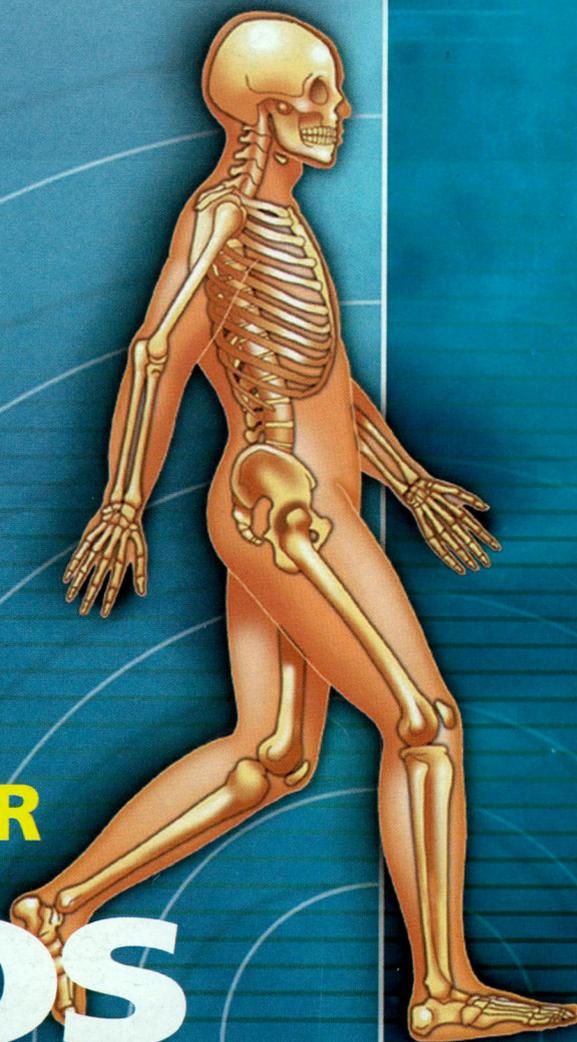


# RESEAU

Recherche et innovation en Bretagne

ISSN 1281-2749



DOSSIER

# L'os vivant

Janvier 2000

N°162 • 20 F/3,05 €





▲ La culture scientifique contribue à faire partager les connaissances et les richesses qu'elles engendrent.

## Faire reculer l'obscurantisme...

Les cinquante dernières années ont connu une accélération sans précédent du rythme des découvertes scientifiques. L'exploration de l'univers se poursuit et ses limites connues reculent sans cesse ; la découverte du code génétique a entraîné une multitude d'avancées déterminantes dans tous les secteurs de la biologie et de la médecine. La chimie, la physique, les mathématiques, l'informatique connaissent le même essor et les retombées pratiques des découvertes sont immenses... La revue Réseau contribue mois après mois à leur diffusion, mais aussi à soulever de nombreuses questions dont j'ai choisi de rappeler quelques-unes :

Sommes-nous prêts à accompagner cette progression fulgurante ?

Sommes-nous en mesure de réagir de manière responsable aux transformations induites par les technologies qui en sont les moyens de vie pour les générations futures ? Serons-nous assez perspicaces pour faire la distinction entre les effets bénéfiques du progrès, dans le domaine de la santé ou la lutte contre l'exclusion, et les dangers d'une exploitation nuisible, mercantile ?

De nombreux événements récents nous ont permis de soupçonner les risques, mais aussi d'envisager les nombreuses raisons d'être optimiste. Pour réussir ce pari, il faudra également apprendre à mieux faire partager ces connaissances et les richesses qu'elles engendrent. La diffusion de la culture scientifique doit accompagner ce processus et contribuer à faire reculer toutes les formes d'obscurantisme.

Je souhaite à tous mes meilleurs vœux de bonne et heureuse année. ■

Paul Tréhen, président de l'Espace des sciences

**HISTOIRE ET SOCIÉTÉ**

Un "panel des citoyens" pour débattre de l'expérimentation animale ..... P. 3

**PORTRAIT DE CHERCHEUR**



**Daniel Boujard**  
Comment interagissent molécules et cellules ..... P. 4

**LA VIE DES ENTREPRISES**



**"Algologie" et "Fleur de mer"**  
Des algues dans la peau ..... P. 5



**HISTOIRE ET SOCIÉTÉ**

**Simon Sirodot 1825-1903**  
La fouille du Mont-Dol ..... P. 6

**LES SIGLES DU MOIS** ..... P. 7



**LE DOSSIER**  
**L'os vivant**

- La recherche en direct ..... P. 9
- La croissance, meilleure alliée de l'os ..... P. 10
- Os réparé, les espoirs pour l'ostéoporose ..... P. 11
- Une exposition pour tout savoir sur l'os ..... P. 12/13
- Greffes d'os : ça marche... ! ..... P. 14
- Prothèses : une histoire à tenir debout ..... P. 15
- Os... mis au clou ! ..... P. 16
- Pour en savoir plus ..... P. 17

**LES BRÈVES** ..... P. 18 À 22

**À L'ESPACE DES SCIENCES EN JANVIER** ..... P. 23

Réseau sur Internet : [www.espace-sciences.org](http://www.espace-sciences.org)

Pour découvrir Réseau, chaque mois, c'est facile...  
**Abonnez-vous**

Tirage du n° 162 : 3 600 ex. Dépôt légal n° 650. ISSN 1281-2749

RÉSEAU est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association loi de 1901), centre associé au Palais de la découverte ■ L'Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - E-mail [lespace-des-sciences@wanadoo.fr](mailto:lespace-des-sciences@wanadoo.fr) - <http://www.espace-sciences.org> - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21 ■ Antenne Finistère : L'Espace des sciences, Technopôle Brest-Iroise, 40, rue Jim Sévellec, 29200 Brest - Tél. 02 98 05 60 91 - Fax 02 98 05 15 02.

■ Président de l'Espace des sciences-CCSTI : Paul Tréhen. Directeur de la publication : Michel Cabaret. Rédactrice en chef : Héliane Tattevin. Rédaction : Jean-François Collinot, Sandrine Le Guen, Michèle Le Goff, Bernadette Ramel. Comité de lecture : Christian Willaime (physique-chimie-matériaux), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Carole Duigou (sciences humaines), Thierry Juteau (géologie-océanographie), Didier Le Morvan (sciences juridiques), Alain Hillion (télécommunications-traitement du signal), Michel Branchard (génétique-biologie), Thierry Auffret van der Kemp (biologie). Abonnements : Béatrice Texier. Promotion : Magali Colin, Danièle Zum-Fala. Publicité : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, [info@admedia.fr](mailto:info@admedia.fr) ■ Réseau est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, du ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine, de la Ville de Rennes, de la Direction régionale des affaires culturelles et du Fonds social européen. Édition : L'Espace des sciences-CCSTI. Réalisation : Pierrick Bertot création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, BP 2, 35830 Betton.



# AN IN-DEPTH LOOK AT Living bones in Brittany

## INTRODUCTION

page 9

### MORE THAN 10,000 VISITORS FOR THE "LIVING BONE" EXHIBITION

The "Living Bone" exhibition being held at the *Espace des sciences* in Rennes from 6th September to 31st December 1999 is designed first and foremost as a hands-on event so that visitors can make new discoveries for themselves. An in-depth look at this topic is presented in this month's *Réseau*. It highlights the research being carried out in Brittany in the clinical orthopaedic sector. We hope you enjoy the articles and wish you all the very best for this first year in the new millennium!

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

## GROWTH, BONE'S BEST FRIEND

page 10

Orthopaedists, the specialists who "get children to stand and sit up straight", treat the morphological deformities of bones during the period of growth. Such deformities are likely to have consequences on motor development. Often, all that is required is "to use growth at the right time as a simple means of correcting deformities", explains Professor Bracq.

Information: *Service de chirurgie pédiatrique du CHU de Rennes*, fax +33 2 99 28 41 98.

## BONE REPAIRS: A HOPE FOR OSTEOPOROSIS

page 11



Professor Gérard Chalès, Senior Consultant in the rheumatology department at the Hôpital Sud in Rennes, describes the prevention and treatment of osteoporosis, a disease that renders

bones more fragile and is often the cause of fractures in post-menopausal women.

Information: *Professeur Gérard Chalès*, fax +33 2 99 26 71 90.

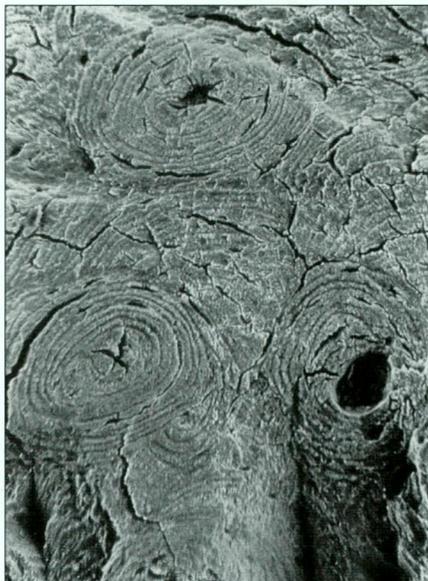


Photo by CNGU

## AN EXHIBITION THAT REVEALS EVERYTHING ABOUT BONES

page 12/13

Bones and skeletons - this anatomical topic could have been anathema to the general public. Moreover, visitors might have feared that the exhibition brought them face to face with a sinister illustration of their own certain end. Yet the 10,000 people who attended the exhibition in the *Espace des sciences* have been enthusiastic and the exhibition's demonstrators have done their utmost to make the human bone structure a living entity full of useful information rather than a terrifying macabre skeleton.



Information: *Frédéric Primauly*, fax +33 2 99 31 80 10.

## BONE GRAFTS WORK!

page 14

Over the past 20 years, bone tissue grafts have proved their worth and have benefited from the remarkable advances in orthopaedic

surgery. The graft is not only effective in certain fractures; it can also be used to treat bone cancer. Three specialists, Professors Frantz Langlais, Dominique Poitout and Philippe Chiron, described the alternatives available to medical experts during a conference organised by the *Espace des sciences*.



Photo by Hélène Estienne

## PROSTHESES: A FINE UPSTANDING STORY

page 15

"The development of technologies and materials has been such that a young person given a hip or knee replacement operation today has every chance of being able to lead a normal professional and family life, on condition that he or she undergoes the operation every 10 or 15 years", explain Professors Philippe Hernigou, Frantz Langlais and Hervé Thomazeau.

Information: *Frantz Langlais*, fax +33 2 99 32 42 42.

## PINNING DOWN BONES

page 16



D.R.

On certain fractures, plaster is not effective. Professor Christian Lefèvre, Senior Consultant in Orthopaedics and Traumatology of the Hôpital de la Cavale

Blanche in Brest, has adapted an amazing technique to forearm fractures - the use of pins. "To implement the technique successfully, we use highly sophisticated 3D imaging technology developed jointly with the Ecole nationale supérieure des télécommunications de Bretagne (ENST)."

Information: *Professeur Christian Lefèvre*, fax +33 2 98 34 78 13.

# RESEAU

JANUARY 2000 • N° 162 RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

## Abstracts for the international issue

### EDITORIAL

#### HAPPY NEW YEAR 2000!

During the last fifty years, rhythm of scientific discovery has strongly increased... Recent events have shown the possible dangers due to technological progress, but also the reasons to be optimistic. In order to act with more responsibility in the future, we should improve our share-out of scientific knowledge and its benefits. Diffusion of scientific culture, as through the *Réseau* magazine, has to force back every kind of obscurantism. I wish everybody a good and happy new year 2000...

Information: Paul Tréhen, president of l'Espace des sciences, fax +33 2 99 25 28 21.

### HISTORY AND SOCIETY

#### A CITIZENS' JURY PUTS ANIMAL EXPERIMENTS ON TRIAL

page 3



Photo by M. Le Goff.

In partnership with the third "Scientific Interviews" event in Brest, the *Cité des sciences et de l'industrie* and *3B Conseils* organised "deliberations" during which scientists were questioned by a group of citizens who, prior to the event, had already carried out a survey in research centres in Brittany.

A summary of the event is available on the Internet: <http://www.sciences-museo.tm.fr/debats/index/body/corps/synthese.htm#>

Information: Michèle Le Goff, [michele.legoff@voila.fr](mailto:michele.legoff@voila.fr)

### PORTRAIT OF RESEARCHER

#### DANIEL BOUJARD, FROM CELLS TO MOLECULES

page 4

Daniel Boujard directs one of the largest research units involving the CNRS and the University of Rennes 1, specialising in "Molecular and cellular interactions". Due

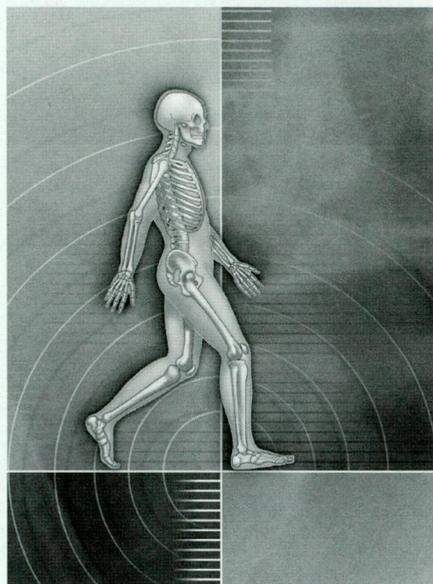


Photo by Vincent Hélye.

### HISTORY AND SOCIETY

#### SIMON SIRODOT (1825-1903) AND THE DIG ON MONT-DOL: A PRECURSOR OF MODERN ARCHAEOLOGY

page 6



Photo by Vincent Hélye.

Although a naturalist by training, Simon Sirodot was very interested in discoveries and discussions relating to the new science of prehistory and, in particular, in the animals of the Quaternary Era. He rose to fame through the dig carried out on the prehistoric site on Mont-Dol (Ille-et-Vilaine) which uncovered the remains of mammoths and woolly rhinoceroses. For the time, he showed great rigour and a decidedly innovative spirit.

Information: Nathalie Molines, fax +33 2 99 28 69 34.

to begin operation on 1st January 2000 after the re-organisation of the "Cell biology and reproduction" unit, the superlab employing 100 people will be exploring the highly complex world of the mechanisms used by cells to adapt to changes in their environment.

Information: Daniel Boujard, fax +33 2 99 28 67 94, [daniel.boujard@univ-rennes1.fr](mailto:daniel.boujard@univ-rennes1.fr)

### THE LIFE OF COMPANIES

#### ALGAE UNDER YOUR SKIN...

page 5



Photo by Godefroy Diffusion.

"Algologie" and "Fleur de mer" are two brands of cosmetics made with algae and distributed by Godefroy Diffusion SARL, a company in Tréguier (Côtes-d'Armor). We met its Chief Executive

Officer, Alain Thibaux.

<http://www.algologie.com>

Information: Alain Thibaux, fax +33 2 96 92 91 99, [infos@algologie.com](mailto:infos@algologie.com)

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 "RESEAU", please contact Hélène Tattevin, Editor, fax +33 2 99 35 28 21, E-mail: [lespace-des-sciences@wanadoo.fr](mailto:lespace-des-sciences@wanadoo.fr) Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.



Brittany is the 7th most-populated region in France, with 2.8 million inhabitants, but it is the leading French region as regards research in the fields of telecommunications, oceanography, and agricultural engineering.



# Un "panel des citoyens" pour débattre de l'expérimentation animale

En partenariat avec les troisièmes "Entretiens scientifiques" de Brest, la Cité des sciences et de l'industrie et 3B Conseils ont organisé une "démarche délibérative", qui consiste à faire interroger des scientifiques par un panel de citoyens sur un sujet précis : l'expérimentation animale.



M. Le Goff

◀ Au cours de cette démarche, le panel de citoyens a eu la chance de rencontrer le professeur Peter Doherty, Prix Nobel de médecine 1996, et Charles Pilet, président de l'Académie nationale de médecine.

## Le panel de citoyens

Louissette Abiven, Yvonne Babin, Geneviève Couffin, Michèle Le Goff, Jacques Salain.

## Le panel d'experts

Germaine Dorange (UBO<sup>(1)</sup>), Peter Doherty (Prix Nobel de médecine 1996), Jacques de Gerlache (Solvay), François Lachapelle (Inserm), Jean-Paul Laplace (Inra<sup>(1)</sup>), Henri Maurin-Blanchet (Inserm<sup>(1)</sup>), Claude Milhaud (Académie vétérinaire de France, Gircor), Dominique Parent-Massin (UBO), André-Laurent Parodi (École vétérinaire de Maisons-Alfort, Académie nationale de médecine), Charles Pilet (président de l'Académie nationale de médecine).

## Les laboratoires visités

Ifremer<sup>(1)</sup> Brest, Unité de culture cellulaire de l'UBO, Afssa<sup>(1)</sup> de Ploufragan.

