

# SCIENCES *Ouest*

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRETAGNE N° 191

## Les **matériaux**

SEPTEMBRE 2002 / 3 €

Eau

Transport

Propreté

Energie

# n°1 Mondial des services à l'environnement

Vivendi Environnement a pour vocation de satisfaire, au quotidien, les besoins essentiels des populations, dans le respect des ressources naturelles. L'eau, la propreté, les transports collectifs et les services énergétiques au service des consommateurs, des collectivités et des industriels. Vivendi Environnement est le seul acteur du marché présent dans tous les services à l'environnement. Implanté dans plus de 100 pays, il rassemble 250 000 collaborateurs et réalise un chiffre d'affaires de plus de 26,6 milliards d'euros.

Tenez-vous informé 0 805 800 000  
appel gratuit à partir d'un poste fixe  
[www.vivendienvironnement.com](http://www.vivendienvironnement.com)

**VIVENDI**  
Environnement

# SCIENCES

## Ouest

Découvrir  
à la découverte des sciences

## Petite histoire de la chimie

### Du bon et du mauvais...

N'avez-vous jamais entendu : "Ne mange pas ça, c'est plein de trucs chimiques" ? Comme si la chimie avait une action maléfique... Comme si la nature ne produisait pas plus de substances toxiques que l'industrie chimique. Comme si cette dernière ne nous permettait pas de disposer de médicaments, de plastiques, d'automobiles... Mais il est vrai que la chimie a toujours suscité des craintes : étranges alchimistes, préparation des poisons..., et en même temps un immense intérêt car elle répond au rêve des hommes de percer les secrets de la matière. Mais au fait, qui sont les premiers chimistes ? Où en sommes-nous aujourd'hui de la connaissance de la matière ? Voyage dans le temps et dans la matière.



## 5 000 ans d'histoire

L'histoire de la chimie commence, en couleurs, 20 000 ans avant notre ère, avec la confection des premiers colorants naturels utilisés, par exemple, sur les parois des grottes. On pense, au regard de diverses découvertes, que nos ancêtres peignaient également des parois à l'air libre, comme le font les aborigènes d'Australie ou les peuples du désert saharien. Hélas, le temps a eu raison de ces merveilles et nous n'en avons plus de traces, sinon quelques gravures.

Est-ce en cherchant de nouveaux colorants que l'homme découvrit les premiers métaux ? Nul ne le sait. Mais dès -5000 ans avant notre ère, on trouve des objets en antimoine (un "semi-métal" de symbole Sb, de couleur blanchâtre, assez rare dans la nature), et en cuivre (Cu). C'est vraisemblablement en voyant couler le métal de pierres placées sous le feu d'un foyer domestique (le cuivre fond dès 1083°C), que l'homme s'appropriâ ce dernier. Une découverte qui lui apprit à réaliser des moules en terre dans lesquels il façonnait, par exemple, des haches ou des épées. Armes qui devaient plus servir d'ornements que d'engins guerriers, tant ce métal est mou...

Vers -4000, nos "chimistes" découvrent qu'en associant le cuivre avec de l'étain (un autre métal, de symbole Sn, que l'on obtient à partir d'un minéral : la cassitérite), on fabrique un "alliage" bien plus solide que les métaux qui le constituent : le bronze. C'est d'ailleurs le contrôle d'une mine de cassitérite, dans la région de Carthagène, qui causa les célèbres guerres "Puniques".

Mais la première "vraie" expérience de chimie a sans doute été la réduction du minerai de fer par le charbon, vers 1200 avant notre ère. Un véritable exploit quand on sait que le seul moyen de chauffage dont disposaient nos ancêtres était la flamme issue de la combustion du charbon de bois... Il fallait entretenir un feu d'enfer, dans des fours en terre, durant des jours, pour obtenir le précieux métal. Un métal de faible qualité mais qui révolutionna le monde.

La chimie du monde antique connaît la fabrication du verre (en faisant fondre du sable), les colorants, les émaux, le savon, la pharmacie (essentiellement à base de plantes)... ●



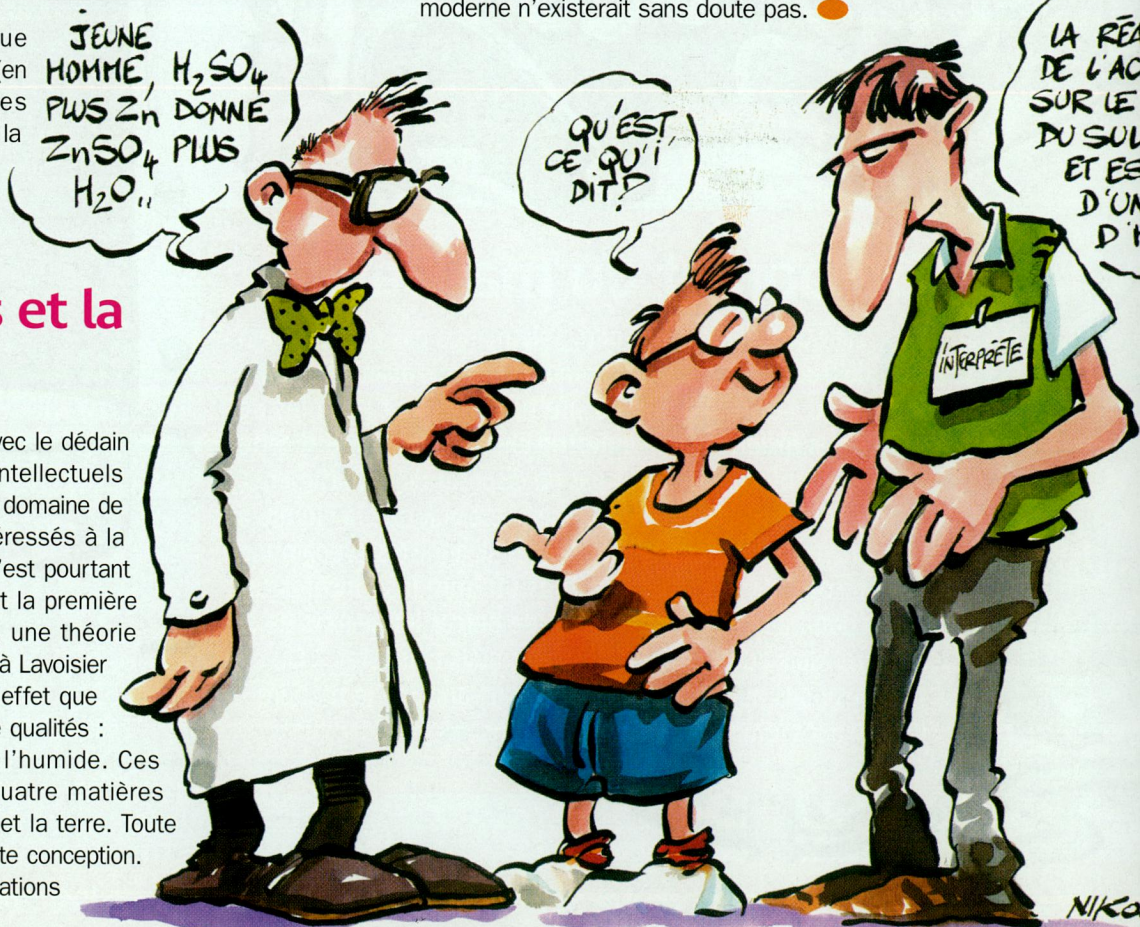
## Les alchimistes étaient-ils des imposteurs ?

S'appuyant sur la théorie d'Aristote, nombreux furent ceux qui imaginèrent qu'il était possible, par le jeu des interactions entre les éléments et leurs qualités, de fabriquer de l'or. Les noms de quelques grands alchimistes nous sont parvenus, non pour leur découverte de l'or philosophale, mais pour leurs travaux de chimistes : Albert Le Grand (1193-1280) qui découvrit l'action de l'acide nitrique sur les métaux, la fabrication de la soude... ; Roger Bacon (1214-1294), qui réussit à fabriquer la poudre à canon et pressentit qu'un gaz (l'oxygène) serait "l'aliment du feu" ; Raimond Lulle (1236-1315), qui travailla sur les sels du plomb... Mais rapidement, l'alchimie sort de son cadre "chimique". Pour beaucoup d'alchimistes, "l'or, c'est soi-même et il faut par tout un processus initiatique, se transformer." C'est ce mélange de langage (mi-scientifique, mi-ésotérique) et l'emploi de codes secrets pour décrire les expériences chimiques qui ont fait (et font encore) fantasmer nombre de rêveurs... Mais, sans les alchimistes, la chimie moderne n'existerait sans doute pas. ●



## Les Grecs et la matière

Les Grecs (et les Latins), avec le dédain qu'affectionnaient leurs intellectuels pour tout ce qui n'était pas du domaine de l'esprit, ne se sont guère intéressés à la chimie en tant que science. C'est pourtant l'un d'eux, Aristote, qui établit la première vision globale de la matière, une théorie (fausse) qui sera reprise jusqu'à Lavoisier (XVIII<sup>e</sup> siècle !). Il affirmait en effet que toute chimie repose sur quatre qualités : le chaud, le froid, le sec et l'humide. Ces qualités se superposent à quatre matières premières : le feu, l'air, l'eau et la terre. Toute l'alchimie se construira sur cette conception. Cette théorie donne des explications





## Les premiers pas de la chimie moderne

Il faut attendre le XVII<sup>e</sup> siècle pour que les premières contestations de la théorie d'Aristote voient le jour. Les premiers à s'exprimer sur le sujet sont l'Italien Bruno, le Hollandais Sennert et l'Anglais Robert Boyle (1627-1691) qui affirment l'existence de corps simples : "Est élément, ce qui n'est pas décomposable." Boyle permettra le début de l'identification des corps simples, en découvrant la propriété du sirop de violette, qui devient rouge en solution acide et vert en solution basique. Son disciple, John Mayow (1641-1679) va découvrir l'oxygène. En France, Jean Rey (1583-1645) établira le principe qui rendra célèbre Lavoisier ("Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme"), mais fera surtout, en 1630, une découverte qui aura de grandes conséquences : en calcinant (brûlant) 2 livres et 6 onces d'étain le plus pur, il obtenait 2 livres et 13 onces de résidu ! Il ne parvint jamais à expliquer d'où pouvaient bien venir les 7 onces en "trop". C'est Lavoisier, qui, en 1772, fera la démonstration de la combinaison de l'oxygène avec l'étain, en cours de combustion, formant des oxydes. On peut dire qu'avant Lavoisier, la chimie ressemble beaucoup à l'art culinaire. Après lui, tout est changé. Non seulement il découvre les trois principes fondamentaux : acide, base et sel ; mais il pose aussi les premières formules et équations.

En 1807, l'Anglais John Dalton (1766-1844) fera une avancée majeure. Il posera que tous les corps sont composés d'atomes et, en partant de l'hydrogène auquel il donne le n° 1, il va classer tous les corps connus à l'époque. Cette théorie permettra au Français Gay-Lussac (1778-1856) de découvrir la notion de valence (voir encadré "Atomes et molécules") ; en 1811, à l'Italien Amédée Avogadro (1776-1856) d'établir la différence entre atome et molécule... ; et enfin, en 1865, au Russe Mendeleïev, d'établir le "Tableau de classification des périodiques", toujours utilisé aujourd'hui, et qui classe tous les éléments (voir encadré "Le dernier Z"). On en connaît aujourd'hui 110. ●

ION  
E SULFURIQUE  
NC PRODUIT  
TE DE ZINC  
ACCOMPAGNEE  
EGAGEMENT  
D'HYDROGENE...

## Atomes et molécules



L'atome, dont la taille varie entre  $2.10^{-8}$  et  $5.10^{-8}$  cm, possède un noyau constitué de petites particules appelées neutrons lorsqu'elles n'ont pas de charge électrique et protons lorsqu'elles ont une charge positive. Le nombre de protons contenus dans le noyau est appelé "numéro atomique" (symbole : Z). Autour du noyau gravitent des particules de charge électrique négative, les électrons, qui se "promènent" sur des orbites successives appelées "couches" et désignées par les lettres K, L, M, N, O, P, Q. Leur nombre est identique à Z. Le noyau a une taille environ 10 000 fois inférieure à celle de l'atome. Les électrons ont une masse environ 1 000 fois plus petite que celle des protons et neutrons.

Chaque élément a un numéro atomique qui lui est propre : Hydrogène = 1, Hélium = 2, Lithium = 3... Mais on connaît des atomes ayant un numéro atomique identique (donc appartenant au même élément) mais avec un nombre de neutrons différent. On appelle ces atomes "isotopes".

Les forces électriques s'équilibrent entre noyau et électrons, du fait d'un nombre égal de charges de chaque signe. Les atomes de tous les éléments ont tendance à avoir une structure la plus

stable possible, c'est-à-dire à avoir huit électrons, associés deux par deux, sur la couche la plus extérieure. Pour y parvenir, ils ont tendance à perdre ou capter des électrons dans leur environnement ; mais alors, leur équilibre électrique est rompu. Les atomes se transforment en "ions" : cations si leur charge est positive (perte d'un électron) et anions dans le cas contraire.

Une autre "solution" consiste à ce que deux atomes identiques ou appartenant à deux éléments différents mettent en commun un ou plusieurs (jusqu'à 4) électrons en commun. Le nombre d'électrons "disponibles" s'appelle la valence. Et, lorsque deux atomes se lient ainsi, ils forment une molécule. ●



## Le dernier Z

Le 6 mars 1869, Dimitri Ivanovitch Mendeleïev classe pour la première fois les éléments chimiques dans un tableau qui porte son nom. Chaque élément, en effet, correspond à un atome précis, de numéro atomique Z. Ce fameux Z va, dans la nature, de 1 pour l'hydrogène, à 92 pour l'uranium. C'est ce classement qu'a établi Mendeleïev pour les 65 éléments connus à son époque. Depuis, chimistes et physiciens cherchent à compléter la liste.

Et c'est la physique nucléaire qui va le permettre. En effet, si l'on bombarde de l'uranium, par exemple, avec des neutrons : soit on le fait éclater (fission), soit il capte des neutrons (fusion). On a alors à faire à un nouvel élément, relativement instable (le nombre d'électrons, lui, n'a pas changé) qui, pour se rééquilibrer "doit" expulser les charges "en trop". Ainsi, au bout d'un temps (la période) plus ou moins long, le corps va se transformer en un ou plusieurs autres éléments stables.

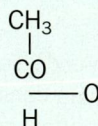
Il y a peu, une équipe allemande a ainsi pu "observer", durant un millième de seconde (!), l'élément Z = 110 (qui n'a pas encore de nom), en bombardant des atomes de plomb par des milliards de milliards d'atomes de nickel. Un tel corps n'existe pas dans la nature. C'est le 17<sup>e</sup> élément artificiel créé par l'homme et sans doute l'un des derniers. Il semble en effet aux physiciens que l'on ait atteint la limite de stabilité pour un noyau. Sa brièveté d'existence ne permet pas d'envisager la moindre application industrielle. Mais sa découverte permet de compléter (d'achever ?) le tableau de Mendeleïev, et donc de connaître l'ensemble des éléments pouvant exister dans l'univers. ●



## Minéral ou organique

C'est au Français Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), que revient la paternité d'une chimie nouvelle : la chimie organique, c'est-à-dire la connaissance de la composition de la matière vivante (et non plus minérale). Tout commence en 1828, lorsque l'Allemand Wöhler brise un "tabou". Il réussit en effet à fabriquer en laboratoire (synthétiser) de l'urée. C'est la première fois qu'une matière organique (l'urée est en effet présente dans l'urine de tous les mammifères) est ainsi synthétisée, ce qui fait hurler les responsables de l'église catholique, qui affirmaient qu'une telle expérience "est absolument impossible, car elle signifierait que l'homme est capable de faire ce que Dieu a fait. Or, les lois de Dieu et celles de la matière sont de nature totalement différentes." Dumas et ses successeurs (Chevreul, Kekule, Couper...) vont démontrer que la réalité est tout autre et que le vivant obéit bien aux mêmes lois que le reste de la nature et de l'univers.

C'est sans doute Auguste Kekule (1829-1896) qui fera le plus progresser la nouvelle discipline, en imaginant, par exemple, ce que nous appelons encore aujourd'hui : la "formule développée". Elle décrit les liens entre les différents atomes. Ainsi, par exemple, écrivait-il la formule de l'acide acétique de la façon suivante :



C'est ce qui lui permettra, en 1865, de découvrir la structure hexagonale très particulière, mais aujourd'hui classique, du benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) : X.

Ces découvertes ont des conséquences inouïes sur le plan industriel : synthèse des gaz d'éclairage (acétylène, méthane...), colorants, plastiques, hydrocarbures..., mais aussi biologique et médical : découverte de la chlorophylle, des acides aminés qui constituent l'ADN...

Aujourd'hui, l'industrie chimique emploie plus d'un million de salariés en France, tous domaines confondus ! ●



## À LIRE, À VOIR, À FAIRE...

- <http://iquebec.iframe.com/cph/s-chimie.htm>  
Un site plein d'informations, très bien fait et très complet.
- <http://www.jeuin.fr/pagecommune/actu/physique/actu.htm>  
Plein d'infos sur des expériences à réaliser au collège.
- <http://www.cndp.fr/lesScripts/bandeau/bandeau.asp?bas=http://www.cndp.fr/college/phychim/accueil.htm>  
Le site du Centre national de documentation pédagogique (CNDP), plein d'informations pour les collégiens.
- [http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Tp-chim/coll/coll-5/chimie\\_coll\\_5e.htm](http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Tp-chim/coll/coll-5/chimie_coll_5e.htm)  
Des exercices, des informations, des petites expériences à réaliser. Tout pour les élèves de 5<sup>e</sup>.
- <http://membres.lycos.fr/jicord/>  
Un site amusant et très pédagogique (quelques pages sur l'astronomie également).
- <http://www.discip.crdp.ac-caen.fr/phch/college/page2.html>  
Plein de "manips" et d'expériences autour de l'eau.



