

SCIENCES *ouest*

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRÉTAGNE N° 199

L'essor de la biophysique

MAI 2003 / 3 €



une **exposition** de Cap Sciences

LA FABRIQUE DU REGARD

du 5 mars
au 26 juillet
2003

ESPACE DES SCIENCES
Centre Colombia
1^{er} étage
Rennes



SCIENCES Ouest

Découvrir
à la découverte des sciences

S eau S !

Ça coule... de source !

À force de voir couler l'eau du robinet, quand nous le voulons, nous avons perdu de vue une réalité pourtant bien inquiétante : l'eau utilisable par l'homme représente moins de 1% de toute l'eau sur Terre ! Si l'on enlève, en effet, l'eau de mer, les eaux boueuses ou sulfureuses, très difficiles et coûteuses à traiter, il ne reste que très peu de réservoirs disponibles. *Découvrir* a décidé de participer à la lutte contre le gaspillage et la pollution de ce bien si précieux. ●

L'eau... la source de la vie

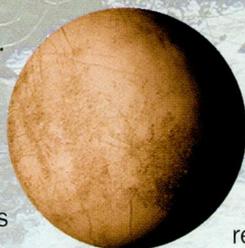
Les scientifiques sont unanimes pour dire que c'est la présence d'eau liquide qui a conditionné l'apparition de la vie sur Terre. C'est en son sein que les premières cellules vivantes se sont constituées, il y a environ quatre milliards d'années, sous la forme de bactéries. Nulle part ailleurs dans le système solaire, excepté sur Europe, une lune de Jupiter qui abrite des océans liquides sous une épaisse couche de glace, il n'y a d'eau liquide !

Non seulement l'eau a été au départ de la vie, mais elle est aussi le principal constituant du vivant : savez-vous que le corps humain est constitué à près de 70 % d'eau. Le melon, la laitue ou les méduses en contiennent... 95 % !

Même pour les êtres vivants adaptés aux conditions de sécheresse extrême, comme dans les déserts, l'eau reste indispensable à la vie. Dans des conditions normales, un homme en élimine deux litres par jour, sous forme de sueur, d'urine, de respiration. Mais s'il perd seulement 15% de son eau, il meurt. ●



La Terre : planète bleue.



Europe : le seul autre objet du système solaire à disposer d'eau liquide... mais sous d'épaisses glaces.

Le cycle de l'eau

On estime à 1 400 millions de km³ la quantité d'eau présente sur Terre. Plus de 97 % de cette eau est salée et se trouve dans les océans. Il reste donc moins de 3 % d'eau douce (39 millions de km³) dont les trois quarts sont gelés (pôles, glaciers...) ou retenus sous forme de neige. Soit moins de 1 %, sous forme liquide, dont la grande majorité est retenue dans les nappes d'eau souterraines.

Chauffée par le soleil, l'eau s'évapore et monte dans l'atmosphère, sous forme de vapeur. Une partie provient de la transpiration des plantes, tandis qu'un volume d'eau de 1 000 km³ s'évapore chaque jour des océans ! Poussée par les vents, cette vapeur se déplace et se condense en se refroidissant, pour former des brouillards et des nuages. En s'assemblant, ces petites gouttelettes finissent par retomber au sol : il pleut, il neige, il grêle ! Cette eau rejoint des lacs ou des océans, soit par ruissellement, soit en passant par des nappes souterraines, puis s'évapore à nouveau et recommence un nouveau cycle.

En fait, les choses sont beaucoup plus complexes que ce schéma. Des masses d'eau très froides restent en effet très longtemps au "fond" des océans et ne sont renouvelées que... tous les 2 500 ans ! Dans les glaciers, l'eau se recycle tous les 9 700 ans, contre 1 400 ans pour les eaux souterraines et un an seulement pour l'humidité des sols. ●

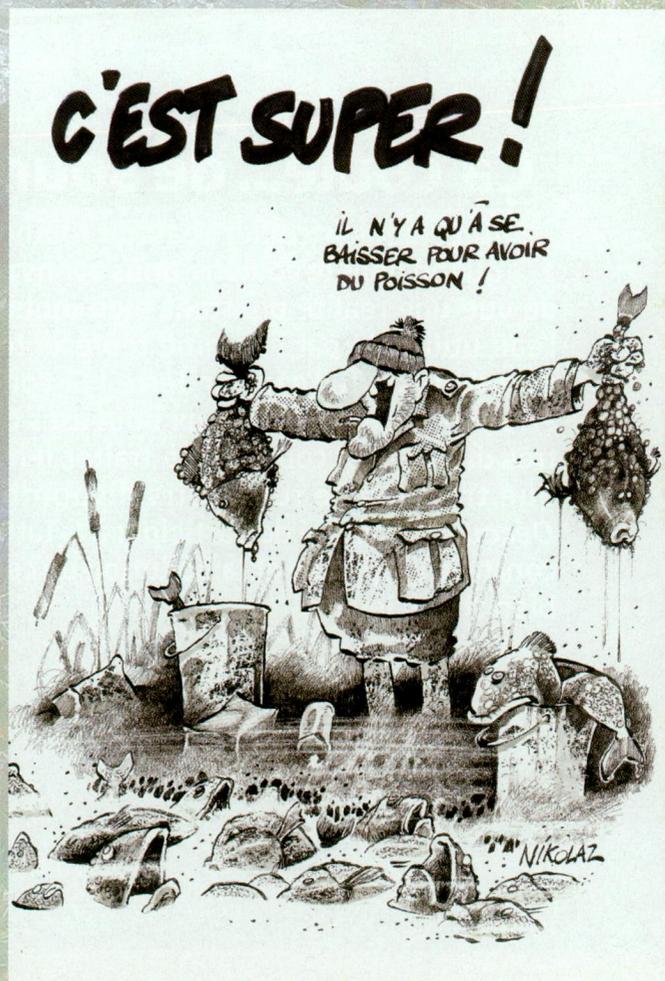
Une curieuse molécule

Laçon du réfrigérateur, ruisseau dévalant une pente, "fumée" de l'eau qui bout : ces trois états physiques de l'eau (solide, liquide et gazeux) proviennent de la structure très particulière des molécules d'eau.

La formule de la molécule d'eau est connue depuis le XVIII^e siècle : deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène, que l'on résume par la célèbre formule chimique : H₂O. L'hydrogène possède un électron, l'oxygène en possède huit (voir *Découvrir* "Au cœur de l'atome", février 2003). Pour s'associer, les deux atomes vont mettre en commun des électrons, de façon à ce qu'ils soient toujours deux par deux (ce que l'on appelle un doublet électronique). La molécule a des propriétés particulières, liées aux électrons de l'oxygène. Notamment, sa capacité à dissoudre d'autres éléments solides ou gazeux. Dissolution qui va rendre l'eau "minéralisée" excellente conductrice d'électricité. C'est pourquoi, par exemple, il y a des règles très strictes concernant les installations électriques dans les salles de bain. ●

Quelques chiffres

Avec 800 mm de précipitations par an, soit 400 milliards de m³, la France est relativement bien pourvue en eaux douces. D'autant que son réseau hydrographique (ensemble des lacs, rivières, ruisseaux...) couvre 330 000 hectares, avec 270 000 km de cours d'eau. Il n'en va pas de même partout... Ainsi, certaines zones du Proche-Orient reçoivent moins de 10 mm de pluie par an ! Si les Français disposent théoriquement de 3 000 m³ d'eau par an et par habitant, un résident du Koweït ou de Libye a moins de 500 m³ par an ! Or, pour les experts, le seuil de pauvreté est de 1 000 m³/an/habitant.





Dans un "bassin versant", toutes les eaux finissent par être collectées à la rivière. Tout ce qui sera déversé sur le champ, au-dessus du ruisseau, finira donc par y arriver, par ruissellement et dissolution.