<sup>(1)</sup> UBO : Université de Bretagne occidentale. Inra : Institut national de recherche agronomique. Inserm : Institut national de la santé et de la recherche médicale. Ifremer : Institut français pour la recherche et l'exploitation des mers. Afssa : Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

## Contacts ▼

Jean-Paul Natali : natali@cite-sciences.fr, Magali Galant : m.galant@cite-sciences.fr

L'enjeu de la "démarche délibérative" (une première en France, selon les organisateurs !) est la rédaction d'une synthèse consensuelle sur un problème de société, par des profanes, à partir d'informations puisées auprès d'experts. Les cinq profanes sont tous des habitants de Brest, où se sont déroulés les "Entretiens scientifiques" en octobre dernier sur le thème "De l'animal à l'homme" (voir Réseau n° 158).

## Une méthode originale

Les cinq Brestois ont d'abord effectué un travail préparatif, pour s'informer sur l'expérimentation animale. Ils ont ainsi visité des laboratoires, questionné des scientifiques et beaucoup discuté entre eux. Ce travail de groupe leur a permis de confronter leurs argumentations et de définir leurs préoccupations quant au sujet.



Michèle Le Goff

▲ Geneviève, Yvonne et Louissette échangent leurs impressions lors de la visite de l'Afssa, à Ploufragan (22).

Dans un second temps, les cinq citoyens ont pu dialoguer avec un panel d'experts, à l'occasion d'un débat public organisé à la Cité des sciences et de l'industrie. Les citoyens, plus vraiment profanes, ont alors rédigé un texte de synthèse consensuelle, dressant un bilan et formulant leurs interrogations.

## Les résultats obtenus

*"En ce qui concerne les animaux génétiquement modifiés, les experts interrogés ont avoué leur incompétence et leur absence de connaissances précises sur le sujet",* note le groupe de citoyens, déçu de ne pas avoir obtenu de réponses à toutes leurs questions, tant il est vrai que les scientifiques ont, à tort, la réputation de tout savoir !

Autre extrait : *"En ce qui concerne l'acceptable et l'inacceptable, il faut des limites. Celles-ci ne peuvent provenir que de la société. C'est la société qui tranche. C'est donc aux citoyens de se mobiliser. Les scientifiques réagissent selon les contraintes données par la société. Ils ne sont qu'un des bras de celle-ci."* En ce début de siècle où le mot "responsabilité" fait peur, nos chercheurs ne seront sans doute pas malheureux de redescendre de ce piédestal, bien inconfortable.

Autres réflexions de bon sens : *"On peut se poser la question de la nécessité d'expérimenter sur l'ani-*

*mal des régimes ne respectant pas l'ordre naturel de la chaîne alimentaire. Ex : la vache herbivore ne doit pas être nourrie de farines issues d'autres animaux."*

Ou encore : *"La surpopulation va bientôt être un problème pour l'humanité. Il nous semble que faire des expérimentations sur les animaux à des fins d'élevage intensif, ne repose pas sur la réalité des besoins humains, qui sont relativement pauvres en protéines animales."*

## Un texte bien dans ses mots

Bien ancré dans son contexte scientifique, économique, politique, social et culturel, le texte final montre à la fois les convictions propres de ses auteurs et leur évolution au cours de la démarche, en fonction de l'information reçue. Chacun a pu se rendre compte qu'il est difficile d'émettre un avis tranché sur un sujet aussi important. Bien que sensible au problème de la souffrance de l'animal, le panel estime qu'il n'est pas possible d'arrêter ces expérimentations, nécessaires à la santé humaine, mais souligne que, chaque fois que cela est possible, les scientifiques doivent favoriser les méthodes alternatives, telles que les cultures cellulaires. ■ M.L.G.

Le texte : <http://www.sciences-museo.tm.fr/debats/index/body/corps/synthese.htm#>  
Compte rendu des Entretiens scientifiques : <http://science-ethique.enst-bretagne.fr>

## Daniel Boujard

# Comment interagissent molécules et cellules ?

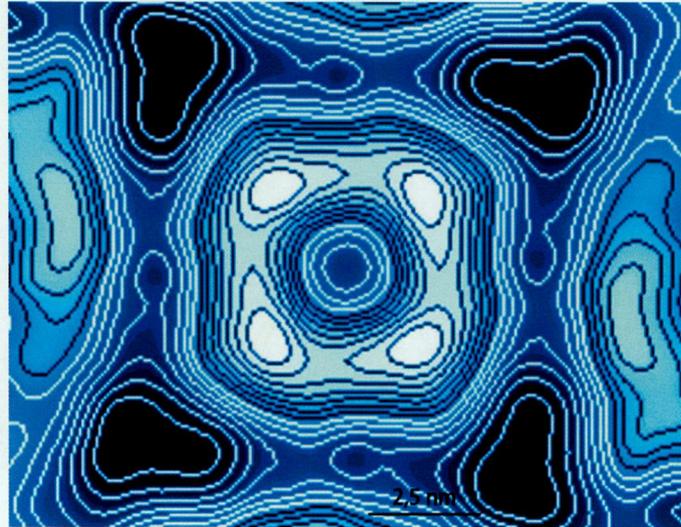
C'est autour de cette problématique qu'est en train de cristalliser l'une des plus importantes unités de recherche associant le CNRS et l'université Rennes 1. Né le 1<sup>er</sup> janvier 2000 de la réorganisation de l'unité "Biologie cellulaire et reproduction"<sup>(1)</sup>, ce superlabo de 100 personnes s'appelle "Interactions cellulaires et moléculaires". Piloté par Daniel Boujard, il explore l'univers très complexe des mécanismes utilisés par les cellules pour s'adapter aux modifications de leur environnement.

“**L**a même molécule (une hormone, par exemple) peut avoir des effets très différents en fonction de sa localisation dans l'organisme. Nous étudions comment une molécule peut interagir avec son environnement cellulaire”, explique Daniel Boujard. Pour cerner ces mécanismes, il mise sur la diversité des compétences présentes, soit près de 100 personnes (dont 70 chercheurs) réparties en 6 équipes : “*La diversité de ces équipes est suffisante pour que tous les angles d'étude puissent être explorés simultanément.*”

### Plusieurs rôles pour un même acteur

Certaines molécules jouent un rôle primordial dans la différenciation<sup>(2)</sup> cellulaire. “*Elles sont apparues en même temps que la pluricellularité, et ont peu évolué depuis*”, indique Daniel Boujard. “*Elles varient très peu d'une espèce à l'autre, et sont présentes dans tout le monde vivant.*”

Ces molécules seraient donc des éléments clés dans les processus qui permettent, à partir de la cellule œuf, de donner l'ensemble des tissus caractéristiques de l'organisme adulte. Mais leur étude a apporté de drôles de surprises : dans certaines



▲ “*Grâce au regroupement de nos six équipes de recherche, nous pouvons explorer simultanément tous les angles d'étude*”, explique Daniel Boujard, directeur de l'unité “Interactions cellulaires et moléculaires”.

◀ Les aquaporines sont des protéines membranaires qui permettent le passage rapide et sélectif de l'eau au travers de la membrane plasmique de certaines cellules (échelle : 1 nm (nanomètre) = 10<sup>-9</sup> mètre = un millionième de millimètre).

conditions, ces mêmes molécules abandonnent leur mission de “différenciation” pour participer activement à la prolifération cellulaire. C'est le cas lors de certaines étapes du développement embryonnaire, mais aussi lors du développement de tumeurs cancéreuses.

### Plusieurs voies pour un même effet

La même complexité se retrouve du côté de la génétique, autre axe de recherche : “*Même lorsque la fonction d'un gène est formellement identifiée, on se rend compte qu'en inactivant ce gène, dans une souris par exemple, la fonction est conservée en partie, car d'autres gènes prennent le relais en son absence pour accomplir «à peu près» la même fonction.*”

C'est cet “à peu près”, pas très scientifique, qui montre la com-

plexité de ces cascades d'actions et d'interactions : une même molécule peut interagir avec plusieurs autres, provoquant des cascades de réactions extrêmement complexes, impliquant des centaines de molécules différentes. C'est le modèle du domino, qui en tombant provoque la chute de tous les dominos placés derrière lui.

### Aux frontières de la physique

De plus en plus, les biologistes se rendent compte que la spécificité des molécules n'est pas seulement liée à leur séquence, mais aussi à leurs différentes formes : une même molécule peut être active sous une forme et inactive sous une autre. Les biologistes frappent régulièrement à la porte des physiciens, pour élucider des problèmes de structure de molécules ou de déplacement de molé-

cules au sein d'une cellule. “*Autrefois, la cellule était considérée comme un sac plein d'objets. Aujourd'hui, c'est un organisme à part entière constitué de plusieurs compartiments qui sont tous impliqués dans les nombreux échanges entre la cellule et son environnement.*” À cette échelle, les outils du biologiste s'avèrent parfois insuffisants : empruntées à la physique, les techniques employées relèvent des nanotechnologies<sup>(3)</sup>. Pour les biologistes et les physiciens, situés côte à côte sur le campus de Beaulieu, c'est un nouveau défi à relever ensemble : appelée “biophysique”, cette nouvelle discipline touche de très près à la compréhension des mécanismes primordiaux de la vie. ■ H.T.

<sup>(1)</sup> Unité propre de recherche de l'enseignement supérieur associée au CNRS (UPRES-A 6026). <sup>(2)</sup> Différenciation : à partir de cellules embryonnaires semblables, les cellules de l'organisme pluricellulaire deviennent différentes et se spécialisent : cellules sanguines, cellules nerveuses, cellules osseuses... <sup>(3)</sup> Nanotechnologies : manipulations d'éléments de taille nanométrique (10<sup>-9</sup> mètre = un millionième de millimètre).

### Les équipes constituant l'unité “Interactions cellulaires et moléculaires”

Daniel Boujard, directeur.

- 1. **Endocrinologie moléculaire de la reproduction.** Olivier Kah, directeur de recherche au CNRS.
- 2. **Information et programmation cellulaire.** Denis Michel, professeur.
- 3. **Canaux et récepteurs membranaires.** Daniel Thomas, directeur de recherche.
- 4. **Interactions entre molécules amphiphiles dans les biomembranes.** Henri Wroblewski, professeur.
- 5. **Osmoadaptation chez les bactéries.** Carlos Blanco, professeur.
- 6. **Osmoadaptation et métabolisme de stress.** Alain Bouchereau, maître de conférences.

Contact ▶ Daniel Boujard, tél. 02 99 28 61 31, e-mail daniel.boujard@univ-rennes1.fr

### QUI A DIT ?

“*Le meilleur médecin est la nature : elle guérit les trois quarts des maladies et ne dit jamais de mal de ses confrères.*”

Réponse page 22

# Des algues dans la peau



"Algologie" et "Fleur de mer"... sont deux marques de produits cosmétiques fabriqués à partir d'algues, et diffusés par la société Godefroy Diffusion SARL, de Tréguier, dans les Côtes d'Armor. Rencontre avec son PDG, Alain Thibaux.

**Réseau :** Pourriez-vous nous présenter votre entreprise ?

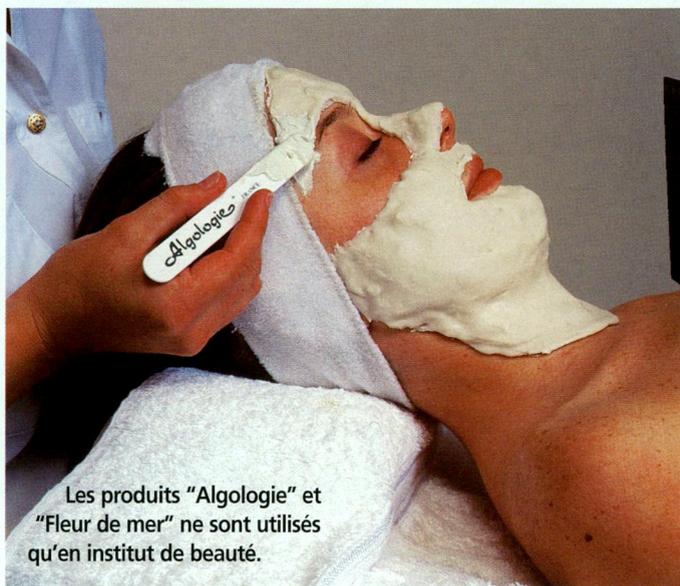
**Alain Thibaux :** En fait, il y a deux entreprises distinctes. D'une part, le Laboratoire d'Armor (NDLR : 2 à Pleubian, 12 salariés) qui façonne, prépare et conditionne les produits, que ce soit pour nous ou pour toute autre entreprise qui le souhaite. Ensuite, il y a Godefroy Diffusion (NDLR : 7 salariés, CA environ 4,5 MF dont 90 % à l'exportation) qui diffuse les gammes "Algologie" et "Fleur de mer", des produits cosmétiques vendus essentiellement aux professionnels des instituts de beauté.

**Réseau :** Quelles sont les algues que vous utilisez ?

**A.T. :** Il n'y en a pas tant que cela... Nous dépendons en effet de trois paramètres incontournables : il faut que l'algue soit fréquente et répandue, afin de ne pas détruire l'environnement ou une espèce ; il faut que l'algue soit disponible à la collecte et, enfin il faut qu'elle contienne un principe actif ou une propriété intéressante. Du coup, nous n'en utilisons qu'une douzaine environ (cf. encadré).



▲ Parmi les algues utilisées, les laminaires sont récoltées par bateau au large de Pleubian, grâce à un outil, le scoubidou, qui s'enroule autour des grandes algues et les arrache du fond.



Les produits "Algologie" et "Fleur de mer" ne sont utilisés qu'en institut de beauté.

**Réseau :** Quels sont les principes actifs que vous recherchez dans ces algues ?

**A.T. :** Les algues ont plusieurs constituants d'intérêt économique : des colorants, des alginates (gélifiants), de l'iode, des minéraux, des oligo-éléments et des vitamines. Les principes actifs recherchés pour la cosmétique se répartissent en trois familles : les polyphénols et les flavonoïdes qui sont des antiradicaux (antirides) et les polysaccharides, aux propriétés hydratantes.

**Réseau :** Qu'est-ce qui vous permet de dire que tel ou tel produit est réellement actif ?

**A.T. :** Il y a plusieurs réponses... Tout d'abord, nous ne vendons pratiquement qu'à des instituts de beauté. Si nous n'avions pas de résultats ou d'efficacité, la sanction des professionnels serait immédiate ! Ensuite, nous avons des données scientifiques cliniques, parfaitement connues. Nous savons, par exemple, que le collagène des cellules de la peau a tendance à se rigidifier progressivement avec l'âge. C'est un processus inévitable, qui est dû, pour une part, à une oxydation. Or, les polyphénols et les flavonoïdes sont des antioxydants... Ils sont donc capables, non pas d'arrêter le processus, mais de le ralentir.

**Réseau :** Vous êtes à la marge de la pharmacie ?

**A.T. :** Oui... et non. En cosmétique, on n'a pas le droit de modifier la cel-

lule, et nous n'avons pas le droit d'utiliser les mêmes molécules que celles utilisées en pharmacie. Mais, en même temps, nous savons que certains produits sont actifs... Nombre de gens se sont ainsi rendu compte que l'un de nos produits est un accélérateur de cicatrisation et un calmant efficace pour les petites brûlures... Ça, c'est un fait. Mais nous ne pouvons pas l'utiliser dans notre communication.

**Réseau :** Nombre de scientifiques contestent l'efficacité des cosmétiques...

**A.T. :** En plus des faits que je viens de citer, il faut rappeler que les cosmétiques, c'est aussi et surtout de la psychologie ! Se "faire" belle, se "sentir" belle, s'occuper de soi... ce sont de très importants facteurs d'équilibre et de bonne santé. Quant aux principes actifs énoncés plus haut... Personne ne conteste le pouvoir apaisant d'une infusion de tilleul, excitant d'un thé... Les algues, les plantes... ont les mêmes capacités. Après, c'est une question de dosages, d'études...

**Réseau :** Avec quels scientifiques travaillez-vous ?

**A.T. :** Toute la recherche est soustraite, sous le contrôle de notre ingénieur, Sandrine Cagnet. Notre principal partenaire est le Centre d'études et de valorisation des algues (Ceva) de Pleubian. Il y a également plusieurs écoles : le DU-DESS "Algologie et cosmétologie"



▲ Au Laboratoire d'Armor à Pleubian, les techniciens travaillent avec vue sur mer : ici un mélangeur sous vide, pour produire les crèmes de soin (émulsions) à base d'algues des marques "Algologie" et "Fleur de mer".

de Nantes, l'Institut supérieur des industries du parfum, de la cosmétique et des arômes (Isipca) de Versailles, plusieurs facultés de pharmacie... Enfin, il y a tous les organismes accrédités, qui ont la charge de délivrer les autorisations de mise sur le marché. Tous les produits sont en effet testés sur des volontaires, afin de s'assurer qu'il n'y a pas de problèmes d'irritation, par exemple. Ces tests sont faits avec des patches sur 24 ou 48 h.

**Réseau :** Quels sont vos projets ?

**A.T. :** Chaque année, nous développons une nouvelle ligne de produits. La dernière était destinée aux peaux sensibles. Ensuite, nous travaillons sur le développement de trois nouvelles molécules en collaboration avec le Ceva : deux principes actifs algues et une technique d'encapsulation. Enfin, nous continuons notre veille technologique... ■

J.F.C.