## CLIN D'ŒIL...



Prochain dossier : L'écologie

# Éditorial

NATHALIE BLANC, RÉDACTRICE EN CHEF

## C'EST LA RENTRÉE

Comme chaque année au mois de septembre, les oreilles encore pleines de sable et les pieds nostalgiques des chemins de randonnées, il nous faut pourtant adopter le rythme effréné de la rentrée.

Après vous avoir fait rêver cet été avec la barque ailée de Jean-Marie Le Bris, dont vous avez peut-être eu la chance d'admirer la réplique à l'occasion des fêtes maritimes de Douarnenez en juillet dernier, *Sciences Ouest* est retourné vers les laboratoires pour vous proposer de découvrir les nouveaux axes de recherche et les dernières innovations nées en Bretagne sur les matériaux.

Des produits hautement technologiques, qui trouvent des applications dans le secteur médical (implants dentaires ou agrafes orthopédiques), dans la lutte contre la corrosion, mais qui sont quand même très souvent liés au secteur des télécommunications. Ce domaine est en effet toujours porteur dans la région, comme en témoigne l'installation récente de l'entreprise Elektrobot à Quimper.

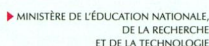
Jérôme Cucarull, maintenant un habitué des colonnes de *Sciences Ouest*, nous conte le deuxième volet de l'histoire de l'industrie de la chaussure à Fougères. Hervé This, quant à lui, fait son entrée au sommaire de la revue avec une chronique culinaire. Celle de ce mois-ci, sur les bassines en cuivre et les confitures, nous offre un trait d'union formidable entre deux événements majeurs de la rentrée de l'Espace des sciences : l'ouverture de l'exposition "La chimie naturellement" et le lancement tout proche du cycle de conférences "Les mardis de l'Espace des sciences" dont le thème, cette année, est : l'alimentation.

Il y en aura pour tous les goûts.

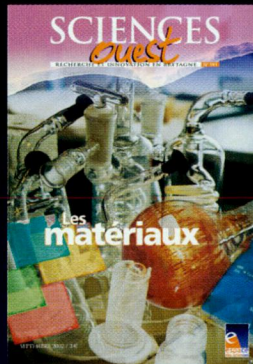
Bonne lecture. ■



SCIENCES OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association loi de 1901), centre associé au Palais de la découverte ■ Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - [lespace-des-sciences@wanadoo.fr](mailto:lespace-des-sciences@wanadoo.fr) - [nathalie.blanc@espace-sciences.org](mailto:nathalie.blanc@espace-sciences.org) - <http://www.espace-sciences.org> - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21 ■ Président de l'Espace des sciences : Paul Tréhen. Directeur de la publication : Michel Cabaret. Rédactrice en chef : Nathalie Blanc. Rédaction : Louis-Marie Berthelot, Jean François Collinot, Jérôme Cucarull, Vincent Derrien, Hervé This. Comité de lecture : Christian Willaime (physique-chimie-matériaux), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Carole Duigou (sciences humaines), Michel Branchard (génétique-biologie). Abonnements : Béatrice Texier. Promotion : Magali Colin. Publicité : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, e-mail [info@admedia.fr](mailto:info@admedia.fr) ■ *Sciences Ouest* est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, du ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine, de la Ville de Rennes, de la Direction régionale des affaires culturelles et du Fonds social européen. Édition : l'Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bertot création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.



## SOMMAIRE SEPTEMBRE 2002



Tirage du n° 191 :  
4 500 ex.  
Dépôt légal n°650  
ISSN 1623-7110

EN BREF ..... 4/5

GROS PLAN **Entreprise**  
Elektrobot ..... 6

GROS PLAN **Actualité**  
Chroniques culinaires  
Bassines en cuivre et confiture ..... 7

GROS PLAN **Histoire et société**  
Organisation de l'industrie de  
la chaussure à Fougères ..... 8

DOSSIER  
**Les matériaux** ..... 9  
Malléables et bien éduqués :  
les matériaux à mémoire de forme .... 10  
Les matériaux au service de  
la reconstitution osseuse ..... 11  
Dégradation des matériaux  
Avec ou sans sel ? ..... 12  
Le verre, la fibre et la lumière ..... 13  
Quand les matériaux deviennent  
moléculaires... ..... 14/15  
Les nanoparticules :  
un nouvel état de la matière pour  
de nouveaux matériaux ..... 15  
Pour en savoir plus ..... 16/17

GROS PLAN **Comment ça marche ?**  
Les verres photochromes ..... 18

À L'ESPACE DES SCIENCES ..... 19

AGENDA ..... 20/21

Supplément  
**Découvrir**

Petite histoire de  
la chimie.....



Sciences Ouest sur Internet  
→ [www.espace-sciences.org](http://www.espace-sciences.org)

## Les échos de l'Ouest

### ● Un robot sous la mer



La troisième édition de la "Sea Tech Week" s'est déroulée à Brest du 17 au 20 juin. L'occasion pour les participants de découvrir en situation, dans les bassins du port de Brest, le dernier robot sous-marin autonome développé par la société ECA, récemment implantée à Brest. Ce robot (dénommé "Alistar") est conçu pour effectuer des missions d'inspection, d'intervention et de surveillance jusqu'à une profondeur de 3 000 m. Les applications possibles vont de l'inspection des pipelines aux missions scientifiques en passant par la surveillance d'équipements sensibles. Son autonomie, sa maniabilité et son ergonomie ont semblé ravir les clients potentiels. La plupart de ces derniers ont déjà fait confiance à ECA avec le robot Olistar ou le Victor 6000.

→Rens. : Henny Wheeldon, responsable communication ECA, tél. 04 94 08 90 00, ecom@eca.fr

### ● Ifremer : deux scientifiques décorés par le préfet

Le 28 juin dernier, Thierry Kingler, préfet du Finistère, a décoré deux scientifiques de l'Ifremer. Myriam Sibuet, qui dirige actuellement le département d'environnement profond, s'est vu remettre les insignes de chevalier de la Légion d'honneur. Titulaire d'un doctorat d'État ès sciences naturelles, cette biologiste a participé à une trentaine de campagnes océanographiques. Elle contribue en outre à de nombreux comités d'évaluation et d'orientation de la recherche océanographique aux niveaux national et international. Les insignes de chevalier dans l'ordre national du Mérite ont ensuite été remis à Chantal Cahu, chercheur dans l'unité mixte Inra-Ifremer de nutrition des poissons. Docteur en océanographie biologique, elle est entrée à l'Ifremer en 1981 et a notamment travaillé sur la mise au point de régimes alimentaires visant à améliorer la croissance des crevettes.

→Rens. : Brigitte Millet, relations publiques, tél. 02 98 22 40 05.

### ● Télécommunication franco-chinoise



Le 4 juillet dernier, à l'École nationale supérieure des télécommunications de Bretagne (ENSTB), a eu lieu la première signature d'une série d'accords de partenariat entre le groupe des

écoles des télécommunications (ENST Bretagne, ENST et INT) et les universités chinoises de Pékin, Nan-kin et Xian. Cette démarche témoigne de la volonté de l'ENSTB de renforcer sa politique de formation d'étudiants chinois : ils devraient être une vingtaine à la rentrée prochaine. Outre un accord cadre portant sur des collaborations scientifiques et des échanges d'étudiants, deux protocoles d'enseignement en partenariat, conduisant soit à un diplôme de mastère, soit à un diplôme d'ingénieur, ont aussi été entérinés à cette occasion.

→Rens. : Gilbert Lainey, tél. 02 29 00 10 40.

### ● Gestion des déchets en Bretagne

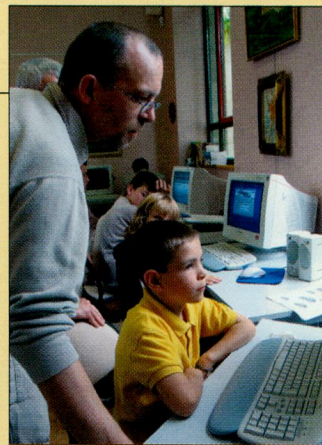


L'Observatoire régional des déchets en Bretagne (ORDB) a dressé, le 4 juillet dernier à Rennes, un bilan sur la gestion des déchets. L'occasion pour Stéphane Lecoine, coordinateur de l'ORDB, de présenter les publications issues des dernières enquêtes réalisées sur quatre grands thèmes : la gestion des ordures ménagères, les collectes sélectives, les déchetteries et la réhabilitation des décharges. Malgré les 1,5 million de tonnes de déchets produits par les ménages chaque année en Bretagne, Jean-Paul Gaouyer, délégué régional de l'Ademe, estime la "situation plutôt saine". Il est vrai qu'avec une progression de 54 % de la collecte sélective en cinq ans, une valorisation de 70 % des ordures ménagères et de gros efforts réalisés dans la réhabilitation des décharges, la région se situe dans une bonne moyenne. Cependant, tous les acteurs présents ont souligné l'importance d'une meilleure information du public afin d'améliorer encore ce bilan.

→Rens. : Observatoire régional des déchets en Bretagne, Stéphane Lecoine, tél. 02 99 85 87 00.

### ● Inauguration de la 300<sup>e</sup> cybercommune bretonne

C'est à Trémeven, commune du Finistère de 2 000 habitants, près de Quimperlé, que Josselin de Rohan, président du Conseil régional de Bretagne, a inauguré, le 12 juillet dernier, la 300<sup>e</sup> cybercommune de la région. Initié en 1998, le dispositif des cybercommunes a rencontré un franc succès auprès des collectivités tant et si bien que les 300 espaces ouverts à ce jour couvrent les 2/3 des communes bretonnes. L'objectif pour la Région : "Pas un Breton à



plus de 20 km d'une cybercommune !". Pour ce faire, 130 autres projets ont d'ores et déjà été approuvés et devraient voir le jour dans les mois à venir. Parallèlement, les cybercommunes devraient bientôt pouvoir se raccorder au réseau de services haut débit Mégalis qui permettra de desservir - via des liaisons ADSL ou satellites - des communes et des territoires isolés.

→Rens. : Service communication du Conseil régional, Odile Bruley, tél. 02 99 27 13 55.

### ● La directrice générale du CNRS en visite à Rennes



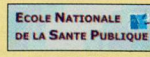
LOUISA BRETHEROT

Le 10 juillet dernier, Geneviève Berger, directrice générale du CNRS, était à Rennes.

Visite de l'Institut de chimie, rencontre de représentants des collectivités locales, des présidents des Universités de Rennes 1, Rennes 2, de Bretagne occidentale, d'Angers, du Mans ainsi que de plusieurs directeurs de grandes écoles bretonnes... Le programme de cette journée était dense ! Geneviève Berger a, en outre, présenté aux directeurs d'Unités mixtes de recherche de Bretagne et des Pays de la Loire le contrat d'action pluriannuel du CNRS, mettant l'accent sur le renouvellement des compétences, le rôle de la pluridisciplinarité et l'importance de la valorisation des résultats de la recherche. Cette visite fut aussi l'occasion de réaffirmer l'engagement du CNRS dans la création de l'espace européen de la recherche.

→Rens. : Alain Marchal, délégué régional CNRS, tél. 02 99 28 68 04.

### ● L'ENSP, rennaise depuis 40 ans



L'École nationale de la santé publique (ENSP) fête cette année les 40 ans de son installation à Rennes. Née de la nécessité de former des cadres capables de veiller à l'application des grandes lois de protection sociale décrétées au lendemain de la Libération, elle reçoit

aujourd'hui près de 5 000 stagiaires par an. Avec un budget de plus de 41 millions d'euros, 70 enseignants permanents, 1 500 intervenants et trois laboratoires sur l'organisation des systèmes de santé, l'analyse des politiques sociales et sanitaires et l'environnement à la santé, cette école a pour vocation de préparer à dix métiers de la santé publique. Elle est en outre la seule à former les directeurs d'hôpitaux.

→Rens. : <http://www.ensp.fr/>

### ● Nouveaux directeurs et doyen à l'Université de Rennes 1



Maurice Baslé a été élu doyen de la

faculté des sciences économiques pour une durée de cinq ans. À l'UFR de mathématiques, Dimitri Petritis occupe le poste de directeur depuis le 1<sup>er</sup> juillet. Le tout jeune IUT de Saint-Malo a accueilli son premier directeur : il s'agit de Jean-François Montois, maître de conférences et ancien ingénieur EDF.

→Rens. : Service communication de l'Université de Rennes 1, tél. 02 23 23 36 12.

### ● Disparition de Jacques Briard

Archéologue dont les compétences sur l'âge du bronze en Europe lui valurent une renommée mondiale, Jacques Briard nous a quittés le 14 juin 2002. Ce grand chercheur qui, assumant de hautes responsabilités dans l'équipe de recherche rennaise (CNRS - Université de Rennes 1), tout en dirigeant de nombreuses fouilles en Bretagne - on rappellera volontiers celles menées au cours des années 1980 à Saint-Just (35) qui lui furent très chères -, publiant de nombreux ouvrages, donnant de multiples conférences..., a toujours été apprécié par ses élèves et ses collègues pour ses conseils et ses soutiens. Membre de nombreuses sociétés savantes, il reçut notamment, en 1998, le 1<sup>er</sup> prix de la culture scientifique et technique attribué par le ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie. Ce modeste témoignage apporte une touche supplémentaire aux marques de sympathie dirigées vers cet homme remarquable.

### QUI A DIT ?

"L'érudition n'est pas la science, de même que les matériaux ne sont pas l'édifice."

Réponse page 21



## À lire

### Les coups de cœur de la bibliothèque Colombia

#### ● Le cercle du temps : un regard scientifique sur les voyages non conventionnels dans le temps

Qui n'a pas rêvé un jour de pouvoir remonter le temps pour visiter le passé ? Dans cet ouvrage destiné à un public non scientifique, Mario Novello, cosmologue brésilien, fait le point des connaissances scientifiques en la matière. Il explique qu'une remontée dans le temps, impossible sur Terre, peut s'envisager dans les champs gravitationnels intenses tels qu'au voisinage des trous noirs...

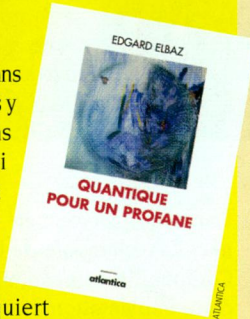
→ Mario Novello, Atlantica, 199 pages - 19,82 €.



#### ● Quantique pour un profane

Si vous voulez vous plonger pour la rentrée dans l'univers quantique, le livre d'Edgard Elbaz vous y invite. Pourquoi parle-t-on de quantique dans toutes les disciplines scientifiques ? En quoi consiste la quantique ? Quelle est son importance ? Pourquoi dit-on que la quantique a bouleversé la philosophie des sciences ? Bien que s'adressant à un public non scientifique, la lecture de cet ouvrage requiert cependant quelques rudiments de mathématiques élémentaires.

→ Edgard Elbaz, Atlantica, 238 pages - 19,82 €.



### ● Nouveaux matériaux : exemple d'un projet financé par l'UE

La croissance compétitive et durable est une des quatre thématiques du 5<sup>e</sup> PCRD (1998-2002), ayant financé certains projets relatifs aux nouveaux matériaux.

Un exemple, celui des "algues bioadhésives", développé en partenariat avec trois structures israéliennes que sont l'Institut de recherches en océanographie et limnologie, l'Institut de technologie et la société Biota Ltd, les universités de Birmingham (Grande-Bretagne) et de Göteborg (Suède), un laboratoire du CNRS à Roscoff (France) et l'entreprise islandaise Bio-Gels Pharmaceuticals. L'intérêt de ces algues est de pouvoir rester fixées malgré de fortes tensions, une propriété très intéressante dans le domaine des adhésifs chirurgicaux utilisés sur les tissus. Les "algues bioadhésives" offriraient en effet une alternative sûre et efficace aux dispositifs de pansement des blessures, traditionnellement douloureux. Les chercheurs travaillent actuellement sur la purification, la caractérisation et l'expression de leurs gènes.

Au niveau socio-économique, les avantages se traduisent par l'amélioration de la qualité de vie grâce à de meilleurs services médicaux, et par la perspective de développement industriel (culture et biotechnologies).

→ Rens. : eic@bretagne.cci.fr, tél. 02 99 25 41 57.



## Du côté des entreprises

### ● Vivendi Environnement : du nouveau dans les analyses

rechercher simultanément la présence de plusieurs métaux dans un échantillon.

→ Rens. : Vivendi Environnement - Région Bretagne, service communication, tél. 02 23 48 00 15.



L'inauguration du centre rennais d'analyse environnementale du groupe Vivendi Environnement (VE) s'est déroulée le 9 juillet dernier en présence d'Henri Proglia, président du directoire de VE, et d'Edmond Hervé, maire de la ville. Une première mondiale pour le groupe : ce laboratoire a élargi ses activités aux eaux et lixiviats issus des quatre divisions de VE (eau, énergie, propreté et transport). Accrédité par le Cofrac (Comité français d'accréditation) depuis 1997, ce centre réalise aujourd'hui plus de 80 000 analyses par an dont 90 % sont des autocontrôles et 10 % des demandes d'industriels extérieurs. La détection de micropolluants organiques, de pollution carbonée, phosphorée et azotée... fait ainsi partie des missions quotidiennes pour les quinze personnes du centre doté d'outils très perfectionnés, comme l'IPC (Inductive Plasma Coupling) permettant de



### ● L'Anvar et les technopoles

L'Anvar et France technopoles entreprises innovation (FTEI) - réseau regroupant l'ensemble des centres européens d'entreprises et d'innovation français, les 2/3 des incubateurs publics et la totalité des technopoles françaises - viennent de signer une charte de collaboration qui va permettre de renforcer les moyens de sensibilisation et de soutien d'entreprises innovantes. L'Anvar pourra, en tant que membre partenaire, soutenir les objectifs du réseau, participer à ses ateliers, séminaires et manifestations. Elle fera connaître auprès des créateurs d'entreprises les services apportés par les membres du réseau. FTEI, pour sa part, transmettra à l'Anvar toutes les informations relatives à la vie du réseau et invitera chaque membre à lui communiquer les projets, le plus en amont possible, en vue d'un soutien concerté efficace. Un suivi et un bilan des collaborations seront établis chaque année pour élaborer un référentiel des bonnes pratiques.