Nitrates, lisiers et pesticides

L'eau a donc la particularité de dissoudre une très grande quantité d'éléments solides ou gazeux. Du coup, les eaux de pluie, en ruisselant sur les sols, vont les "laver" et se charger de nombreuses substances. Certaines sont très utiles (sels minéraux, oxygène), d'autres peuvent être nocives ou toxiques.

Ainsi, parle-t-on beaucoup des "nitrates". En soi, ces sels d'azote sont inoffensifs. Mais sous l'action des bactéries, ils peuvent se transformer en "nitrites" (NO_2) qui, eux, sont responsables de deux dangers pour la santé : la "méthémoglobinémie", c'est-à-dire une modification des globules rouges, qui ne pourront plus jouer leur rôle de transporteur d'oxygène dans l'organisme ; la formation de "nitrosamines", c'est-à-dire la combinaison avec certains acides, des produits qui peuvent donner des cancers. Cela dit, il ne faut pas paniquer. Des nitrates, nous en mangeons tous les jours car de nombreux aliments, comme les carottes ou les épinards, en contiennent naturellement, beaucoup plus que les eaux potables !

Mais il n'y a pas que les nitrates. Il y a aussi les produits contenant du phosphore, les pesticides (produits destinés à éliminer les insectes parasites) et les herbicides (éliminant les "mauvaises herbes"). Et contrairement à ce qui est trop souvent affirmé, ces pollutions ne sont pas dues aux seuls agriculteurs, loin de là ! On estime en effet que l'agriculture est à l'origine de moins de 50% d'entre elles. Les collectivités locales, en désherbant les bords des routes, ou les jardiniers amateurs utilisant certains produits herbicides à haute dose, sont aussi responsables. ●

Tous responsables : que faire ?

En fait, nous sommes tous responsables de notre environnement. Et nous pouvons tous agir sur lui. Pour commencer, limitons les gaspillages !

- Un robinet qui goutte, c'est 3 à 4 litres par heure qui sont gaspillés. Une chasse d'eau qui fuit peut gaspiller jusqu'à 700 litres par heure ! Un bon moyen de vérifier s'il n'y a pas une fuite quelque part : notez le chiffre indiqué par le compteur d'eau, avant de vous coucher, et comparez le lendemain matin...
- Une douche nécessite 30 à 100 litres d'eau, alors qu'un bain en utilise entre 150 et 300 ! Inutile de laisser le robinet ouvert, lorsque vous vous lavez les dents : en trois minutes, 15 à 20 litres d'eau ont coulé. Gare aussi à la chasse d'eau des WC ! Avec 5 ou 10 litres d'eau consommés à chaque fois, elle constitue le premier poste de consommation d'eau, en moyenne, pour une famille.
- N'arrosez pas votre jardin n'importe quand ! À midi, tout ce que vous versez au sol s'évapore, alors que le soir, avant de vous coucher, l'eau profitera aux plantes. De même, pourquoi ne pas récupérer l'eau de pluie pour arroser les salades ?
- Savez-vous qu'une haie bien plantée permet aux animaux de se protéger, a un effet coupe-vent et un très fort pouvoir de protection des sols, en empêchant la terre de partir avec les eaux de ruissellement ? Les haies limitent les effets de crue par temps de forte pluie et conservent au sol une certaine humidité.
- Toujours dans le jardin, si vous utilisez du désherbant, respectez scrupuleusement les doses ! Inutile d'en "ajouter". Ne le répandez pas la veille d'un jour de pluie et préférez les méthodes mécaniques (retournez la terre à la bêche ou à la binette), ou le "paillage" (recouvrez le sol avec un plastique noir ou de la paille), qui empêche les mauvaises herbes de se développer. ●





À LIRE, À VOIR, À FAIRE...

- **L'eau dans tous ses états**, de Mireille Defranceschi, Ed. Ellipses, 128 pages, 9,5€. Un livre un peu difficile à lire, car faisant appel à beaucoup de connaissances scientifiques, mais très complet et bien fait.

- **<http://www.frapna.org>**

La rivière m'a dit... Une très intéressante et remarquable mallette pédagogique, éditée par la Frapna, région 19, rue Jean-Bourgey, 69625 Villeurbanne Cedex.

- **<http://www.cotesdarmor.fr>**

L'écho des ados, le magazine des 10-13 ans, édité par le Conseil général des Côtes-d'Armor. Cette revue très bien faite donne beaucoup d'informations sur le monde rural et l'environnement.

- **<http://www.environnement.gouv.fr>**

Ministère de l'Écologie et du Développement durable, 20, avenue de Ségur, 75007 Paris, tél. 01 42 19 20 21.

- **Agence de l'eau Loire Bretagne**, avenue Buffon, BP 6339, 45063 Orléans Cedex 2. Propose des plaquettes très bien faites, notamment les séries : "Perle d'eau" et "Cahiers pédagogiques".

- **Minitel 3615 CIEAU et sur Internet : <http://www.cieau.com>**
Centre d'information sur l'eau, BP 5, 75362 Paris Cedex 08.

- **Association H2O : <http://www.h2o.net>**

Beaucoup d'informations sur la situation de l'eau dans le monde.



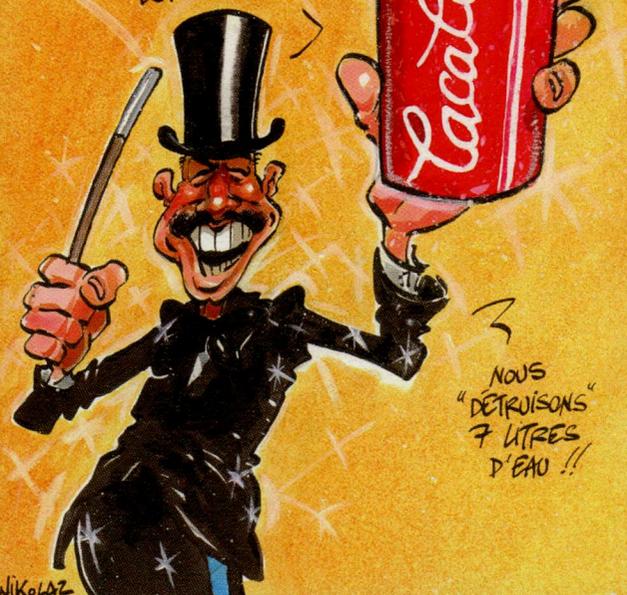
Un cas typique de mauvaise gestion de l'eau : une source jaillit au milieu d'un champ, sans être protégée par un "périmètre". Résultat, tous les produits utilisés par l'agriculteur vont aller directement dans la rivière en contrebas.



CLIN D'ŒIL...

NOTRE MONDE, EST MAGIQUE!

POUR FABRIQUER UNE CANETTE POUVANT CONTENIR 33 CL D'UNE BOISSON QUELCONQUE :



NOUS "DÉTRUISONS" 7 LITRES D'EAU !!

NIKOLAZ

Prochain dossier : L'histoire des sciences

AUX FRONTIÈRES DE LA PHYSIQUE ET DE LA BIOLOGIE

A lors que l'Espace des sciences présente son exposition "La fabrique du regard" et qu'un public nombreux a assisté à la conférence de Michel Brunet sur la découverte de Toumaï, le plus vieil hominidé du monde, *Sciences Ouest* aborde ce mois-ci le thème prometteur de l'apport de la physique à la compréhension du vivant.

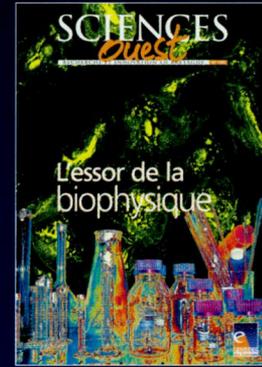
Les échanges entre physiciens et biologistes prennent de l'ampleur dans notre région. Un pôle de biophysique est en train de naître, avec notamment des chercheurs du laboratoire du GMCM⁽¹⁾ à Rennes, du Sol⁽²⁾ à Brest ou de la station biologique de Roscoff. Cette interdisciplinarité intéresse l'agroalimentaire, autour des protéines du blé ou du lait, mais aussi la santé, autour de la coagulation sanguine, des prothèses osseuses ou de la lutte contre la myopathie.