## Les algues utilisées

- *Fucus vesiculosus* et *serratus*
- *Laminaria digitata*, *hyperborea*, *saccharina*
- *Palmaria palmata*
- *Ulva lactuca*
- *Enteromorpha compressa*
- *Codium*
- *Chondrus crispus*
- *Ascophyllum nodosum*
- *Delesseria sanguinea*.

Contact ► Alain Thibaux,  
tél. 02 96 92 91 90,  
e-mail [infos@algologie.com](mailto:infos@algologie.com)  
<http://www.algologie.com>



Cette page est réalisée en collaboration avec la technopole Anticipa Lannion-Tréguier, tél. 02 96 05 82 50, <http://www.technopole-anticipa.com>

"Les mammouths du Mont-Dol", d'après les fouilles de Simon Sirodot et de l'abbé Hamard, est une œuvre réalisée par Mathurin Méheut pour l'Institut de géologie de Rennes entre 1942 et 1946.

## Simon Sirodot (1825-1903) et la fouille du Mont-Dol

Simon Sirodot est le plus atypique des archéologues bretons du 19<sup>e</sup> siècle. Naturaliste de formation, il s'illustra dans la fouille du gisement préhistorique du Mont-Dol (Ille-et-Vilaine) et fit preuve pour l'époque d'une grande rigueur et d'un esprit novateur. Ses travaux n'échappèrent cependant pas à la polémique sur "l'antiquité de l'Homme", thème récurrent au 19<sup>e</sup> siècle et qui, malgré la naissance des sciences préhistoriques et la reconnaissance en 1860 de l'homme quaternaire, restera encore longtemps vivace.



D.R.

Contrairement à la plupart des archéologues du siècle dernier, Simon Sirodot (né en 1825 à Longueau, Haute-Marne), ne fait pas partie de ceux que V. Audren de Kerdel qualifiait d'"hommes de riches loisirs", gens lettrés et aisés, n'exerçant pas leur profession et pour qui l'archéologie constituait un agréable passe-temps. Simon Sirodot, d'abord professeur de lycée, occupa par la suite la chaire de Zoologie et de botanique de la faculté des sciences de Rennes de 1860 à 1878, puis la chaire de Zoologie jusqu'à sa retraite en 1894. Son ouvrage sur les algues Batrachospermes publié en 1884 fit référence. Il occupa également de 1869 à 1894 la fonction de doyen de la faculté des sciences.

### La fouille du site du Mont-Dol

Par sa formation, Simon Sirodot devait très certainement être au fait des découvertes et des débats liés à la préhistoire naissante et, en parti-

culier, des travaux sur la faune quaternaire. Sa curiosité dut donc être éveillée lorsqu'il apprit en 1872, par son préparateur J. Gallée, que depuis quelques années, des ossements étaient découverts dans une tranchée de carrière au Mont-Dol. Le Mont-Dol est un ancien îlot granitique de la baie du Mont-Saint-Michel, qui suite à des variations du niveau de la mer, est actuellement isolé dans les marais. Son sommet culmine à 65 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer. Simon Sirodot fouilla au Mont-Dol du 12 juin au 30 septembre 1872 et dans le courant de l'année suivante. La fouille se traduisit par un décapage intensif et le creusement de quatre excavations profondes. Ceci devait lui permettre d'établir des profils stratigraphiques. Il s'agit ici d'une attitude exceptionnelle pour l'époque, où l'on se contentait généralement de récolter les plus beaux objets sans tenir compte du contexte dans lequel ils se trouvaient. L'autre innovation notable fut de lever les plans, coupes et profils au niveau et à la chaîne, ce qui nous donne des documents d'une grande précision.

Outre des données stratigraphiques, les fouilles lui fournirent une quantité impressionnante d'os-

sements et de nombreux silex taillés, qu'il rattacha sans erreur au "type du Moustier"<sup>(1)</sup>. Il put déterminer les ossements grâce aux collections conservées au musée de Rennes et reconnu qu'ils appartenaient à "l'époque du mammouth".

### La polémique

1872 est également l'année où le site préhistorique du Bois-du-Rocher (Côtes-d'Armor) est présenté par E. Fornier et V. Micault lors du congrès scientifique de France qui se tint à Saint-Brieuc, communication particulièrement remarquée où l'on y trouve mention des travaux réalisés au Mont-Dol. Par la suite, E. Fornier et V. Micault, tous deux magistrats, invitèrent Simon Sirodot à présenter devant la Société d'émulation des Côtes-du-Nord une conférence sur le site du Mont-Dol. Celle-ci eut lieu le 17 mai 1873 et sa publication déclencha une vive polémique sur "l'antiquité de l'Homme" en Bretagne. L'abbé P. Hamard se distingua par la parution de deux pamphlets en 1877 et 1880, visant la chronologie établie au Mont-Dol.

### Un précurseur de l'archéologie moderne

Simon Sirodot ne pratiqua pas d'autres fouilles en Bretagne. À sa mort en 1903, ses collections furent léguées à la galerie de Paléontologie du Muséum d'histoire naturelle et à la faculté des sciences de Rennes. Même si les travaux désordonnés qui suivirent ceux de Simon Sirodot

au Mont-Dol achevèrent de détruire ce qui restait du site, c'est grâce à ces collections et aux comptes rendus minutieux de Simon Sirodot que l'étude du site a pu être reprise en 1995. Par sa grande rigueur et ses nombreuses innovations, Simon Sirodot apparaît comme un des précurseurs de la recherche archéologique moderne. ■

Nathalie Molines

### Bibliographie

- Jean-Laurent Monnier et al. **Baie du Mont-Saint-Michel et marais de Dol, centre archéologique d'Alet**, 1995, 3-26.
- Simon Sirodot. **Conférence faite le 17 mai 1873 à la Société d'émulation des Côtes-du-Nord sur les fouilles exécutées au Mont-Dol (Ille-et-Vilaine) en 1872**, éditeur Francisque Guyon, 49 p.
- L'abbé Hamard. **Le gisement préhistorique du Mont-Dol (Ille-et-Vilaine) et les conséquences de cette découverte au point de vue de l'ancienneté de l'Homme et de l'Histoire**, éditeur Plihon, 1877, 270 p.
- L'abbé Hamard. **Études critiques d'archéologie préhistorique à propos du gisement du Mont-Dol (Ille-et-Vilaine)**, éditeur Haton, 1880, 270 p.

<sup>(1)</sup> Le Moustérien est un faciès culturel du paléolithique moyen.

**Contact** ▶ Nathalie Molines, tél. 02 99 28 61 09, UMR 6566 CNRS, Laboratoire d'anthropologie, université Rennes 1.

## FRM *Fondation pour la recherche médicale*

**Statut juridique :** L'association pour la recherche médicale dont est issue la fondation a été créée en 1947, par les professeurs Jean Bernard et Jean Hamburger. En 1962, le docteur Claudine Escoffier-Lambiotte, responsable de la rubrique santé du quotidien "Le Monde", l'a transformée en fondation à l'occasion d'un appel à l'aide privée, signé par 132 des plus célèbres chercheurs français, dont les Prix Nobel Jean Dossset et François Jacob. La fondation a été reconnue d'utilité publique par décret du 14 mai 1965.

**Structure :** Président : Pierre Joly • Directeur général : Claire Dadou-Willmann.

**Budget :** 157 114 millions de francs en 1998.

**Objectif :** Son rôle est de faire appel à la générosité du public pour apporter à la recherche médicale, dans toutes ses disciplines, les financements indispensables, souples et rapides. La fondation a pour but de promouvoir la recherche sur les sciences de la vie et de la santé se rapportant directement et indirectement aux progrès de la médecine. L'aide à la recherche intervient autour de trois grands axes principaux : aide aux jeunes chercheurs, en France et à l'étranger, aide à l'implantation de nouvelles équipes, aide aux laboratoires sous forme de subventions. Les attributions d'aides aux activités de recherche médicale en France sont décidées par le conseil scientifique de la fondation, dont la principale préoccupation est que ces décisions soient fondées sur des dossiers solides.

**Référence :** C'est la seule fondation qui se préoccupe, au nom des donateurs, d'examiner toutes les demandes, dans tous les domaines de la recherche médicale, et de prendre en compte les besoins de la médecine dans son ensemble.

**Édition :** La fondation édite une revue trimestrielle, "Recherche & Santé", abonnement : 60 F/an.

**Site Internet :** <http://www.frm.org>

**Contact :** Comité d'action régional, professeur Jean Guenel, 28, bd Langevin, 44100 Nantes, tél. 02 40 73 42 51.

**Adresse :** 54, rue de Varennes, 75335 Paris Cedex 07, tél. 01 44 35 75 75, fax 01 44 39 75 99.

RÉSEAU JANVIER 2000 - N°162

## Appel à propositions pour des actions : "Environnement et développement durable"

PROGRAMME EUROPÉEN

**Référence :** EESD-ENV-99-2.Call, 1999/C 330/10.

**Durée :** Période 1999-2002.

**Montant :** À titre indicatif, le budget s'élèvera à 233 millions d'euros.

**Objectif :** Établir la base scientifique, technologique et socio-économique sur les changements planétaires et climatiques.

**Domaines ciblés de recherche :**

**Gestion durable et qualité de l'eau :** gestion intégrée et utilisation durable des ressources hydriques à l'échelle des bassins, technologies de traitement et de purification, systèmes de surveillance, d'alerte rapide et de communication, régulation des stocks et technologies pour régions arides et semi-arides.

**Changements planétaires, climat et biodiversité :** compréhension, détection, évaluation et prédiction des processus de changements planétaires, encouragement d'une meilleure compréhension des écosystèmes terrestres et marins et de leurs interactions, scénarios et stratégies pour répondre aux problèmes mondiaux.

**Écosystèmes marins durables :** amélioration des connaissances sur les interactions, les processus et les écosystèmes marins, réduction de l'incidence anthropique sur la biodiversité et le fonctionnement durable des écosystèmes marins, et encouragement du développement de technologies d'exploitation sûres, économiques et durables, surveillance et gestion des processus côtiers et de la zone côtière.

**Ville de demain et patrimoine culturel :** Aménagement durable des villes et gestion rationnelle des ressources, protection, préservation et amélioration du patrimoine culturel européen, développement et démonstration de technologies pour la préservation, la réhabilitation, la rénovation, la construction, le démantèlement et la démolition, en particulier pour les grands complexes immobiliers, évaluation comparative et mise en œuvre rentable de stratégies pour des systèmes de transport.

**Participants :** Il s'agit de promouvoir la coopération entre centres de recherche, laboratoires et universités, organismes et chercheurs des pays tiers et de l'Union européenne.

**Date limite de soumission :** 15 février 2000.

Pour toute information complémentaire, n'hésitez pas à contacter Ivan Libert au 02 99 25 41 57 ou par e-mail : [eic@bretagne.cci.fr](mailto:eic@bretagne.cci.fr)



RÉSEAU JANVIER 2000 - N°162

## DRASS *Direction régionale des affaires sanitaires et sociales*

**Statut juridique :** Service déconcentré du ministère de l'Emploi et de la Solidarité, créé en 1977 grâce à une fusion des Directions régionales de sécurité sociale (DRSS) avec les services régionaux d'action sanitaire.

**Structure :** Directeur : Élie Gueguen.

**Effectif :** 159 personnes.

**Budget (1998) :** 83 millions de francs, dont 9 millions de fonctionnement.

**Objectifs :** • La lutte contre les exclusions • Le développement des actions de santé publique • L'évolution de la gestion de la protection sociale • La rénovation du dispositif d'allocation de ressources aux services déconcentrés • L'inspection, le contrôle, l'évaluation • La politique d'offre de soins hospitaliers • La mobilisation des ressources.

Ces thèmes sont évoqués notamment dans le cadre de l'élaboration des schémas d'organisation collective qui ont offert, en 1999, l'opportunité d'une analyse stratégique interministérielle dans laquelle la Drass est résolument impliquée.

**Missions :** Placée sous l'autorité du préfet de Région, la Drass assure la mise en œuvre des politiques nationales, l'animation et la définition des actions régionales et départementales en matière médico-sociale et sociale. Elle constitue le pôle essentiel d'action de l'État en mettant en place autour des services de véritables moyens de coordination et d'animation des politiques publiques. De plus, la Drass apporte son concours à l'agence régionale d'hospitalisation et est le partenaire privilégié des collectivités locales, des responsables sociaux et des mouvements associatifs, lorsqu'ils participent à l'élaboration des politiques locales de santé publique, d'action sociale et d'insertion.

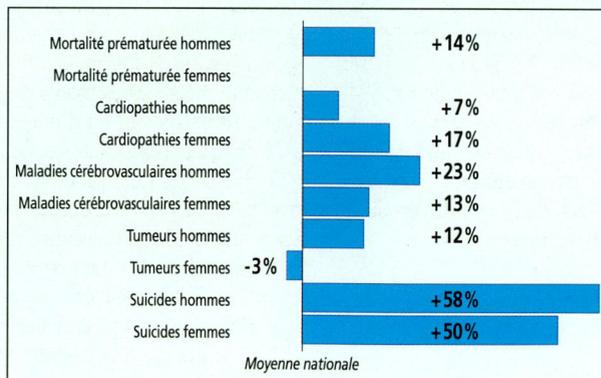
**Adresse :** 20, rue d'Isly, 35042 Rennes Cedex, tél. 02 99 35 29 00, fax 02 99 30 59 03.

RÉSEAU JANVIER 2000 - N°162

## Les chiffres du mois

### Mortalité en Bretagne : écarts par rapport à la moyenne nationale

Les maladies du cœur (surtout chez les femmes) et de l'appareil circulatoire (surtout chez les hommes), ainsi que les tumeurs, occasionnent une surmortalité importante en Bretagne, par rapport à la moyenne nationale. La surmortalité bretonne est surtout très forte en ce qui concerne les suicides (autour de 900 par an), dont les causes sont difficiles à déterminer. Ces constats justifient les priorités à donner à l'organisation régionale des services de soins, des services médico-sociaux et des actions de prévention.

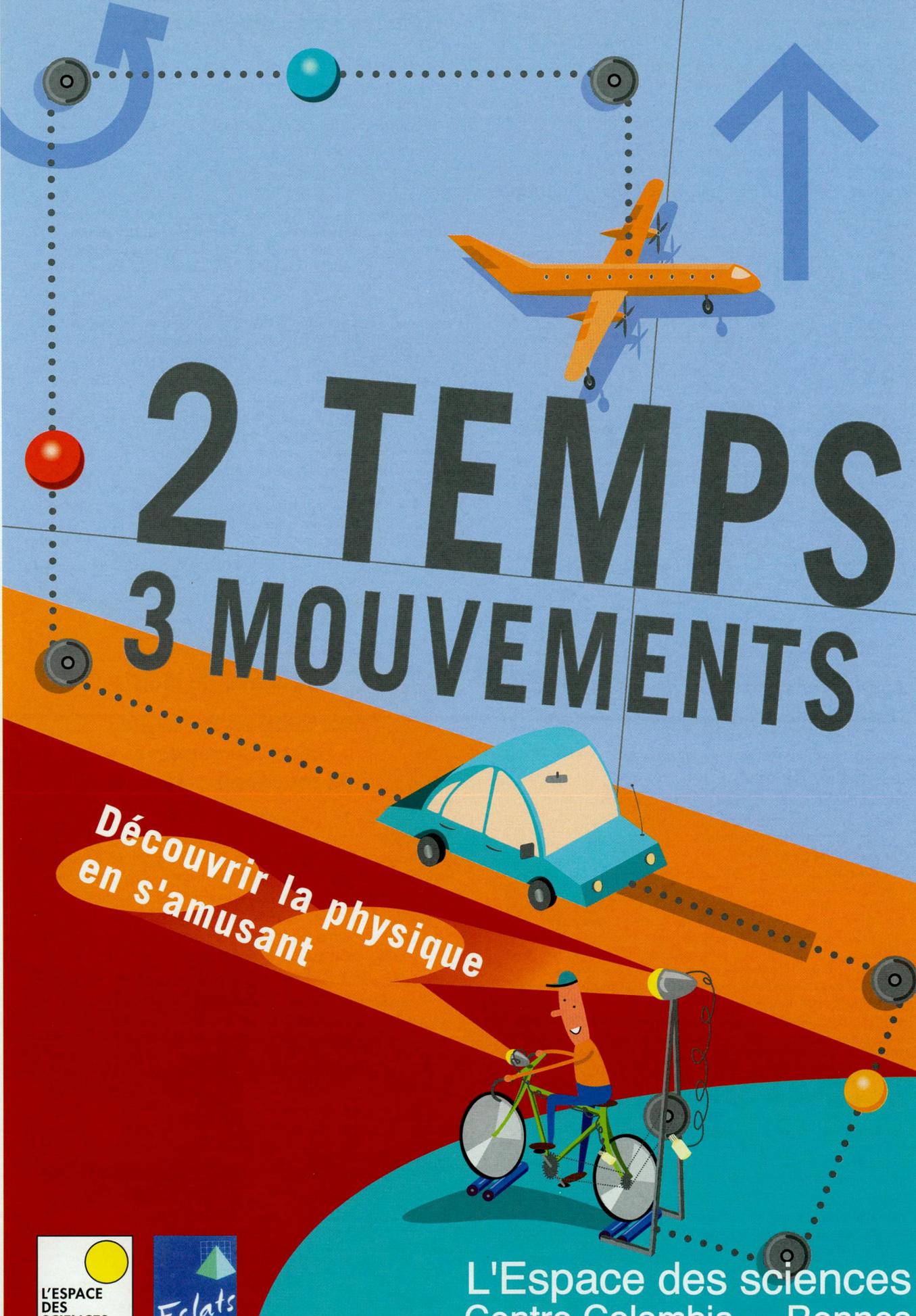


Source : Étude de mortalité en Bretagne 1991-1995, août 1998, Observatoire régional de santé (ORS) de Bretagne.