→ Rens. : Alain Bourissou, tél. 01 40 17 83 00, abourissou@anvar.fr Jérôme Danthez, tél. 02 40 25 27 03, j.danthez@reseauftei.com

FORMATION CONTINUE  
UNIVERSITÉ DE RENNES 1  
UFR STRUCTURE ET PROPRIÉTÉ DE LA MATIÈRE

# TECHNOLOGIES DESS COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

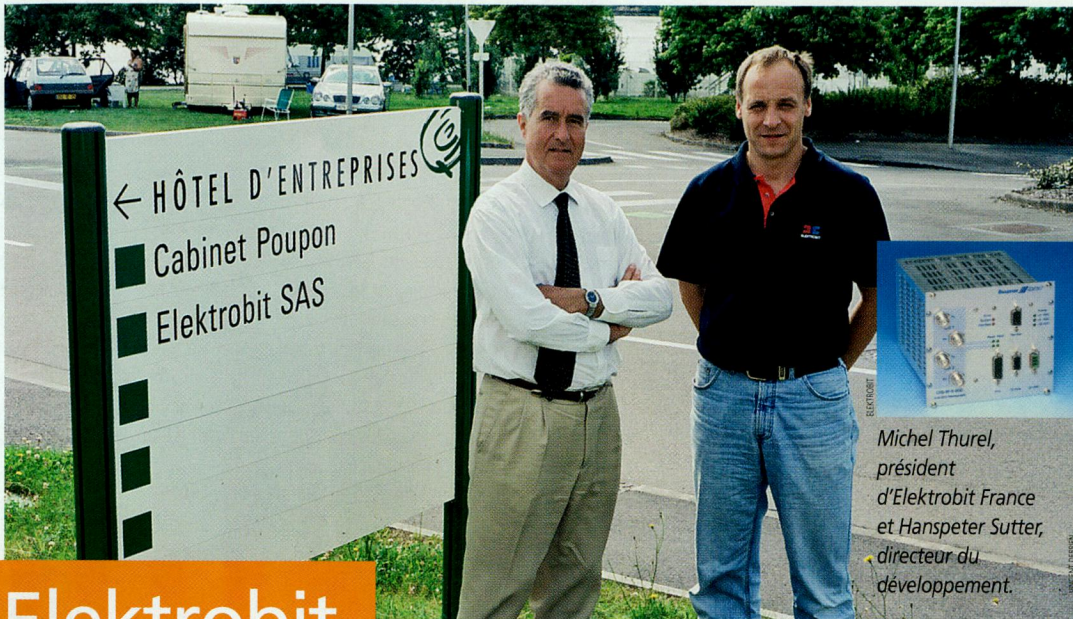
## DESS SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES ET OPTOÉLECTRONIQUES

## DESS MÉCATRONIQUE

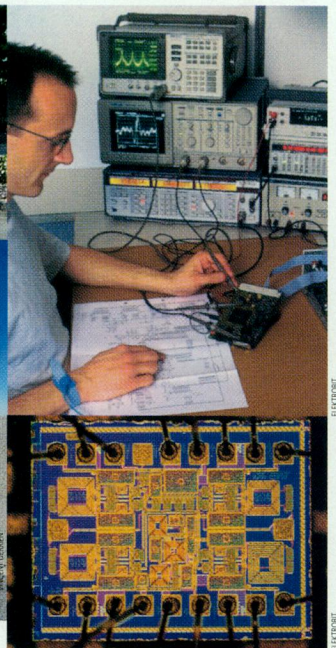
## DESS MÉTHODES SPECTROSCOPIQUES D'ANALYSE ET CARACTÉRISATIONS PHYSICO-CHIMIQUES

## DESS DOMOTIQUE ET RÉSEAUX INTÉRIEURS

CONTACT / INFORMATIONS :  
Service Formation Continue  
4, rue Kléber 35000 Rennes  
02 23 23 39 50 - <http://sfc.univ-rennes1.fr>



Michel Thurel, président d'Elektrobit France et Hanspeter Sutter, directeur du développement.

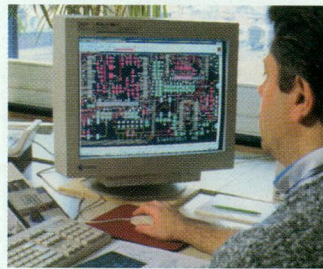


# Elektrobit

**A**près plus de 10 ans de croissance forte, l'industrie des télécoms s'essouffle. Tous les acteurs de la filière se posent aujourd'hui des questions sur leur mode de fonctionnement et leur organisation. Elektrobit est une société finlandaise qui intervient dans le domaine des applications en radiofréquence. La filiale française s'est implantée en Bretagne en 2001, sur la technopole Quimper-Cornouaille et compte bien s'y épanouir.

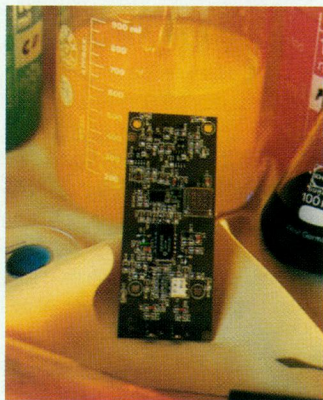
→ Dans le domaine de la R&D, Elektrobit a su tirer son épingle du jeu et présente une courbe de croissance exponentielle depuis plusieurs années. Comme l'explique Michel Thurel, président d'Elektrobit France, "La différence se fait désormais sur les « couches technologiques hautes », c'est-à-dire l'ergonomie, le design ou encore les fonctions des produits développés." Mais derrière cela se cache un travail gigantesque de conception des circuits électroniques, de composants toujours plus intégrés, de logiciels de gestion de protocole en perpétuel renouvellement... Autant de compétences qui, considérées une à une, ne sont pas très intéressantes, mais qui prennent de la valeur en s'associant. D'où la nécessité d'avoir un coordinateur puissant, qui sache répondre à tous les problèmes. C'est dans cette optique que se place Elektrobit, dans le domaine des radiofréquences.

Elektrobit France offre donc des services de conception et réalisation de modules complets et de sous-ensembles en technologies GSM, GPRS, UMTS... Ils sont destinés aux équipementiers et opérateurs télécoms, mais de plus en plus à l'industrie automobile et à l'électronique grand public avec l'avènement de la domotique.



## Bretagne, terre des télécommunications

Implantée en Finlande sur le campus d'Oulu, haut lieu de développement des télécommunications, Elektrobit s'appuie sur un groupe de 800 personnes. Quand la société finlandaise a voulu se diversifier, il y a deux ans, elle a cherché un terrain propice à un développement fort. La Bretagne, fief des télécoms en



France, a rapidement été sélectionnée. La technopole de Quimper-Cornouaille a beaucoup facilité cette implantation. Une aubaine pour Michel Thurel, originaire de Quimper qui cherchait alors un bon prétexte pour développer quelque chose "chez lui" : "Un soir, le président de la technopole m'a téléphoné pour me demander si j'étais libre pour dîner avec des Finlandais. Je ne pouvais pas refuser l'invitation..."

## Des camions intelligents

Même si, de plus en plus, on entend parler d'UMTS, de GSM, de Bluetooth ou d'intégration, peu nombreux sont ceux qui y voient clairement des applications. Pourtant elles sont potentiellement infinies, et très concrètes ! En effet, les opérateurs télécoms ne sont pas les seuls intéressés par les radiofréquences. De plus en plus d'industriels utilisent les technologies qui leur sont associées (voir *Sciences Ouest* n° 182 - novembre 2001).

C'est ainsi qu'en Suisse, un réseau de surveillance des bouches d'incendie d'une ville entière a été équipé de modules de communication radio. Toutes les bornes sont reliées entre elles et constituent une véritable toile. Le filet ainsi tendu permet de savoir à tout moment si les bouches d'incendie sont bien alimentées, si elles fuient ou si elles sont endommagées...

Toujours en Suisse, Elektrobit a développé un projet sans précédent : 65 000 camions sont équipés de modules radio. Ce système appelé ITS (Intelligent Transport

System) permet aux camions d'utiliser le télépéage. En passant devant une borne de péage, le transporteur n'a plus à s'arrêter, son module comptabilise automatiquement ses passages... et assure la facturation. Les applications d'une telle technologie sont très grandes, notamment en matière de sécurité routière. Elektrobit compte d'ores et déjà intégrer le vèhipôle de Saint-Brieuc, futur centre de développement et d'innovation dans le domaine du transport. Une route intelligente y sera expérimentée.

Une autre application du savoir-faire d'Elektrobit est déjà en place en Suède. Le concept est de "sortir les mineurs de la mine". Une ambition quasiment atteinte. Grâce aux ondes radio, l'exploitation des mines ressemblerait presque à un jeu vidéo. Depuis la surface, à l'aide d'un simple joystick, un opérateur dirige une machine de plusieurs tonnes dans le dédale de galeries de la mine. Il y extrait les minéraux à distance.

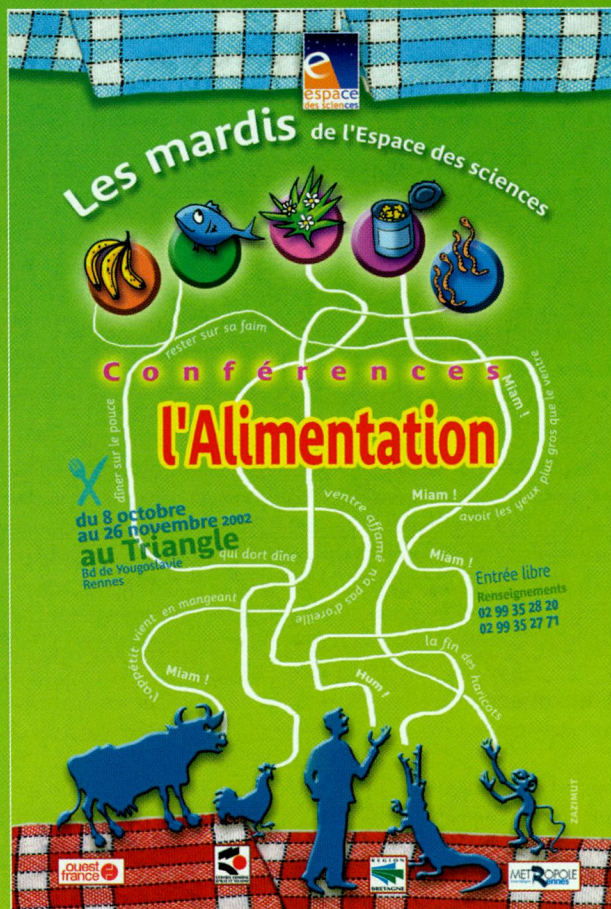
De ces projets réussis, Michel Thurel tire une énergie et une volonté à toute épreuve pour développer Elektrobit dans la région. D'ici trois ans, ce sont trente ingénieurs qui seront recrutés. ■ V.D.

Contact → Michel Thurel, président d'Elektrobit France, tél. 02 98 10 31 30, Michel.thurel@elektrobit.fr, www.elektrobit.fr

## Des chroniques culinaires



La saison 2002 des conférences "Les mardis de l'Espace des sciences", qui commence dès le 8 octobre prochain, a pour thème l'alimentation. Dans ce cadre, nous vous proposons de vous régaler avec les chroniques "Science et cuisine" d'Hervé This, physico-chimiste à l'Inra. Le but : élucider, par l'expérimentation, quelques idées reçues trainant dans les livres de cuisine ou se transmettant de génération en génération... ■



### PROGRAMME

**8 octobre** : L'alimentation, de l'homme à l'animal ; Pierre Thivend, président du centre Inra Bretagne, directeur de l'École nationale supérieure agronomique de Rennes et de l'Institut national supérieur de formation agroalimentaire.

**15 octobre** : L'alimentation de demain ; Gérard Pascal, directeur scientifique pour la nutrition humaine et la sécurité des aliments à l'Inra, président du conseil scientifique de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa).

**22 octobre** : De l'alimentation comparée de l'homme et des primates non humains ; Claude Marcel Hladik, directeur de recherche au CNRS et professeur au Muséum national d'histoire naturelle.

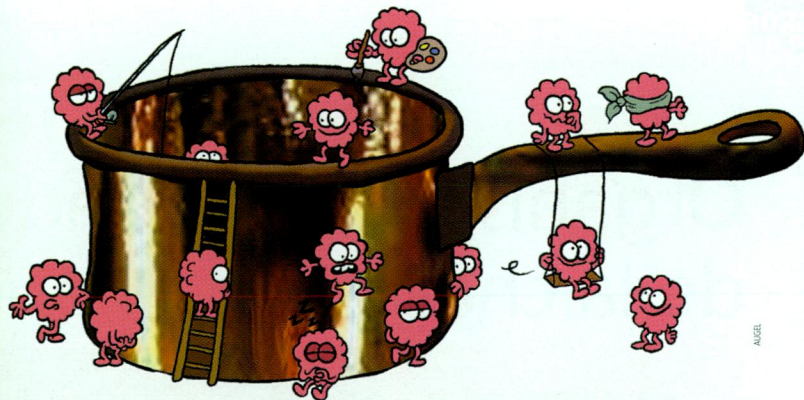
**29 octobre** : Préparer, consommer, partager : la cuisine à travers le monde ; Françoise Cousin, docteur en ethnologie, ingénieur de recherche au Muséum national d'histoire naturelle.

**19 novembre** : L'alimentation contemporaine ou la crise du régime ; Claude Fischler, directeur de recherche au CNRS ; codirecteur du Centre d'études transdisciplinaires sociologie, anthropologie, histoire.

**26 novembre** : La cuisine et la science ; Hervé This, physico-chimiste à l'Inra, Collège de France.

Les conférences se déroulent au Triangle, bd de Yougoslavie, Rennes à 20 h 30 (sauf celle du 26 novembre à 18 h 30) - Entrée libre. ■

→ Rens. : Tél. 02 99 35 28 20 - 02 99 35 27 71.



## Bassines en cuivre et confiture

Certains livres de cuisine contiennent des trésors, sous la forme d'observations remarquablement précises, d'indications précieuses pour la cuisinière et le cuisinier. En effet, qui n'a jamais entendu dire qu'il fallait cuire les confitures dans des bassines en cuivre ? Et quel fabricant ne s'est jamais vanté, en écrivant en gros sur les étiquettes, d'avoir utilisé scrupuleusement ce mode de cuisson ancestral ? Pourquoi du cuivre ? Étamé, non étamé ? Démonstration.

→ Quelques livres de cuisine du XIX<sup>e</sup> siècle recommandent de faire les confitures dans des bassines en cuivre, mais, et cela est valable en particulier pour les fruits rouges, dans des bassines non étamées, c'est-à-dire non recouvertes d'étain. En effet, ce métal est utilisé pour éviter la formation de vert-de-gris toxique à partir du cuivre. Mais qu'elle est son action sur les fruits rouges ?

Mettons de la soudure à l'étain au contact de framboises, ou bien des framboises écrasées dans une casserole étamée, ou encore utilisons un de ces pots en étain, et écrasons une framboise dessus. Si l'étain est propre, il ne se passe rien, et nous sommes portés à penser que les livres qui ont donné le conseil propageaient des idées fausses. Donnons-leur une deuxième chance : peut-être l'étain était-il fissuré, et que c'est le cuivre qui agirait sur les fruits rouges. Mises dans une bassine en cuivre, les framboises ne semblent pas subir de modifications. Une troisième chance, par indulgence ? Pensons que les métaux se couvrent d'oxyde, quand ils sont exposés à l'oxygène de l'air, et que ce sont peut-être ces oxydes métalliques, plutôt que les métaux eux-mêmes, qui agissent sur les fruits rouges. Cette fois, nous sommes récompensés de notre opiniâtreté : si l'on dépose des sels d'aluminium sur des framboises écrasées, elles blanchissent ; avec des sels de cuivre, elles prennent

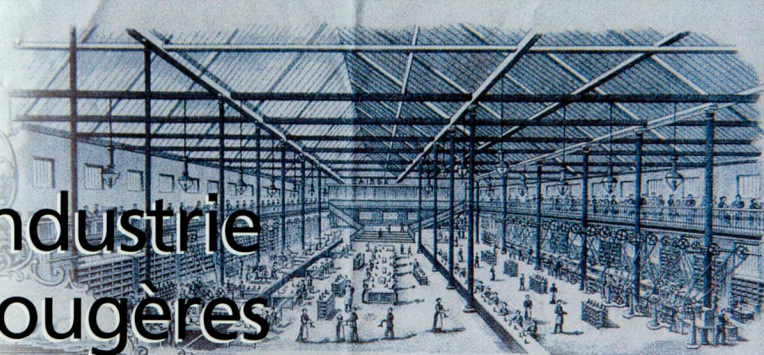
une belle couleur orangée. Et, avec certains sels d'étain, les framboises prennent une teinte violette intense. Immangeable ! Conclusion : les livres qui conseillaient de ne pas mettre les fruits rouges au contact de l'étain avaient tort et raison à la fois. Il n'est pas grave de mettre des framboises dans de l'étain bien propre, mais l'étain oxydé fait des catastrophes.

Va pour l'étain ; mais pourquoi le cuivre serait-il utile ? Pourquoi ne pas faire les confitures dans des casseroles en acier inoxydable, par exemple ? Écrasons des framboises dans une bassine en cuivre et laissons-les ainsi une heure ou deux. Versons ensuite les framboises dans un saladier et observons la bassine : le cuivre est mis à nu. Ce qui signifie que le cuivre qui était oxydé s'est dissous dans le jus de framboises. Alors, le cuivre aurait-il un effet sur la fabrication des confitures ?

