1897-1966”. Ce catalogue est empruntable à la bibliothèque de Rennes Métropole, juste à côté de l'Espace des sciences, aux Champs Libres. ⁽²⁾ Le four à moufle à flammes renversées a permis une meilleure homogénéisation de la cuisson.

Contact
Françoise Berretrot, tél. 02 23 40 66 86,
f.berretrot@leschampslibres.fr

Les matériaux de l'équipe Verres et céramiques scrutent l'invisible Dans l'infrarouge, un œil de verre qui voit tout

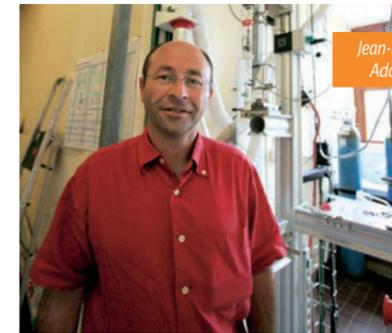
Le verre n'a pas fini de nous aider à explorer le monde. Les matériaux inventés par l'équipe Verres et céramiques, à Rennes, font sortir de l'invisible des informations essentielles, notamment dans les domaines de la santé, de l'environnement et de l'automobile.

Quand on parle du verre, on pense à la transparence. Cette couche invisible, posée à la fenêtre, c'est comme si de rien n'était ! Mais en réalité, toute la lumière ne passe pas à travers le verre classique, qui est un peu... opaque. Il ne transmet aucune longueur d'onde au-delà de trois microns, le domaine visible correspondant aux composés transparents entre 0,4 et 0,8 micron. À Rennes, l'équipe Verres et céramiques⁽¹⁾ invente notamment des verres de chalcogénures⁽²⁾, qui voient bien plus loin qu'une simple vitre. “Leur propriété essentielle est de transmettre la lumière du proche

infrarouge (1 micron) jusqu'au moyen infrarouge (14 microns), explique Jean-Luc Adam, directeur adjoint du laboratoire Sciences chimiques de Rennes. Ce domaine spectral couvre la signature optique de nombreux composés moléculaires, qui peuvent alors être détectés à l'aide de fibres optiques.”

Détecter des pathologies

Un signal lumineux est conduit sur une substance, via une fibre optique réalisée dans ce verre particulier. En fonction de leur nature, les composés de la substance réagissent, ou non, avec cette lumière - une fibre classique ne montrerait rien. “Dans le domaine de l'environnement, avec l'Ademe⁽³⁾, notre fibre de chalcogénure a servi à détecter des polluants dans des puits d'aquifères, en France, en Allemagne et en Autriche”, cite en exemple Jean-Luc Adam. Depuis deux ans, le laboratoire collabore aussi avec l'Ifremer. L'objectif est de mettre au point des biocap-



Jean-Luc Adam.

teurs pour détecter les algues toxiques. Les zones momentanément insalubres pour la production aquacole, ou la pêche à pied, seraient ainsi localisées. “Dans le domaine de la santé, nous effectuons des tests avec l'Inserm sur des foies de souris. À terme, l'objectif est d'aller avec la fibre au contact des tissus à analyser, pour détecter des pathologies.” Une autre application “qui tient encore du rêve”, consisterait à distinguer une cellule saine d'une tumorale.

Dans le domaine de la sécurité alimen-

taire, en collaboration avec l'Université de Bretagne sud, le laboratoire met au point des fibres de verre pour détecter des bactéries in situ et instantanément : plus la peine de prélever un fromage sur une chaîne pour savoir s'il contient des listerias. “Cette technique est plus sûre, plus calibrée et ce n'est plus la peine d'envoyer des échantillons dans un laboratoire.” Citons également une étonnante lentille, née au laboratoire et qui touche aujourd'hui, via une start-up, le marché de l'automobile. Elle équipe les caméras infrarouges de certaines BMW Série 7, pour l'aide à la conduite de nuit. Déjà révolutionnaire à l'époque romaine, le verre va nous en faire voir, de plus en plus ! ■ N.G.

⁽¹⁾ Ses 24 chercheurs, ingénieurs et techniciens constituent l'une des onze équipes du laboratoire Sciences chimiques de Rennes, sur le campus de Beaulieu. ⁽²⁾ C'est-à-dire qui contiennent au moins l'un des trois éléments soufre, sélénium et tellure, associés à d'autres éléments, comme le germanium, le gallium et l'antimoine. ⁽³⁾ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Contact

Jean-Luc Adam, tél. 02 23 23 62 62,
jean-luc.adam@univ-rennes1.fr

Le Larmaur étudie la fragilité du verre

La mécanique du verre devient transparente

À l'Université de Rennes 1, le Larmaur⁽¹⁾ étudie le comportement mécanique de matériaux fragiles, comme le verre. Ses recherches révèlent les multiples facettes du verre - un matériau fragile, mais plein d'avenir.

Comment va réagir le hublot en verre, sur le caisson d'une caméra sous-marine ? Ce problème concret, le Larmaur l'a abordé en 2004, pour l'Ifremer. “Nous avons expliqué pourquoi l'un des types de hublot, utilisé pour leur caisson sous-marin, se fissurait”, explique Tanguy Rouxel, le directeur du Laboratoire. Spécialisé dans l'étude du comportement des matériaux fragiles, le Larmaur s'intéresse aux propriétés mécaniques du verre. “L'un de nos objectifs est d'améliorer les produits verriers, pour les rendre plus performants. Par exemple, pour qu'ils deviennent moins rayables ou qu'ils soient moins altérés par l'environnement.”