**Contact :** Odile Picquet, tél. 02 99 33 98 94.

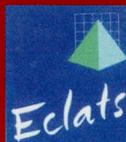
RÉSEAU JANVIER 2000 - N°162

Exposition du 10 janvier au 8 avril 2000



**2 TEMPS**  
**3 MOUVEMENTS**

Découvrir la physique  
en s'amusant



L'Espace des sciences  
Centre Colombia - Rennes

# L'OS vivant

la recherche en direct

# "L'os vivant"

9 000 visiteurs  
à l'exposition,  
2 200 personnes  
aux conférences...

**A** lors que l'on pensait qu'il serait difficile de toucher un très large public en prenant l'os pour thème de cette fin d'année, il s'avère que la participation du public se situe bien au-delà de nos prévisions.

L'exposition "L'os vivant" a privilégié la participation active des visiteurs afin de les rendre eux-mêmes partie prenante de leurs découvertes. Nous avons souhaité privilégier les questions scientifiques actuelles sur le tissu osseux qui est caractérisé par un processus continu de résorption et de reconstitution. Notre squelette est en perpétuel remaniement, mais les perturbations de cet équilibre dynamique sont nombreuses : fractures, maladies, vieillissement. L'os est un matériau vivant aux performances mécaniques et biologiques exceptionnelles, il est par exemple au moins aussi résistant que le béton et le granit.

Après Rennes, cette exposition itinérante, qui est une première en France, sera présentée à Laval, Paris, Vannes puis Nantes. En plus des animations présentées durant l'exposition, nous avons organisé une série de sept conférences scientifiques avec la participation de 17 des meilleurs spécialistes français sur les grands sujets d'actualité : imagerie médicale, ostéoporose, prothèses, greffes, développement et déclin de l'os, le mal de dos...

Le dossier spécial "L'os vivant", présenté ce mois-ci dans Réseau, met en valeur les travaux de recherche clinique orthopédique, ainsi que les études sur la croissance ou sur l'ostéoporose. La Bretagne dispose d'excellentes équipes qu'il était opportun de présenter à nos lecteurs.

Le défi de modifier la représentation que se fait le grand public de l'os, à savoir un matériau inerte, symbole de la mort, est levé. L'exposition et les conférences auront eu par ailleurs le mérite de présenter, en direct au public, une recherche particulièrement vivante. Le succès de cette action de diffusion de la culture scientifique sur un thème de santé démontre une nouvelle fois que nos visiteurs, aussi bien que nos lecteurs et auditeurs, prennent plaisir en participant à nos animations, à écouter, comprendre, lire et à s'émerveiller en dialoguant avec les médiateurs scientifiques et les chercheurs. Cela constitue un encouragement pour la tâche que nous avons à accomplir.

Au moment du passage à l'an 2000, souhaitons qu'un public de plus en plus large accède à la culture scientifique. C'est avec cette orientation que l'Espace des sciences entre dans le troisième millénaire.

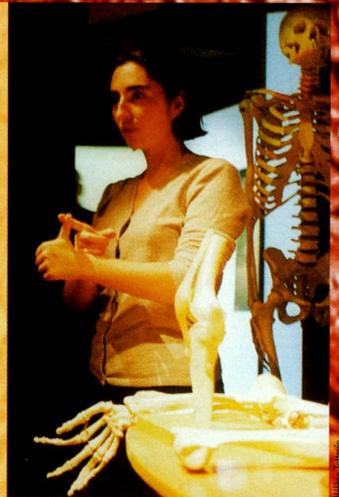
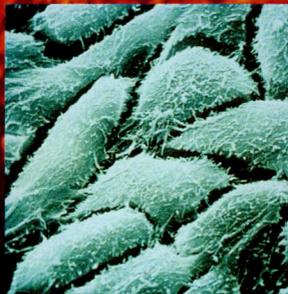
Bonne année et bonne santé ! ■

Michel Cabaret, directeur de l'Espace des sciences

L'exposition "L'os vivant" a été coproduite par l'Espace des sciences en partenariat avec la Fondation pour la recherche médicale et le Palais de la découverte.



Dossier réalisé sous la coordination scientifique de Frantz Langlais (CHU Rennes).



▲ Christelle et "Matthieu" (le squelette), animateurs de l'exposition "L'os vivant" à l'Espace des sciences, sont en pleine explication gestuelle : à quoi sert notre squelette ? "À vivre !", répondent les enfants du CE1 de l'école Villeneuve de Rennes.

# La croissance, meilleure alliée de l'os

Chacun dans leur spécialité, au CHU de Rennes, les professeurs Henri Bracq, chef du service de chirurgie orthopédique et infantile, et Pierre Rochcongar, chef du service de médecine du sport, "se servent de la faculté de l'os, tissu vivant, à se reconstruire et ils intègrent la notion de temps dans le traitement des pathologies." C'est ce que soulignait le professeur Olivier Sabouraud, neurologue et animateur de la conférence qu'organisait l'Espace des sciences le 30 novembre dernier. Regardons de plus près l'exemple de la chirurgie orthopédique chez l'enfant.

## Utiliser la croissance

Concrètement, le travail de l'orthopédiste, celui "qui remet les enfants droit", consiste à traiter les déformations morphologiques des os en pleine croissance ; celles-ci sont en effet susceptibles d'avoir des conséquences négatives pour la motricité. Bien souvent, il suffit "d'utiliser la croissance au bon moment et de façon simple pour corriger les déformations", poursuit le professeur Bracq. "Dans la mesure du possible, on utilise le temps et on évite d'avoir recours à des interventions chirurgicales qui nécessiteraient des sections osseuses." Un exemple : le "genu varum", relativement fréquent chez les enfants de 1 à 3 ans, est une déformation des membres inférieurs qui se traduit par des jambes arquées. Dans la majorité des cas, la croissance corrigera naturellement ce défaut, même s'il faut parfois avoir recours à la chirurgie.

## Fractures et "malformations vraies"

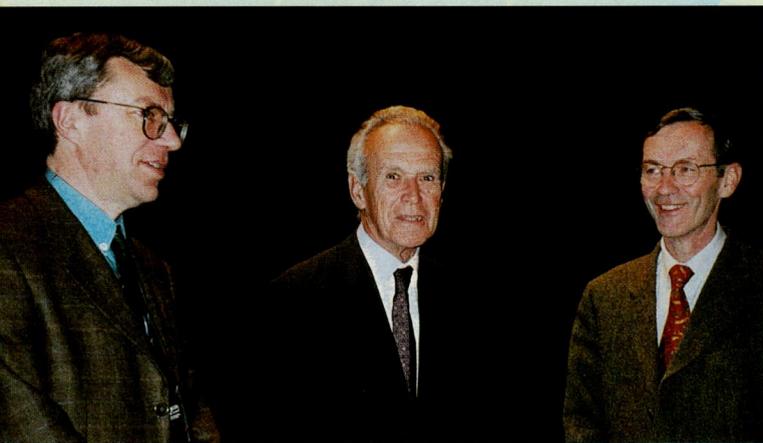
"Chez l'enfant, l'os n'est pas plus fragile que chez l'adulte, mais son activité physique souvent «désordonnée» entraîne un nombre plus important de fractures", souligne le professeur Bracq. Là encore, il faut prendre en compte l'action correctrice de la croissance. Chez les enfants, on se contente fréquemment de plâtrer, alors qu'on opère les adultes avec une plaque ou un clou. Il reste cependant nécessaire de corriger parfaitement certaines fractures chez l'enfant (fracture du coude, fracture articulaire...) avec broche ou vis, mais celles-ci ne doivent pas traverser les zones de croissances de l'os, sous peine de générer un défaut ultérieur.

Les "malformations vraies" nécessitent quant à elles un traitement plus lourd : ce sont des anomalies présentes dès le stade de

l'embryon, comme le fait d'avoir un membre plus court que l'autre. Si la différence de taille entre deux membres inférieurs peut sembler minime chez le nourrisson, il faut savoir que l'écart augmentera de façon proportionnelle. Un écart de 5 cm à l'âge adulte pourrait s'avérer très pénalisant. Il y a une solution : le chirurgien peut faire gagner quelques centimètres au membre le plus court, en sectionnant l'os puis en posant un fixateur externe qui permet d'écarter les deux extrémités. Le tissu osseux grandit alors sans défaut au niveau de la section.

## La "malformation luxante de la hanche"

La luxation<sup>(1)</sup> congénitale de la hanche est connue comme un phénomène spécifiquement breton, lié à la consanguinité importante des générations précédentes, mais aussi à de mauvaises habitudes de positionnement de l'enfant. Pour la prévenir, il n'est cette fois pas question de laisser agir la nature et la croissance. Outre les causes génétiques, cette pathologie résulte de contraintes mécaniques qui, dans l'utérus, tendent à forcer la tête fémorale hors de son "chapeau", le cotyle. Sur l'échographie du nourrisson, la malformation se traduit par un décalage entre la tête fémorale et l'aile iliaque. Il faut impérativement que ce défaut soit prévenu très tôt. Si le diagnostic est précoce (avant 4 mois) le traitement est simple, à domicile. Sinon le traitement devient très lourd : par exemple, à 6 mois, le bébé doit être hospitalisé puis plâtré, et enfin opéré vers 2 ans, opération chirurgicale qui nécessite une section du bassin. Encore une fois, la croissance de l'articulation remise en bonne position corrigera alors le défaut en 2 à 6 mois. ■ B.R.



▲ Les professeurs Henri Bracq et Pierre Rochcongar, respectivement chef du service de chirurgie pédiatrique et chef du service médecine du sport au CHU de Rennes, aux côtés du professeur Olivier Sabouraud, neurologue et animateur de la conférence.

<sup>(1)</sup> Luxation : déplacement permanent de deux surfaces articulaires qui ont perdu complètement leur rapport.

Contact ► Service de chirurgie pédiatrique du CHU de Rennes.



▲ En haut : un fixateur externe est posé sur le membre trop court, dont le fémur a été sectionné. En bas : l'os a pu grandir au niveau de la section et l'opération a permis de gagner 5 cm.

## Os réparé

# Les espoirs pour l'ostéoporose

Chef du service de rhumatologie de l'hôpital Sud à Rennes, le professeur Gérard Chalès nous livre un état des lieux de la prévention et des traitements de l'ostéoporose, cette maladie osseuse fragilisante souvent responsable de fractures chez les femmes après la ménopause.

L'ostéoporose se traduit non seulement par une diminution de la masse osseuse, mais aussi par des anomalies de la micro-architecture des os. La forme la plus courante de cette maladie est celle liée à la ménopause<sup>(1)</sup>. "Sur 10 femmes âgées de 50 ans aujourd'hui, quatre d'entre elles auront une fracture dans les 32 années leur restant à vivre." Fracture du poignet, de vertèbres, du col du fémur... Avec le vieillissement de la population et la diminution de l'activité physique, les fractures dues à l'ostéoporose seront de plus en plus nombreuses. Alors que faire, docteur ?



▲ Une alimentation riche en calcium est essentielle tout au long de la vie, car il est faux de dire qu'à partir d'un certain âge, le calcium n'est plus fixé par le squelette.

### Avant 50 ans : la prévention

L'ostéoporose primitive féminine est principalement liée à un déficit en hormones (œstrogènes), déficit se produisant naturellement à partir de la ménopause, mais de manière très irrégulière d'une femme à l'autre (voir schéma). Les facteurs intervenant sont pour 60 à 70 % d'origine génétique, ce qui exclut

toute action, mais la femme peut agir sur les 30 à 40 % de perte osseuse liée à son hygiène de vie. Cela consiste d'abord à mieux s'alimenter, pour apporter à l'organisme du calcium et de la vitamine D en quantité suffisante. Car contrairement aux idées reçues, la construction du squelette se poursuit à tout âge, même si les cellules de destruction (ostéoclastes) prennent peu à peu le pas sur les cellules de construction (ostéoblastes). Les personnes âgées sujettes à l'ostéoporose auront parfois intérêt à compléter leur alimentation par des comprimés de calcium et de vitamine D, car avec l'âge, le système digestif perd en partie sa capacité à assimiler le calcium présent dans les aliments.

L'autre règle de vie concerne la pratique d'une activité physique régulière, à tout âge : ce n'est pas à 60 ans que l'on doit commencer à pratiquer un sport, mais une heure de marche quotidienne peut suffire, si elle est régulière. Enfin, sachez que si les femmes dotées d'un excès de poids sont moins affectées par l'ostéoporose, c'est parce que leurs



L'ostéoporose se caractérise non seulement par une baisse de la masse osseuse, mais aussi par une modification de l'architecture de l'os : plaques (horizontales) plus petites, moins nombreuses, avec des trous... et piliers (verticaux) amincis. La perte osseuse est un processus normal du vieillissement, mais elle peut être aggravée par une carence en hormones sexuelles, un manque d'exercice physique, un régime alimentaire pauvre en calcium, en vitamine D et en protéines...

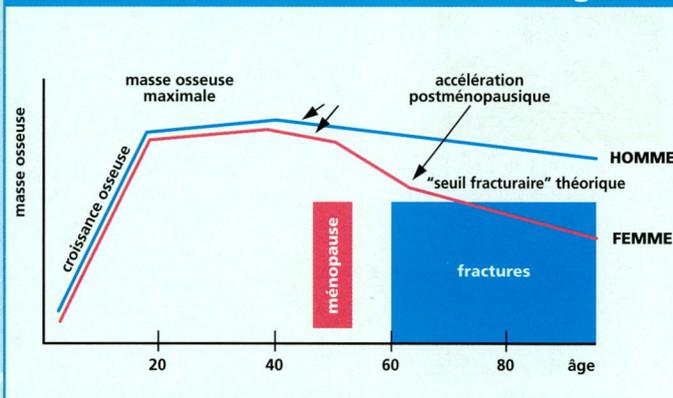
cellules adipeuses ont la capacité de synthétiser des œstrogènes.

### Après la ménopause : le traitement

"Les traitements de l'ostéoporose ont beaucoup progressé ces dernières années", constate le professeur Chalès. Les traitements non seulement stoppent la destruction (ou résorption) mais souvent même

rétablissent la masse osseuse ! Les traditionnels compléments hormonaux sont toujours d'actualité, même s'ils sont soupçonnés d'augmenter légèrement (risque relatif : 1,32 %) les risques de cancer du sein après 10 ans de traitement. Viennent ensuite les étonnants biphosphonates, proches des agents utilisés dans les lessives pour dissoudre le calcaire de l'eau : "Testés dans un premier temps pour dissoudre le calcaire tapissant les vaisseaux sanguins et traiter ainsi l'athérosclérose, ils ont surpris les chercheurs en participant nettement à la reconstruction osseuse", raconte le professeur Chalès. Enfin les tout nouveaux "simili œstrogènes", disponibles depuis novembre 1998, ont toutes les qualités des œstrogènes pour la reconstruction osseuse, mais sans aucun risque pour le sein ou l'utérus. ■ H.T.

### Évolution de la masse osseuse avec l'âge

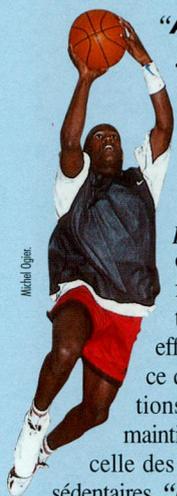


▲ La courbe de la masse osseuse montre un maximum vers 20 ans, suivi d'une lente décline régulière (homme et femme) d'environ 0,5 % par an, puis d'une chute nettement plus rapide (de 1 à 10 % par an) dans les années suivant la ménopause pour les femmes sujettes à l'ostéoporose et ne suivant aucun traitement.

<sup>(1)</sup> Il existe de multiples ostéoporoses "secondaires", liées à d'autres maladies : maladie endocrinienne, maladies du foie (dont l'intoxication alcoolique)... À Rennes, l'équipe dirigée par le professeur Chalès participe à des recherches sur les ostéoporoses liées à l'hématochromatose : très présente en Bretagne, cette affection génétique se caractérise par une surcharge de fer dans le sang.

Contact ► Professeur Chalès, tél. 02 99 26 71 40.