J'en profite également pour vous informer que l'Espace des sciences a renouvelé son conseil d'administration. L'occasion d'échanger nos expériences sur la culture scientifique - expositions, publics, animations, diffusion en Bretagne, perspectives avec les "Champs libres". Paul Tréhen a été reconduit à la présidence du bureau : l'Espace des sciences poursuivra ainsi son développement pour mener à bien ses missions, dans l'enthousiasme ! ■

⁽¹⁾ Groupe matière condensée et matériaux. ⁽²⁾ Spectrométrie et optique laser.



SCIENTES OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association) ■ Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - nathalie.blanc@espace-sciences.org - <http://www.espace-sciences.org> - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21 ■ Président de l'Espace des sciences : Paul Tréhen. Directeur de la publication : Michel Cabaret. Rédactrice en chef : Nathalie Blanc. Rédacteur en chef adjoint : Nicolas Guillas. Rédaction : Romain Allais, Jean François Collinot, Vincent Derrien. Comité de lecture : Christian Willaime (physique-chimie-matériaux), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Michel Branchard (génétique-biologie). Abonnements : Séverine Vasnier. Promotion : Magali Colin. Publicité : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, e-mail info@admedia.fr ■ Sciences Ouest est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine et des Fonds européens ■ Édition : l'Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bertôt création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.



Tirage du n° 199
4 500 ex.
Dépôt légal n° 650
ISSN 1623-7110

EN BREF 4/5

GROS PLAN **Actualité**
Toumaï à la rencontre
de ses descendants 6

GROS PLAN **Actualité**
Un nouveau brevet pour l'Europe 7

GROS PLAN **Chronique culinaire**
Quand faut-il saler la viande ? 8

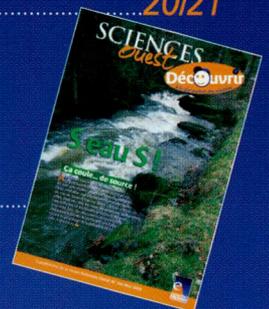
DOSSIER
La biophysique agrandit son territoire 9
Multiphotonique,
un nouveau regard sur la vie 10
Les protéines mises à nu
par un rayon laser 11
La cryomicroscopie électronique pour
l'analyse des interactions du vivant 11
La mie parfaite 12
Au cœur du fromage 13
Le squelette des algues 13
De la biologie marine
à la médecine 14/15
L'activité musculaire décryptée
par la résonance magnétique 14/15
Des mathématiques contre la douleur 15
Quand les calories se transforment
en watts 16
Les biophysiciens ont pris rendez-vous 17

GROS PLAN **Comment ça marche ?**
L'Homme bionique 18

À L'ESPACE DES SCIENCES 19

AGENDA 20/21

**Supplément
Découvrir**
L'eau 20/21



Du côté des entreprises

● Remise des prix Isogone



Isogone, l'association des élèves ingénieurs de l'Insa (Institut national supérieur de formation agroalimentaire), a décerné les 17^{es} prix de l'innovation agroalimentaire bretonne, le 27 mars, au Conseil régional de Bretagne. Dix-sept entreprises de la région ont concouru dans quatre catégories différentes : produit, emballage, art culinaire industrialisé et sélection du jury. Les produits proposés par les candidats ont été dégustés, en salle d'analyses sensorielles, par un jury de consommateurs et d'experts. Les quatre lauréats, Loc Maria, Wenceslas Chancerelle, Guyader et Britt brasserie de Bretagne, vont bénéficier d'un dossier sur l'analyse sensorielle de leur produit, ainsi que de référencements en grandes surfaces, de marchés tests, des supports de communication et d'audits marketing et technologiques.

→Rens. : Isogone, tél. 02 99 59 48 22, isogone@agorennes.educagri.fr

● Astellia fusionne les compétences

La société Astellia est née à Rennes le 1^{er} janvier 2003 de la fusion d'Edixia telecom technologies et Qositel. Ce rapprochement a pour objectif de fournir des solutions et des outils plus adaptés à leur clientèle dans le secteur de la téléphonie mobile. Astellia compte 40 collaborateurs et propose ses services dans le monde entier, l'export représentant 50 % de son chiffre d'affaires. Les anciens dirigeants de Qositel, Frédéric Vergine et Julien Lecoeuvre, en deviennent les directeurs généraux délégués, le poste de président étant occupé par Christian Queffelec d'Edixia.

→Rens. : Christian Queffelec, tél. 02 99 04 80 60, c.queffelec@edixia.fr

QUI A DIT ? Toute solution d'un problème est un problème nouveau. Réponse page 21

Les échos de l'Ouest



● Valoriser les recherches à l'UBO

Le service de valorisation de la recherche de l'UBO⁽¹⁾ aide les chercheurs à exploiter économiquement leurs résultats. Avec l'arrivée de Vincent Lamande il y a deux mois à la direction du service de valorisation, l'UBO entend "passer à la vitesse supérieure". Pour preuve, la première journée de valorisation de la recherche s'est déroulée le 16 avril dernier. Plus d'une centaine de participants, étudiants et chercheurs ont abordé des sujets avec lesquels ils ne sont pas forcément familiers. Conventions, protection intellectuelle, brevets, création d'entreprise... Parmi les innovations concrètes exposées : les cahiers de laboratoire. Un outil mis en œuvre par le Ruoa⁽²⁾ et le CNRS. Il devrait permettre aux chercheurs de capitaliser et de protéger leurs recherches.

→Rens. : Vincent Lamande, tél. 02 98 01 79 11, valorisation.recherche@univ-brest.fr

● La revue Biology of the cell s'installe à Rennes

Créée en 1962 par la société française des microscopies et la société de biologie cellulaire de France, Biology of the cell a quitté son local parisien pour s'installer dans les murs de la faculté de médecine de l'université de Rennes 1, en janvier 2003. Ce changement est lié à son nouveau rédacteur en chef, Howard Beverley Osborne, chercheur en biologie du développement au CNRS à l'Université de Rennes 1. S'il est déjà rare qu'une publication scientifique internationale sur les sciences de la vie possède son bureau éditorial en France, son installation en Bretagne est une première. Cette initiative s'accompagne d'un objectif d'excellence : la revue compte se placer dans les meilleurs journaux consacrés à la biologie cellulaire et moléculaire.

→Rens. : Biology of the cell, biocell@univ-rennes1.fr

● Une école de la biodiversité

Nicolas Hulot a inauguré récemment un cycle de rencontres intitulé "Valeurs et convictions" créé par l'Union des entreprises du Morbihan (Udem). Cet événement s'est déroulé à l'Hôtel de ville de Vannes, en présence du député-maire François Goulard. Afin de préserver les équi-



bres écologiques de la planète dont il se fait l'ardent défenseur, le célèbre journaliste globe-trotter a évoqué la création de l'école de la biodiversité, dont il est le parrain. Elle devrait ouvrir ses portes en début 2004 au sein du parc animalier de Branféré, près de Muzillac (56). Dans une région riche en sites naturels exceptionnels, l'école a pour but de sensibiliser les jeunes générations à la protection du monde vivant.

→Rens. : Fondation Nicolas Hulot pour la nature et l'Homme, tél. 01 44 90 80 39, www.fnh.org, www.ecole-nicolas-hulot.org

● Édition : neuf universités s'unissent

Une maison d'édition commune aux neuf universités de Bretagne, des Pays de la Loire et de Poitou-Charentes, est née le 31 mars à Rennes. Cette création interrégionale, une première en France, s'appuie sur l'expérience des Éditions Presse universitaire de Rennes (PUR), qui publie une centaine d'ouvrages chaque mois. Elle donnera une plus grande lisibilité internationale à la recherche dans l'Ouest, en restant accessible au public, via le réseau des librairies. Les thématiques

de recherche incluront les lettres et les sciences humaines, l'histoire, les manuels de langues, mais aussi la gestion et l'économie. Deux collections viennent d'être créées pour l'archéologie et le droit. L'université de rattachement est Rennes 2, le nom devrait rester PUR, avec un logo dynamisé.