Tanguy Rouxel.

L'équipe répond à des problèmes rencontrés par des industriels et participe à des recherches fondamentales. “Mieux comprendre ce qui se passe dans le verre, cela veut dire, par exemple, partir d'un éclat sur un pare-brise, remonter à la structure atomique du matériau pour comprendre comment, pourquoi et où s'est propagée la fissure.” Tel verre se déforme-

til ou pas, de manière réversible ou non ? S'il coule, c'est à quelle vitesse, à quelle température et comment réagit-il en contact avec une pointe dure ? Les verres étudiés sont très variés, depuis les flacons de parfum, l'optique de précision, la fibre de verre, les écrans plats et les verres pour vitrocéramique, jusqu'aux optiques infrarouges pour la vision nocturne. Le verre biocompatible, qui sert comme implant et ne doit pas diffuser de particules dangereuses dans le corps humain, est aussi un sujet de recherche.

Ifremer, Saint-Gobain, Aérospatiale

Le Larmaur a collaboré avec l'Ifremer, mais également avec Thalès Microélectronique, le Commissariat à l'énergie atomique et les différentes branches de Saint-Gobain⁽²⁾. Pour Saint-Gobain, le Larmaur a étudié la mécanique de petites

billes en céramique. Ces billes, utilisées pour le broyage de matériaux, doivent résister à de très hautes pressions, sans réagir chimiquement avec le fluide de broyage. “Nous avons expliqué pourquoi certaines billes broyaient mieux que d'autres.” Le laboratoire a également été partenaire d'Aérospatiale et de Snecma propulsion solide, pour caractériser des pièces de moteur en céramique, que l'on trouve désormais, améliorées, dans les tuyères d'avions Rafale ou de la fusée Ariane. Le verre et la céramique, que le Larmaur contribue à métamorphoser, ne sont décidément pas des matériaux comme les autres. ■ N.G.

⁽¹⁾ Laboratoire de recherche en mécanique appliquée de l'Université de Rennes. ⁽²⁾ Saint-Gobain est le leader mondial de la céramique. Le Larmaur collabore avec SG Isover (fibres de verre), SG Verre (verre à vitre, pare-brise, bouteille) et SG Céramique.

Contact

Tanguy Rouxel, tél. 02 23 23 67 18,
tanguy.rouxel@univ-rennes1.fr
www.larmaur.univ-rennes1.fr

Jacques Lucas et Chantal Royant échangent autour du verre

Art et science : un dialogue à travers le verre



Le verre ne se réduit ni à l'art, ni à ses dimensions technologiques. Amoureux de ce matériau, le scientifique Jacques Lucas et l'artiste Chantal Royant dialoguent entre leurs univers, dont les frontières ne sont pas toujours opaques.

Quel rapport existe-t-il entre un chercheur reconnu, spécialiste du verre et académicien des sciences, et un sculpteur de verre, qui expose ses créations aux quatre coins du monde ? Chantal Royant⁽¹⁾ travaille le verre depuis les années 80, avec l'avant-garde californienne du "Studio glass movement". Elle était en quête d'un discours scientifique sur ce matériau mystérieux. "Je suis confrontée à la chimie et à la physique, du fait de la matière que je travaille. J'étudie les compositions du verre, les compatibilités, le graphique de température, les points de fusions, les points de tension et les recuissons." Jacques Lucas, lui, effectuait auparavant des recherches en chimie du solide, avant de tomber accidentellement sur le verre. "Avec ses jeux de lumière, ses volumes, ses transparences, la versatilité dans sa mise en forme, c'est un matériau docile, qui a une supériorité totale sur tous les autres."

"Bluffé par ses réalisations"

En 2004, Chantal Royant a visité le laboratoire "Verres et céramiques"⁽²⁾ de Jacques Lucas. "J'ai été très impressionnée par le mécanisme pour étirer le verre et créer des fibres optiques", se souvient-elle. "J'ai été bluffé par ses réalisations, notamment sa production de bijoux"⁽³⁾, répond Jacques Lucas. Nommé à

l'Académie des sciences, il a alors pensé à elle, l'an dernier, pour réaliser le pommeau de son épée⁽⁴⁾. Dans l'épaisseur d'un verre dichroïque⁽⁵⁾, où les couleurs s'irisent, une trame de fils noirs évoque l'idée d'un tissu, souple et fluide. "Cette idée d'une trame de fils est géniale, s'exclame Jacques Lucas. C'est un clin d'œil à la moitié des activités du laboratoire, où nous travaillons sur le verre noir."

Le pommeau n'est pas né instantanément. "J'ai cogité et fusionné plusieurs lingots d'essais, se souvient Chantal Royant. Le verre est tellement malléable ! Il faut faire des prototypes. C'est une matière vivante, qui alimente la recherche." Jacques Lucas en convient : "Au départ, c'est impossible d'imaginer ce qu'un produit

en verre va donner. C'est un matériau extrêmement capricieux, qu'on ne domine qu'avec le temps. Il faut beaucoup d'humilité." Le verre a en effet un gros défaut : il ne conduit pas la chaleur, donc il casse quand il refroidit. "Le verre chauffe, se dilate et se rétracte au refroidissement, explique Chantal Royant. Pour associer différents verres, il faut qu'ils aient le même coefficient de dilatation, sinon il y a fracture ou cassure."