## La pratique sportive influe-t-elle sur la croissance ?



Michel Ogier

“Aucune activité physique n’a de conséquences tangibles sur la croissance”, affirme d’emblée le professeur Pierre Rochcongar, chef du service de médecine du sport du CHU de Rennes. Si à chaque sport semble correspondre un morphotype<sup>(1)</sup> (grands basketteurs, gymnastes fluettes...), celui-ci “est préexistant et détermine le choix de l’activité physique.” Cependant, la pratique bien encadrée d’un sport, quel qu’il soit et à tous les âges, est bénéfique pour le maintien du capital osseux. L’absence totale de stimulation physique sur les os a même un effet délétère : il y a d’abord perte de force musculaire, ce qui entraîne ensuite la perte osseuse. Les stimulations mécaniques favorisent le développement et le maintien de la masse osseuse ; on constate d’ailleurs que celle des sportifs est généralement supérieure à celle des sédentaires. “Les activités les plus efficaces sont celles qui amènent des stimulations brèves mais intenses et qui font varier les contraintes exercées sur les os (compression, traction...), comme par exemple le volley-ball ou le basket.” ■



L'Espace des sciences

## L'os vivant : une exposition vivante (voir page 23)

À l’heure où paraît ce “Réseau”, l’exposition “L’os vivant” quitte l’Espace des sciences pour laisser la place à “2 temps 3 mouvements”, une approche ludique de la physique à travers les moyens de transports. Dès le 17 janvier, “L’os vivant” reçoit un nouveau public au CCSTI (Centre de culture scientifique,

technique et industrielle) de Laval (53), jusqu’au 9 avril 2000. Elle part ensuite au Palais de la découverte à Paris, pour y être présentée de juin à septembre, avant de revenir en Bretagne à l’Espace Enfance de Vannes (56), où elle restera de janvier à avril 2001. Son périple se poursuit à Nantes (au Muséum d’histoire naturelle), qui l’a d’ores et déjà réservée à partir de mai 2001... Parallèlement, une version légère composée uniquement des panneaux et des vidéos, est mise en circulation dans toute la France, avec un tarif privilégié pour les communes bretonnes, grâce aux aides du Conseil régional et de la Confédération régionale du Crédit agricole. Les contenus ont fait l’objet de l’édition d’un cahier d’activités pédagogiques, à destination des enseignants, et restent également disponibles en version multimédia sur Internet, à l’adresse <http://www.espace-sciences.org/osvivant/index.htm> ■



Michel Ogier

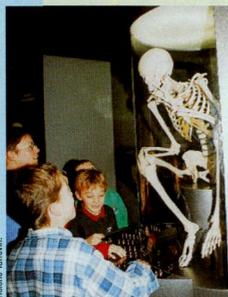


Michel Ogier

**Contact** ► Service diffusion, Frédéric Primault, tél. 02 99 31 79 10.

<sup>(1)</sup> Morphotype : catégorie dans laquelle est placé un individu d’après son physique (taille, poids...).

# Une exposition pour tout savoir



Hélène Tichemont

L’os, le squelette : ce thème anatomique aurait pu rebuter le commun des mortels, qui peut craindre que cette exposition lui renvoie l’image sinistre de sa fin proche et certaine. C’est pourtant avec un bel enthousiasme que 9 000 personnes se sont rendues à l’invitation de l’Espace des sciences, du 6 septembre au 31 décembre dernier. Les concepteurs de l’exposition<sup>(1)</sup>, comme ensuite les animateurs et le personnel d’accueil, ont tout fait pour rendre l’aura du squelette non plus macabre et terrifiante, mais vivante et riche d’enseignements.

Comme toutes les animations mises au point à l’Espace des sciences, le principe consiste à inverser les rôles “enseignant-élève” : l’animateur interroge le public de manière à lui faire comprendre ce qu’il sait déjà. À quoi sert le squelette ? Est-il vivant ou inerte ? Toute l’exposition est basée sur une série de questions simples, chacune étant énoncée et traitée sur l’un des 21 panneaux, pour lesquels

ont volontairement été choisies des couleurs claires et lumineuses (bleu des mers du Sud et cuivre), afin de “réchauffer” le sujet.

## L’os, un matériau plastique

La première partie de l’exposition nous fait découvrir le “matériau osseux”. Étudié par les techniques les plus modernes (microscope élec-



Michel Ogier



Main d’un enfant de 1 an



Main d’un enfant de 3 ans

# sur l'os

tronique, imagerie médicale...), l'os se révèle être une structure de type lamellaire, compacte à la périphérie et spongieuse à l'intérieur. Cette architecture et la nature chimique des constituants de l'os confèrent à ce matériau naturel de remarquables capacités mécaniques de résistance à la traction, à la compression et au cisaillement.

## La vie de l'os

Bien que plus grand, un adulte a moins d'os qu'un enfant (200 au lieu de 300) : en effet, au cours de la croissance, certains os comme par exemple ceux de la main, du pied ou du crâne, se soudent progressivement les uns aux autres, ce qui s'observe très nettement sur des radiographies de main de bébé, d'enfant et d'adulte (photos ci-dessous). L'os est donc vivant : deux cédéroms viennent expliquer l'un, ce qui contribue à la croissance de l'os (hormones, vitamines, calcium...) et l'autre, les règles d'hygiène et de vie qui permettront au public d'apprendre à mieux gérer son "capital osseux". Car à travers cette exposition, l'Espace des sciences comme ses deux principaux partenaires, le Palais de la découverte et la Fondation pour la recherche médicale se livrent à une véritable mission d'éducation à la santé. Les supports sont multipliés



(exposition multimédia), pour rencontrer les multiples modes d'acquisition des connaissances.

## L'os réparé

Enfin, une fois admis que l'os est vivant et donc apte à croître, à se développer, il faut hélas accepter le corollaire de cette vie : la maladie et la mort. Cette troisième partie sur le vieillissement osseux, l'ostéoporose, le cancer de l'os... attire beaucoup d'adultes, chacun étant personnellement concerné, lui-même ou dans son entourage, par l'aspect médical de l'os et du squelette. Ici, chaque maladie est exposée en compagnie de son traitement, avec une petite vidéo présentant les explications d'un médecin, ou le témoignage

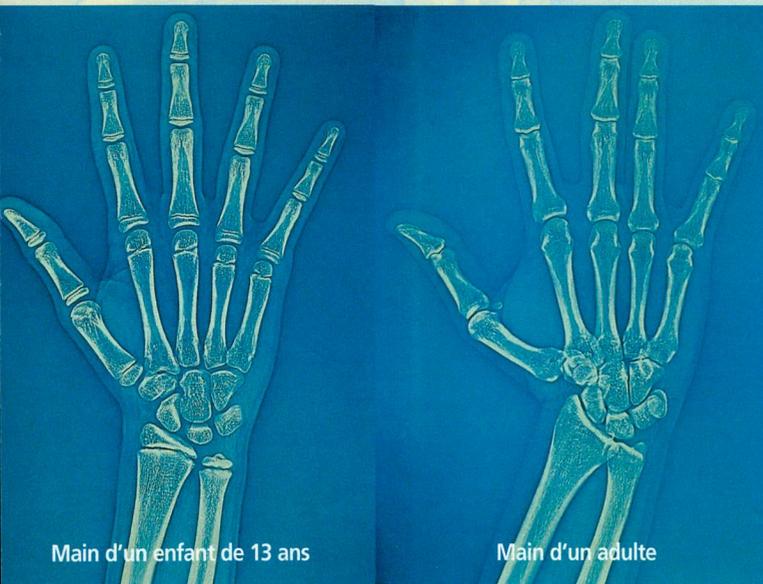
d'un patient ayant subi une greffe de l'os ou une implantation de prothèse.

Nombreux sont les visiteurs qui ont ainsi reconnu, sur une vidéo, le chirurgien à qui ils doivent d'avoir retrouvé une certaine mobilité : le professeur Frantz Langlais, qui dirige le service d'orthopédie de l'hôpital Sud à Rennes et qui dans le cadre de cette exposition, a participé à deux conférences, l'une sur le thème des prothèses, l'autre sur le thème des greffes (voir articles pages 14 et 15). ■ H.T.

<sup>(1)</sup> "L'os vivant" a été réalisée par Marie-Agnès Tran Thi Ngoc (Palais de la découverte), Frank Raffegau et Nelly Le Mée (Espace des sciences), sous la direction de Thierry Auffret van der Kemp (Palais de la découverte et Espace des sciences) et Marie-Christine Rebourcet (Fondation pour la recherche médicale).

**Contact** ► L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 20.

◀ L'examen radiologique de la main et du poignet permet aux pédiatres de suivre la maturation du squelette et de suivre "l'âge osseux" de l'enfant. En effet, le tissu osseux est opaque aux rayons X, mais pas le cartilage, qui paraît transparent sur les radios. À 1 an et à 3 ans, de larges espaces semblent séparer les os des doigts. Ils correspondent aux zones de croissance cartilagineuse et aux espaces articulaires. À 13 ans, l'os a presque totalement remplacé le cartilage. En fin de croissance, les pièces osseuses sont bien distinctes et séparées par un mince espace articulaire.



Main d'un enfant de 13 ans

Main d'un adulte

## Quelques techniques d'imagerie médicale appliquées à l'os

■ **Imagerie à résonance magnétique** : cette technique récente associe des informations sur le métabolisme à une résolution anatomique très performante.

■ **Ostéodensitométrie** : mesure la densité minérale osseuse sur la colonne lombaire et le fémur. Cette technique est très utile pour prévenir et suivre le traitement de l'ostéoporose.



▲ La main de Mme Röntgen, l'épouse de Wilhelm Conrad Röntgen (physicien allemand, 1845-1923) qui a découvert les rayons X en 1895, ce qui lui a valu l'obtention du prix Nobel de physique en 1901.

■ **Radiographie** : découverte en 1895 par Wilhelm Conrad Röntgen, c'est la plus ancienne des techniques d'observation de l'os, mais c'est toujours la plus utilisée, avec toutefois des doses d'irradiation bien moindres qu'il y a 100 ans.

■ **Scanner** : permet d'étudier la structure osseuse. Les images reconstruites en 3D autorisent une analyse des éléments squelettiques dans l'espace.

■ **Scintigraphie osseuse** : cette technique utilise les traceurs radioactifs pour la localisation des zones de croissance excessive de tissu osseux.

# Greffes d'os : ça marche... !

Qu'on évoque la notion de "greffe", et intuitivement, c'est aux greffes d'organes (cœur, poumons, rein...) que l'on songe. Et pourtant... depuis près de 20 ans, la greffe de tissu osseux a fait ses preuves, tirant parti des progrès remarquables de la chirurgie orthopédique. La greffe n'est pas seulement efficace pour certaines fractures, elle l'est aussi dans le traitement du cancer des os. Trois spécialistes, les professeurs Frantz Langlais, Dominique Poitout et Philippe Chiron ont exposé, lors d'une conférence organisée par l'Espace des sciences, les alternatives qui s'offrent aux praticiens.

“L'os est un tissu vivant qui a la faculté de se reconstruire. C'est pourquoi, chaque fois que nous pouvons utiliser une technique sans apport de greffon extérieur, nous le faisons”, assure le professeur Philippe Chiron. Si la greffe s'avère indispensable, on privilégie l'autogreffe (voir illustration). Un exemple parlant : un patient victime d'une fracture importante de l'humérus s'est vu greffer une partie de son propre péroné à la place... (il faut savoir que l'on peut très bien se passer de la partie médiane du péroné). Cependant, l'allogreffe (voir illustration) est parfois la seule alternative, notamment chez des sujets âgés.

## Une compatibilité assurée

La greffe de tissu osseux présente l'avantage de ne pas nécessiter la compatibilité tissulaire<sup>(1)</sup> entre donneur et receveur. En effet, la matrice osseuse est très bien tolérée, car elle est composée à 69% de substances inorganiques et compte peu de cellules. Le patient n'a donc pas besoin de traitement antirejet, généralement

lourd et dangereux pour la santé. “C'est pourquoi on ne greffe pas le tissu avec ses vaisseaux nourriciers”, souligne le professeur Philippe Chiron. “En somme, dans son principe, la greffe d'os reste comme l'implantation d'une prothèse, à la différence que l'os se reconstruit.” Les cellules mortes du greffon sont en effet remplacées par les cellules du receveur.

## Des besoins non satisfaits

La greffe osseuse trouve son application la plus prometteuse dans le traitement des cancers de l'os. “Au début des années 80, 9 cas sur 10 de cancers de l'os chez l'adolescent avaient une issue fatale, malgré l'amputation. Aujourd'hui, grâce à la greffe osseuse, les malades survivent près de 3 fois sur 4, et en conservant leur membre !”, avance le professeur Frantz Langlais. La greffe d'os est aussi indiquée en complément des réopérations de prothèses articulaires, car elle permet souvent d'éviter les interventions ultérieures liées à l'usure des prothèses. Malheureu-

sement, le nombre limité de greffons disponibles ne permet pas de faire face à tous ces besoins.

## L'avenir : biomatériaux et os artificiel

C'est pourquoi la recherche met aujourd'hui tous ses espoirs dans des matériaux de remplacement. Les biomatériaux donnent des résultats encourageants, comme le corail des madrépores ; on travaille aussi sur l'os de synthèse, en céramique de phosphate de calcium. Mais la solution idéale réside, dit-on, dans une “molécule inductrice”, présente naturellement dans la moelle osseuse et capable de faire repousser l'os chez le receveur. Elle existe bel et bien, et de plus, les chercheurs sont maintenant capables de la synthétiser par génie génétique. “Le plus dur reste à faire”, tempère le professeur Philippe Chiron, “il faut s'assurer de son efficacité et de son innocuité.” ■ B.R.

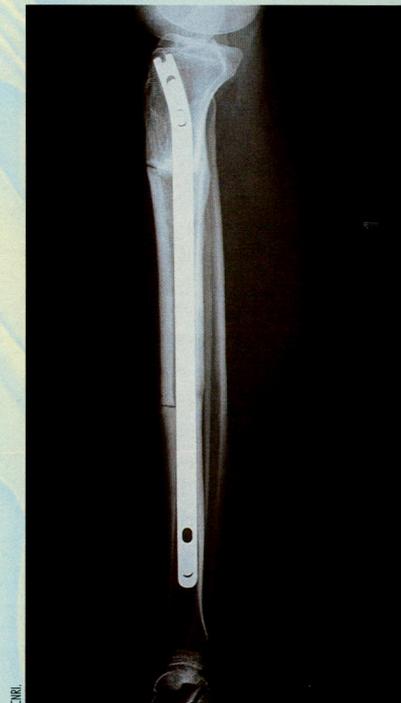
## Sécurité des greffes : on n'est jamais trop prudent...

À la différence d'organes vitaux comme le cœur ou les poumons, “le tissu osseux peut être conservé jusqu'à 5 ans sans altération, grâce à un procédé complexe de cryopréservation”, comme l'expose le professeur Dominique Poitout. Comment s'assure-t-on que les tissus conservés ne présentent pas de danger d'infection pour le receveur ? Deux cas se présentent :

- Le donneur peut être vivant ; c'est le cas pour un os comme la tête fémorale, que l'on récupère après une pose de prothèse de la hanche. Le médecin effectue alors de multiples tests bactériologiques sur le donneur.
- Mais le plus souvent, les os susceptibles d'être greffés sont prélevés en même temps que d'autres organes vitaux sur des individus en état de mort cérébrale. Pour s'assurer que le donneur ne présenterait aucune infection, on suit les sujets chez qui ont été transplantés ses organes. Les os ne pourront être greffés que si les receveurs ne présentent aucun signe d'infection passé le délai de rigueur. ■



▲ Autogreffe : type de greffe pour laquelle le greffon provient du sujet lui-même. Ici, un morceau du tibia d'une jambe a été remplacé par un morceau du péroné de l'autre jambe.



▲ Allogreffe : le greffon est prélevé sur un individu appartenant à la même espèce, mais dont l'identité génétique est différente de celle du sujet. Ici le greffon (prélevé sur un donneur) est maintenu en place à l'aide d'une plaque.



▲ Les professeurs Philippe Chiron, chef du service orthopédie de l'hôpital Rangueil de Toulouse, Frantz Langlais, chef du service orthopédie du CHU Sud de Rennes et Dominique Poitout, chef du service orthopédie de l'hôpital Nord de Marseille.

<sup>(1)</sup> Compatibilité tissulaire (ou histocompatibilité) : plus ou moins grande similitude biologique des tissus du donneur avec ceux du receveur. Pour certains organes, l'absence de compatibilité entraîne le rejet du greffon et l'échec de la greffe.

► Contact ► Frantz Langlais, chef du service orthopédie de l'hôpital Sud à Rennes, tél. 02 99 26 71 67 ou 72.



Hélène Lormeau

# Prothèses : une histoire à tenir debout

Lors de cette troisième conférence du cycle "L'os vivant" organisé par l'Espace des sciences, les professeurs Philippe Hernigou<sup>(1)</sup>, Frantz Langlais et Hervé Thomazeau<sup>(2)</sup> ont offert à un public important (plus de 300 personnes), une soirée très animée sur le thème des prothèses osseuses, avec matériel et démonstrations à l'appui.

Après quelques essais anecdotiques (premières prothèses en ivoire !) au début du 20<sup>e</sup> siècle, l'orthopédie n'émerge vraiment que dans les années 60-70. Elle suit depuis une progression constante, mais sans grande révolution. "Les premières prothèses ont des durées de vie au moins égales à celles obtenues aujourd'hui", explique le professeur Philippe Hernigou. "Même relativement lente, l'évolution des technologies et des matériaux est telle qu'une personne jeune opérée aujourd'hui a toutes les chances de pouvoir mener toute sa vie des activités professionnelles et familiales normales, à condition de se faire réopérer tous les 10 à 15 ans."