→Rens. : Réseau des universités du grand Ouest, www.ruoa.org

● Un robot égyptologue

Le 16 avril dernier, le club conférence de l'Ensaï (École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information) a proposé une conférence sur le thème "La grande pyramide de Gizeh : que reste-t-il à découvrir ?" Sébastien Morel, autodidacte passionné de robotique et d'égyptologie, a présenté son projet d'exploration des conduits qui partent de la chambre de la Reine. Contrairement à ceux de la chambre du Roi, ils ne débouchent pas à l'extérieur, ce qui pose quelques interrogations. Il a ainsi créé l'association Osiris (Organisation spécialisée dans l'investigation robotique et l'intervention sur site) et mis au point le robot Thot (Transport hybride pour opérations techniques). Son projet succède à deux tentatives vaines, en 1993, puis en

AGROALIMENTAIRE

Soyez Là
où se développe
le futur



Rennes Atalante
TECHNOPOLE

Soyez là où le futur se prépare, où les produits et les services à votre valeur ajoutée se créent.

Nous sommes là pour vous accueillir et vous accompagner dans vos activités innovantes au cœur du campus agronomique de Rennes, tout près des laboratoires de recherche et des écoles d'ingénieurs.

La matière grise est là : les universités et les écoles d'ingénieurs : Ensa Rennes (agronomie), Insa (agroalimentaire), ENSP (santé publique), ENSC Rennes (chimie), Ispa (production animale), lesiel (produits laitiers), et les centres de recherche publics : Inra, Cemagref, CNRS, Inserm.

11, RUE DU CLOS COURTEL ■ 35700 RENNES ■ FRANCE
Tél. +33 2 99 12 73 73 ■ Fax +33 2 99 12 73 74 ■ e-mail : technopole@rennes-atalante.fr
Technopole de Rennes Métropole

Consultez notre web : <http://www.rennes-atalante.fr>



2002, pour percer les secrets de ces canalisations. Sébastien Morel a fait face à un certain nombre de contraintes (étroitesse des conduits, coudes, présence de dalle à percer) pour réaliser un robot viable. Il ne lui reste plus qu'à trouver les financements qui s'élèvent à 50 000 €.

→Rens. : Fabrice Bloch,
tél. 06 16 79 47 78,
fabrice.bloch@ensai.fr

● Le CCSTI de Lorient fait peau neuve



Le Centre de culture scientifique de Lorient a organisé, le 12 avril dernier,

une journée "portes ouvertes" pour faire connaître ses locaux réaménagés dans le bâtiment de l'équipement Thalassa. L'occasion de réaffirmer ses missions. Le CCSTI possède en effet un centre de ressources de plus de 2 000 ouvrages, une quinzaine de périodiques, une douzaine d'expositions itinérantes et plus de 200 vidéos, CD-Rom et sites référencés qui permettent de sensibiliser un large public sur les activités maritimes. Le CCSTI s'illustre également dans l'aide et l'orientation de toute personne souhaitant faire aboutir un projet culturel dans le domaine maritime.

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

À lire

● Pierre Bouguer, un savant breton au XVIII^e siècle

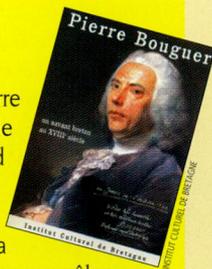
Quatre ans après la journée d'étude sur l'œuvre de Pierre Bouguer (1698-1758), organisée par l'Institut culturel de Bretagne, avec la société des amis du Croisic, un livre reprend les conférences qui ont jalonné l'événement. Il retrace la vie de ce savant du XVIII^e siècle, originaire du Croisic (44). Pierre Bouguer a participé à l'expédition en Amérique du Sud qui a apporté la preuve, en 1736, de l'aplatissement de la Terre aux pôles, confirmant ainsi les conclusions tirées de la célèbre théorie de Newton. Cette éclatante victoire sur les idées cartésiennes ne fut pas son seul fait d'arme, puisqu'il jeta les bases d'une nouvelle science, la photométrie, et rédigea un Traité du navire devenu une référence scientifique en navigation.

→Institut culturel de Bretagne, 2002.

● De la haie aux bocages : organisation, dynamique et gestion

Les bocages sont des environnements particuliers façonnés par les activités humaines. Ils abritent une faune et une flore diversifiées et agissent sur la circulation et la qualité des eaux. Cette synthèse, résultat de recherches menées par des écologues, géographes, agronomes et sociologues, offre des méthodes pour appréhender ces milieux. Un ouvrage qui s'adresse en priorité aux gestionnaires de l'espace rural, chercheurs, enseignants, conseillers agricoles, mais qui complera ceux qui souhaitent en savoir plus sur les bocages.

→Jacques Baudry, Agnès Jouin, Inra éditions, 2003.



● Le Réseau Noé

Pour encourager la participation des entreprises et des chercheurs bretons aux programmes européens de recherche et d'innovation, plusieurs chargés d'affaires et ingénieurs de projets européens ont mis en place un réseau d'échanges de connaissances et de bonnes pratiques sur le Programme cadre de recherche et de développement technologique (PCRDT). L'action du réseau se traduit, entre autres, par la conception d'un espace régional "Bretagne", mis en ligne sur le site Cordis, la publication d'un bulletin d'information électronique, Innopartner, et l'organisation de manifestations sur la politique européenne en matière de recherche et d'innovation. Différents types de rendez-vous sont ainsi régulièrement proposés aux entreprises et laboratoires : réunions de sensibilisation au 6^e PCRDT, sessions plus ciblées par thématique, formations.

Retrouvez les coordonnées des membres du réseau sur :

www.cordis.lu/bretagne/fr/noe.htm

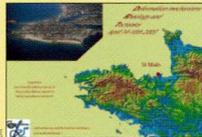
→Rens. : Euro Info Centre,
tél. 02 99 25 41 57, eic@bretagne.cci.fr



Du côté des laboratoires

● Congrès international des sciences de la Terre

Du 14 au 17 avril, Saint-Malo a accueilli au palais du Grand Large un congrès international des sciences de la Terre intitulé "Deformation mechanisms, rheology and tectonics". Cet événement majeur en géologie, qui a lieu tous les deux ans dans un pays européen différent, est organisé par Géosciences Rennes. Cent soixante-dix participants ont fait le point des connaissances actuelles sur la déformation des roches liée à la tectonique des plaques. Les applications de ce secteur de recherche sont prometteuses puisqu'elles interviennent notamment dans



l'exploration minière ou pétrolière ainsi que dans le stockage profond des déchets. Le congrès s'est achevé par une excursion géologique, du 17 au 19 avril, sur des sites remarquables de la Bretagne et de la Vendée.

→Rens. : Alain-Hervé Le Gall,
tél. 02 23 23 60 75,
ahlegall@univ-rennes1.fr,
www.geosciences.univ-rennes1.fr/DRT 2003

● Les rencontres Synerg'ETIC

Pour leur première édition, les rencontres Synerg'ETIC (Électronique et technologie de l'information et de la communication) ont connu un vif succès, le 10 avril dernier, avec 150 participants. Organisée par la Meito à l'école Louis de Broglie, située sur le campus de Ker Lann, cette journée a permis d'encourager l'innovation dans les régions Bretagne et Pays de la Loire, en provoquant des échanges entre l'industrie et la recherche. Six PME-PMI ont présenté les bénéfices de leur collaboration avec des laboratoires de recherche, afin d'inciter leurs pairs à suivre la même voie. Une initiative appelée à se renouveler.