Cette fois, je vous propose une autre expérience, également simple : dans deux récipients en verre, vous disposez des rondelles d'orange, un petit verre d'eau et du sucre (autant de sucre que de fruits plus eau). Dans un des récipients, vous ajoutez du sulfate de cuivre, que vous aurez acheté chez le droguiste. Cuez les deux confitures, le même temps, laissez refroidir et comparez : la confiture bleuie par le sulfate de cuivre est dure, alors que l'autre reste coulante. En effet, la cuisson des fruits a libéré les molécules de pectine des fruits, et le cuivre a réuni ces molécules, formant un réseau qui piège l'eau et les fruits. Autrement dit, le cuivre a favorisé la prise des confitures. Voilà sans doute pourquoi les bassines en cuivre ont tant la faveur des fabricants de confitures. Un autre corps que celui-ci aurait-il les mêmes vertus raffermisantes ? Oui, le calcium, bon pour les os. Mettez dans vos confitures une pincée de citrate de calcium, et vous bénéficierez ainsi de l'effet acidifiant du citrate (il est vrai qu'un jus de citron aide parfois les confitures à prendre), et aussi de l'effet raffermissant du calcium. ■

Hervé This

# Organisation de l'industrie de la chaussure à Fougères



Une des rares représentations de l'intérieur d'une usine de chaussures - l'usine Girault et Sicard à la fin du XIX<sup>e</sup> -, sur un en-tête de lettre.

**L**e mois dernier, Jérôme Cucarull retraçait l'histoire de l'industrie de la chaussure qui fit le renom de la ville de Fougères. Découvrons maintenant les évolutions techniques et les changements de politique de production qui ont bouleversé le travail dans les usines fougères tout au long du XX<sup>e</sup> siècle. Retour sur la mise en place de cette organisation industrielle.

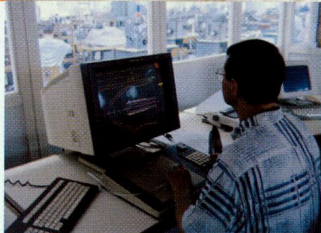


JEAN HERBERT

→ Le tissu industriel de la chaussure a toujours connu une forte dualité : à côté des grandes entreprises, de petites unités de type artisanal arrivaient à subsister. En 1954, par exemple, sur 44 entreprises, 10 comptaient plus de 100 salariés et 24 moins de 50. La concentration des ouvriers dans les usines a en effet longtemps été limitée au profit du travail à domicile, qui s'applique en particulier aux piqueuses. Ce système, qui dura jusque dans les années 1960, pouvait paraître archaïque au premier abord mais il présentait de nombreux avantages - et on y revient d'ailleurs actuellement ! -. Pour les patrons, il permettait de limiter les investissements de départ et offrait une grande souplesse par rapport au caractère saisonnier de l'activité. Pour les ouvrières, c'était un moyen de ne pas se couper du milieu familial et de s'occuper de leurs enfants.

## Les débuts de la rentabilité

La logique de la production axait les efforts des industriels sur les gains de productivité. Mais ce n'était pas une mince affaire, car la confection d'une chaussure nécessite parfois plus de 100 opérations différentes ! La mécanisation arrive cependant à répondre à cet objectif. Dans le domaine du montage, l'évolution est rapide et décisive dès le début du siècle. L'adoption de la machine Boston, qui attache avec des pointes la semelle intérieure et la tige de la chaussure, fait écono-



Conception assistée par ordinateur dans les usines JB Martin.

miser à l'usine 15 ouvriers pour chaque poste par rapport au montage à la main. L'introduction en 1908 de la machine à monter consolidated réduit encore les effectifs et entraîne un certain nombre de grèves de protestations.

Dans les années 1930, les tentatives pour améliorer la compétitivité sont plus radicales. L'usine Morel et Gâté tente d'appliquer, en 1932, la

fabrication à la chaîne de la chaussure. Très rapidement, elle s'aperçoit que cette méthode n'est pas rentable. Il aurait en effet fallu posséder des machines de remplacement à chaque poste de travail, car la moindre panne interrompait l'ensemble de la chaîne. Elle est abandonnée en 1936.

## Taylorisation et informatisation

À partir de 1950, s'opère le véritable tournant dans la politique de production des entreprises fougères. Deux bureaux d'études spécialisés marquent de leur empreinte la production : Bedaux et Acto, et les grandes entreprises développent leur propre bureau des méthodes. Chaque poste de l'usine, de la

coupe au magasin, est étudié par des chronométrateurs qui évaluent le temps moyen que nécessite chaque opération. Cela entraîne une accentuation de la division des tâches au sein d'un même atelier et désormais, l'ouvrier ne réalise plus qu'une partie spécialisée de la chaussure. Des convoyeurs permettent de faire passer les chaussures en cours de montage d'un poste à un autre, sans qu'il y ait déplacement des ouvriers.

L'industrie de la chaussure a toujours eu, à Fougères, des capacités d'adaptation et d'innovation importantes. Après la Seconde Guerre mondiale, alors que la situation du marché se détériore, les industriels fougères cherchent des solutions. C'est dans cette période particulièrement difficile que l'on voit les adaptations décisives et les écarts se creuser entre les entreprises prêtes à subir des mutations et les autres.

L'armée française achète la première machine mécanographique, ancêtre de l'ordinateur, en 1950, suivie par la SNCF. En 1957, la société Morel et Gâté demande aux deux sociétés Bull-General Electric et IBM une étude pour installer une telle machine dans son usine. C'est à l'entreprise Bull que revient le marché. Cette installation, destinée à gérer les collections de chaussures, les approvisionnements, la main-d'œuvre, les statistiques et les commandes, est complexe et va en fait nécessiter deux années de travail ! La nécessité d'innover pour être plus performant rendait indispensable cette organisation lourde et coûteuse, à la pointe du progrès. Cet exemple sera suivi par les grosses entreprises de la place et désormais, les chaussures sont conçues sur ordinateur. ■ J.C.

## L'histoire orale, une source d'information négligée

L'histoire industrielle et technique ne se réduit pas à l'étude des archives et de l'évolution de la mécanisation. Elle doit également prendre en compte l'aspect ethnologique, ce qui implique d'aller à la rencontre du personnel.

Au-delà de l'information brute, cette démarche permet de dépasser les simples faits et de se faire une idée concrète de la représentation qu'ont eue les acteurs locaux et de leur ressenti face à des situations particulières, dont aucun document écrit ne peut rendre compte. Mais ce type de recherche, qui doit être menée de manière rigoureuse et scientifique, est encore assez rare. Nous avons pu entamer une telle enquête sur l'industrie de la chaussure fougère, ce qui nous a permis de comprendre, par exemple, le pourquoi des résistances lors de l'adoption de la division du travail ; et de nous apercevoir que les machines avaient longtemps été adaptées pour des usages différents de ceux prévus initialement.

Nous pouvons ainsi expliquer pourquoi un système d'organisation du travail génère des résistances et mettre à jour des mentalités et des comportements qui peuvent éclairer les entreprises sur leur fonctionnement actuel. ■

Contact → Jérôme Cucarull, consultant,  
19, avenue Gaston Berger, Rennes,  
tél./fax 02 23 46 36 95,  
jerome.cucarull@caramail.com

# Les matériaux

Voici les seules lignes de ce dossier où vous pourrez lire les mots : béton, ciment, acier ou plastique. Et pourtant, c'est bien de matériaux dont nous allons parler dans les pages qui vont suivre. Le terme est en effet très souvent connoté au secteur du "BTP", avec des notions de dureté et de résistance. Mais posez la question à Pierre Dixneuf, vice-président du conseil scientifique de l'Université de Rennes 1, il vous répondra : "Qu'une pierre, par exemple, n'est pas un matériau nouveau, dans le sens où elle n'a pas d'autre fonction que la construction ou le projectile ; que le verre, en revanche, en est un car il est capable de transporter la lumière (fibre optique)." Un matériau est un système complexe qui a des propriétés.

Ces propriétés peuvent être physiques : transformations cristallines pour les matériaux à mémoire de forme fabriqués par la société Mémométal ; biocompatibilité pour les matériaux développés en collaboration par des laboratoires de l'Institut de chimie et de la faculté dentaire de Rennes ; ou encore résistance à la corrosion étudiée notamment par une nouvelle antenne de l'Institut suédois de corrosion à Brest... Il peut s'agir aussi de propriétés optiques telles que celles recherchées sur les verres dans plusieurs Unités mixtes de recherche CNRS - Université de Rennes 1.

Or, qui dit propriétés, dit applications et nous allons voir que la recherche sur les matériaux, à Rennes, est très liée au secteur des télécommunications pour lequel les capacités d'absorption et de fluorescence sont scrupuleusement traquées.

Et l'histoire des matériaux en Bretagne ne date pas d'hier : si Rennes s'est démarquée côté verres et optoélectronique avec la découverte des frères Poulain en 1974, c'est tout le grand Ouest qui possède un savoir-faire incluant des formations de haut niveau sur les matériaux. Des entreprises sont nées des activités de recherche fondamentale qui, toujours à la pointe, n'en finissent pas de nous dévoiler de nouveaux produits - on parle maintenant de matériaux moléculaires ! -, dotés des propriétés étonnantes, avec des applications inattendues... ■ N.B.

# Malléables et bien éduqués : les matériaux à mémoire de forme

**É**duquer et programmer un matériau, voici ce dont est capable Bernard Prandi, P-DG de Mémométal, un des leaders mondiaux dans la fabrication d'alliages à mémoire de forme. Comment cela est-il possible ? Visite.

→ Après l'École centrale de Paris et un DEA de métallurgie, Bernard Prandi entre chez Péchiney où son domaine de prédilection devient vite les alliages à base de titane, qui trouvent leurs applications dans le domaine de l'aéronautique. Puis, il y a dix ans, il crée sa propre société pour se spécialiser dans les alliages à mémoire de forme.

Ces alliages ont la particularité d'être malléables et déformables quand ils sont froids et de reprendre leur forme initiale après chauffage. Découverts en 1962 par les Américains - et même avant guerre par les Russes... -, ils sont restés secrets pendant près de vingt ans, réservés jusqu'alors à des applications militaires. Ce n'est que dans les années 80-85 que le marché s'est dévoilé. Les premières applications concernent des domaines technologiques très pointus tels que le nucléaire : ressort servant à verrouiller une



Bernard Prandi chauffant un alliage à mémoire de forme.

porte ; ou l'aérospatial : système de libération d'un satellite, pour lesquels le déclenchement d'une opération doit être irréprochable. "Les alliages apportent cette garantie de haute sécurité car le changement de forme est une propriété physique du matériau : cela marche à tous les coups !", commente Bernard Prandi. Quelques applications sont tournées vers le grand public (lunettes pliantes, baleines de soutien-gorge, antennes télescopiques de téléphones portables) mais ce n'est pas la majorité. "Un alliage à mémoire de forme est un produit très technique

qui demande beaucoup de temps en développement", poursuit-il. En effet, outre les techniques classiques de fabrication d'alliage, ici à base de titane et de nickel (mélange sous vide à 1 400 °C ; coulage sous vide ; formation de lingots ; transformation en barres, fils...), un matériau à mémoire de forme s'éduque et se programme... et c'est là tout le savoir-faire de Mémométal.

Le changement de forme est dû à l'arrangement des atomes qui le composent ; il s'agit d'une transformation cristalline. Celle-ci peut s'effectuer, pour un alliage de titane et nickel, entre -50 et +100 °C. La programmation de la température dépend notamment des proportions des deux métaux, mais aussi du temps de refroidissement et de la forme. L'éducation du matériau consiste ensuite à mettre en mémoire la forme chaude (éducation simple effet) ou les formes chaude et froide (éducation double effet). Dans d'autres conditions d'éducation, on peut aussi programmer un métal présentant des capacités de déformation élastique cinq à dix fois supérieures à celles d'un métal classique (effet superélastique).

Mémométal réalisait depuis plus de 10 ans un travail de métallurgie pure, c'est-à-dire se limitant à la fabrication et la vente de métaux à mémoire de forme en vue de leur manufacture en externe. Il y a cinq ans, Bernard Prandi a eu l'envie de fabriquer lui-même des produits finis. Le hasard des rencontres a fait qu'il s'est trouvé en contact avec des chirurgiens, qui sont maintenant au nombre de 500 parmi ses clients ! Depuis, il fabrique, en étroite collaboration et à leur demande, des agrafes orthopédiques, des prothèses auditives et des endoprothèses (ou stent : grillages de consolidation des tubes de corps humain). Concernant les agrafes, si le principe est simple - la compression est exercée lors de la fermeture -, le produit demande une nouvelle phase de développement ou d'adaptation pour chaque os, car la taille et la forme de l'agrafe seront à chaque fois différentes ! La program-

mation de la température est aussi très complexe à mettre en œuvre : l'agrafe doit en effet être stable à la température du bloc opératoire (20 °C) et se refermer entre 37 (température du corps) et 50 °C (limite de résistance de l'os à la chaleur...).

Actuellement, Mémométal ne fabrique que des agrafes orthopédiques pour la chirurgie de la main et du pied, c'est-à-dire pour des os relativement petits. "Mais nous avons beaucoup d'autres demandes. Trop ! Nous savons, par exemple, qu'il n'existe pas actuellement d'agrafe satisfaisante pour le tibia et l'humérus, mais nous cherchons, dans un premier temps, à améliorer les produits existants. Un développement peut demander deux ou trois ans !"



Exemple d'agrafes insérées dans les os de la main.

De quoi occuper encore un moment Mémométal qui, implanté depuis presque deux ans sur le campus de Ker Lann, emploie aujourd'hui 15 personnes, pour un chiffre d'affaires de 1,5 million d'euros. L'entreprise ne possède pas de concurrents au niveau de la fabrication complète (de l'achat de la matière première jusqu'à la pièce finie) en France et fait partie des trois leaders mondiaux, sur huit au total maîtrisant cette technologie. Pour l'heure, l'entreprise s'est ponctuellement diversifiée... : si vous arrive de vous promener sur le campus de Ker Lann, vous comprendrez mieux maintenant comment font les drôles de parasols rouges pour s'ouvrir et se fermer tout seuls... ■ N.B.



Position après chauffage.

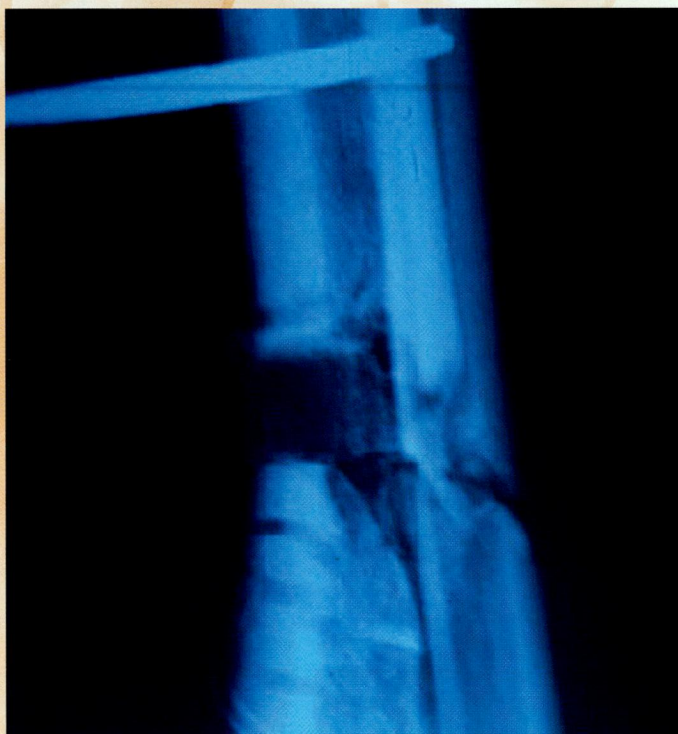
Après refroidissement la pièce retrouve sa forme initiale (éducation double effet).

Contact → Bernard Prandi,  
tél. 02 99 05 59 69,  
memometal.industries@memometal.com

# Les matériaux au service de la reconstitution osseuse

**L**e matériau développé par le groupe de recherche de l'Université de Rennes 1 est issu de la collaboration de chimistes du solide et de praticiens hospitaliers. Il répond à une réelle attente des cliniciens souhaitant disposer d'un matériau facilement disponible, exempt de risques pour le receveur, et qui permette une libération locale et différée de substances pharmacologiquement actives.

→ Le squelette osseux qui constitue la charpente du corps humain peut subir des fractures ou des pertes de substance, induites par des traumatismes ou par certaines pathologies, pouvant ainsi altérer une ou plusieurs fonctions du tissu osseux. Les chirurgiens tentent de remédier à ces problèmes par une reconstruction ou un remplacement du site osseux endommagé. Les techniques de greffes sont de plus en plus abandonnées à cause de problèmes récemment apparus comme la transmission d'agents infectieux, les prions, le virus du Sida... Elles sont remplacées par des matériaux de substitution d'origine synthétique qui doivent être biocompatibles et dotés de propriétés physico-chimiques similaires à celles de l'os afin d'éviter tout risque d'intolérance ou de rejet par l'organisme. Une telle étude, à caractère pluridisciplinaire, fait appel à un ensemble de techniques biologiques, chimiques et physiques ainsi qu'à diverses collaborations.



Site de comblement osseux (photo 1).

L'activité du groupe de recherche de l'Université de Rennes 1<sup>(1)</sup> consiste à concevoir, à synthétiser et à caractériser de nouveaux matériaux, tolérés par l'organisme, non toxiques et pouvant servir de matériau de comblement ou de substitution en site osseux (voir photo 1).

## Le relargage de médicament

L'élaboration de tels matériaux pour la reconstruction osseuse doit aussi tenir compte d'un ensemble d'exigences comme une porosité relativement importante pour permettre la vascularisation rapide de l'implant, ainsi que de bonnes pro-

priétés mécaniques. Actuellement, l'équipe travaille sur les carbonates de calcium (aragonite) et les aluminosilicates, dont les paramètres d'élaboration permettent de prendre en compte ces propriétés. Ainsi, des implants de carbonate de calcium de porosités différentes (44 % et 55 %) ont été réalisés. Par la suite, des antibiotiques ont même été associés à ces matériaux, permettant la diffusion locale et progressive de principes actifs : le métronidazole utilisé en parodontologie ou le sulfate de gentamicine, utilisé en orthopédie pour le traitement d'éventuels foyers infectieux (voir photo 2).