Un chaos maîtrisé

L'un de ses secrets d'artiste consiste ainsi à créer, en stratifiant différents verres compatibles, un objet hétéroclite, où des bulles d'air emprisonnées naissent au croisement d'un maillage. "C'est un chaos maîtrisé, s'émerveille Jacques Lucas. Des bulles de gaz naissent sur les imperfections du verre et cherchent à s'échapper. Chantal contrôle cette expansion

sauvage, qui dépend de la viscosité du verre." Les deux passionnés n'en finissent pas d'échanger leurs recettes, autour de la cuisson et de la recuisson du verre. "La recuisson à partir de 600°C sert à stabiliser la matière, note Chantal Royant. Car lorsque la température baisse, après la fusion, les tensions se renforcent entre les différentes parties du verre, dont la structure change d'un endroit à un autre." Pas facile alors d'éviter les fractures, en jouant sur des temps de recuisson, qui s'étirent parfois sur... 40 jours. "S'il faut 40 jours pour que l'homogénéité se fasse, c'est parce que les atomes bougent lentement dans ce milieu visqueux, explique Jacques Lucas. Leur parcours moyen est très lent, de quelques microns par jour."

"Une quête"

Au-delà du verre, ce dialogue abolit la distance entre artiste et scientifique. "Nous avons le même statut, ose Jacques Lucas. Nous n'avons pas le droit de refaire ce qui a déjà été fait. Contrairement à l'ingénieur, qui doit savoir reproduire, le chercheur mène une quête, il doit être original en permanence. C'est la même démarche que celle de l'artiste." Quant à la magie de la trouvaille, l'académicien estime qu'"en recherche, la démarche rationnelle ne suffit pas. Par contre, l'expérimentation permanente, j'y crois." "Moi aussi, confirme Chantal Royant. En amont, il y a la force de l'intuition." Il est le premier académicien des sciences en Bretagne, ils sont seulement une quinzaine d'artistes contemporains en France à sculpter le verre, comme elle. Ces deux Rennais, originaires du Centre-Bretagne et ayant chacun vécu aux États-Unis, repoussent les frontières du verre. ■ **N.G.**

⁽¹⁾ Pour en savoir plus, lire l'article "Chantal Royant. L'intrigue de la trame", publié dans la Revue de la céramique et du verre, juillet-août 2006. Site Web : www.revue-ceramique-verre.com. ⁽²⁾ UMR 6226 CNRS - Université de Rennes 1 Sciences chimiques de Rennes. Équipe Verres et céramiques. Responsable : Jean-Luc Adam. ⁽³⁾ La fabrication de bijoux est une activité secondaire de Chantal Royant, en plus de ses recherches en sculpture. ⁽⁴⁾ Cet objet symbolique, à la lame en vitrocéramique et au pommeau en verre, récompense les recherches menées par Jacques Lucas sur ces matériaux. ⁽⁵⁾ C'est-à-dire dont la coloration est différente selon les conditions d'observation.

Contacts

Chantal Royant, tél. 02 99 67 92 58, chantal.royant@wanadoo.fr, www.idverre.net/royant

Jacques Lucas, tél. 02 23 23 62 60, jacques.lucas@univ-rennes1.fr, www.verceram.univ-rennes1.fr



Chantal Royant et Jacques Lucas.

Pour en savoir plus

Une exposition tout feu tout flamme à Brest "Terres de Feu"



■ La ville de Brest et son musée accueillent l'exposition "Terres de Feu" jusqu'au 27 août prochain. "Cela fait pratiquement trois ans que nous travaillons sur cette manifestation, explique Janick Calvez, chargée des projets arts plastiques à la ville et coordinatrice de la manifestation. Le but était de mettre la céramique en scène, en son, en lumière et en mouvement dans différents endroits de la cité pour attirer le public vers cet art méconnu."

Les grands moyens ont donc été déployés comme le démontre l'installation d'un four japonais de cuisson au centre-ville, ou encore la mise en scène subtile du musée des Beaux-Arts, où des œuvres céramiques d'artistes contemporains sont associées à des peintures anciennes. Du côté de la Maison de la fontaine, c'est la dimension domestique de la céramique qui a été mise en exergue, histoire de rappeler que malgré ses millénaires d'existence, celle-ci demeure plus que jamais un art vivant.

Rem. → Au musée des Beaux-Arts jusqu'au 27 août (de 10 h à 12 h et de 14 h à 18 h). À la Maison de la fontaine, jusqu'au 29 juillet (de 14 h 30 à 17 h 30, sauf dimanches et jours fériés. Entrée libre). Le four japonais de la place Wilson est situé à proximité du musée des Beaux-Arts. Tél. 02 98 00 88 51/02 98 00 87 93.

Des animations au Musée de Bretagne

■ Parmi les animations proposées au Musée de Bretagne, juste à côté de l'Espace des sciences et au sein des Champs Libres, les enfants peuvent participer à l'atelier "Poterie du néolithique". Après avoir observé dans l'exposition les céramiques de la préhistoire, ils réalisent un récipient en argile, qu'ils décorent à la manière des premiers Hommes. De 5 à 8 ans. Les 8 et 22 juillet, 5 et 19 août.