## De quoi dépend la durée de vie d'une prothèse ?

"Une prothèse est une pièce mécanique", rappelle le professeur Frantz Langlais. "Comme une pièce de voiture, elle s'use en fonction de l'usage qui en est fait. Une voiture est usée au bout de 150 000 km, une prothèse est usée au bout de 15 millions de mouvements. C'est

au patient de gérer son capital de mouvements, pour faire durer sa prothèse le plus longtemps possible." Plus une personne est âgée, moins elle est active et sa prothèse durera plus longtemps que chez un sujet jeune. Quand une prothèse est usée, il faut réopérer. "Aujourd'hui, les reprises sont presque aussi efficaces que les premières opérations."

## La prothèse en dernier recours

"Aussi au point soit-elle, l'implantation d'une prothèse ne doit être décidée que lorsqu'il n'existe aucune alternative", insiste Frantz Langlais. Pour les sujets les plus jeunes, la chirurgie réparatrice, en modifiant les surfaces osseuses, redonne une nouvelle jeunesse aux articulations défaillantes. Pour le genou, on peut injecter du liquide synovial artificiel. Mais s'il n'a d'autre choix que de se faire installer une prothèse, le patient aura intérêt à effectuer d'abord un bilan de santé complet, afin de limiter les risques d'infection. Il peut aussi être encouragé à perdre un peu de poids, pour

faciliter sa rééducation et améliorer la durée de sa prothèse en réduisant sa sollicitation.

## La hanche : une opération commune mais lourde !

Pour la mise en place d'une prothèse de la hanche, l'opération dure deux heures, pendant lesquelles la hanche est déboîtée, la tête de fémur sectionnée et le tube de l'os foré, afin d'y introduire la tige de la prothèse. Dans la cavité du bassin sera insérée une cupule en matériau plastique ou en céramique, dans laquelle viendra pivoter la tête de la prothèse. C'est surtout après l'opération que le "patient" mérite son nom, car il marchera après plusieurs semaines avec des cannes et attendra plusieurs mois pour retrouver une mobilité satisfaisante, mais toujours inférieure à la mobilité normale.

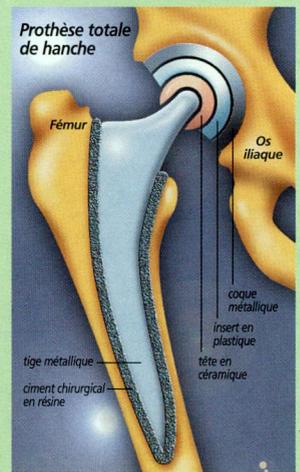
## Apprendre à vivre avec une prothèse

Après l'implantation d'une prothèse de la hanche, le patient ne retrouve qu'une mobilité partielle : les mouvements de rotation sont en particulier déconseillés, car la forme de la prothèse, beaucoup plus "ouverte" que l'articulation initiale, est propice au déboîtement de la hanche, accident postopératoire

« C'est au niveau des pratiques opératoires que les progrès sont les plus marquants ces 20 dernières années. L'hygiène est absolue (port d'un scaphandre pour éviter toute contamination), le personnel est de mieux en mieux formé, notamment les infirmières de bloc opératoire, que l'on voit ici à l'œuvre pour une démonstration en direct, lors d'une conférence-animation au Triangle à Rennes, le 16 novembre dernier.

## Le palmarès des prothèses articulaires en France

- **Prothèses de la hanche**  
Entre 50 000 poses de prothèses et 400 000 interventions sur la hanche par an (surtout des femmes).
- **Prothèses du genou**  
20 000 à 30 000 par an.
- **Prothèses de l'épaule**  
3 à 4 000 par an.
- **Prothèses du coude**  
Quelques dizaines par an.



Vincent Hélie

spectaculaire et très douloureux, même s'il est relativement bénin. Ce déboîtement (luxation) est particulièrement redouté dans les semaines qui suivent l'opération, mais il peut survenir de nombreuses années plus tard, d'où la nécessité de renoncer définitivement à certains mouvements : le patient devra toute sa vie veiller à ménager son articulation. ■ H.T.

<sup>(1)</sup> Service d'orthopédie de l'hôpital Henri Mondor à Créteil. <sup>(2)</sup> Service d'orthopédie du CHU Sud de Rennes.

**Contact** ▶ Frantz Langlais, chef du service d'orthopédie de l'hôpital Sud à Rennes, tél. 02 99 26 71 67 ou 72.

# Os... mis au clou !



Pour certaines fractures, le "plâtre" est inefficace. Le professeur Christian Lefèvre, chef du service d'orthopédie-traumatologie de l'hôpital de la Cavale Blanche de Brest, a adapté aux fractures de l'avant-bras une technique étonnante : l'enclouage. Rencontre et explications.

Le traditionnel "plâtre" couvert de signatures n'est pas près de disparaître. Dans la majorité des cas de fracture, c'est en effet le traitement le plus simple, le plus rapide et le plus efficace. Mais quelquefois, les choses peuvent se compliquer. "Lorsqu'il y a fracture", explique le professeur Christian Lefèvre, "il y a toujours œdème. Lorsque celui-ci se résorbe, le plâtre peut se mettre à «avoir du jeu» par rapport à l'os. Ce qui peut entraîner un déplacement secondaire de la fracture." Et qui dit déplacement secondaire, dit... nombreux problèmes, comme des calcs, des déformations de l'os, des déplacements secondaires des fragments avec un risque de calcs vicieux (calcs en mauvaise position)...

## Un clou dans le canal

Jusqu'aux années 80, la solution était alors de recasser l'os (sous anesthésie !), et de pratiquer une

opération chirurgicale, afin de visser dessus une plaque métallique de maintien. Une solution certes efficace, mais handicapante pour le patient et qui ne règle pas tous les problèmes. Notamment lorsque la fracture ne se consolide pas. C'est ainsi qu'il y a dix ans, le professeur Lefèvre a eu une idée très originale : au lieu de fixer la plaque à l'extérieur de l'os, il a fait pénétrer un "clou" dans le canal médullaire.

"La difficulté", explique-t-il, "était de fabriquer une pièce parfaitement adaptée à l'os à traiter, en épousant au mieux les formes et les dimensions du canal." Pour parvenir à un résultat optimum, "il a fallu choisir un alliage relativement malléable, car le canal médullaire n'est pas absolument droit. C'est ainsi que le choix s'est fixé sur l'inox médical recuit (NDLR : afin de lui donner une certaine malléabilité)". L'alliage choisi, restait à fabriquer la pièce,



mais de façon à ce qu'elle s'adapte au millimètre près à l'os à traiter. "Pour cela, nous faisons appel à une technologie d'imagerie 3D très sophistiquée, mise au point en coopération avec le Centre hospitalo-universitaire de Brest et l'École nationale supérieure des télécommunications de Bretagne (ENST). L'os à traiter est imagé numériquement avec une résolution inférieure au millimètre !"

## Une technique sans séquelle

Le clou ainsi préparé est alors inséré dans le canal médullaire de l'os, canal qui ne contient qu'une moelle grasseuse, sans rapport avec la moelle rouge, productrice d'hématies (les globules rouges), et qui se situe dans l'épiphyse. Il n'y a donc aucune séquelle de la moelle et, lorsque la fracture est parfaitement consolidée, le chirurgien peut

▲ Ces deux radios montrent, à gauche : une fracture du cubitus et à droite : sa réparation par enclouage. Souvent employé pour les fractures du fémur (cuisse) ou du tibia (jambe), l'enclouage s'applique depuis peu au traitement des fractures du cubitus et du radius (avant-bras). C'est le professeur Christian Lefèvre, chef du service d'orthopédie-traumatologie du centre hospitalier de Brest, qui a conçu ces clous spécifiques des os de l'avant-bras.

retirer l'implant métallique. Si le patient est un jeune en fin de croissance, on peut utiliser des clous télescopiques, que l'on allonge par fractions de quart de mm ! Mais, chez les sujets les plus jeunes, la technique est hélas inutilisable. Il est en effet impossible de toucher aux cartilages de croissance. ■

J.F.C.

Le clou de radius est courbe. Cela lui permet de suivre la forme naturelle du radius qu'il faut restituer lors de la réparation de la fracture, afin de permettre à la rotation de l'avant-bras (pronosupination) de s'effectuer correctement.



CHU Cavale Blanche.

## L'enclouage : une technique d'avenir

**Réseau :** Combien d'enclouages pratiquez-vous chaque année ?

**Christian Lefèvre :** Entre 150 et 200 par an, tous os longs confondus (NDLR : humérus, radius, cubitus, tibias, péroné, fémur).

**Réseau :** Cette technique n'est-elle pas coûteuse ?

**C.L. :** Bien sûr, cela coûte plus cher qu'un plâtre... Mais, grâce à l'enclouage, nous évitons les calcs vicieux et les pseudarthroses (mobilité persistante et anormale d'une fracture qui ne se consolide pas) et nous réduisons beaucoup les déviations angulaires de l'os. Ce qui signifie que les patients qui auraient connu ces séquelles autrefois, ne les connaissent plus aujourd'hui. C'est donc une nette amélioration de confort pour le patient.

**Réseau :** Comment voyez-vous le développement de cette technique ?

**C.L. :** Les clous sont très au point maintenant. Je pense que le vrai développement résidera dans l'imagerie 3D et 4D (NDLR : qui analyse le mouvement). En effet, je ne vous dirai pas la quantité de surprises désagréables préopératoires, lorsque le chirurgien découvre que les os sont en réalité plus abîmés que ne l'avait fait imaginer l'imagerie classique (scanner, radiologie). Cela est particulièrement vrai pour les hanches qui ont reçu des prothèses, lorsque ces dernières se sont déplacées dans le bassin ou le fémur ! Grâce à l'imagerie 3D, on parvient à reconstituer en résine des bassins, au millimètre près, ce qui nous permet de savoir exactement, par exemple, quelle quantité d'os nous allons devoir prélever sur le patient, pour reconstituer les parties abîmées de la hanche. Dans ce domaine, il y a des progrès fantastiques qui vont être réalisés ! ■



CHU Cavale Blanche.

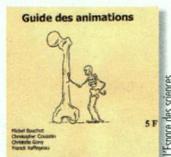
◀ Le clou de cubitus est droit. Cependant, il peut se déformer lors de sa mise en place pour épouser la forme interne de l'os. Très

ingénieux, ce clou permet de rapprocher deux fragments d'un os fracturé pour comprimer la fracture et accélérer la réparation. Mais il permet aussi d'allonger le cubitus si une maladie particulière le nécessite.

**Contact** ▶ Professeur Christian Lefèvre, tél. 02 98 34 78 74.

# Pour en savoir plus

## À lire...



- **Guide des animations**
- **Cahier d'activités pédagogiques**
- **Que sais-je ? Le mal de dos**  
par Jean-Marie Maigne  
(Éd. Presses universitaires de France)

■ **L'arthrose**  
par le docteur Jason Théodosalis  
(Éd. De Fallois)

■ **Le squelette et le mouvement**  
collection "Le corps humain", 48 p.  
(Éd. Gamma - École active)

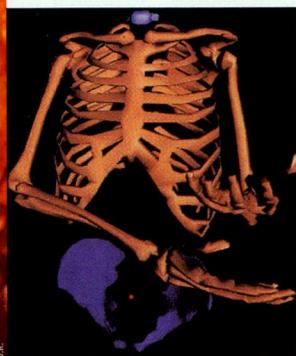
■ **Livre de poche de rhumatologie**  
collection Médecine Science  
(Éd. Flammarion)



■ **De l'os au squelette**  
collection "Les yeux de la découverte",  
64 p., 85 F,  
(Éd. Gallimard)

## Cédéroms

■ **La leçon d'anatomie**  
par l'Inserm, bibliothèque nationale de France (BNF)

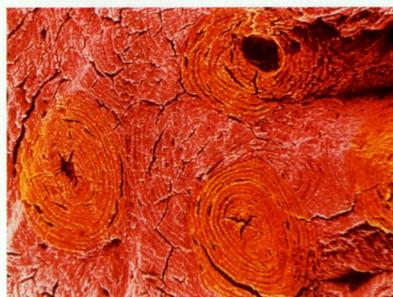


■ **Histoire d'os**  
présente les mouvements du squelette, au travers de l'étude de la forme et de la fonction des os et des articulations. Disponible sur demande à l'ENST Bretagne,

il est réalisé par l'Espace des sciences et le Latim (Laboratoire de traitement de l'information médicale à Brest).

**Contacts** ▶ Valérie Burdin, ENST Bretagne, tél. 02 98 00 11 04 ou Hélène Tattevin, l'Espace des sciences, tél. 02 98 35 28 22.

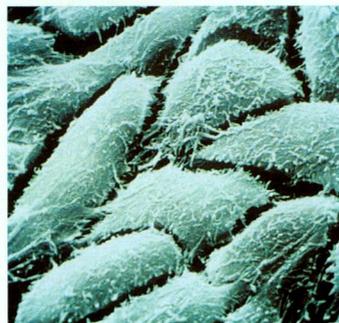
## Glossaire



ONR Paris

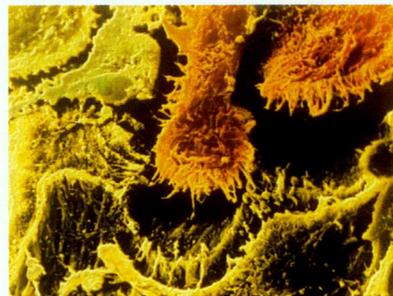
■ **Os compact**  
Dur et dense, il se situe à la périphérie des os et se compose de couches concentriques de lamelles et de cellules osseuses, autour de canaux par lesquels passent les vaisseaux sanguins et les fibres nerveuses.

■ **Os spongieux**  
Situé au centre des os, l'os spongieux se caractérise par un treillis de travées minces et irrégulières.



IBTD - Saint-Etienne

■ **Ostéoblaste**  
Cellules spécialisées assurant le renouvellement du tissu osseux. Les ostéoblastes édifient la matrice protéique osseuse (fibres de collagène) et assurent la formation du cristal osseux de phosphate de calcium (microscopie électronique à balayage).



ONR

■ **Ostéoclaste**  
Les ostéoclastes creusent des lacunes et détruisent l'os (microscopie électronique à balayage).

## Quelques sites web sur le thème de l'os

■ Le site de l'exposition "L'os vivant" :  
<http://www.espace-sciences.org/osvivant/index.htm>

■ Le squelette humain expliqué aux enfants :  
<http://www.clparc-beauvais.fr/Serveur/ESANTE/Enfants/Lesos/Anat.htm>

■ Diapositives de tissu osseux :  
<http://www.medvet.umontreal.ca/histologie/Toss/cadres7.htm>

■ L'association pour la promotion de l'informatique et de la communication en médecine :  
<http://www.intermedic.org>

■ L'organisation mondiale de la santé :  
<http://www.oms.ch>

■ La Fondation pour la recherche médicale :  
<http://www.frm.org>

■ L'Institut national pour la santé et la recherche médicale (Inserm) :  
<http://www.inserm.fr>



Vincent Hélye

## Du côté des entreprises



De gauche à droite : René Troalain, président de la technopole, la styliste Sophie Colnet et Jean-Philippe Lenclos.

### ● Un petit déjeuner de bon goût

Quimper (29) : Invités par la technopole Quimper-Cornouaille à l'hôtel Novotel, quelque 75 chefs d'entreprise de Bretagne sud ont suivi avec beaucoup d'intérêt les démonstrations de Sophie Colnet (styliste à Pont-l'Abbé) et de Jean-Philippe Lenclos (Atelier 3D Couleur), sur l'usage des couleurs et des matières dans le monde industriel. Qu'il s'agisse d'urbanisme ou de produits, couleurs et matières sont des valeurs d'attrait sur lesquelles se penchent les plus grands groupes de l'automobile, de l'électroménager et des autres secteurs de la consommation.

► Rens. : Michelle Jequel-Mignon, tél. 02 98 10 02 00, <http://www.tech-quimper.fr>

### ● STMicroelectronics se développe



Rennes : Afin de satisfaire la demande croissante en circuits intégrés mixtes destinés aux marchés des télécommunications, de l'automobile et de l'informatique, l'entreprise STMicroelectronics a décidé d'augmenter de 30 % ses capacités de production. Cette démarche donnera lieu à la création de 30 postes supplémentaires, afin de porter l'effectif du site à plus de 550 personnes.

► Rens. : Christine Léonard, tél. 01 47 40 77 57.