Les résultats obtenus pour ces associations ont montré que les composés étaient stables dans les conditions envisagées pour l'élaboration des matériaux. Une première étude sur des matériaux non standardisés a permis d'évaluer la cinétique de relargage des antibiotiques intégrés au sein de matériaux présentant différentes porosités. Une répartition homogène de la molécule antibiotique avec un relargage a été mise en évidence sur 30 jours. L'impact de la présence de cette molécule antibiotique sur le proces-

sus de cicatrisation et de colonisation osseuse a été vérifié lors d'une expérimentation *in vivo* dans des fémurs d'ovins. Les prélèvements ont eu lieu suivant les délais de 1, 3, 6 et 12 mois après implantation. Les résultats obtenus montrent que le matériau est biocompatible et susceptible d'être remplacé par de l'os. Les évaluations biologiques, physico-chimiques ainsi que la qualité et la fonctionnalité de l'implant sont en cours.

## Une collaboration recherche - entreprise efficace

L'Anvar a contribué au financement de ce projet, réalisé par ailleurs en collaboration avec l'entreprise Ceraver Osteal (Roissy 95). Cette société, spécialisée dans les prothèses ostéoarticulaires et les biomatériaux, s'est très vite déclarée intéressée par l'application, et a obtenu une licence d'exploitation du brevet déposé par l'Université de Rennes 1. La société est impliquée depuis dans le travail de développement et apporte son savoir-faire industriel et les spécifications propres à son marché.

D'autres matériaux sont en cours de synthèse et de caractérisation dans le groupe de recherche, et en particulier les aluminosilicates ou géopolymères développés en collaboration avec l'entreprise Caari de Saint-Quentin (02). Ce matériau, qui possède des propriétés mécaniques importantes, peut se révéler d'un grand intérêt dans le domaine biomédical lorsqu'il est associé à des phosphates de calcium ou dopé avec d'autres éléments atomiques. ■



Aragonite + Antibiotique (photo 2).

Texte réalisé par  
Karine Latimier,  
Anvar Bretagne.



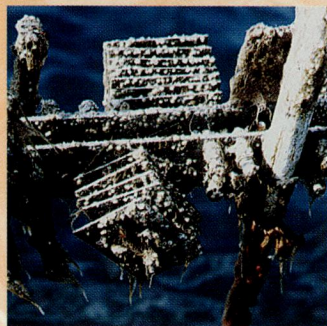
<sup>(1)</sup> Groupe de recherche : H. Oudadesse, A. Lucas-Girot, A.C. Derrien, P. Briard, G. Cathelineau.

Contact → Pr Hassane Oudadesse,  
UMR 6511 - Chimie du solide et inorganique moléculaire,  
tél. 02 23 23 66 59,  
hassane.oudadesse@univ-rennes1.fr

# Dégradation des matériaux Avec ou sans sel ?

**L**a dégradation des matériaux est un problème qui intéresse au plus haut point les industriels. En effet, qui accepterait aujourd'hui que la carrosserie de sa voiture tombe en morceaux, érodée par la rouille, un an après sa sortie d'usine ? L'Institut suédois de corrosion a choisi Brest pour implanter sa première filiale étrangère. Et ça n'est pas tout à fait un hasard...

→ "À moins de faire des voitures en alliage d'or ou de platine, la corrosion sera toujours un problème pour les carrossiers !" Nathalie Le Bozec est ingénier d'étude à l'Institut suédois de la corrosion. Elle résume bien la situation : la corrosion est un souci majeur pour les industriels, ces derniers n'ont cessé d'améliorer leurs produits. Mais pour cela, il leur faut des compétences très pointues en la matière.



La corrosion des matériaux immergés en milieu marin est accélérée par la prolifération de microorganismes et de salissures à leur surface. En effet, le métabolisme de ce biofilm crée un environnement acide et très oxydant.

Auparavant, les constructeurs automobiles avaient leurs propres laboratoires de Recherche et Développement, aujourd'hui, la tendance serait à l'externalisation. Afin de suivre cette évolution, l'Institut suédois de la corrosion vient de

créer sa succursale française. L'entreprise élabore et effectue des tests pour des industriels, en milieu atmosphérique ou en milieu marin.

## Vous avez dit "corrosion" ?

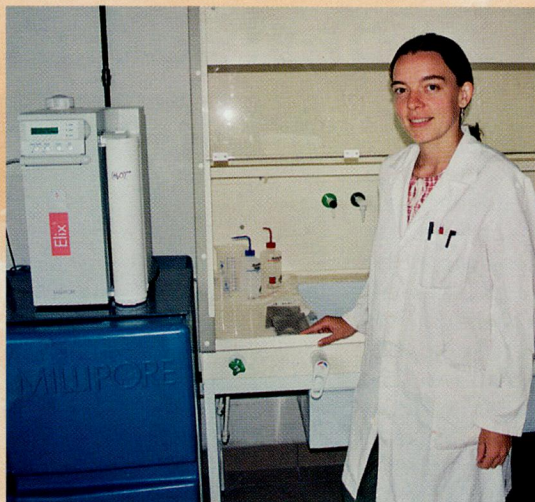
Selon la norme européenne, la corrosion est "l'interaction physico-chimique entre un métal et son milieu environnant entraînant des modifications dans les propriétés du métal et pouvant conduire à une dégradation significative de la fonction du métal, du milieu environnant ou du système technique dont ils font partie (NDLR : "Cette interaction est souvent de nature électrochimique").

La corrosion est donc un phénomène de dégradation du métal (formation d'oxydes tels que la rouille pour les matériaux ferreux) dans un milieu donné. Les mécanismes sont régis par des réactions électrochimiques : une réaction d'oxydation du métal d'une part, et une réaction de réduction de l'oxygène et de l'eau (ou toute autre substance oxydante) d'autre part.

L'évaluation de la dégradation se fait en mesurant la perte de masse : le matériau dégradé est pesé, puis débarrassé de sa forme oxydée (la rouille) par un traitement chimique et à nouveau pesé. La perte de masse mesure donc la quantité de matériau qui a été dégradée.

Un environnement marin riche en chlorure de sodium (NaCl) met à rude épreuve les matériaux métalliques en initiant la corrosion. Les ions chlorures (Cl<sup>-</sup>) sont en effet très agressifs vis-à-vis de bon nombre de matériaux métalliques.

Par ailleurs, des cas de corrosion bactérienne peuvent être décelés sur certains métaux. En effet, tout matériau immergé en milieu aqueux et particulièrement en eau de mer naturelle se recouvre d'un voile biologique peuplé de microorganismes appelé biofilm. Le métabolisme de ce dernier accélère le mécanisme de dégradation en rejetant des molécules oxydantes. Au final, il s'agit toujours d'un phénomène électrochimique. ■ **V.D.**



Parmi les premiers occupants des locaux de l'Institut suédois de la corrosion à Brest, Nathalie Le Bozec va s'attacher à développer l'activité française de l'entreprise.

On comprend donc tout de suite l'intérêt que représentait l'installation à Brest : environnement marin et proximité de l'Ifremer, de ses chercheurs et de ses infrastructures. "Nous disposons à proximité d'un espace expérimental situé sur un site Ifremer, précise Nathalie Le Bozec. Cet endroit permet d'effectuer des tests de corrosion en exposant des échantillons de métaux à un environnement agressif." Les plaques de matériaux sont donc exposées à différentes conditions (embruns, battu, immergé...), la dégradation est ensuite évaluée au laboratoire. Des enceintes climatiques permettent également de pratiquer des tests en accéléré et réduisent à six semaines un test de deux ans en conditions "naturelles".



Afin de sécuriser ses routes lors des intempéries, la Suède a recours au salage systématique. Les véhicules sont alors très exposés à la corrosion. Un terrain d'étude privilégié pour les scientifiques.

longtemps penchée sur ces questions. Résultat : elle présente actuellement les meilleures carrosseries.

"À Stockholm, plusieurs lignes de bus ont été équipées de plaques de test. Ces expériences en conditions réelles permettent d'avoir des résultats très précis, explique Nathalie Le Bozec. Peut-être qu'un jour les lignes de bus brestoises en seront équipées..."

Mais l'industrie automobile n'est pas le seul marché intéressé par la corrosion. On imagine les applications en offshore, sur les bateaux, dans l'industrie agroalimentaire, dans le bâtiment... Le site brestois de l'Institut suédois de la corrosion accueillera deux techniciens et un ingénieur avant la fin de l'été. Dix à quinze personnes devraient être recrutées en trois ans. ■ **V.D.**



Les tests de corrosion se déroulent sur des "racks" où sont exposés des échantillons de matériaux traités de différentes manières.

## De Stockholm à Brest

La Suède n'a pas attendu d'être représentée en France pour faire reconnaître son savoir-faire. En effet, la dureté du climat implique un salage quasi systématique des routes. Un vrai cauchemar pour les bas de caisses ! L'industrie automobile suédoise s'est donc depuis

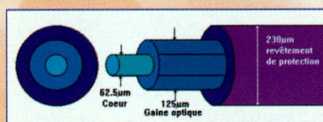
Contact → Nathalie Le Bozec,  
Institut de la corrosion,  
tél. 02 98 05 15 52,  
nathalie.lebozec@institut-corrosion.fr



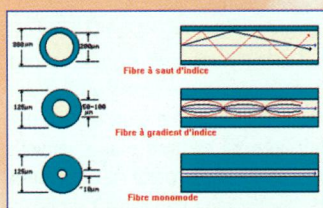
# Le verre, la fibre et la lumière

**V**ous avez certainement déjà assisté dans les ateliers de soufflerie, au magnifique spectacle du verre, qui, rouge et chauffé à vif, se laisse couper, arrondir, aplatisir..., pour se transformer en carafe ou autre récipient. Mais le verre a encore bien des particularités que les scientifiques exploitent pour fabriquer notamment les fameuses fibres optiques. Ou comment le verre et la lumière sont vraiment faits pour s'entendre.

→ "Nous avons besoin de matériaux dans tous les domaines d'activité, commente Jean-Luc Adam, directeur de recherche dans l'UMR<sup>(1)</sup> 6512 - Verres et céramiques. Sans la purification de la silice qui a donné naissance à la fibre optique, le secteur des télécommunications n'aurait pas eu l'essor qu'on lui connaît !" L'idée d'utiliser les signaux lumineux à la place des signaux électromagnétiques pour transmettre des informations a permis d'en augmenter nettement le débit. Dans les premières fibres optiques, la lumière se propage par réflexions totales sur la surface qui sépare le cœur de la fibre d'un indice de réfraction supérieur à celui de la gaine ; on parle de fibres multimodes. Par la suite, les scientifiques ont travaillé sur d'autres modes de propagation de la lumière : dispersion chromatique dans les fibres à gradient d'indice, propagation axiale dans des fibres monomodales (voir schémas), avant de s'intéresser à la constitution proprement dite des verres. Le but : minimiser les pertes optiques (atténuation) dans le domaine infrarouge, de façon à accéder à des fonctions nouvelles que la silice seule ne peut assurer. Dans ce domaine spectral de



Constitution d'une fibre multimodale.



Propagation de la lumière dans les trois types de fibres.

l'infrarouge, les pertes sont dues pour l'essentiel à l'absorption de la lumière par les modes fondamentaux de vibration entre les atomes constituant le verre.

C'est là qu'interviennent les verres dits non conventionnels, dans lesquels l'atome d'oxygène est remplacé par un autre atome non métallique tel que le fluor, le soufre, le sélénium ou le tellure. Les verres fluorés découverts à l'Université de Rennes I (voir encadré), se sont, par exemple, avérés avoir de meilleurs rendements lumineux avec les ions de terres rares, utilisés comme dopants à l'intérieur des fibres optiques, que les verres d'oxyde. Pourtant leur transformation en fibres optiques de plusieurs kilomètres est toujours restée très délicate. Il aura fallu attendre la fin des années 80 pour que technique et applications soient en phase : on utilise aujourd'hui le verre fluoré pour fabriquer des amplificateurs prototypes, soit des fibres dopées de quelques dizaines de mètres, qui, distribués régulièrement sur le réseau, permettront de réamplifier les signaux sur une large bande dans les fibres de silice. De tels produits sont actuellement commercialisés, ce

qui n'empêche pas les recherches de continuer. "Nous sommes actuellement sous contrat avec le ministère de la Recherche, Alcatel et Teem Photonics sur ce thème", précise Jean-Luc Adam.

Le laboratoire Verres et céramiques travaille également sur les verres de sulfure, de sélénium et de tellure. Les premiers sont des verres rouges, dont les propriétés optiques et les applications s'apparentent à celles des fluorures (ils possèdent des rendements lumineux encore meilleurs avec les ions de terres rares) mais sont chimiquement très différents : leur synthèse est très délicate et il est par exemple plus difficile d'y introduire ces fameux dopants. Côté application, on reste dans le domaine des télécoms avec les fibres optiques et les guides d'ondes planaires.

Les verres de sélénium et tellure (éléments de la famille des chalcogènes) sont des verres noirs, actuellement étudiés et développés comme optiques sur les caméras infrarouges. La société Umicore IR glass (basée à Acigné, près de Rennes) en fabrique et en commercialise. Des travaux de recherche sur la caractérisation et les propriétés optiques non linéaires de verres de chalcogénures sont également en cours, notamment entre le laboratoire de Jean-Luc Adam et l'université d'Angers, dans le cadre d'un programme interrégional sur la commutation rapide en télécommunication.

Par ailleurs, leur mise en forme en fibre intéresse tout particulièrement la biologie. Les fibres optiques de chalcogénures pourraient en effet permettre de caractériser des composés organiques *in situ*, sans avoir besoin de faire de prélèvements. La détection est basée sur le principe de la réflexion totale atténuée : le cœur de la fibre est en contact direct et linéaire avec le composé à analyser et la lumière qui se propage dans le cœur est absorbée différemment selon les composés qu'elle rencontre. Les premiers essais en laboratoires ont prouvé que cette technique peut être très précise et isoler les différentes fonctions chimiques. Plusieurs collaborations sont d'ores et déjà en cours : avec

Les verres de sulfure se travaillent en ampoule scellée.



NATHALIE BLANC

## Petite histoire du verre

Le verre serait né il y a plus de 3 500 ans dans la région de l'Égypte et de la Mésopotamie. Son usage se répand au Moyen-Orient vers le VII<sup>e</sup> siècle avant notre ère. C'est l'ancêtre du verre couramment utilisé de nos jours, composé à près de 70 % de silice (SiO<sub>2</sub>) apportée par du sable ou du quartz naturel broyé et divers oxydes : oxyde d'aluminium (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), de sodium (Na<sub>2</sub>O), de potassium (K<sub>2</sub>O), de calcium-chaux- (CaO), de magnésium-magnésium- (MgO).

Dur et fragile, obtenu par traitement thermique haute température et résistant à la chaleur, le verre est un solide non cristallin qui présente le phénomène -réversible- de transition vitreuse : il a la faculté de passer progressivement à l'état de fluide quand on augmente la température (environ 1 500°C pour les verres de silice) et de refroidir sans cristalliser.

En 1975, à Rennes, les frères Poulain découvrent les verres fluorés et depuis, le fait de remplacer l'atome d'oxygène par un autre atome non métallique comme le fluor (F), le soufre (S), le sélénium (Se) ou le tellure (Te) constitue toujours un domaine actif de la recherche fondamentale, avec des applications très orientées vers le domaine des télécommunications. ■ **N.B.**

l'unité 522 de l'Inserm sur les pathologies du foie, avec l'Adème sur la détection de polluants dans l'air et l'eau. Les télécommunications ne sont donc pas les seules à avoir la fibre... ■ **N.B.**

<sup>(1)</sup> UMR : Unité mixte de recherche : CNRS - Université de Rennes 1.

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

Les verres de sulfure sont rouges.

Une préforme est d'abord réalisée (au centre), puis étirée en tube et enfin en fibre.

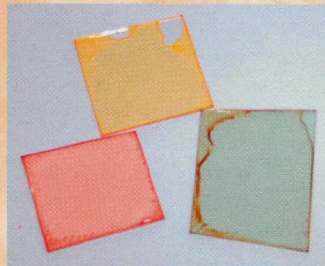
NATHALIE BLANC

Les fibres optiques sont enroulées autour de bobines.

# Quand les matériaux deviennent moléculaires...

**L**es matériaux moléculaires vont finir de faire tomber les idées reçues sur le terme de matériau. Comme leur nom l'indique, ceux-ci sont élaborés à l'échelle de la molécule, ce qui permet d'en contrôler très finement la composition. Un vrai travail de précision pour des applications très techniques ou inattendues. Attention, nous changeons d'échelle !