Res. et réservation → au 02 23 40 66 00, www.musee-bretagne.fr

Une exposition à la Cité des sciences Le verre dans l'Empire romain

■ L'exposition Vitrum, conçue par l'"Istituto e Museo di Storia della Scienza", à Florence, adaptée en français par la Cité des sciences et de l'industrie, est à découvrir à Paris, jusqu'au 31 août. Elle est en quatre étapes : une révolution technologique / une révolution de coutume / une révolution architecturale / une révolution scientifique. On y apprend notamment que la production annuelle de verre, dans l'Empire romain au II^e siècle après J.-C., dépassait les 100 millions de pièces ! Que les Romains utilisaient le verre pour la conservation des fruits, de la nourriture, des boissons, des cosmétiques, des substances pharmaceutiques. Que les objets en verre servaient aux médecins, aux naturalistes et aux astronomes de l'Antiquité. La galerie d'images du site de l'exposition donne un aperçu des 400 objets exposés.

Res. → www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expositions/verre_romain/

En passant par le Net

- L'École nationale supérieure de céramique industrielle. → www.ensci.fr
- Saint-Gobain Céramiques. → www.saint-gobain.com/fr/html/groupe/ceramiques.asp
- La fabrication du verre plat, selon Saint-Gobain. → www.saint-gobain.com/fr/html/groupe/verre_plat2.asp
- Le Corning Museum of Glass, à New York. → www.cmog.org

La chimie douce Quand les scientifiques recopient la nature

Qu'elle soit "douce" ou "écologique", la chimie des matériaux du futur vise à économiser l'énergie tout en protégeant l'environnement. Alors que les verres et céramiques "traditionnels" sont élaborés par fusion de matières premières à très haute température (supérieures à 1 000°C), la chimie douce met en jeu des réactions à des températures plus proches de la température ambiante (20-200°C).



Le "procédé sol-gel" est utilisé dans l'industrie pour recouvrir des vitres de surfaces protectrices et actives à température ambiante.

L'évolution de l'Homme est intimement liée à sa maîtrise des matériaux, l'art de copier la nature, de transformer la matière, de lui donner une forme, à la recherche d'une utilité pratique ou esthétique. C'est donc en observant la créativité des micro-organismes planctoniques qui savent fabriquer des verres et des céramiques à température ambiante, à partir d'espèces dissoutes dans les eaux de mer, que les scientifiques ont eu l'idée de pratiquer la "chimie douce", en modifiant des procédés pour que les températures de réaction soient plus proches de la température ambiante.

Une bactérie à l'assaut des façades

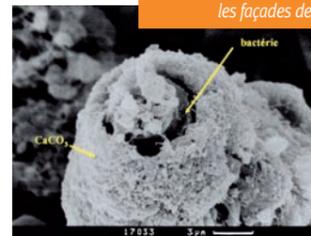
La capacité naturelle de certaines bactéries non pathogènes à réaliser la biominéralisation, c'est-à-dire à fabriquer des céramiques de carbonate de calcium (CaCO₃), est ainsi employée en architecture. En raison de son innocuité pour l'Homme et l'environnement et de ses propriétés calcifiantes, la variété *Bacillus cereus*, que l'on trouve dans le sol, produit une "biopatine",

qui permet de protéger les façades des monuments. Les pierres à traiter sont recouvertes par un "bouillon bactérien" (mélange de bactéries, de sels nutritifs et minéraux, d'un activateur de carbogénèse et d'un produit contre les moisissures), qui induit la minéralisation, c'est-à-dire modifie l'équilibre de réaction en faveur de la précipitation du carbonate de calcium⁽¹⁾. Les bactéries prolifèrent, fabriquent du calcaire, puis meurent en laissant une patine de 4 à 5 mm d'épaisseur (appelée "biocalcite"), qui diminue la porosité des pierres et augmente leur résistance aux ravages du temps.

L'industrie utilise un autre procédé qui se déroule à des températures proches de la température ambiante, le "procédé sol-gel", pour recouvrir des vitres de surfaces protectrices et actives : anti-UV, antireflet, anti-IR... Il permet de synthétiser des verres de silice (SiO₂)², ou verres hybrides, à partir de réactions moléculaires en phase liquide. La polymérisation du mélange de précurseurs moléculaires d'alcoxydes, appelé "sol", conduit, en présence de sel et à pH acide, à un "gel" de suspensions colloïdales. La viscosité du gel ainsi obtenu est particulièrement adaptée au dépôt de films minces. Pour les revêtements antireflet, il suffit de plonger la vitre à recouvrir dans une cuve contenant une solution colloïdale d'alcoxydes de silicium dopée au titane (Ti) en présence de catalyseurs. La vitre est retirée à vitesse constante, séchée à température ambiante ou à l'étuve, ce qui assure un dépôt homogène de quelques nanomètres d'épaisseur.

La surface "antireflet" de couches sol-gel d'oxydes de titane-silicium (TiO₂-SiO₂) protège également des agressions extérieures.

Des bactéries capables de fabriquer des céramiques (CaCO₃) sont utilisées en architecture pour protéger les façades des monuments.