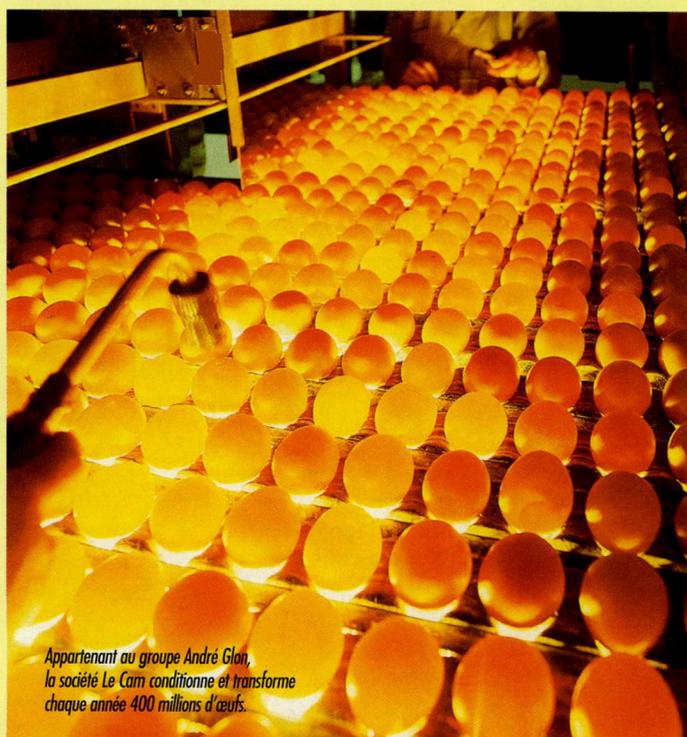
### ● Contribution au développement des entreprises bretonnes

Rennes : Bretagne Innovation s'est lancé dans une nouvelle mission, celle d'aider les entreprises à accéder à des sources de financement privé pour leurs projets d'innovation. Ce service sera gratuit pour les entreprises.

► Rens. : Bretagne Innovation, tél. 02 99 67 42 00.

### ● Créations d'entreprises : la Bretagne en bonne santé

Selon l'Insee, la Bretagne a enregistré 2 700 créations d'entreprises au cours du troisième trimestre 1999 (1 361 créations pures ; 671 reprises ; 668 réactivations), contre 2 631 durant la même période de



Appartenant au groupe André Glan, la société Le Cam conditionne et transforme chaque année 400 millions d'œufs.

### ● Le Cam lauréat du prix Acanthe 99

Lannion (22) : Le 3 novembre dernier, le président du Conseil régional de Bretagne, Josselin de Rohan, a remis à l'entreprise de production d'œufs Le Cam de Naizin (56), le prix Acanthe, prix mis en place par la Caisse régionale d'assurance maladie (Cram) pour récompenser les actions de prévention des risques professionnels. Le jury a accordé un prix spécial aux établissements Gueguen (meunerie) situés à Malestroit (56). L'après-midi a été animé par un débat sur le thème de "La conduite de projet en construction neuve".

► Rens. : Ghislaine Le Roux, Cram, tél. 09 99 26 70 20.

1998, et 2 760 en 1997. La Bretagne s'affiche donc 10<sup>e</sup> sur les 22 régions en progression de créations.

► Rens. : Insee Bretagne, tél. 02 99 29 33 33.

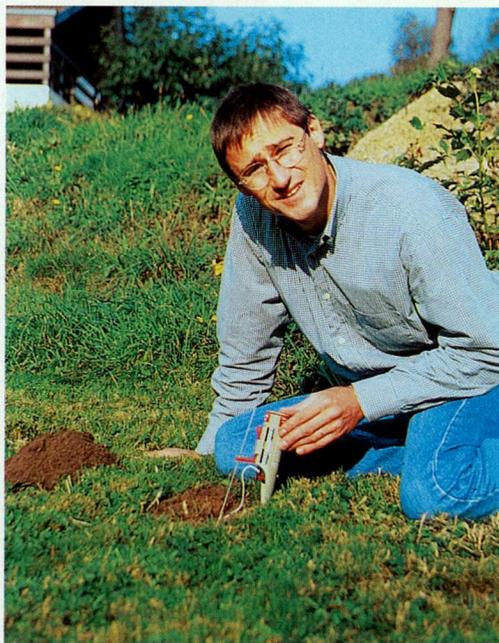


La société brestoise Océalys a choisi trois partenaires japonais pour développer son activité.

### ● Océalys en pleine expansion

Brest : Le 26 novembre dernier, la société Océalys, spécialisée dans la cosmétologie et la diététique marines, a signé une convention avec trois sociétés japonaises (Chifure, Aquamer et Toa Kasei, qui apportent 18 % de capitaux), ainsi qu'avec la société islandaise Blue Lagoon (qui apporte 5 % de capitaux). Une usine de 2 000 m<sup>2</sup> sera bientôt construite à côté de l'actuel siège d'Océalys et devrait être opérationnelle en septembre 2000.

► Rens. : Fabienne Bredin-Le Foll, tél. 02 98 05 25 36.



### ● Far Ouest au secours des inventeurs

Louannec (22) : En commercialisant le "détauteur" inventé par son père, Christophe Milon s'est trouvé confronté aux problèmes de la fabrication de série et de mise en valeur d'une invention. Il a donc créé Far Ouest, afin d'aider les inventeurs à mobiliser des financeurs, industriels, et distributeurs autour d'un nouveau produit, avant de prendre en charge sa commercialisation. L'idée de Far Ouest a enthousiasmé deux prospecteurs de Présence Bretagne, ce qui a permis à Christophe Milon de bénéficier d'une prestation technologique Réseau.

► Rens. : Christophe Milon, tél. 02 96 91 28 65, [Christophe.milon@farouest.com](mailto:Christophe.milon@farouest.com)

◀ Inventé par le père de Christophe Milon, le "détauteur" élimine les taupes par déflagration.

## Les échos de l'Ouest



### ● 17 déc./Passport Bretagne pour entreprendre

Rennes : Gérard Pourchet, vice-président du Conseil régional de Bretagne chargé de l'enseignement, et Jean-Luc Le Douarin ont remis les "passports Bretagne pour entreprendre" aux 52 lauréats de la promotion 1999/2000. Ce passeport est un visa pour des jeunes engagés dans les études longues, aux moyens financiers limités, soucieux de créer une entreprise.

► Rens. : Catherine Mallevaës, tél. 02 99 27 13 56.

## Du côté des laboratoires

### ● Un pack de l'innovation



Rennes : Bretagne innovation vient d'éditer un cédérom de présentation des centres d'innovation technologique bretons. La démarche d'innovation est expliquée par de nombreux témoignages, sous forme de courtes séquences vidéos. Quant à la présentation des centres d'innovation, elle est à chaque fois illustrée par des exemples de réalisations dans tous les secteurs clés de l'économie bretonne : les productions animales, les biotechnologies, la valorisation des produits de la mer... Un grand bravo aux réalisateurs de cet outil à la fois convivial et précieux par les informations qu'il fournit !

► Rens. : Adeline Oziel, tél. 02 99 67 42 03.

### ● Une échelle de la douleur

Saint-Brieuc (22) : À l'occasion de la journée régionale sur la douleur et les soins palliatifs le 16 novembre dernier, Loïc Revillon, gériatre au

centre hospitalier de Saint-Malo, a présenté Dolopus 2, un outil destiné à l'évaluation de la douleur chez les personnes âgées non communicantes.

► Rens. : Loïc Revillon, tél. 02 99 21 21 21.



Jacques Villain a reçu le premier Prix "grand public" pour "À la conquête de la Lune".

### ● Le prix Roberval 1999

Compiègne (60) : Remis le 2 décembre dernier par le Conseil général de l'Oise et l'université de technologie de Compiègne, ce prix francophone a récompensé les meilleurs livres et autres œuvres de la communication en technologie :

#### Prix "grand public" :

Jacques Villain ("À la conquête de la Lune") et Ariane Mallender ("Écrire pour le multimédia").

#### Prix "enseignement public" :

Claude Flanzky ("Oenologie : fondements scientifiques et technologiques"), Michel Pappaz, Michel Bellet, Michel Deville ("Modélisation numérique en science et génie des matériaux"), Jean-Claude Geffroy et Gilles Motet ("Sûreté de fonctionnement des systèmes informatiques").

#### Prix télévision :

Mario Masson, Yves Lévesque ("Hibernia, la merveille de la mer").

#### Prix multimédia :

Georges Charpak, Bella Bouaziz, Coco Djossou, Robert Germinet, Josiane Hamy, Yves Janin, Ludovic Klein, Carl Rauch, Alain Schmitt, Henri Verdier ("L'eau dans la vie quotidienne : la main à la pâte"), André Sippel ("CD2i : cours de dessin interactif").

► Rens. : Prix Roberval, tél. 03 44 23 43 58.

## Du côté d'Internet

### ● Crosciences fête son 1<sup>er</sup> anniversaire



Crosciences est un portail mensuel faisant le tour des sites scientifiques présentant un intérêt pédagogique. Destiné aux professeurs comme aux élèves, il comporte une liste des articles parus récemment au bulletin officiel dans le domaine de l'enseignement, ainsi qu'un choix de sites sélectionnés pour leur valeur pédagogique, dans les quatre rubriques mathématiques, sciences physiques, sciences naturelles et technologies. Le n° 12 de décembre 1999 propose par exemple des tests de mathématiques et un site sur le "nombre d'or", ainsi qu'un très beau site canadien sur la forêt virtuelle.

► Rens. : <http://www.franco-science.org/crosciences>

### ● Altema.com

Soutenu par la Commission européenne, [www.altema.com](http://www.altema.com) est un site réalisé par Resis, le réseau d'informations stratégiques créé par les chambres de commerce et d'industrie pour informer les entreprises sur les tendances et les marchés. Outre de nombreuses informations pratiques (flash info), Altema propose plusieurs dossiers interactifs sur des thèmes très actuels : le sport, la "génération X" (jeunes adultes entre 20 et 30 ans aujourd'hui), l'alimentation-santé, le commerce électronique...

► Rens. : <http://www.altema.com>

### ● Les professions libérales sur Internet

Depuis le 14 décembre dernier, les 1,3 million de personnes exerçant une profession libérale peuvent accéder au site de l'Association pour la promotion de l'Internet pour les professions libérales (APIPL). C'est le premier site en France de ce type.

► Rens. : Thierry Bouchard, tél. 08 26 80 03 04, <http://www.infosud.com/apipl>

## Du côté de l'Europe



Le Centre relais innovation (CRI) de Bretagne, Basse Normandie et Pays de la Loire informe qu'un industriel espagnol recherche une technologie d'emballage pour améliorer la conservation des figes fraîches (réf. 991012B). Une société italienne a développé un aliment liquide pour porcelet facilitant le passage du lait maternel à l'aliment en poudre (réf. 991025E). Un centre technique israélien propose une méthode pour augmenter la production d'antioxydant à partir de micro-algues (réf. 991111H).

### ● Aider les innovateurs à exploiter leurs résultats de recherche

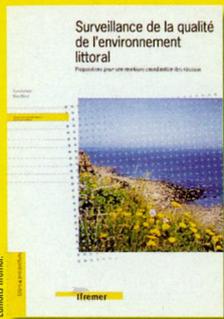
Afin que les chercheurs européens prennent conscience de l'importance de leurs droits de propriété intellectuelle (DPI), la commission européenne a récemment créé un bureau d'assistance DPI, dont l'objectif est d'aider les innovateurs à tirer le meilleur parti de leur travail.

► Rens. : Centre relais innovation, tél. 02 99 67 42 00.

**Vous souhaitez faire connaître votre entreprise, vos travaux de recherche, vos innovations ?**  
Contactez-nous pour paraître dans le prochain Réseau !

Tél. 02 99 35 28 22, fax 02 99 35 28 21,  
e-mail [lespace-des-sciences@wanadoo.fr](mailto:lespace-des-sciences@wanadoo.fr)

● **Surveillance de la qualité de l'environnement littoral : proposition pour une meilleure coordination des réseaux**



Ce manuscrit fait le bilan de la surveillance actuelle, positionne les différents réseaux et zonages existants sur un ensemble de cartes en couleurs. Il met l'accent sur la nécessité d'une optimisation et d'une coordination des réseaux, par l'élaboration d'un référentiel géographique reconnu par tous les acteurs.

Éditions Ifremer, 76 pages, 120 F.  
► Rens. : Marc Morel, tél. 02 98 02 34 12.

● **Aquaculture et environnement : réglementation des élevages de poissons**

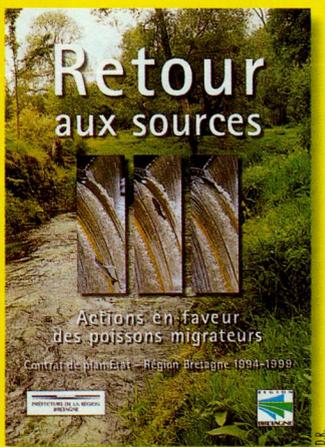


Ce livre résume les principales conclusions issues de communications et de débats sur : le constat d'une maîtrise de plus en plus grande de l'aquaculture et de son impact sur l'environnement, un effort de réflexion sur une meilleure insertion de l'aquaculture dans l'aménagement du littoral, le besoin d'information au niveau local et régional, et, enfin, des pistes d'action tant pour la recherche que pour la réglementation. Cette synthèse est suivie par quinze communications regroupées par thèmes : cadre technique, économique et réglementaire ; aquaculture et aménagement du littoral ; prévention et contrôle de l'impact sur l'environnement ; expérience des principaux pays producteurs européens.

Éditions Ifremer, 188 pages, 180 F.  
► Rens. : Éditions Ifremer, tél. 02 98 22 40 13.

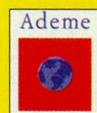
● **Retour aux sources**

Rennes : Dans le cadre du contrat de plan 1994-1999, l'État et la Région, en association avec de nombreux partenaires, ont voulu renforcer leurs actions en faveur des poissons migrateurs en éditant un document technique, afin de présenter les acteurs et les différents volets de ce programme, et de mieux faire connaître les réalisations financées dans ce cadre.



► Rens. : Guillaume Lesage, Conseil régional, tél. 02 99 27 10 10.

● **Économies d'énergie avec l'Ademe**



Rennes : L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) vient de publier le "Guide de la famille Econocroc'h", destiné au grand public. Grâce à ce petit manuel très bien fait, il est possible de réaliser jusqu'à 40 % d'économies d'énergie par an !

► Rens. : Ademe, tél. 02 98 85 87 00.

Expositions

● **La culture scientifique au pays de Lorient**

Lorient (56) : La Sellor gère les trois équipements de loisirs du pays de Lorient : Odyssaum (espace de découverte du saumon sauvage), *Thalassa* (navire de découverte de l'océanologie) et le Haras national d'Hennebont (espace de découverte du cheval en Bretagne). Elle propose chaque mois un programme d'animations.



En janvier :

Dimanche 16 janvier à la *Thalassa* : animation "initiation météo" pour les enfants ; dimanche 23 janvier à Odyssaum : M. Dessaigne de la société Ragot viendra faire une démonstration de montage de mouche ; samedi 29 janvier au Haras d'Hennebont : dressage humoristique de chevaux. Dimanche 30 janvier au Haras d'Hennebont : retransmission du Grand Prix d'Amérique.

► Rens. : Karine Devillard, Sellor, tél. 02 97 65 43 21.

● **Jusqu'au 14 janvier 2000/ Au musée des télécommunications : Les télécoms et la philatélie**



L. Combal/France Télécom.

Pleumeur-Bodou (22) : Cette exposition présente

une vingtaine de collections : 870 feuilles de timbres racontent le télégramme, la TSF, les radioamateurs, la radiodiffusion, les télécoms par satellite... Elle a été réalisée par l'union des philatélistes et télécartistes de La Poste et France Télécom de Bretagne, associée aux Amis du musée. Pour commémorer l'événement, une télécarte est tirée à 100 000 exemplaires.

► Rens. : Bernard Charmentray, tél. 02 96 46 63 88, <http://www.musee-des-telecommunication-sasso.fr/>

● **Jusqu'au 31 janvier 2000/ Le savoir est dans le pré**



Écomusée du pays de Rennes.

Rennes : Réalisée par l'écomusée, centre d'interprétation de l'histoire de l'agriculture et du monde rural, cette exposition raconte la lente structuration du système de formation agricole, depuis l'ouverture de l'école d'agronomie de Gros Malhon, à Rennes en 1832. C'est aussi l'occasion de retracer l'évolution des rapports entre l'homme, l'animal domestique, le monde végétal cultivé et les changements qui ont affecté notre société et déterminé l'évolution rurale de notre pays.

► Rens. : Alison Clarke, tél. 02 99 51 38 15.

● **Ouverture en mars 2000/ Haliotika**



Le Guilvinec (29) : En partenariat avec les acteurs de la filière pêche, la ville du Guilvinec a décidé de se doter d'un espace de découverte et d'interprétation de la pêche en mer. Cet espace d'exposition novateur sera le lieu privilégié pour comprendre, sentir et vivre le métier de marin-pêcheur, ainsi qu'un lieu de promotion des entreprises de la filière pêche et des produits de la mer.

► Rens. : Philippe Gredat, tél. 02 98 58 28 38.