→ Si les matériaux moléculaires existent depuis environ cinquante ans - associés à des céramiques, on les utilise pour enrichir l'uranium dans les premières centrales nucléaires - ils étaient longtemps restés dans le secret... Enfin révélés, les activités de recherche s'y rapportant se développent très activement depuis une dizaine d'années dans les structures universitaires et industrielles. À l'origine de ce regain d'intérêt : le progrès ! Et notamment ceux réalisés dans les domaines de la miniaturisation et de la microscopie. "Avant, un objet jugé « gros » par les chimistes était quasiment invisible pour les physiciens. Or nous sommes arrivés à un stade où, pour la première fois, les deux ordres de grandeur se rejoignent : nous pouvons travailler ensemble à l'échelle de la molécule !", commence Olivier Maury chercheur de l'UMR1 6509 - Organométallique et catalyse, dans l'équipe d'ingénierie moléculaire dirigée par Hubert Le Bozec. Et si l'on se réfère encore une fois à la définition du matériau donné au début de ce dossier : "un matériau est un solide qui a des propriétés", on devine un peu plus l'objet de la collaboration entre chimistes et physiciens. "Le rôle de la chimie est de créer de la matière ; et quand, en plus, elle a des propriétés, c'est le bonheur !", poursuit enthousiaste, Olivier Maury. Le chimiste part donc d'une molécule, ici orga-



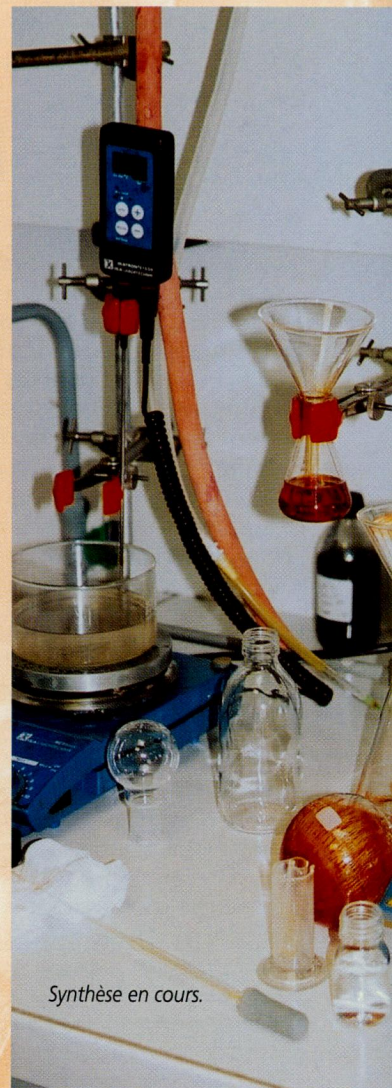
Film contenant des complexes de zinc (orange), de fer (vert), et du ruthénium (rouge).

nique, et le choix de cette molécule bien particulière va déterminer les propriétés du matériau qui vont intéresser le physicien. C'est là toute la magie du développement d'un nouvel axe de recherche : imaginer une molécule intéressante, la fabriquer par synthèse organique, l'isoler, la stabiliser, arriver à la reproduire et enfin tester ses propriétés. L'autre aspect de la fabrication consiste à introduire la molécule dans une matrice qui est souvent un polymère. Un véritable travail de précision quand on sait que l'épaisseur de l'ensemble mesure entre 1 et 10  $\mu\text{m}$  (voir photo ci-dessous). La troisième phase consiste à refaire les tests sur le matériau lui-même, pour voir si l'on retrouve bien les propriétés jugées intéressantes sur la molécule de départ. Cela constitue un travail de longue haleine - souvent le sujet d'une thèse - avant de pouvoir produire, en routine, plusieurs grammes de produit fini.

Des produits que l'on va retrouver dans les modulateurs électro-optiques, les guides d'ondes, les amplificateurs, les conducteurs transparents... des applications très axées sur le secteur des télécommunications. Et ce sont donc les propriétés d'optique non linéaire et d'électroluminescence qui sont la plupart du temps traquées dans ces matériaux du 3<sup>e</sup> millénaire.

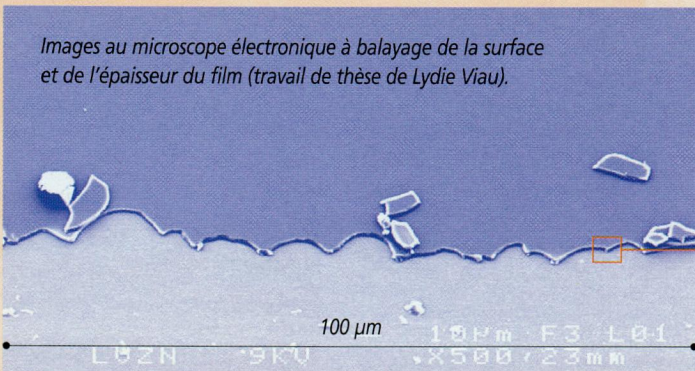
Le phénomène d'optique non linéaire concerne la capacité d'une molécule, soumise à un laser d'une fréquence  $f$ , à émettre une nouvelle fréquence  $2f$ . On parle de génération de seconde harmonique. Ce phénomène a été découvert et décrit pour la première fois en 1964 sur un cristal de quartz : frappé par un laser rouge, le cristal de quartz émet alors une couleur verte. Si cette propriété peut au premier abord paraître totalement anodine, elle a donné l'idée aux scientifiques de rechercher des molécules absorbant complètement le laser, avec un objectif clair : se protéger de ces rayons destructeurs ! On parle alors de limitation optique. Depuis, d'autres applications issues du phénomène d'optique non linéaire se développent, et visent à améliorer encore la transmission des informations. Il s'agit de la modulation électro-optique, c'est-à-dire l'aiguillage des longueurs d'ondes à l'intérieur des fibres optiques.

L'électroluminescence (émission de lumière due à un courant électrique) donnera peut-être des résultats plus parlants pour le grand public... Muriel Hissler, membre de l'équipe Phosphore et matériaux moléculaires, dirigée par Régis Réau,

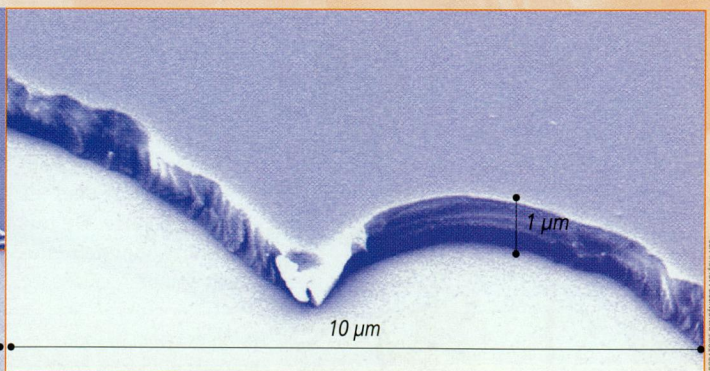


Synthèse en cours.

cherche en effet à synthétiser des molécules capables d'émettre spécifiquement la lumière des couleurs primaires grâce à l'action d'un courant électrique. Déposées par sublimation sur des électrodes pour former des diodes de quelques micromètres, voici les composantes d'un écran plat, pliable et peu encombrant qui risque de détrôner rapidement nos bons vieux (gros !) tubes cathodiques. Mais patience : si les premières façades couleur d'autoradios et de téléphones portables trônent déjà dans les magasins..., leur fabrication fait appel à des technologies très poussées (travail en salle blanche...). Les travaux de recherche ne sont pas terminés



Images au microscope électronique à balayage de la surface et de l'épaisseur du film (travail de thèse de Lydie Viau).

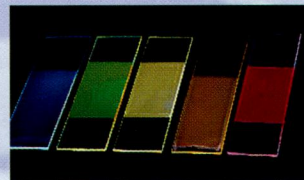


LABORATOIRE D'INGÉNIEURIE MOLÉCULAIRE

# Les nanoparticules : un nouvel état de la matière pour de nouveaux matériaux

**L**es travaux de Lubomir Spanhel ont trait à une autre famille de matériaux moléculaires : les nanoparticules de semi-conducteurs et de métaux. À la rencontre d'un nouvel état de la matière...

→ Le professeur Lubomir Spanhel est arrivé dans l'UMR Verres et céramiques de l'Université de Rennes 1 depuis juste un an. Tchèque d'origine, il a passé plusieurs années en Allemagne et aux États-Unis et vient maintenant échanger avec les chercheurs de Rennes ses connaissances et son savoir-faire sur cet état bien particulier de la matière. La question de nos jours est : Que se passe-t-il si on réduit la taille d'un semi-conducteur ou d'un métal ?



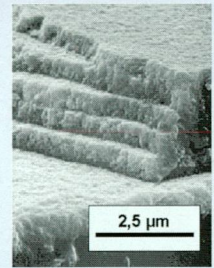
Exemple de couches luminescentes.

Par exemple, les semi-conducteurs macroscopiques sont connus pour absorber la lumière dans une large gamme de couleurs, à la condition que les photons aient une énergie suffisante pour passer d'un état à un autre (écart entre la bande de valence et la bande de conduction). En revanche, ils n'émettent de la lumière qu'à une longueur d'onde spécifique correspondant à cet écart (gap). Or, les nanocristaux de semi-conducteur ont ceci de particulier qu'ils peuvent émettre de la lumière dans une large bande de couleurs, dont la longueur d'onde dépend... de leur taille ! Ces nanocristaux, encore appelés boîtes quantiques, constituent un nouvel état de la matière qu'il est possible d'élaborer et de manipuler chimiquement. Nouvel état de la matière dans le sens où la propriété ne se situe plus au niveau moléculaire,

comme c'est le cas pour les matériaux moléculaires décrits ci-contre, mais pas encore non plus à l'état solide. On est au niveau de la "nanoparticule". "Arriver à contrôler, grâce à la chimie, la structure électronique d'une nanoparticule et donc la couleur d'un matériau ainsi que la lumière produite est vraiment quelque chose de révolutionnaire !", explique Lubomir Spanhel. Avant cela, on était limité par les paramètres physiques des semi-conducteurs et des métaux macroscopiques, maintenant « tout » est possible !"

Mais cette particularité a un prix : il s'agit d'un état métastable du point de vue thermodynamique ce qui implique un travail lourd et transdisciplinaire (association entre chimistes, physiciens, biologistes et ingénieurs) jusqu'à l'obtention d'un nanomatériau bien maîtrisé. Les travaux actuels de recherche se concentrent sur le problème de la manipulation chimique de l'interface des nanoparticules ainsi que la mise en place de nanoparticules parfaitement consolidées et organisées. Une nanoparticule est en fait composée d'un noyau inorganique auquel on va associer un surfactant organique (ou une couche d'un autre semi-conducteur ou d'un métal) en charge de la stabiliser et de la fonctionnaliser. La mise en forme du matériau (gels, couches minces, verres...) va ensuite dépendre des applications envisagées.

Et celles-ci sont nombreuses, du moins en théorie. En effet, des propriétés optiques d'absorption et de fluorescence peuvent naître une multitude d'utilisations, mais curieusement les télécommunications n'arrivent pas, ici, au premier plan. Si dans les années 1970 et 1980, les physiciens étudièrent les boîtes quantiques dans des systèmes vitreux pour réaliser des dispositifs électroniques ou optiques, aucun de ces produits n'est véritablement passé à la phase d'indus-

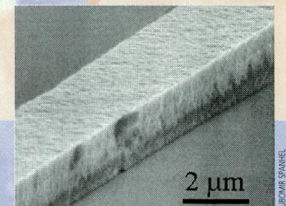


Exemple de couches photoactives (observées au microscope électronique à balayage).

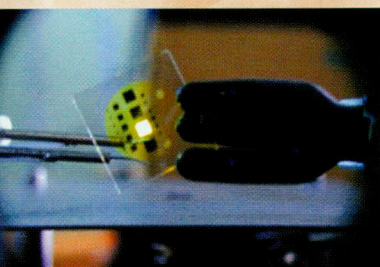
trialisation. En ce qui concerne la bioluminescence et son application en imagerie, les matériaux moléculaires apportent des solutions bien plus fiables et déjà commercialisées (voir article ci-contre).

Aujourd'hui, ce sont donc les chimistes qui exploitent les nanoparticules de semi-conducteurs et débouchent sur des applications dans des secteurs pour le moins inattendus mais très prometteurs. En environnement, par exemple, elles peuvent constituer des cellules photovoltaïques ou des couches minces de photocatalyseurs, pour le traitement solaire de l'air et de l'eau pollués.

En médecine, les nanoparticules se transforment en marqueurs photoluminescents ou magnétiques. Ces derniers pourraient de plus permettre la mise au point de nouveaux systèmes de diffusion de médicaments ciblant des endroits précis du corps pour le traitement de cancers ou de pathologies du cerveau. Les biotechnologies sont également en vue avec la détection de séquences génétiques à partir de nanoparticules d'or, par exemple. Il apparaît évident que ce nouvel état de la matière est fédérateur et transcende les clivages classiques... ■ **N.B.**



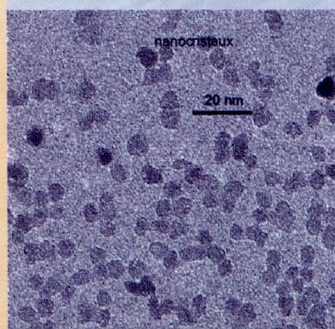
Exemple d'une nanostructure photonique (guide d'onde planaire), observée au microscope électronique à balayage.



Diode électroluminescente (travail de thèse réalisé par Claire Fave).

et la lumière ne livre pas tous ses secrets aussi facilement : "Si la plupart des molécules fluorescent dans le jaune et le rouge, poursuivent les chercheurs, l'émission de bleu, en revanche, est à peine maîtrisée" (NDLR dans le spectre, il s'agit d'un domaine très énergétique). Les écrans actuellement commercialisés restent encore de petite taille et le canon à électrons n'a donc pas dit son dernier mot. ■ **N.B.**

**Contacts** → Olivier Maury, Hubert Le Bozec, tél. 02 23 23 62 81, [Olivier.maury@univ-rennes1.fr](mailto:Olivier.maury@univ-rennes1.fr)  
Muriel Hissler, Régis Réau, tél. 02 23 23 57 82, [muriel.hissler@univ-rennes1.fr](mailto:muriel.hissler@univ-rennes1.fr)

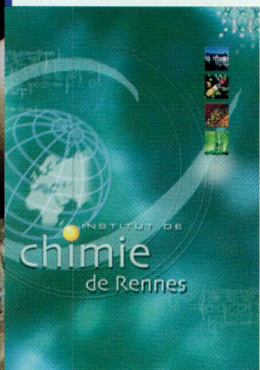


**Contacts** → Lubomir Spanhel, tél. 02 23 23 62 59, [lubomir.spanhel@univ-rennes1.fr](mailto:lubomir.spanhel@univ-rennes1.fr)  
Fabien Grasset, tél. 02 23 23 65 40, [fabien.grasset@univ-rennes1.fr](mailto:fabien.grasset@univ-rennes1.fr)

# Pour en savoir plus

## L'Institut de chimie de Rennes

**C**réé en janvier 2000, l'Institut de chimie de Rennes a été officiellement inauguré le 4 février 2002 par Roger-Gérard Schwartzberg, alors ministre de la Recherche. Installé sur le campus de Beaulieu, il regroupe quatre unités mixtes de recherche (UMR), Université de Rennes 1 - CNRS, ainsi que deux unités de l'École nationale supérieure de chimie de Rennes (ENSCR), soit, au total, près de 400 personnes et 80 % des travaux de recherche effectués en chimie en Bretagne.



→ "Cette structuration nous a permis d'améliorer nettement notre visibilité aux niveaux national et international : sept chercheurs du CNRS sont venus nous rejoindre dès la première année et nous participons activement à la construction des réseaux d'excellence mis en place au niveau de l'Europe", précise

Pierre Dixneuf, ancien directeur de l'institut\*, et à l'origine de sa création. Pluridisciplinaire, l'institut possède notamment trois axes forts : la catalyse, pour aller "vers une chimie propre" ; la chimie du vivant, avec beaucoup de coopérations avec les médecins et les biologistes ; et les matériaux. Sa création a aussi permis le développement du Centre de mesures physiques de l'Ouest (CRMPO) avec l'acquisition de deux appareils importants : des spectromètres RMN et RPE. L'institut se tourne également vers le monde de l'entreprise avec l'invitation régulière d'industriels et l'organisation de journées internationales. Bref, un souci d'être toujours à la pointe. Et pour preuve du dynamisme de la recherche en chimie sur Rennes : "Il y a beaucoup de nouveaux à l'institut depuis deux ans !", se félicite Pierre Dixneuf. ■

→ Contact : André Perrin, directeur, tél. 02 23 23 62 50, andre.perrin@univ-rennes1.fr  
www.chimie.univ-rennes1.fr

## Un centre d'innovations technologiques

Le Centre d'innovations technologiques (CIT) de Rennes possède une plate-forme d'équipements permettant de faire de la synthèse et de l'analyse haut débit, c'est-à-dire de traiter un grand nombre d'échantillons en même temps. Cet équipement est utilisé en libre-service par les chercheurs de l'Institut de chimie mais aussi par les pharmaciens, les biologistes.

Le CIT vient également d'organiser, en partenariat avec 21 industriels, une semaine de formation sur ces nouvelles technologies, avec 11 démonstrations différentes. Une vitrine technologique représentant ces manipulations est toujours visible sur le campus de Beaulieu. ■

→ Contact : Olivier Lavastre, tél. 02 23 23 56 30, Olivier.lavastre@univ-rennes1.fr

## Master international de chimie

Lieu : Rennes, Institut de chimie.

Durée : deux ans.

Public : jeunes scientifiques non francophones (Asie, Amérique du Sud, Europe de l'Est).

Première rentrée prévue en septembre 2003.

L'idée : l'industrie chimique internationale transférant de plus en plus sa production en Asie et en Amérique du Sud, la formation du personnel local devenait une nécessité à caractère universel. Le choix de Rennes est né de la collaboration et des bonnes relations qui existent depuis plusieurs années entre la Chine et la Bretagne et des échanges avec les conseillers scientifiques sur place. ■

→ Contact : Pierre Dixneuf, tél. 02 23 23 62 80, Pierre.dixneuf@univ-rennes1.fr

## Aspect physique

La recherche sur les matériaux est à l'interface de la chimie et de la physique. Nous citerons à ce titre les travaux de l'UMR Groupe matière composée et matériaux de l'Université de Rennes 1, regroupant deux thématiques. La première concerne l'organisation et la dynamique des solides moléculaires, avec, d'une part, l'étude des transformations de phase électroniques-structurales, c'est-à-dire la physique de la multistabilité moléculaire, et, d'autre part, l'étude d'ensembles plus complexes tels que les cristaux aperiodiques, les systèmes désordonnés, ou l'étude de la transition vitreuse dans un polymère inorganique. La seconde thématique est centrée sur les effets du désordre sur le comportement des matériaux, et en particulier sur l'étude des écoulements granulaires. L'objectif : comprendre les mécanismes qui conduisent aux comportements observés dans la nature ou dans un certain nombre de processus industriels. ■

→ Contact : Claude Écolivet, tél. 02 23 23 60 61, Claude.Ecolivet@univ-rennes1.fr  
http://www.gmcm.univ-rennes1.fr/

\*Pierre Dixneuf est depuis quelques mois vice-président du conseil scientifique de l'Université de Rennes 1.

## Les formations

Il existe dans l'Ouest une série de formations haut niveau sur les matériaux :

### ■ Licence professionnelle : développement industriel en plastiques et composites

→Lieu : Lorient, Université de Bretagne Sud, UFR sciences et sciences de l'ingénieur. →Contact : Service de la scolarité, tél. 02 97 87 29 29.