Matériaux du futur

Matériaux hybrides, - dans lesquels des espèces organiques et minérales sont liées à l'échelle moléculaire -, et réactions à température ambiante : la chimie continue à concilier observation de la nature, imagination scientifique et ingéniosité technologique, tout en ouvrant de nouveaux champs d'applications dans les domaines des biotechnologies, de la protection de l'environnement, de la médecine, de l'énergie... La chimie ne détruit plus la nature ; elle la copie. ■

⁽¹⁾ Précipitation : Ca²⁺aq + CO₃²⁻aq ↔ CaCO₃s
⁽²⁾ Si(OR)₄ + 4H₂O → Si(OH)₄ + 4 ROH et Si(OH)₄ → SiO₂ + 2H₂O

Réalisé par Sandrine Irace-Guigand,
Centre de vulgarisation de la connaissance,
Université Paris-Sud 11, www.cvc.u-psud.fr

CATALOGUE Expositions scientifiques itinérantes

**Espace
des sciences
2007/2008**

**espace
des sciences**

**RENSEIGNEMENTS : Patrick Le Bozec - Service diffusion - Tél. 02 23 40 66 46
diffusion@espace-sciences.org**

La prochaine édition
du **catalogue**
des **expositions**
itinérantes
sera disponible
à la rentrée.



sciences ouest

L'info scientifique et technique du grand Ouest

■ Tarif normal : 2 ANS 54€ (au lieu de 66€*) soit 4 n° gratuits / 1 AN 30€ (au lieu de 33€*) soit 1 n° gratuit ■ Tarif étudiant (joindre un justificatif) : 2 ANS 27€ (au lieu de 66€*) soit 13 n° gratuits / 1 AN 15€ (au lieu de 33€*) soit 6 n° gratuits

■ Tarif étranger ou abonnement de soutien : 2 ANS 76€ / 1 AN 50€

BULLETIN D'ABONNEMENT

▲ Nom ▲ Prénom

▲ Adresse ▲ Code postal

▲ Ville ▲ Fax

▲ Tél. ▲ Fax

désire recevoir une facture

souhaite un abonnement de : 1 AN (11 N°) 2 ANS (22 N°)

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, Les Champs Libres, 10, cours des Alliés, 35000 Rennes..

Formations



Adria
 ■ Les 13 et 14 septembre, Rennes/Le séchage des ingrédients ■ Les 20 et 21 septembre, Rennes/Initiation à l'emballage alimentaire ■ Les 20 et 21 septembre, Quimper/Émulsions et mousses
Rens. → Séverine Pierre, tél. 02 98 10 18 49, www.adria.tm.fr



Archimex Archimex
 ■ Le 28 septembre, Rennes/Réglementation et allégations en nutrition
Rens. → Service formation, tél. 02 97 47 97 35, formation@archimex.com, www.archimex.com



Cedre
 ■ Du 11 au 15 septembre, Brest/Formation à la lutte contre les pollutions par hydrocarbures en zone littorale
Rens. → Cedre, tél. 02 98 33 10 10, www.cedre.fr



Centre régional d'initiation à la rivière
 ■ Les 20 et 21 septembre, Belle-Isle-en-Terre (22)/Zones humides, cours d'eau et plans locaux d'organismes
Rens. → Crir, tél. 02 96 43 08 39, www.eau-et-rivieres.asso.fr, rubrique formation



Supélec
 ■ Du 15 au 29 septembre, Rennes/Test et testabilité des circuits intégrés logiques
Rens. → Catherine Pilet, tél. 02 99 84 45 40, catherine.pilet@rennes.supelec.fr



Formation ESC⁽¹⁾ et Supélec
 ■ À partir du 16 octobre, Rennes/Mastère spécialisé chargé d'affaires en technologies de l'information. Compétences développées : négociation, vendre ; comprendre la stratégie et le management des entreprises ; gérer le changement ; analyser des systèmes d'informations complexes ; améliorer ses compétences technologiques. Conditions d'admissions : Bac+4 ou +5 avec 3 ans d'expérience professionnelle. Sélection sur dossier et entretien. Durée : 56 jours répartis sur 12 mois.
Rens. → www.esc-rennes.fr

Appels à projets



Promouvoir la santé des jeunes
 ■ La Fondation de France s'engage dans une perspective globale de promotion de la santé des jeunes. Parmi les priorités : la compréhension des problèmes liés à l'adolescence et la connaissance des dispositifs de prévention et de soin. En lançant cet appel à projet, elle a pour objectif d'encourager l'émergence et la réalisation de projets novateurs, qui permettent notamment aux jeunes d'être acteurs de leur propre santé. Les modalités de participation sont accessibles en ligne et la date limite de dépôt des dossiers est fixée au 8 septembre 2006.

Ensemble pour gérer le territoire

■ La Fondation de France soutient les initiatives de résolution de conflits environnementaux en facilitant le dialogue entre les groupes locaux. Cet appel à projet veut permettre à terme la gestion d'un espace sensible en privilégiant les projets regroupant différents organismes. Les modalités de participation sont accessibles en ligne et la date limite de dépôt des dossiers est fixée au 24 novembre 2006.