→Rens. : Maryvonne Lahaie,
tél. 02 23 42 44 10,
communication.lahaie@wanadoo.fr



● Trois docteurs honoris causa



La cérémonie de remise du diplôme et de l'insigne de docteur honoris causa s'est déroulée le vendredi 4 avril dernier à la présidence de l'Université de



● <http://innovation.gazdefrance.com>

La direction de la recherche de Gaz de France a lancé un site où elle propose des expertises sur mesure en R&D pour sa clientèle. Les différentes technologies concernant le gaz naturel sont présentées. L'internaute peut aussi consulter des offres d'emploi dans différents corps de métier, en fonction de son niveau d'études. La volonté de communiquer vers le grand public est également omniprésente. Un site simple et dynamique.

→Rens. : Marine Moussa,
tél. 01 49 22 56 48.

Rennes I, en présence de son président Patrick Navatte et Marc Debène, recteur de l'Académie de Rennes et chancelier des Universités de Bretagne. Ces plus hautes distinctions universitaires françaises sont décernées à des personnalités étrangères. Elles ont été attribuées à Wolfgang-Martin Boerner, directeur du laboratoire "Communications, sensing et navigation" du département "Electrical and computer engineering" de l'université de l'Illinois, Leslie Lamport, chercheur en informatique au laboratoire de recherche de Microsoft à Mountain View et Tilo Schabert, professeur de science politique à l'université Frédéric-Alexandre d'Erlangen-Nuremberg.

→Rens. : Clarence Cormier,
tél. 02 23 23 36 12.

● Médailles de bronze pour deux chercheurs bretons

La médaille de bronze du CNRS a été décernée le 2 avril à Laurence Hubert-Moy et le 16 avril à Jean-Marc Hovasse. Maître de conférences à l'Université de Rennes 2, membre du laboratoire Costel⁽³⁾ et du Caren⁽⁴⁾, Laurence Hubert-Moy travaille sur l'évolution des sols et des paysages. Des recherches qui intéressent la Bretagne, dont la qualité des eaux reste médiocre. Jean-Marc Hovasse, chargé de recherche à la faculté des lettres de Brest, est récompensé pour son travail sur Victor Hugo. Les deux chercheurs appartiennent au département Sciences humaines et sociales du CNRS.

→Rens. : Laurence Hubert-Moy,
tél. 02 99 14 18 48,
Laurence.Hubert@uhb.fr,
Jean-Marc Hovasse,
tél. 01 45 66 63 38,
jmhovasse@infonie.fr



⁽¹⁾ UBO : Université de Bretagne occidentale. ⁽²⁾ Ruoa : Réseau des universités Ouest Atlantique. ⁽³⁾ Costel : Climat et occupation du sol par télédétection. ⁽⁴⁾ Caren : Centre armoricain de recherche en environnement.

Michel Brunet a présenté l'hominidé découvert en 2001

Toumaï à la rencontre de ses descendants

Le plus vieil hominidé connu, Toumaï, a été découvert au Tchad par Michel Brunet et son équipe. Il fait voler en éclats la théorie de l'East side story. Le paléanthropologue a présenté à Rennes, le 8 avril dernier, ce singulier personnage qui bouleverse la communauté scientifique.

→ Sa voix grave s'élève brusquement comme pour insister sur l'importance de sa découverte. Son aisance sur la scène du Triangle, à Rennes, prouve que Michel Brunet est familier de l'exercice. Devant une salle de 500 personnes, le paléanthropologue et chef de la mission paléanthropologique franco-tchadienne (MPFT) présente *Sahelanthropus tchadensis*, alias Toumaï, un individu venu du fond des âges qui bouleverse notre conception des origines de l'humanité.



Michel Brunet (à droite), aux côtés de Paul Tréhen, le président de l'Espace des sciences, a fait partager sa découverte au public.

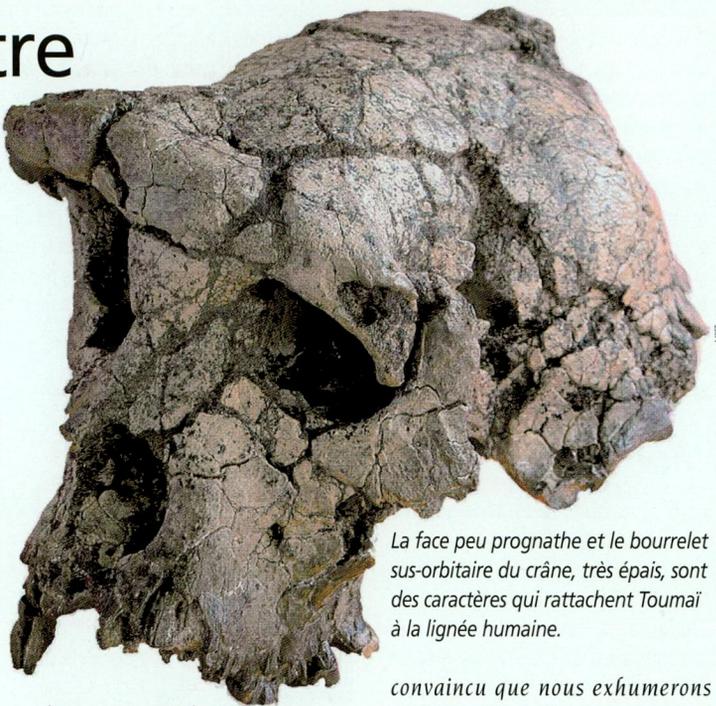
Toumaï, qui signifie "espoir de vie" en langue Goran, a été exhumé par le MPFT, en juillet 2001, à 800 km au nord de N'Djamena sur le site de Toros-Menalla, au Tchad. Le crâne a été mis au jour par Ahounta Djimdoumbaye, licencié ès sciences naturelles de l'université de N'Djamena et meilleur chasseur de fossiles de l'équipe. Deux fragments de maxillaire inférieur et trois dents isolées l'accompagnent. Cet événement salue le travail de la MPFT, qui regroupe une quarantaine de chercheurs internationaux issus de multiples disciplines.

Dès 1995, la mission connaît un premier succès inattendu qui ébranle l'East side story (voir encadré ci-contre), la théorie élaborée par Yves Coppens, qui fait alors autorité dans le monde de l'anthropologie. Il s'agit de la découverte, sur le site de Koro-Toro, d'une mâchoire vieille de 3,5 millions d'années. Elle prend le nom d'Abel, en

hommage au paléontologue décédé et ami de Michel Brunet, Abel Brillanceau. Une nouvelle espèce est alors créée : *Australopithecus bahrelghazali* s'ajoute aux nombreux autres australopithèques d'Afrique de l'Est et du Sud.

Sept millions d'années

La découverte de Toumaï enterre définitivement la théorie de Yves Coppens. Non seulement la Rift valley (voir encadré) n'est pas l'unique lieu où vécurent des hominidés, mais on a la preuve que leur plus ancien représentant a vécu à plus de 2 500 km à l'ouest de ce fameux rift. Sept millions d'années nous séparent en effet de Toumaï. Ce parent lointain, dont la capacité crânienne avoisine celle des chimpanzés actuels (environ 350 cm³), est très proche de l'ancêtre commun aux grands singes actuels et aux Hommes. Il n'en est pas moins clairement engagé dans la lignée humaine. Selon Michel Brunet, "le bourrelet sus-orbitaire très fort, la face relativement droite et peu prognathe, l'arcade dentaire parabolique, les petites canines usées par la pointe sont autant d'indices qui permettent de le



La face peu prognathe et le bourrelet sus-orbitaire du crâne, très épais, sont des caractères qui rattachent Toumaï à la lignée humaine.