### ■ Licence professionnelle : plastiques et composites : conception, production, qualité

→Lieu : Saint-Brieuc, IUT sciences et génie des matériaux.  
→Contact : M. Taton, directeur du département, tél. 02 96 60 87 50, www.iutsb.univ-rennes1.fr

### ■ DUT Sciences et génie des matériaux

→Lieu : Saint-Brieuc, IUT sciences et génie des matériaux.  
→Contact : M. Taton, directeur du département, tél. 02 96 60 87 50, www.iutsb.univ-rennes1.fr

### ■ DEUST matériaux polymères et composites

→Lieu : Lorient, Université de Bretagne Sud, UFR sciences et sciences de l'ingénieur. →Contact : Service de la scolarité, tél. 02 97 87 29 29.

### ■ DEUST rhéologie

→Lieu : Le Mans, université du Maine. →Contact : Professeur Jean-Pierre Busnel, UMR CNRS 6515, tél. 02 43 83 33 15, busnel@lole.univ-lemans.fr

### ■ Licence et maîtrise de technologie mécanique

Comportement mécanique des matériaux (alliages métalliques, polymères, verres, céramiques, bois) en relation avec leur microstructure, leur mode d'élaboration, leur mode de mise en forme et leur emploi durable dans les structures.

→Lieu : Rennes, Université de Rennes 1.

→Contacts : responsable licence : Vincent Keryvin, Vincent.Keryvin@univ-rennes1.fr  
responsable maîtrise : Jean-Christophe Sangleboeuf, Jean-Christophe.Sangleboeuf@univ-rennes1.fr  
www.maths.univ-rennes1.fr/~blanchar/filiere\_techno.html

### ■ DESS Mécatronique (plasturgie)

→Lieu : Rennes, Université de Rennes 1. →Contacts : Nicolas Vigneron, Nicolas.Vigneron@univ-rennes1.fr - Erwan Bouguennec, Erwan.Bouguennec@univ-rennes1.fr  
http://ens.univ-rennes1.fr/dess-mecatronique/

### ■ DEA de Mécanique (option mécanique des matériaux)

Comporte une option mécanique des matériaux, ainsi qu'un module commun à tous les DEA (Mécanique, Physique, Chimie) de l'École doctorale science de la matière.

→Lieu : Rennes, Brest, Lorient ; Université de Rennes 1, Insa, UBO, UBS, ENS Cachan (antenne de Bretagne), Ensieta, École navale, Ifremer. →Contacts : www.maths.univ-rennes1.fr/~razafima/deamec.html - Laboratoire de recherche en mécanique appliquée de Rennes (Larmaur) : www.larmaur.univ-rennes1.fr/

### ■ Magistère matériaux

→Lieu : Université de Rennes 1, UFR Structures et propriétés de la matière. →Contact : Werner Paulus, tél. 02 23 23 57 41, magistere.materiaux@univ-rennes1.fr, http://www.magmat.univ-rennes1.fr

### ■ École Louis de Broglie (productique, électronique, informatique, matériaux)

→Lieu : Campus de Ker Lann, Bruz (35). →Contact : Patricia Joulan, tél. 02 99 05 84 15.

### ■ DESS génie mécanique et productique, mise en forme des matériaux

→Lieu : IUP de Lorient, Institut des sciences et techniques de l'Université de Bretagne Sud. →Contact : Mireille Raude, tél. 02 97 88 05 50, iupadmin@iuplo.univ-ubs.fr

## À lire

### ■ Céramiques : les matériaux du futur

Un panorama des enjeux et des recherches sur les céramiques dans le numéro de juillet (n° 134) de Courier, le magazine de l'Anvar.

→Rens. : Anvar, tél. 01 40 17 83 00.



## Congrès

### ■ RCO 2002

#### Des matériaux innovants pour l'homme

#### ENSCR de demain

Nanomatériaux, biomatériaux, matériaux de construction et textiles du futur seront au programme de ces 14<sup>es</sup> Rencontres chimiques de l'Ouest (RCO), organisées par les étudiants de l'École nationale supérieure de chimie de Rennes (ENSCR). Elles auront lieu les 9 et 10 octobre à l'ENSCR.

→Rens. : www.rco.free.fr, tél. 02 23 23 80 11.

### ■ Ceramic Network

**CERAMIC NETWORK**  
est une manifestation qui s'articule autour de conférences, de rencontres d'affaires et technologiques et d'expositions. Elle rassemble des acteurs internationaux : industriels, scientifiques, créateurs - pour dynamiser le secteur des céramiques.

Elle se déroulera les 16, 17 et 18 octobre 2002 sur Ester Technopôle à Limoges.

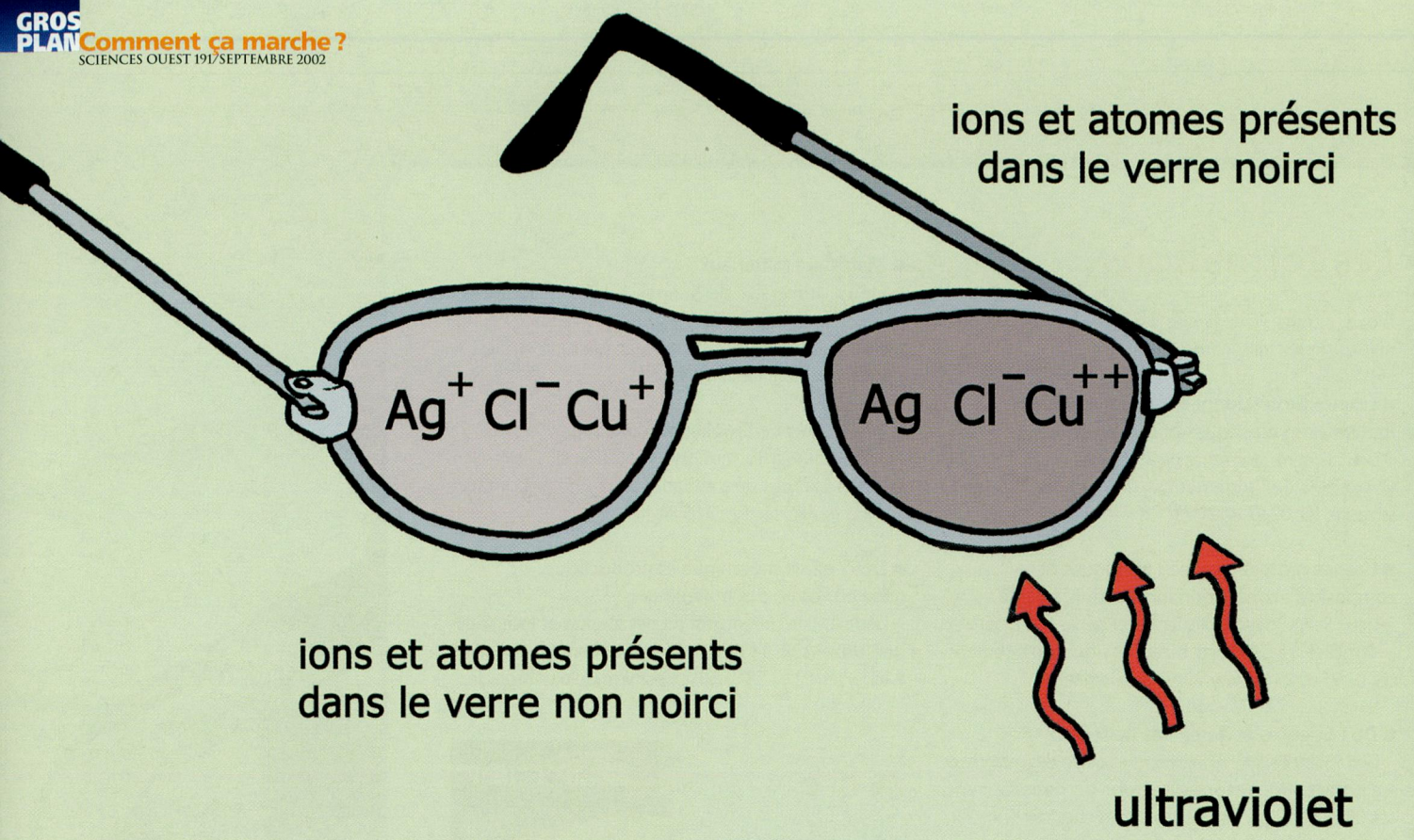
Cette 3<sup>ème</sup> édition s'inscrit dans le cadre du futur Centre Européen de la Céramique qui regroupera les activités céramiques inscrites sur le site de la Technopôle.

De nombreuses manifestations seront proposées durant Ceramic Network.

contacts presse

Cette 3<sup>e</sup> édition aura pour thème les "Applications industrielles et nouveaux usages" et se déroulera les 16, 17 et 18 octobre sur Ester Technopole à Limoges.

→Rens. : www.ceramic-network.com



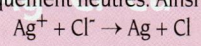
# Les verres photochromes

**S**oleil intense occulté par un nuage, tombée du jour... Avec toutes les variations de luminosité que subissent nos yeux, il faudrait avoir au moins trois paires de lunettes pour voir suffisamment clair et en même temps ne pas être ébloui ! Les verres photochromes sont à même de répondre à cette exigence de confort évitant d'avoir sans cesse à chercher les bésicles appropriées.

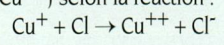
→ Les verres photochromes sont des verres dont la teinte varie sous l'action du rayonnement ultraviolet. Ils protègent à la fois nos yeux de ce rayonnement et de l'éblouissement. Quelle est l'origine de ces deux propriétés ?

L'obtention de tels verres repose sur le même principe que celui utilisé en photographie. Au cours de sa fabrication, on inclut dans le verre des cristaux de chlorure d'argent et d'un chlorure de cuivre. Ces composés sont dits composés ioniques car ils sont constitués d'atomes enrichis (ions négatifs) ou appauvris (ions positifs) d'un ou plusieurs électrons, le composé étant, quant à lui,

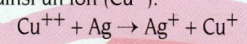
électriquement neutre. Le chlorure d'argent ( $\text{Ag}^+ \text{Cl}^-$ ) se transforme sous l'action du rayonnement ultraviolet, qui de ce fait est absorbé (protection contre les ultraviolets). Les ions chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) donnent leur charge négative aux ions argent ( $\text{Ag}^+$ ) qui deviennent ainsi des atomes d'argent métallique électriquement neutres. Ainsi :



Uniformément répartis dans le verre, ces atomes d'argent métallique l'opacifient au fur et à mesure de leur apparition (protection contre l'éblouissement). Pour empêcher l'atome de chlore ( $\text{Cl}$ ), issu de cette transformation, de partir du verre sous forme de gaz, les ions cuivre ( $\text{Cu}^+$ ) donnent aux atomes de chlore une charge négative pour qu'ils redeviennent des ions ( $\text{Cl}^-$ ), se transformant ainsi en ions ( $\text{Cu}^{++}$ ) selon la réaction :



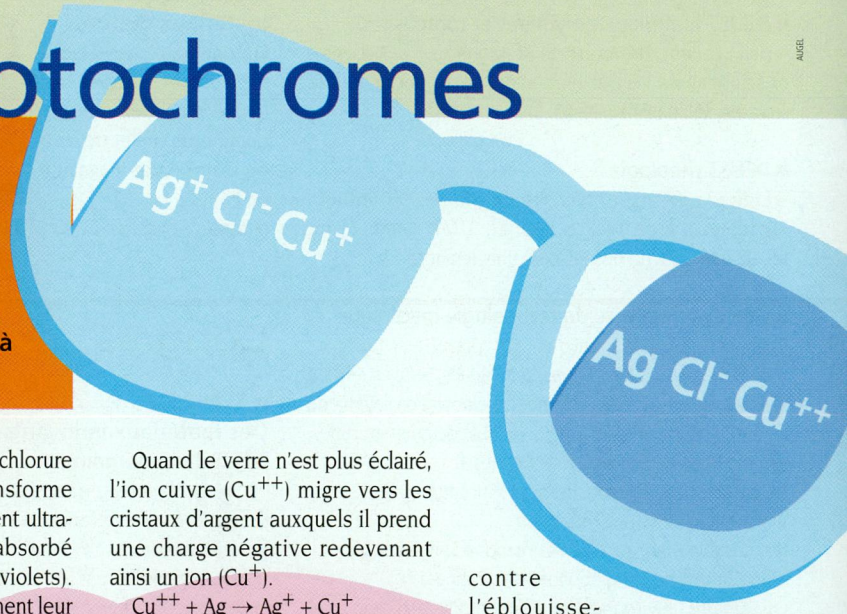
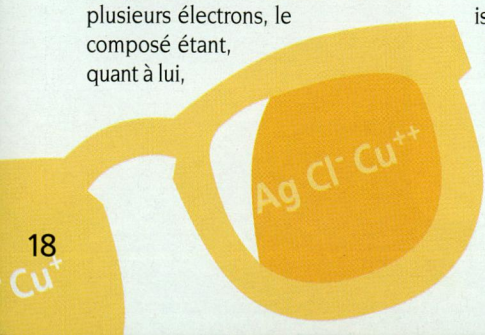
Quand le verre n'est plus éclairé, l'ion cuivre ( $\text{Cu}^{++}$ ) migre vers les cristaux d'argent auxquels il prend une charge négative redevenant ainsi un ion ( $\text{Cu}^+$ ).



L'argent redevenant un ion, il perd ainsi son pouvoir opacifiant et le verre s'éclaircit retrouvant ainsi sa teinte d'origine. Enfin, ces ions argent ( $\text{Ag}^+$ ) reforment avec les ions chlore ( $\text{Cl}^-$ ) le chlorure d'argent ( $\text{Ag}^+ \text{Cl}^-$ ).

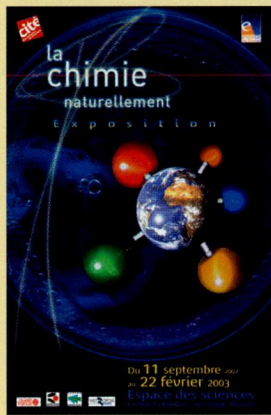
Ces verres ont cependant leurs limites. De telles lunettes seront par exemple totalement inefficaces en voiture, car le rayonnement ultraviolet est arrêté, pour l'essentiel, par le verre du pare-brise. Du coup, la réaction d'opacification ne pourra pas se déclencher. Les lunettes de soleil classiques seront donc le seul recours pour lutter

contre l'éblouissement. Par ailleurs, la réaction qui s'opère demande un certain temps (quelques dizaines de secondes). Attention alors aux changements brutaux de luminosité ! ■



→ Article réalisé en collaboration avec Jean-Pierre Michaut, directeur du Centre de vulgarisation de la connaissance, université Paris-Sud, 91405 Orsay.

## Expositions



### Rentrée 2002 : LA CHIMIE, NATURELLEMENT

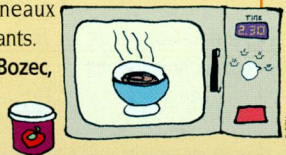
● Le temps d'une exposition, molécules, atomes et électrons prennent place au cœur de l'Espace des sciences, afin de vous familiariser avec l'univers de la chimie. Des piles aux plastiques, en passant par les médicaments, produits de beauté, textiles..., vous découvrirez, à travers des panneaux, des maquettes et des bornes multimédias, que la chimie est omniprésente dans notre vie quotidienne. Chaque jour, dans un laboratoire aménagé pour l'occasion, un médiateur scientifique de l'Espace des sciences réalisera devant vous quelques manipulations simples qui ne manqueront pas de vous surprendre. Tous à vos tubes à essai...

→ Du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30 et le samedi de 10 h à 18 h 30. Animations : tous les jours à 16 h. → Plein tarif : 2 € ; réduit : 1 € ; 25 € pour les groupes scolaires ; gratuit pour les enfants de moins de 12 ans accompagnés. → Renseignements et réservations : tél. 02 99 35 28 28.

### Itinérance : LA SCIENCE AU QUOTIDIEN

● Comment fonctionne une télécommande ? Un four micro-ondes ? Un téléphone portable ? Un réfrigérateur ? Un appareil photo ? "La science au quotidien", une exposition itinérante réalisée par l'Espace des sciences et le Centre de vulgarisation de la connaissance répond à toutes ces interrogations émanant des objets qui font partie de notre vie de tous les jours. Seize panneaux instructifs tant pour les adultes que pour les enfants.

→ Renseignements et locations : Patrick le Bozec, service diffusion, tél. 02 99 91 79 10.



## Congrès

### XX<sup>e</sup> CONGRÈS DE L'AMCSTI

● Le XX<sup>e</sup> congrès de l'Amcsti (Association des musées et centres pour le développement de la culture scientifique, technique et industrielle) s'est déroulé les 26, 27 et 28 juin à Mulhouse. Ce rendez-vous des professionnels de la Culture scientifique, technique et industrielle (CSTI) s'est articulé cette année autour d'une thématique en phase avec l'actualité : une réflexion sur le positionnement de la CSTI dans un contexte social, politique et culturel en pleine évolution.

Patrick Le Bozec, du service diffusion de l'Espace des sciences, était sur place et a ainsi pu assister à l'atelier organisé par le club itinérances sur "les véhicules de la culture". Bus, semi-remorques, trains, péniches... En matière de CSTI, les espaces aménagés en lieux d'exposition et d'animation ne manquent pas. Leurs atouts sont certains mais ils impliquent des contraintes et nécessitent des moyens financiers importants.

Cette année encore, le congrès de l'Amcsti ne fut pas seulement une succession d'ateliers, mais surtout un temps de rencontres et d'échanges privilégiés pour tous les acteurs de la CSTI.

→ Rens. : Amcsti, Carole Grandgirard, tél. 03 80 58 98 75.