Rens. → Délégation régionale Bretagne, tél. 02 99 38 24 22, www.fdf.org

Colloques

Du 6 au 8 septembre/
Espace social : méthodes et outils, objets et éthique(s)
 ■ Rennes - Ce colloque est proposé par le laboratoire Espace social (Eso) de l'Université Rennes 2. Au cœur du débat, l'espace comme "produit social et facteur de production des sociétés". Sur l'agrocampus.
Rens. → Sur inscription uniquement, eso.cnrs.fr, rubrique actualité.

Du 17 au 21 septembre/
Extrémophiles 2006
 ■ Brest - Organisé par l'Ifremer, le congrès Extrémophiles sur les microorganismes vivant dans les milieux extrêmes de la planète fête ses 10 ans. L'occasion de faire le point sur les progrès des recherches en génomique et biologie intégrative et de discuter des perspectives et des applications technologiques basées sur leur utilisation. Au palais des congrès du Quartz.
Rens. → Sur inscription uniquement, www.extremophiles2006.org

Du 17 au 21 septembre/
Food is life

■ Nantes - Organisée par l'Inra, l'Adria, l'Ifremer..., la 13^e édition du congrès national de l'alimentation attend 1200 participants de 25 nationalités différentes. Thèmes : sciences et technologies de l'aliment, le comportement du consommateur et la place de l'éducation. Une importance particulière sera accordée aux questions des pays africains.
Rens. → www.inra.fr/iufost2006/

21 septembre/
Rencontres industrielles

■ Rennes - Organisée par Ouest-genopole⁽²⁾, la première édition des rencontres industrielles concerne les innovations et le savoir-faire en biotechnologies dans les domaines mer, agro, santé et bio-informatique. Au programme : conférences et rendez-vous avec les plates-formes technologiques de Ouest-genopole⁽²⁾. De 9 h à 17 h sur l'Agrocampus.
Rens. → Éric Mathieu, tél. 02 41 72 86 17, e.mathieu@pdlinnov.com

26 septembre/
Rencontres du grand Ouest

■ Rennes - Organisée par la Meito⁽²⁾ et la technopole Rennes Atalante, la 8^e édition des rencontres du grand Ouest réunira les entreprises innovantes en recherche de fonds et des investisseurs potentiels. En partenariat avec l'Oséo Anvar, la Chambre de commerce et d'industrie de Rennes et la Banque populaire de l'Ouest.
Rens. → Chantal Rahuel, tél. 02 99 84 85 00, info@meito.com

Sorties

Les 4 et 5 août/
La nuit des étoiles

■ Rennes et La Couyère (35) - Pour découvrir le ciel dans toute sa splendeur, la Société d'astronomie de Rennes vous propose des observations, des vidéo-projections, des expositions, des conférences (découverte de l'univers, missions martiennes). Pour les enfants : des cartes du ciel à construire. De 21 h à 3 h. Le 4 à Rennes, parc solaire de Beauregard et le 5 à l'observatoire de La Couyère.
Rens. → www.astro-rennes.com

3 septembre/
Tout savoir sur l'abeille, la ruche et le miel

■ Rennes - Pour répondre à toutes les questions que vous vous posez sur les abeilles et le miel, des matériels apicoles, des ruches d'observation, des films ont été réalisés avec l'aide des apiculteurs professionnels.
Rens. → Écomusée du Pays de Rennes, tél. 02 99 51 38 15, www.ecomusee-rennes-metropole.fr

Jusqu'au 20 septembre/
Algue qui es-tu ?

■ Pleubian (22) - Au sein du Centre d'étude et de valorisation des algues (Ceva), la maison de l'algue vous ouvre ses portes pour vous faire découvrir les algues bretonnes et leurs nombreuses utilisations. Durée de l'animation : 1 h 30. Tout public.
Rens. → Tél. 02 96 22 89 16, nicolas.blouet@ceva.fr

Expositions

Jusqu'au 27 août/
À la poursuite des monstres marins



■ Cherbourg - Dans cette exposition spectacle, le grand voyageur Indiana Kraken mène l'enquête dans le ventre d'une baudroie géante... Il entraîne les visiteurs dans l'aventure, au cœur des océans, à la poursuite des dragons fantastiques, sirènes et autres poulpes. Le spectacle a été conçu avec le Musée vivant du roman d'aventures et Pierre Lagrange, sociologue spécialiste des mythologies scientifiques.
Rens. → La Cité de la mer, tél. 02 33 20 26 26, www.citedelamer.com

Jusqu'au 3 septembre/
Sommeil

■ Laval - Le sommeil représente un tiers de notre vie ! Cette exposition interactive propose de s'intéresser à ce sujet de santé publique à travers des thèmes variés tels les différents modes de couchage, la gestion du sommeil... Des animations, pour répondre aux diverses questions sur ce phénomène, se déroulent dans une atmosphère douillette. Un miniparcours ludique destiné aux tout-petits (3-6 ans) leur inculque les notions simples du sommeil.
Rens. → Musée des sciences, tél. 02 43 49 47 81, <http://membres.lycos.fr/ccstidelaval>

Salon

Du 13 au 15 octobre/**La vie écologique**

■ Rennes - 150 entreprises, associations et organismes institutionnels sont attendus à Viv'expo, le salon de la vie écologique, autour de cinq thèmes : alimentation bio ; santé ; habitat écologique ; loisirs verts ; environnement et développement durable. Au programme : 36 conférences, 18 ateliers pratiques, des expositions et des animations (parcours ludique dans la maison écologique, présentation de véhicules propres). Journée professionnelle le 13. Avec le partenariat de l'Ademe⁽³⁾ Bretagne. Au parc des expositions. Halle 8. Pour tout public.
Rens. → www.vivexpo.com