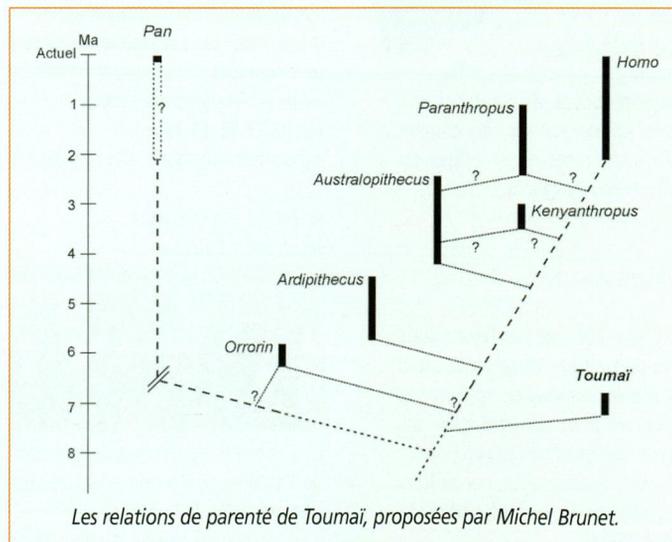
classer parmi les hominidés. Attention cependant, si Toumaï possède des caractères nécessaires à la bipédie, ils ne sont en aucun cas suffisants pour affirmer qu'il se tenait debout. Seuls des restes du squelette appendiculaire permettraient de le savoir. Or, il n'en existe pas actuellement."

L'hominidé a été mis au jour, avec de nombreux restes de vertébrés, dans un grès périlacustre. Toumaï évoluait donc dans un environnement arboré, situé entre lac et désert, et fréquenté par une faune diversifiée (crocodiles, serpents, tortues, hippopotames, singes, équidés, bovidés). "Avec Toumaï, nous nous sommes rapprochés de l'époque où les destinées des Hommes et des singes se sont séparées. Le jeune homme que je suis, plaisante Michel Brunet, est

convaincu que nous exhumons un jour cet ancêtre commun tant convoité. Permettez-moi d'espérer que cet honneur reviendra à l'équipe de la MPFT." La course à l'ancêtre ne fait que commencer. ■ R.A.

La fin de l'East side story

En 1974, une équipe dirigée par Tom Gray, Donald Johanson, Yves Coppens et Maurice Taïeb met au jour 52 restes d'un squelette dans la vallée de l'Omo, en Éthiopie. Avec 3 millions d'années, l'*Australopithecus afarensis*, plus connu sous le nom de Lucy, devient le plus vieil ancêtre de l'humanité. À partir de cette découverte, Yves Coppens élabore une théorie qu'il nomme East side story. Celle-ci explique que l'apparition de l'Homme est liée à la division de l'Afrique par un rift. À l'Ouest, la forêt équatoriale s'est développée, favorisant l'essor des singes arboricoles. À l'Est en revanche, une savane s'est mise en place. Ce milieu hostile a conduit les hominidés à se redresser pour se prémunir des menaces des prédateurs. La bipédie est devenue la norme. La main s'est libérée. L'humanité s'est mise en marche. Mais les découvertes d'Abel puis de Toumaï à plus de 2 500 km à l'ouest du rift ont rendu cette théorie caduque. ■



Les relations de parenté de Toumaï, proposées par Michel Brunet.

Contact → Michel Brunet, faculté des sciences de Poitiers, tél. 05 49 45 37 53, michel.brunet@campus.univ-poitiers.fr

Moins cher et plus incitatif

Un brevet simplifié pour viser l'Europe

L'extension d'un brevet national aux autres pays d'Europe sera bientôt simplifiée. Le brevet communautaire, né sur le papier, devrait voir le jour en 2006. Un changement à anticiper pour tous les innovateurs.

→ Tout était prévu depuis 1975, mais tout était bloqué. Et le 6 mars dernier, après de longues négociations, la décision est prise au Conseil de l'Union européenne. "Nous sommes même étonnés que cela aille si vite, d'un coup !" Christian Petton, consultant à l'Arist⁽¹⁾ Bretagne, est plutôt surpris. Les sociétés qui élargissent un brevet national auront bientôt deux possibilités : le brevet européen, qui existe depuis 1978, et le petit dernier, le communautaire.

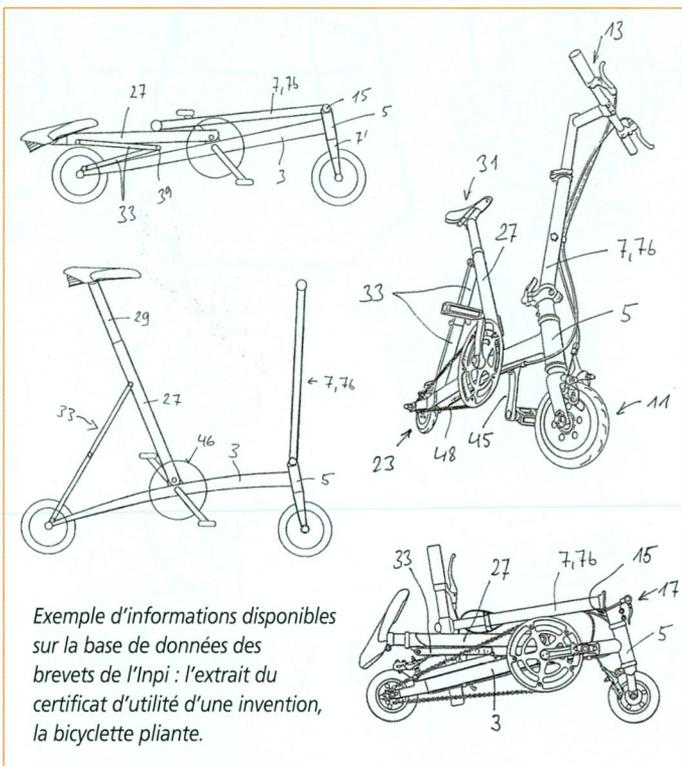


« Nous sommes même étonnés que cela aille si vite, d'un coup ! » Christian Petton, consultant à l'Arist⁽¹⁾ Bretagne, est plutôt surpris. Les sociétés qui élargissent un brevet national auront bientôt deux possibilités : le brevet européen, qui existe depuis 1978, et le petit dernier, le communautaire.

L'actuel brevet, délivré par l'Office européen des brevets (OEB), est obtenu par une procédure centralisée à Munich. "Le déposant choisit ses pays, en plus de la France : par exemple, l'Espagne et l'Angleterre, explique Christian Petton. Ce qui donne naissance, après la délivrance, à un faisceau de brevets nationaux, qui ont une vie juridique indépendante : si le brevet est annulé en Espagne, suite à la découverte d'antériorités, il reste théoriquement valable dans les autres pays." Cela peut constituer un avantage. Et ce brevet déborde l'espace communautaire, en incluant jusqu'à 12 pays voisins d'Europe centrale. Mais il a deux grands inconvénients : le coût et les aléas des décisions judiciaires.

30 000 euros pour dix ans

Tout d'abord, cet ensemble de brevets crée une cascade de formalités administratives, dans chacun des pays où la protection est souhaitée. Car il faut remettre la traduction du brevet européen dans la langue officielle de l'État, puis payer les annuités pour chaque pays ! Au final, ce brevet coûte cher. "Pour dix ans, le prix moyen d'un brevet s'élève à 30 000 euros. Si l'on choisit huit pays, le coût est cinq fois plus cher qu'aux États-Unis !"



Exemple d'informations disponibles sur la base de données des brevets de l'Inpi : l'extrait du certificat d'utilité d'une invention, la bicyclette pliante.

DR. JACQUES VACCARDI DU CABINET NETTER

L'idée du brevet communautaire, qui suivra les frontières de l'Union, est de réduire ces coûts. C'est en effet sur ce problème de l'abandon des langues que le débat bloquait ! Les traductions deviennent allégées car l'explication de l'invention, sur une vingtaine de pages, ne sera plus traduite. Seules les revendications, c'est-à-dire le cœur juridique du brevet, réduites sur trois pages, le seront. "Le coût du brevet communautaire, pour les 25 pays de l'Union, devrait être équivalent à l'obtention d'un brevet européen pour huit pays", précise Jean-François Lebesnerais, chargé de mission à l'Inpi⁽²⁾.