# Abonnez-vous et recevez chaque mois Sciences Ouest + Découvrir



#### Tarif normal

2 ANS 54 € (au lieu de 66 €\*) soit 4 numéros gratuits  
1 AN 30 € (au lieu de 33 €\*) soit 1 numéro gratuit

#### Tarif étudiant (joindre un justificatif)

2 ANS 27 € (au lieu de 66 €\*) soit 13 numéros gratuits  
1 AN 15 € (au lieu de 33 €\*) soit 6 numéros gratuits

#### Tarif étranger ou abonnement de soutien

2 ANS 76 € 1 AN 50 €

#### Je souhaite un abonnement de

- 1 AN (11 N<sup>os</sup> Sciences Ouest + 11 N<sup>os</sup> Découvrir)  
 2 ANS (22 N<sup>os</sup> Sciences Ouest + 22 N<sup>os</sup> Découvrir)

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

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Organisme/Société \_\_\_\_\_

Secteur d'activité \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

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

Tél. \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

Je désire recevoir une facture

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

## Formations



### ENST Bretagne

La commission des titres d'ingénieurs vient d'accréditer la nouvelle formation d'ingénieur en alternance de l'ENST Bretagne. Son recrutement s'effectue sur titres pour les diplômés d'un DUT ou d'un BTS et son cursus s'étale sur 3 ans. Les premiers étudiants obtiendront, en 2005, le diplôme d'ingénieur des techniques de l'industrie, spécialisé réseaux et télécommunications.

→Rens. : André Laquellec, tél. 02 29 00 15 06.



### Université de Bretagne occidentale Médecine du travail

● 26 sept. Les approches comportementales et cognitives en médecine du travail.

● 27 sept. La médecine du travail dans les transports.

Public : médecins du travail, médecins spécialistes, infirmiers(ères), auxiliaires de médecine du travail.

→Rens. : Albert Mévellec, service de formation continue de l'UBO, tél. 02 98 01 67 73, albert.mevelllec@univ-brest.fr



### Adria

● 18 et 19 sept., Rennes. L'outil statistique pour la conduite des process.

● 2 et 3 oct., Quimper. Conduite de l'autoclave.

● 8 et 9 oct., Rennes. Ovoproduits.

● 8 au 10 oct., Nantes. Métrologie des masses et des températures.

→Rens. : Tél. 02 98 10 18 50, sebastien.lecouriaut@adria.tm.fr



### Archimex

● 17 et 18 sept., Vannes. Potentialités des

microorganismes dans les procédés d'extraction. Aspects techniques et réglementaires.

● 18 et 19 sept., Vannes. Chromatographie préparative.

● Du 23 au 27 sept., Vannes. Semaine de l'extraction et des produits naturels : l'actualité des technologies, les nouvelles applications, l'évolution des réglementations et des marchés.

● 15 et 16 oct., Vannes. Procédés de séchage et qualité des produits.

→Rens. : Tél. 02 97 47 97 35.



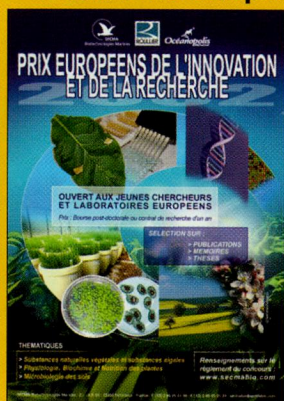
### Ispsaia

● 3 oct. Approche zootechnique des problèmes de reproduction en élevage.

→Rens. : Tél. 02 96 78 61 30, ispaia@zoopole.asso.fr

## Appel à projet

### ● Concours européen en biologie végétale



Les laboratoires Secma Biotechnologies Marines (centre de recherche du groupe Roullier) organisent, en partenariat avec Océanopolis, la deuxième édition des prix européens de l'innovation et de la recherche. Ce concours est ouvert à tous les jeunes chercheurs ou laboratoires travaillant sur des projets dans le domaine de l'ingénierie végétale. La sélection est faite à partir de documents scientifiques (thèses, publications...). La date limite de dépôt des dossiers est fixée au 30 septembre 2002.

Deux prix seront décernés : un prix national et un prix européen. La dotation pour

chacun d'eux couvre le financement d'une bourse postdoctorale ou d'un jeune chercheur sur une période d'un an, ainsi que le coût de fonctionnement du laboratoire d'accueil. Cette année, une centaine de candidatures sont attendues.

→Rens. : www.secmabio.com

## Stages

### Irpa

● 17 et 18 sept./ Aménager et entretenir les sentiers. Trégastel



(22) - Ce stage vise à donner aux participants les éléments clés, tant pratiques que juridiques, pour la création ou l'entretien de sentiers de randonnée.

● Du 15 au 18 oct./ Restauration et entretien des cours d'eau.

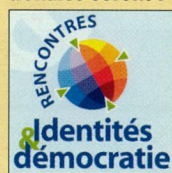
Belle-Isle-en-Terre (22) - Organisé en collaboration avec le Centre régional d'initiation à la rivière (Crir), ce stage présentera l'outil Contrat de restauration-entretien des cours d'eau, de l'étude préalable à l'évaluation des actions, au travers de quelques opérations de terrain prenant en compte une diversité d'enjeux et d'acteurs.

→Rens. : Irpa, tél. 02 99 79 39 31, irpa@wanadoo.fr

## Colloques

### ● 19, 20 et 21 septembre/ Rencontres Identités et démocratie

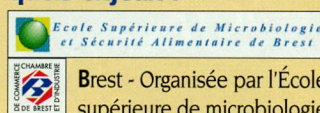
Rennes - Ces rencontres internationales seront l'occasion pour le



grand public, sensible aux questions d'identités, d'écouter les analyses les plus avancées à l'échelle mondiale et d'en débattre.

→Rens. : Association Identités et démocraties - Débats internationaux, tél. 02 98 99 43 86.

### ● 27 septembre/ Qualité des aliments : quels enjeux ?



Brest - Organisée par l'École supérieure de microbiologie et de sécurité alimentaire de Brest (Esmisab) et la CCI de Brest, cette journée d'information et de sensibilisation des professionnels de l'agroalimentaire s'inscrit dans le cadre des 10 ans de l'Esmisab. Elle se déroulera à l'Institut universitaire d'études marines de Brest.

→Rens. : Véronique Hériaud, tél. 02 98 44 11 57.

### ● 27 et 28 septembre/ 3<sup>es</sup> journées nationales du patrimoine géologique

Brest - Connaissance et reconnaissance ou encore conservation et



### ● Les bilans sectoriels de l'Anvar

L'Anvar vient de publier, comme chaque année, ses bilans sectoriels. Ces études présentent un état du secteur, les tendances et les actions menées par l'Anvar et ses délégations régionales durant l'année 2001. Le bilan "Chimie-matériaux non métalliques" présente notamment l'évolution des filières d'activité : emballage, plastiques et caoutchoucs, chimie fine et de spécialités, verres, céramiques, matériaux composites et nouveaux matériaux.

→Ces bilans sectoriels sont accessibles sur le site [www.anvar.fr](http://www.anvar.fr)

valorisation du patrimoine géologique feront partie des thèmes abordés lors de ces journées organisées par la Société géologique et minéralogique de Bretagne et les Réserves naturelles de France.

→Rens. : Tél. 02 23 23 65 13, jean-jacques.chauvel@univ-rennes1.fr

### ● 2 octobre/ Protection de vos



systèmes d'information, enjeu de

l'intelligence économique

Rennes - Organisé par l'école d'ingénieurs Supélec, ce colloque abordera les thèmes de la confidentialité des informations intranet et extranet, des téléprocédures.

→Rens. : Anne Lenevez-Menon, tél. 02 99 79 77 20.

### ● 9 et 10 octobre/ 14<sup>es</sup> Rencontres chimiques de l'Ouest (RCO)

Rennes - "Des matériaux innovants pour l'homme de demain", tel sera le thème de ces RCO 2002. Au programme : les nanomatériaux, les matériaux de construction, les biomatériaux et les textiles du futur. Une exposition se déroulera en continu sur 400 m<sup>2</sup> et chaque thème cité sera l'objet d'une demi-journée de conférences.

→Rens. : École nationale supérieure de chimie de Rennes (ENSCR), tél. 02 23 23 80 11, [www.rco.free.fr](http://www.rco.free.fr)



## Conférences

### ● 24 septembre/ VI<sup>e</sup> PCRD 2002/2006

Rennes - Organisée par l'Anvar, Bretagne Innovation, le CNRS, l'École nationale supérieure de chimie, l'Euro Info Centre Bretagne, l'Inria et les Universités de Rennes 1 et 2, cette réunion d'information propose une présentation du VI<sup>e</sup> PCRD de l'Union européenne, suivie de différents ateliers thématiques.

→ Rens. : Karine Latimier, klatimier@anvar.fr

### ● 1<sup>er</sup> octobre/ Tourisme et littoral : quelle stratégie au-delà des plages ?



Lorient - Avec ses 5 500 km de côtes, la France a logiquement développé un tourisme sur son littoral. Cette activité économique qui pèse à présent plus de 23 milliards d'euros a pourtant un lourd passé en matière d'environnement. Christine Bouyer, responsable du littoral à l'agence française de l'ingénierie touristique, vous propose de faire un point sur ce sujet.

→ Rens. : CCSTI de Lorient, tél. 02 97 84 87 37, www.ccstilorient.org

## Exposition

### ● Jusqu'au 31 décembre/ Pari(s) sur le tri



Paris - Le Palais de la découverte vous propose un parcours scénographié à base de textes, de projections d'images et de films qui vous conduira de l'origine des déchets ménagers jusqu'à leur traitement, leur valorisation et leur élimination.

→ Rens. : Tél. 01 56 43 20 21.

## Salon

### ● 11 et 12 octobre/ Les journées régionales de la création d'entreprises



Rennes - Organisé par le club des créateurs et repreneurs d'entreprises d'Ille-et-Vilaine et la CCI de Rennes, ce salon régional a pour objectif de renforcer et de stimuler la création et la reprise d'entreprises.

→ Rens. : Gaëtane Ribes, tél. 02 99 33 66 30.

# Fête de La Science

Du 14 au 20 octobre 2002/  
11<sup>e</sup> Fête de la science

La science doit être proche de tous et devenir une science conviviale partagée par la société. En région Bretagne, un comité de pilotage de la Fête de la science, présidé par Louis Bertel, délégué régional à la recherche et à la technologie et coordonné par Hervé Antoine, coordonnateur régional, a souhaité renouveler les opérations des villages des sciences qui constituent un pôle d'attraction fort pour les jeunes, les chercheurs et le grand public.

### 4 villages des sciences en Bretagne :

- Brest (29), place Guérin sous chapiteau, les 18, 19 et 20 octobre.
- Lorient (56), gymnase Carnot, les 18 et 19 octobre.
- Rennes (35), place de la Mairie sous chapiteau, les 18, 19 et 20 octobre.
- Pleumeur-Bodou (22), sur le site de Cosmopolis, les 18, 19 et 20 octobre.

Le vendredi 18 octobre 2002 accueillera plus particulièrement les scolaires en groupe pour visiter les villages des sciences (pour réserver, contacter les coordinations départementales - voir ci-dessous). Des chercheurs de l'Insa de Rennes, de l'Ifremer Brest... peuvent intervenir sous forme de conférences durant la Fête de la science dans des établissements scolaires sur des sujets comme les métiers de la recherche.

Pour toute information sur les villages ou les autres manifestations qui auront lieu dans les départements, contacter les coordinations départementales :

- Côtes d'Armor et Finistère - Abret - Cosmopolis - 22560 Pleumeur-Bodou  
Tél. 02 96 46 60 50 - Fax 02 96 46 60 51 - abret.multimed@wanadoo.fr
- Ille-et-Vilaine - Espace des sciences - Centre d'affaires Hermès - 6, place des Colombes  
35000 Rennes - Tél. 02 99 35 28 20 - Fax 02 99 35 28 21 - michel.cabaret@espace-sciences.org
- Morbihan - Maison de la mer - 1, avenue de la Mame - 56100 Lorient  
Tél. 02 97 84 87 37 - Fax 02 97 64 15 48 - contact@ccstilorient.org

# SCIENCES

## Quest

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

## ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

### SPOTLIGHT ON BUSINESS P.6

#### ELEKTROBIT

After more than 10 years of massive expansion, business in the telecom industry is slowing down and all those involved in this sector are currently questioning their operating mode and organisation. Two years ago, Elektrobit, a Finnish company specialising in radiofrequency applications, decided to diversify and began looking for a site suitable for major corporate development. Brittany, France's leading centre for the telecom industry, was soon seen as the optimum choice and, in 2001, the company began operating from the Quimper-Comouailles Science & Technology Park. Elektrobit France develops and manufactures complete modules and subsets using, for example, GSM, GPRS or UMTS technologies. Their products are designed for equipment manufacturers and telcos but there is an increasingly wide field of application in this sector, with surveillance networks, remote toll payments for motorway networks etc. Elektrobit intends to operate on this market and, to this end, it plans to recruit some thirty engineers over the next three years. ■

### SPOTLIGHT ON NEWS P.7

#### COPPER JELLY PANS AND JAM

Certain cookery books contain veritable treasures in the form of remarkably precise observations that are valuable information for cooks. There can be few who have not heard that jam should be made in a copper jelly pan. And few manufacturers who have not claimed, in large lettering on their labels, that they have carefully complied with this age-old cooking method. Why copper? Should it be tin-plated or not? To answer these questions, Hervé This offers to change your kitchen into a veritable laboratory. You can try a few experiments and test some of the "received wisdom" that is still handed down in old-fashioned cookery books or passed on from one generation to the next.

Chemistry is a mere jam spoon away! ■

### SPOTLIGHT ON HISTORY AND SOCIETY P.8

#### THE STRUCTURE OF THE FOOTWEAR INDUSTRY IN FOUGÈRES

The structure of the footwear industry for which the town of Fougères was famous changed over the 20th century. Mechanisation was introduced into factories (huge progress considering that it takes over one hundred different operations to produce a shoe) but outworking by upper stitchers still had numerous advantages for both bosses and workers. The system lasted until the 1960's. During the 1930's, countless attempts were made to improve competitiveness. The Morel et Gâté factory even launched a production line but it was soon apparent that the method was not profitable since the smallest breakdown closed down the entire line. The real turning point in corporate production policies came in the 1950's. Division of labour within each workshop became increasingly commonplace and tabulators (the ancestors of the computer) were introduced to manage footwear collections, supplies, the workforce, statistics and orders! This was a veritable revolution for the industry. ■

## AN IN-DEPTH LOOK AT MATERIALS

P.9/17

Concrete, cement, steel or plastics are words that you will not find on this page! Yet the article discusses materials. The term is very often used with reference to the building sector and has connotations of hardness and resistance. However, if you discuss it with Pierre Dixneuf, Vice-Chairman of the Science Committee within the University of Rennes 1, he will tell you that, "a stone, for example, is not a new material inasmuch as it has no function other than building or use as a projectile, whereas glass is a new material because it can carry light." A material is a complex system with certain inherent properties.

These properties can be physical but they may also be optical as, for example, in the case of the properties sought in glass. Any discussion of properties quickly leads to talk of applications and, in Rennes, research into materials is closely linked to the telecom sector for which researchers seek materials with specific capacities of absorption and fluorescence.

The history of materials in Brittany is not a recent one. Although Rennes distinguished itself in the glass and opto-electronic sectors with the discovery made by the Poulain brothers in 1974, the whole of Western France has know-how that includes high-level training in materials. Companies have

grown out of cutting-edge fundamental research which is continually revealing new products (molecular materials are now the order of the day!) with amazing properties and unexpected applications. ■

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

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



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.



## La Région Bretagne partenaire des acteurs de l'agriculture

**A**vec l'ensemble des acteurs de l'agriculture et de l'agroalimentaire, le Conseil régional partage des ambitions fortes pour ce secteur qui demeure un élément essentiel de l'économie bretonne du développement équilibré des territoires. Il a contribué largement à la définition du plan d'actions de la "Charte pour un développement pérenne de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Bretagne", qui a pour objectif d'adapter ce secteur aux réalités économiques et environnementales.

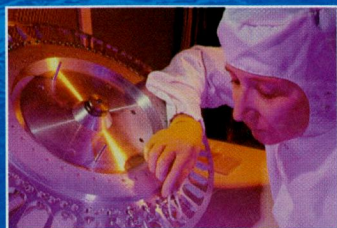
La Région soutient la structuration d'une stratégie régionale agroalimentaire axée sur la qualité et la sécurité alimentaire et sanitaire des produits, permettant notamment de conforter la place de la Bretagne sur les principaux marchés mondiaux.

Par ailleurs, elle apporte une contribution financière appréciable au travers de ses différentes politiques : soutien aux filières importantes, formation des jeunes, programme Bretagne Eau Pure, PMPOA, aides aux investissements de traitement des déjections, soutien aux investissements et à l'internationalisation pour les IAA.

Engagés dans de profondes évolutions, l'agriculture et l'agroalimentaire de Bretagne doivent pouvoir compter sur une large solidarité. Celle du Conseil régional leur est acquise.



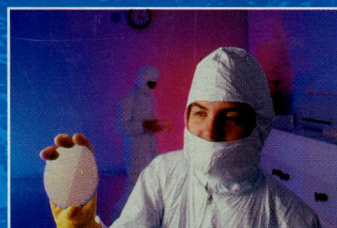
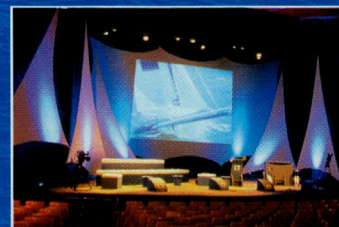
# SAINT-MALO BRETAGNE



## FORFAITS "SCIENTIFIQUES"

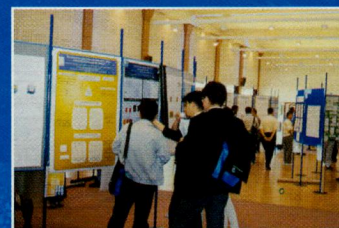


Congrès, Réunions, Écoles scientifiques...  
Forfait hébergement-restauration  
à partir de 63 € TTC  
par personne et par jour



## PALAIS DU GRAND LARGE SAINT-MALO

Travaillez au Palais, Respirez au Grand Large !



1, QUAI DUGUAY-TROUIN - BP 109 - 35407 SAINT-MALO CEDEX

TEL. 02 99 20 60 20 - FAX 02 99 20 60 30

email : [contact@pgl-congres.com](mailto:contact@pgl-congres.com) - site Web : [www.pgl-congres.com](http://www.pgl-congres.com)