Jusqu'en octobre/
L'arbre, la haie, les hommes

■ Rennes - Des chênes émondés (ou "ragosses") aux haies, en passant par les différentes essences traditionnelles du bassin de Rennes, leurs qualités et leurs usages, cette exposition retrace l'histoire du bocage haut-breton. Objets et pratiques anciennes associées y sont également présentées.
Rens. → Écomusée du Pays de Rennes, tél. 02 99 51 38 15, www.ecomusee-rennes-metropole.fr

Jusqu'en mars 2007/
Fabuleux monstres marins

■ Brest - Océanopolis vous incite à vous laisser charmer par le chant des sirènes à travers une exposition mélangeant le mythe et la science répartie en trois thèmes sur trois sites différents "le bestiaire fabuleux" sous le chapiteau, "les baleines gigantesques" dans le forum, "les sirènes" dans le pavillon tempéré au niveau 1. Différentes thématiques seront également développées à travers des conférences, le festival du film de l'aventure océanographique...
Rens. → Océanopolis, tél. 02 98 34 40 40, www.oceanopolis.com

Jusqu'à fin 2007/
Grand-père raconte-moi la pêche

■ Le Guilvinec (29) - La nouvelle exposition proposée par l'espace découverte de la pêche en mer, Haliotika, retrace l'évolution du métier de pêcheur ou 50 ans d'aventure humaine. Les évolutions techniques et commerciales mais également les perspectives d'avenir sont abordées au travers des films, objets...
Rens. → Philippe Gredat, tél. 02 98 58 28 38, www.leguilvinec.com

Pour sa 15^{ème} édition
Venez faire la Fête de la Science !
 Du 9 au 15 octobre 2006



au **Village des Sciences** Place Hoche à Rennes

Vendredi 13 octobre de 9h à 19h
Samedi 14 octobre de 10h à 19h
Dimanche 15 octobre de 14h à 19h

EN ILLE-ET-VILAINE
 à RENNES (Université de Rennes 1, Serre botanique, Diapason, l'UJFM - CAREST),
 à PAIMPONT (Station biologique),
 à CESSON-SÉVIGNÉ (Espace Ferrière),
 à ERCE-PRÉS-LIFFRE (École Paul-Émile Victor),
 à SAINT-GRÉGOIRE (Centre Hospitalier),
 à ROMILLÉ (Cinéma), ...
et AUX CHAMPS LIBRES
 Entrée libre aux expositions de l'Espace des sciences et du Musée de Bretagne.
 Samedi 14 octobre - 14h-19h
 Dimanche 15 octobre - 14h-19h

Renseignements et programme au 02 23 40 66 40 - www.espace-sciences.org
 Réservations obligatoires pour les scolaires le vendredi 13 octobre 2006 au Village des Sciences.

FORMATION CONTINUE - UNIVERSITÉ DE RENNES 1
 UFR structure et propriété de la matière (SPM)
 en collaboration avec la chambre de commerce et d'industrie de Fougères

licence professionnelle
Matériaux
verres et céramiques

forme des responsables de production au sein des industries fabricantes ou utilisatrices des verres et céramiques.

OBJECTIFS
 développer vos compétences scientifiques (pour s'adapter aux futures technologies) ; technologiques et techniques, nécessaires au quotidien dans la gestion de production (transformation et mise en forme, maintenance des matériels, organisation de production, matériaux nouvelles propriétés...), contrôle qualité... ; en management (animation-encadrement d'équipe).

INFORMATIONS
 SERVICE FORMATION CONTINUE - UNIVERSITÉ DE RENNES 1
 4, rue Kléber - 35000 RENNES
 Tél. : 02 23 23 39 50

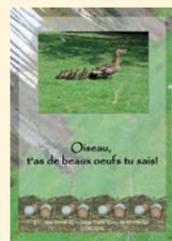
<http://sfc.univ-rennes1.fr>

Des collégiens tournent un documentaire "Oiseau, t'as de beaux œufs tu sais!"



Animations extérieures

Le film sur la reproduction des oiseaux réalisé par des élèves de cinquième d'un collège d'Ille-et-Vilaine, encadrés par l'Espace des sciences, a été projeté, dans la salle de conférences des Champs Libres, le 22 juin dernier. L'aboutissement d'un projet d'une année.