L'autre décision du Conseil européen, qui signe la naissance d'un brevet unique, est la création d'un Tribunal du brevet communautaire (TBC) à Luxembourg. "L'intérêt de ce nouveau brevet réside aussi dans la centralisation du contentieux, poursuit Jean-François Lebesnerais, pour

éviter qu'un tribunal national ne rende une décision opposée à celle du tribunal d'un autre pays, pour le même brevet européen, ce qui est déjà arrivé."

Deux brevets au choix

Le nouveau système, plus clair et plus simple, devrait donc inciter à déposer davantage de brevets - c'est l'objectif ! Mais l'ancien brevet européen n'a pas dit son dernier mot. Il existera toujours, puisqu'il n'a pas perdu ses avantages, notamment le nombre de pays concernés : vingt-sept, dont la Suisse et la Turquie, en dehors de l'Union à vingt-cinq. Dans son formulaire de demande d'extension, le demandeur cochera, tout simplement, le type de brevet qu'il choisit.

Après l'approche politique commune, il faut maintenant passer au stade opérationnel, en retranscrivant les idées dans le langage juridique, sous forme d'un règlement

350 brevets par an en Bretagne

Trois cent cinquante brevets nationaux sont déposés, chaque année, en Bretagne. Selon les années, notre région se place en 4^e ou 5^e position, avec les Pays de la Loire, pour le nombre de brevets. Ce bon résultat ne doit pas faire oublier que seulement 13 500 brevets sont déposés en France par des sociétés nationales, beaucoup moins qu'en Allemagne (42 000 par an) ou aux États-Unis (80 000). Une entreprise dépose, en moyenne, un brevet européen pour trois nationaux. ■

communautaire. L'Union européenne doit également adhérer à l'OEB, puisque c'est lui qui gèrera ce nouveau brevet. Une conférence diplomatique de révision du brevet européen doit avoir lieu, d'où un premier délai d'une année. Les parlements nationaux devront ensuite ratifier le texte de cette convention, ce qui peut prendre trois ans. En 2006-2007, le brevet communautaire devrait voir ses premiers dépôts effectués. Mais d'ores et déjà, les innovateurs doivent l'intégrer dans leur stratégie industrielle. ■ N.G.

Un outil de partenariat

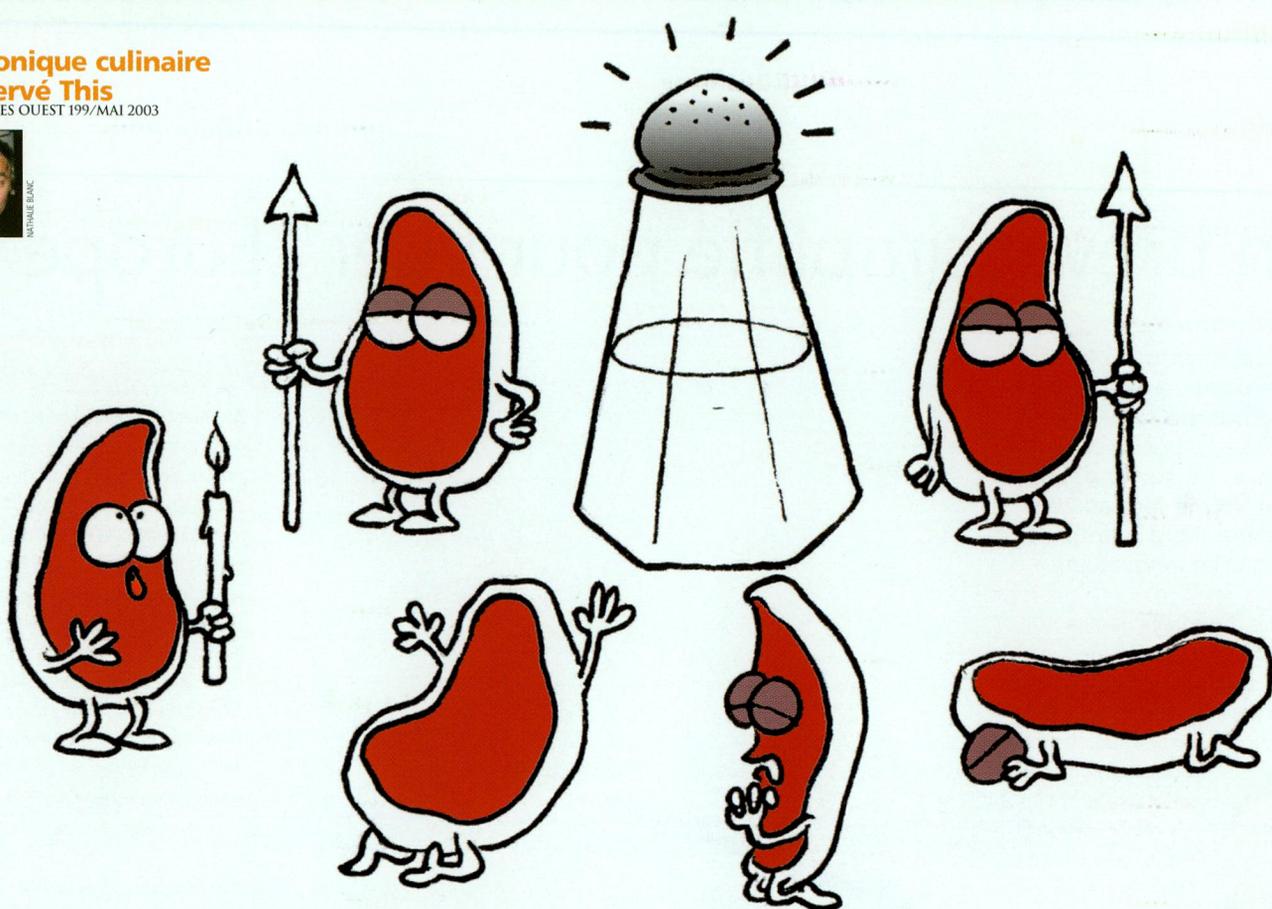
Le brevet n'est pas un gardien du temple, ni la poule aux œufs d'or ! Il permet surtout de marquer un territoire technologique, en formalisant un savoir-faire. C'est un atout sérieux pour se faire connaître, pour discuter et négocier avec un industriel. En abordant le brevet européen, ou communautaire, comme un outil de partenariat, il faut penser à ne déposer un brevet que dans les pays où l'on peut l'exploiter, par des partenariats ou des filiales. En somme, une fois le brevet déposé, tout reste à faire. ■

Trois sites à connaître

- www.pi-r2.org → Le site des Arist décrypte tous les aspects de la propriété industrielle.
- www.inpi.fr → La base de données de brevets de l'Institut national de la propriété industrielle.
- www.european-patent-office.org → L'Office européen des brevets présente les outils nécessaires pour les déposants.

⁽¹⁾ L'Arist est un service de la Chambre régionale de commerce et d'industrie de Bretagne, spécialisé dans le traitement de l'information et la veille technologique pour les PME.
⁽²⁾ L'Institut national de la propriété industrielle. Numéro indigo : 0 825 838 587.

Contact → Christian Petton,
Arist Bretagne, tél. 02 99 25 41 25,
christian.petton@bretagne.cci.fr



Quand faut-il saler la viande ? Une question qui ne manque pas de sel...

Faut-il saler la viande en début ou en fin de cuisson ? Telle est la question soulevée ce mois-ci par Hervé This. Le physico-chimiste de l'Inra apporte une fois de plus, par l'expérimentation, des solutions scientifiques à un dilemme ancestral...