Formation

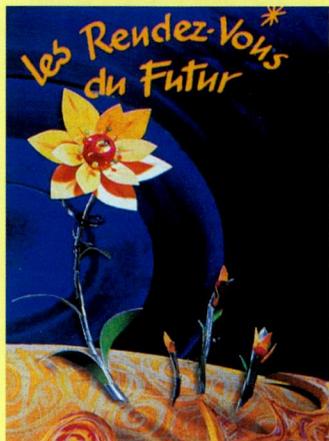
● **Un IUT à Pontivy**

Pontivy (56) : Bernard Baucher, PDG de Linpac Plastics, ainsi que Michel Houdebine, PDG de Houdebine SA, président de Loudéac-Pontivy Plus, ont présenté le contenu du nouveau département d'IUT (Institut universitaire technologique) de Pontivy : Génie chimique-génie des procédés : option "Bio-procédés". Gilles Prado, responsable du projet, est désormais affecté à l'UBS (Université Bretagne sud).

► Rens. : Agnès Loin, tél. 02 98 63 43 17.

## Conférences

### À l'université Rennes 1



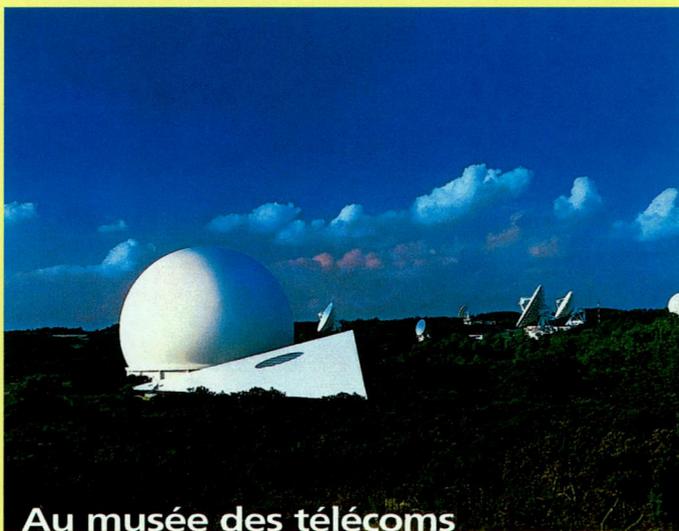
● **Les rendez-vous du futur**  
Pour la quatrième année consécutive, l'université Rennes 1 organise "Les rendez-vous du futur" : cycle de conférences pour mieux comprendre les mutations d'aujourd'hui et les enjeux de demain, face à l'évolution des technologies, à la mondialisation de l'économie et à l'accélération des avancées scientifiques et techniques.

● 31 janv./  
**Les médicaments du futur**  
Rennes : L'université Rennes 1 organise une conférence avec Pierre Potier, pharmacien, médaille d'or du CNRS 1998, en partenariat avec la Chambre de commerce et d'industrie de Rennes. Elle se déroulera à 18h30 à la faculté de droit et de science politique, entrée libre.

► Rens. : Clarence Cormier,  
tél. 02 99 25 36 11.

**Vous organisez une conférence, un colloque, une exposition ou une formation scientifique ? Vous souhaitez faire connaître vos travaux de recherche, vos innovations ?**  
**Contactez-nous pour paraître dans le prochain Réseau !**

Tél. 02 99 35 28 22,  
fax 02 99 35 28 21,  
e-mail [lespace-des-sciences@wanadoo.fr](mailto:lespace-des-sciences@wanadoo.fr)



### Au musée des télécoms

● Jusqu'à mai 2000/NTIC : nouveaux usages, nouveaux métiers  
L'IUT de Lannion, le Critt Électronique, la technopole Anticipa, l'ENST Bretagne et le musée des télécommunications de Pleumeur-Bodou organisent un cycle de 6 séminaires scientifiques, de décembre 1999 à mai 2000, sur le thème : Nouvelles technologies de communication : nouveaux usages ? nouveaux métiers ?

● 20 janv./Télévisions locales et de pays

Pleumeur-Bodou (22) : Le musée des télécommunications propose une conférence sur les mutations et développements technologiques des télévisions régionales, d'une région européenne à l'autre. Guy Pineau, chercheur à l'Institut national de l'audiovisuel (INA), interviendra au cours de cet après-midi, qui sera animé par Philippe Dupuis du Critt Électronique.

► Rens. et inscriptions : Sylvie Brichet, tél. 02 96 05 82 50,  
<http://www.technopole-anticipa.com>

## FORMATION CONTINUE

**ENSSAT**



UNIVERSITÉ DE RENNES 1

UNE ÉCOLE D'INGÉNIEUR  
VOUS OUVRE SES PORTES...

## INGÉNIEUR ENSSAT

Diplôme d'ingénieur dans l'une des 3 filières suivantes :

- Electronique et Informatique Industrielle (EII)
- Logiciel et Système Informatique (LSI)
- Optronique

Formation ouverte aux techniciens ayant au moins 3 ans d'expérience professionnelle

- Cycle préparatoire à temps partiel adapté à chaque candidat
- Cycle terminal à plein temps : 15 mois de formation + un stage long en entreprise

<http://www.enssat.fr>

**CONTACT**

**Claudine LEGRAND tél. 02 96 46 66 33**

## Rennes Atalante et l'Espace des sciences signent une convention



Le président de la technopole Rennes Atalante, Jacques de Certaines, et le président de l'Espace des sciences, Paul Tréhen, viennent d'unir leurs deux structures de promotion et d'animation des sciences et des technologies. La convention signée ce mardi 14 décembre tend à formaliser les synergies existantes entre la technopole rennaise, qui représente aujourd'hui quelque 6 000 emplois répartis dans 121 entreprises, et l'Espace des sciences, qui met au service de la technopole son expérience en matière d'information, de vulgarisation et d'animation scientifique.



Parmi les nouvelles actions envisagées par la convention, citons la réalisation systématique, à chaque nouvelle exposition présentée à l'Espace des sciences, d'un panneau présentant les entreprises de Rennes Atalante concernées par le thème de l'exposition. Citons également l'offre d'un abonnement de découverte de 6 mois à la revue Réseau pour chaque nouvelle entreprise qui s'implante sur le site.

► Rens. : Magali Colin,  
tél. 02 99 35 27 71,  
<http://www.espace-sciences.org>  
► Rens. : Corinne Bourdet,  
tél. 02 99 12 73 73,  
<http://www.rennes-atalante.fr>

## Colloques

# “Villes d’avenir Villes pour tous”

● Du 18 au 22 janv./**Des villes d’avenir, des villes pour tous**

Rennes : L’Office social et culturel Rennes organise, en collaboration avec de nombreux partenaires dont la ville de Rennes, les premières rencontres régionales des villes et des agglomérations bretonnes. Cet événement aura lieu à la maison du Champ-de-Mars et traitera du développement durable des villes, sans compromettre les capacités des générations futures, à répondre à leurs propres besoins.

► Rens. : Cécile Sourice, tél. 02 99 85 89 52.

● 19 et 20 janv./**Les gestions locales de l’eau**

Rennes : Proposé par la Région Bretagne, en partenariat avec le réseau Ideal (Information sur le développement de l’environnement et de l’aménagement local), l’Agence de l’eau ainsi que la ville de Rennes, ce salon se tiendra au parc des expositions. Son objectif est de mettre en place un véritable lieu de rencontres et d’échanges, sur la thématique de l’eau, pour les collectivités et leurs partenaires.

► Rens. : M. Advocat, tél. 01 45 15 09 09.

● Du 20 au 22 janv./

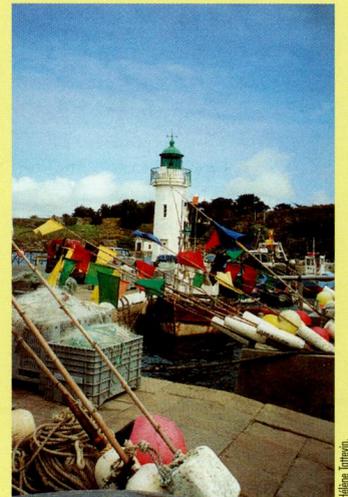
**Azimit**  
Brest : Les responsables des lycées

et des Centres d’information et d’orientation du Finistère s’associent pour organiser Azimit qui se tiendra au parc de Penfeld. Ce salon a pour but d’informer les lycéens sur les différentes formations et orientations professionnelles par le biais de rencontres avec des enseignants du supérieur, des étudiants, des professionnels ainsi que des chefs d’entreprises.

► Rens. : Yves Jullien, tél. 02 98 44 31 74.

● Du 3 au 5 fév./**Le patrimoine culturel et la mer**

Nantes : Le groupe de recherche sur le droit du patrimoine culturel et naturel, composé de l’université de Paris sud et de l’université de Nantes, organise un colloque inter-



national sur les aspects juridiques et institutionnels du patrimoine culturel et de la mer. Ce colloque se tiendra dans l’amphithéâtre D de la faculté de droit.

► Rens. : Fabienne Leroy, tél. 02 40 20 65 06.

● Du 10 au 12 fév./**Salon du lycéen et de l’étudiant (11<sup>e</sup> édition)**

Rennes : Situé au parc des expositions, ce salon est une bonne occasion pour s’informer sur les filières et formations de l’enseignement supérieur, ainsi que sur les débouchés et métiers correspondants.

► Rens. : Mme Mazureau, tél. 02 99 36 37 37.



Pour découvrir Réseau,  
chaque mois, c’est facile...  
**Abonnez-vous !**

**2 ANS (22 numéros)**

**1 AN (11 numéros)**

**Tarif normal**

**360 F** au lieu de **440 F\***  
soit **4 numéros gratuits**

**200 F** au lieu de **220 F\***  
soit **1 numéro gratuit**

**Tarif étudiants** (joindre un justificatif)

**180 F** au lieu de **440 F\***  
soit **13 numéros gratuits**

**100 F** au lieu de **220 F\***  
soit **6 numéros gratuits**

**Tarif étranger ou abonnement de soutien**

**500 F**

**300 F**

\*prix de vente au numéro.

**BULLETIN D’ABONNEMENT**

**OUI, je souhaite m’abonner à Réseau**

**1 AN**     **2 ANS**

Tarif normal

Tarif étudiant (joindre un justificatif)

Tarif étranger ou abonnement de soutien

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Organisme/Société \_\_\_\_\_

Secteur d’activité \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

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

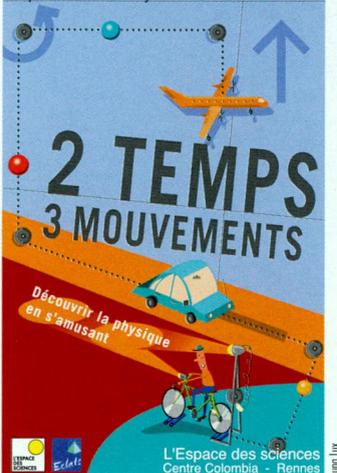
Tél. \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

Je désire recevoir une facture

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

## Exposition

Exposition du 10 janvier au 8 avril 2000

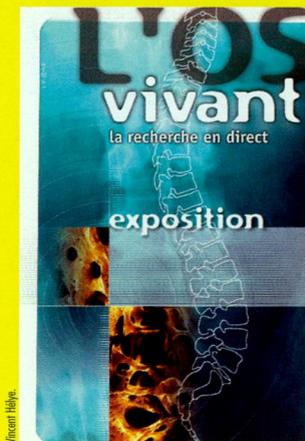


● Rennes, Colombia, du 10 janvier au 8 avril/  
**2 temps, 3 mouvements**

Rennes : L'Espace des sciences présente sa nouvelle exposition intitulée "2 temps, 3 mouvements : découvrir la physique en s'amusant". Cette exposition permet de comprendre comment un avion vole, comment les fusées sont propulsées ou quel est le principe de la roue. L'Espace des sciences vous invite à découvrir ces principales lois physiques et les liens que l'on peut établir entre force, énergie et mouvement. Cette exposition est réalisée par l'Espace culturel lyonnais d'animation technologique et scientifique (Eclats).

► Rens. : L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 28, <http://www.espace-sciences.org>

## Exposition itinérante

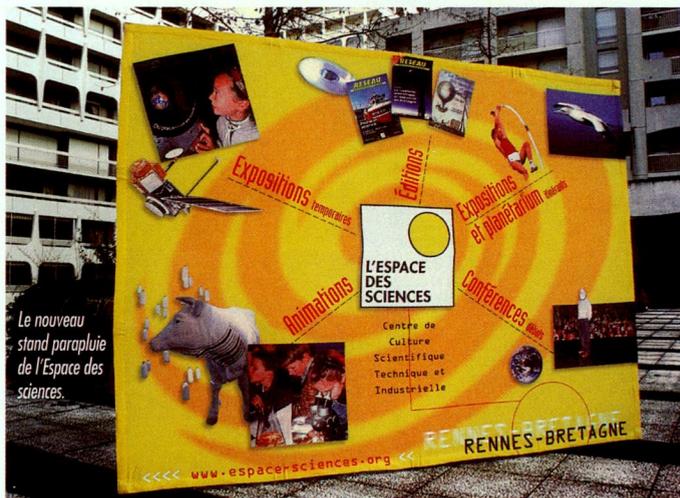


### ● L'os vivant

Notre squelette, alliance du minéral et de l'organique, est l'objet d'un processus ininterrompu de formation et de destruction osseuses. Ce n'est pas une charpente inerte. Ne nous fions donc pas à son apparence : l'os est bien vivant ! Les étapes de sa vie, ses performances mécaniques et biologiques sont présentées dans cette exposition. La prévention et le traitement de l'ostéoporose y sont abordés, ainsi que les réponses actuelles de la médecine aux maladies de l'os : prothèses, greffes, biomatériaux.

Cette exposition est disponible auprès de l'Espace des sciences au tarif de 1 500 F par semaine, 5 000 F par mois, transport et assurance à votre charge. Possibilités de réduction pour les communes bretonnes.

► Rens. : Frédéric Primault, service diffusion, tél. 02 99 31 79 10, e-mail [lespace-des-sciences.diffusion@wanadoo.fr](mailto:lespace-des-sciences.diffusion@wanadoo.fr)



## Les rendez-vous de l'an 2000

### Les prochaines expositions de l'Espace des sciences

● Du 10 janvier au 8 avril/  
**2 temps 3 mouvements** (voir ci-dessus)

● Du 17 avril au 12 août/  
**En route pour la science, avec le ticket d'Archimède**

Présentée dans les couloirs des métros parisiens (d'où le titre "ticket d'Archimède"), cette exposition de panneaux répond aux questions les plus fréquentes : pourquoi la mer est-elle salée ? Comment se forment les tornades ? Questions et réponses s'interpellent autour de six thèmes : le bestiaire, les illusions, la couleur, le foot, la météo et l'eau.

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

Réalisée en collaboration avec la Cité des sciences et de l'industrie et EDF, cette exposition retrace l'histoire de l'électricité, avant d'entraîner le visiteur à la découverte d'une vingtaine de manipulations interactives, pour petits et grands.

► Rens. : L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 20, <http://www.espace-sciences.org>

## Conférences

### Les mercredis de la mer

L'Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) et l'Espace des sciences s'associent pour vous présenter les recherches menées dans le domaine marin, à la maison du Champ-de-Mars à 20 h 30, entrée libre.

● 12 janvier/  
**Information géographique et mise en valeur de la mer côtière**

Lionel Loubersac, chercheur au service "Applications opérationnelles" de la direction de l'environnement littoral du centre Ifremer de Brest

Rennes : L'évolution des connaissances scientifiques, comme des technologies associées, permet désormais de mieux représenter le territoire côtier en combinant ses grandes composantes et les relations qui s'y exercent entre processus physiques, biologiques et humains, en accord avec les réglementations.

● 9 février/  
**Activité hydrothermale sous-marine et ressources minérales potentielles des océans profonds**

Yves Fouquet, chercheur au département Géosciences marines du centre Ifremer de Brest  
Rennes : L'activité hydrothermale dans les océans profonds est connue depuis 20 ans. Aujourd'hui, plusieurs compagnies minières internationales commencent à s'intéresser à ces ressources minérales potentielles, afin d'en faire l'inventaire et l'évaluation. De nouveaux enjeux sont ouverts entre une recherche fondamentale et une recherche appliquée.

► Rens. : L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 20, <http://www.espace-sciences.org>

**Prochains dossiers dans Réseau :** Les déchets en Bretagne, l'année des mathématiques, l'automobile communicante...

# Générale des Eaux Direct un nouveau service pour être encore plus proche de vous

Générale des Eaux Direct  
0801 463 972



Aujourd'hui, vous pouvez simplifier et accélérer de chez vous toutes les démarches concernant votre eau. Il vous suffit d'appeler Générale des Eaux Direct, le nouveau service de Générale des Eaux. Une équipe connaissant parfaitement votre dossier et votre région est à votre disposition au 0 801 463 972\*. Informations sur votre eau ou sur votre compte, demande de branchement, de nouvel abonnement, de résiliation ou de rendez-vous avec l'un de nos techniciens, interventions urgentes, qualité de l'eau... Avec Générale des Eaux Direct, vos demandes sont traitées immédiatement et toutes vos questions trouvent leur réponse.

\*Numéro Azur. Prix d'un appel local. Service étendu progressivement à l'ensemble des habitants des communes desservies par Générale des Eaux.



GÉNÉRALE  
des **eaux**