La reproduction des oiseaux fait partie des thèmes classiquement abordés en sciences de la vie et de la Terre en classe de cinquième. Cette année encore, le collège Saint-Yves de Mordelles (35) n'a pas failli au programme. Mais plutôt que de dispenser le cours habituel, le directeur de l'établissement, M. Blot et le professeur de SVT, Marie-Line Mauduit, ont décidé d'intégrer le sujet dans un itinéraire de découverte. Principalement financé par le Conseil général d'Ille-et-Vilaine, le projet prend alors l'allure de la création d'un film intitulé : "T'as de beaux œufs tu sais !". Encadrés par Michel Bouchet, médiateur à l'Espace des sciences, et Vincent Melcion, un réalisateur professionnel indépendant, en relation avec le centre de ressources et d'études audiovisuelles de l'Université Rennes 2, les élèves se lancent donc dans l'aventure. "L'année a commencé par un travail de recherche documentaire et d'écriture, que les élèves ont trouvé un peu long", raconte Marie-Line Mauduit. D'ailleurs, ils avouent eux-mêmes que ce travail ne les a pas passionnés. "La motivation est revenue au moment du tournage ! Mais je voulais leur montrer que faire un film ne veut pas simplement dire tenir une caméra." Les douze collégiens se sont donc improvisés acteurs, accessoiristes, preneurs de son, illustrateurs..., enchaînant avec brio dialogues en direct, en voix off, mises en scène et expériences scientifiques, sous l'œil attentif de Sébastien Gervais, de la Ligue de protection des oiseaux (LPO). Résultat : un film de 10 minutes presque digne d'un travail de professionnels. Qu'ont retenu les jeunes apprentis de cette aventure ? A-t-elle suscité des vocations scientifiques ou cinématographiques ? Il est encore trop tôt pour le dire. Mais en visionnant le making off du film, leur plaisir de le réaliser est palpable. Et ça, c'est déjà beaucoup !

Le film sera prochainement sur le site de l'Espace des sciences.

35 000 visiteurs à l'accueil de l'Espace des sciences



En trois mois, l'Espace des sciences a accueilli 35 000 visiteurs - autant que pendant toute l'année 2005. 3 500 personnes sont venues aux conférences, dont 200 pour les nanosciences, à l'heure du match France-Espagne !



C'est l'été ! Changement d'horaires et de programme

En juillet et août, l'Espace des sciences est ouvert du mardi au dimanche, de 14 h à 19 h. Nouvelles animations dans les salles, nouveaux films : découvrez toute notre programmation de l'été.

Rens. → www.espace-sciences.org



Jusqu'à fin août, les enfants jouent avec le temps

Comment fabriquer son cadran solaire ? Tout l'été, des activités sur le temps sont proposées aux jeunes de 7 à 12 ans. Pour participer, répondre au questionnaire publié, tous les vendredis, dans l'édition rennaise de Ouest-France.

+ de 2 HEURES DE VISITE

Au Cœur DE LA COMMUNICATION

> OBJECTIF MARS
Un parcours interactif vous emmène pour un voyage scientifique et ludique sur la fameuse « Planète Rouge » : une expérience à tenter absolument !

> ESCALE DANS LE PASSÉ, POUR TOUT SAVOIR
De la cale d'un ancien navire câblé au pas de tir de la fusée Ariane, revivez toute la saga de la communication...

> SOUS LE RADÔME, DES SPECTACLES INSOLITES
Quand la sphère géante de 100 000 m³, abritant une antenne-cornet de 340 tonnes, se transforme en une salle de spectacle, et laisse place à la magie des images et de la musique, le résultat est unique et fascinant !

> LA COMMUNICATION DE DEMAIN EST DÉJÀ LÀ
« Tout Capter » vous fait pénétrer dans une autre dimension, pour comprendre la 3^e génération de mobiles. Découvrez l'univers énigmatique de la communication sans fil et testez les nouveaux services 3G.

> ... ET UNE IMMERSION DANS LE VIRTUEL
Goûtez à l'incroyable sensation d'une réalité qui n'existe pas : défiez vos adversaires au beach-volley ou sauvez la Terre d'une pluie de météorites !

vivre c'est communiquer

RÉCRÉATIF, ÉDUCATIF, INTERACTIF, pour toute la famille, un parcours attractif UNIQUE EN FRANCE !

Sur la Côte de Granit Rose, la Cité des Télécoms n'a pas fini de vous surprendre...

Information 24H/24 au 02 96 46 63 80
www.cite-telecoms.com

cité des télécoms

Site de Cosmopolis
22560 Pleumeur Bodou

Conférences
Workshops
Salon professionnel
Visites
Démonstrations

16-19 octobre 2006

Semaine internationale des sciences & technologies de la mer

■ Sécurité et sûreté maritime.

■ Ingénierie, maintenance et services navals.

■ Exploitation des ressources énergétiques marines.

■ Exploitation et valorisation des ressources biologiques marines.

■ Environnement et génie côtier...

Brest, pôle européen des sciences et technologies de la mer, tête de réseau du Pôle de Compétitivité Mer Bretagne, ses instituts et ses entreprises, organisent la 5^e semaine des sciences et technologies de la mer. Cet événement complet et pointu rassemblera plus de 1 000 congressistes autour de conférences, workshops et d'un salon professionnel.

Retrouvez la liste des conférences et plus d'informations sur le site : www.seatechweek-brest.org

An aerial photograph of a town with orange-roofed houses, surrounded by green fields and forests. A semi-transparent white circle is overlaid on the top right, containing text.

Si on vous dit environnement, vous voyez quoi ?

Vous voyez un arbre. Mais paradoxalement, il faut aussi y voir un défi industriel. Parce qu'il faut aujourd'hui savoir concilier activité humaine et environnement. L'augmentation de la consommation d'eau et d'énergie, de la production des déchets et l'encombrement des villes nécessitent une solution industrielle. Une grande entreprise en a fait son métier. C'est le métier de Veolia Environnement.

L'environnement est un défi industriel.