→ Le monde de la cuisine est divisé : faut-il saler les steaks en début ou en fin de cuisson ? Les adeptes du salage précoce prétendent que cette méthode permet au sel de pénétrer dans la viande. Toutefois, agir de la sorte risque de faire dégorger le steak, affirment d'autres cuisiniers, qui préconisent donc un salage plus tardif. Qui a tort, qui a raison ?

Tout d'abord, essayons de répondre au problème de la pénétration du sel dans le steak. Projétons-nous donc dans la structure intime de la viande. Celle-ci est constituée de cellules vivantes, les fibres musculaires, qui ressemblent à des sacs remplis d'eau et de protéines (un peu comme du blanc d'œuf, donc). Ces sacs sont gainés par un tissu fait d'une protéine particulière, nommée collagène. Chauffée dans l'eau, elle finit par s'y dissoudre en formant la gélatine. *A priori*, pour que le sel entre, il faut donc qu'il y soit poussé. Or, il est difficile d'imaginer un effet physique qui permette une telle prouesse

lors de la cuisson. De plus, le sel a la réputation de faire sortir le jus de la viande. Ce dernier risque donc d'emporter le sel avec lui, plutôt que de favoriser sa pénétration.

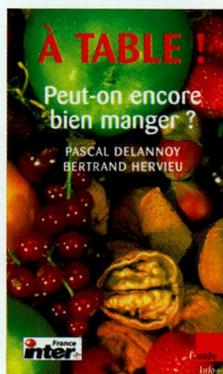
Passons à l'expérimentation plutôt que de continuer nos réflexions trop abstraites. Prenons un steak, que nous divisons en deux parts égales. Cuissons la première moitié avec du sel dès le début et la seconde moitié avec du sel ajouté uniquement en fin de cuisson. Éliminons ensuite la partie superficielle de la viande et goûtons la chair à l'intérieur des steaks. Constat : aucune différence notable ! Des mesures plus précises, réalisées au microscope électronique à balayage, ont en effet montré que le sel n'entre pas à plus de trois millimètres dans les steaks grillés. Trois millimètres ? C'est environ la rugosité de la surface. Autrement dit, le sel qui se dissout dans le jus de la viande en cours de cuisson peut s'immiscer dans les anfractuosités superficielles du steak, mais n'y entre pas.

Dans ce cas, est-il préférable de mettre le sel à la fin pour éviter un dégorgement de la viande ? Avant tout, qu'est-ce qu'un dégorgement ? Il s'agit d'un phénomène visible en cuisine quand on fait, par exemple, des cornichons au vinaigre : avant de faire la mise au vinaigre, on les couvre de sel pendant une nuit, dans une passoire. Le lendemain, on observe de l'eau "tirée" par le sel, dans le récipient situé sous la passoire. Première conclusion : le dégorgement n'est pas un mythe, et le sel fait bien dégorger les végétaux (on dégorge aussi les aubergines, les champignons trop imbibés d'eau, les concombres...). Quel est l'effet du sel sur la viande ? Retour à l'expérience : prenons de la bavette, un blanc de poulet, une entrecôte, pour savoir si toutes les viandes réagissent de la même façon. Pesons-les.

D'autre part, exagérons l'effet afin qu'il soit bien visible : couvrons les morceaux de viande de sel fin. Puis, armons-nous de patience et soyons attentifs. Toutes les trois minutes, sortons les trois morceaux de leur couverture salée et pesons-les à nouveau afin de savoir quelle quantité de jus ils perdent.

Les résultats d'une telle expérience sont clairs. L'entrecôte, dont les fibres musculaires ont été coupées en travers, perd rapidement beaucoup de jus, tout comme le blanc de poulet. En revanche, la bavette, avec ses fibres parallèles à la surface de découpe du morceau, en perd très peu. Les viandes réagissent donc de différentes façons. Conclusion : avant de cuire, pensons à ce que nous cuisons ! ■

Hervé This



À table ! Peut-on encore bien manger ?

Pascal Delannoy, Bertrand Hervieu

Éditions de l'Aube - coédition avec France Inter

Un livre publié grâce à la collaboration de chercheurs de l'Inra, à l'occasion de l'exposition "À table, l'alimentation en question", présentée au Palais de la Découverte, à Paris, par l'Inra, jusqu'au 4 janvier 2004. ■

Rens. → www.aube-editions.com/,

www.palais-decouverte.fr, www.inra.fr

La biophysique agrandit son territoire

A priori, ils ne chassent pas sur le même terrain. Et pourtant, quand des biologistes et des physiciens abordent ensemble un même sujet, leur rencontre est une source d'innovations. Pour découvrir la biophysique et ses applications nouvelles, ce dossier vous fait rencontrer des chercheurs, à l'interface entre les deux disciplines. "C'est un grand défi relevé par la physique : permettre aux biologistes de mieux visualiser les processus qui gèrent le vivant". Anne Renault,



Le physiciens du GMCM, l'une des équipes à l'interface entre la physique et la biologie, en Bretagne.

directrice du laboratoire GMCM⁽¹⁾, est de ceux-là. L'une de ses équipes exploite la physique de systèmes complexes et utilise la microscopie à fluorescence ou à force atomique, parfois en collaboration avec des chimistes. "Les chercheurs de l'Inra savent, par exemple, qu'une protéine contenue dans le blé homogénéise la mie de pain, explique-t-elle. Mais pourquoi ? En mettant en évidence les propriétés d'interaction entre les protéines et les lipides, nous pouvons apporter des éléments de réponse (voir article p. 12). Ce sont ces aller-

retour, entre la biologie et la physique, qui ouvrent des voies." Ce type d'approche scientifique prend de l'importance à l'Ouest, avec la mise en route d'un pôle de biophysique, de Rennes à Nantes, via Brest (p. 17). Des collaborations nouvelles apparaissent, pour filmer des cellules vivantes avec une précision inédite (p. 10), découvrir une nouvelle fonction d'une protéine du muscle (p. 14) ou encore doser le glucose dans le sang, sans lésion (p. 14). Coup d'œil sur ces équipes à la recherche de nouveaux territoires, au-delà des frontières des deux disciplines. ■ N.G.

Contact → Anne Renault, GMCM, tél. 02 23 23 52 92, anne.renault@univ-rennes1.fr

⁽¹⁾ GMCM - Groupe matière condensée et matériaux, UMR 6626 CNRS/Université de Rennes 1. Site Web : gmcm.univ-rennes1.fr

Dans la boîte à outils des physiciens

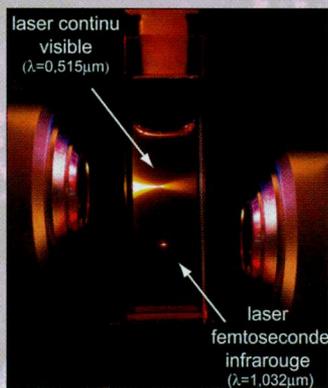
Multiphotonique : un nouveau regard sur la vie

Pour filmer des cellules vivantes sans les altérer, mais avec une très grande précision, des physiciens et des chimistes s'associent aux biologistes. À l'Université de Rennes 1, la microscopie multiphotonique démarre.

→ Pas toujours facile d'observer la matière vivante à l'échelle microscopique. Et pourtant, c'est à cette échelle, celle de la machinerie cellulaire, que le vivant révèle une partie de ses mystères. La microscopie optique a beaucoup apporté à cette science, mais elle se heurte aujourd'hui à la nature même des milieux biologiques, diffusants, peu contrastés et surtout très fragiles ! C'est à ce stade qu'intervient une drôle de lumière, invisible à l'œil nu, moins énergétique et ainsi beaucoup moins nocive pour les cellules vivantes. Cette lumière, dite infrarouge, est produite par un laser qui l'émet par bouffées ultracourtes (laser femtoseconde). Ces tranches de lumière d'une centaine de microns d'épaisseur concentrent tant de photons que certaines molécules fluorescentes peuvent en absorber deux, voire trois à la fois, au lieu d'un seul classiquement : la microscopie multiphotonique est née !

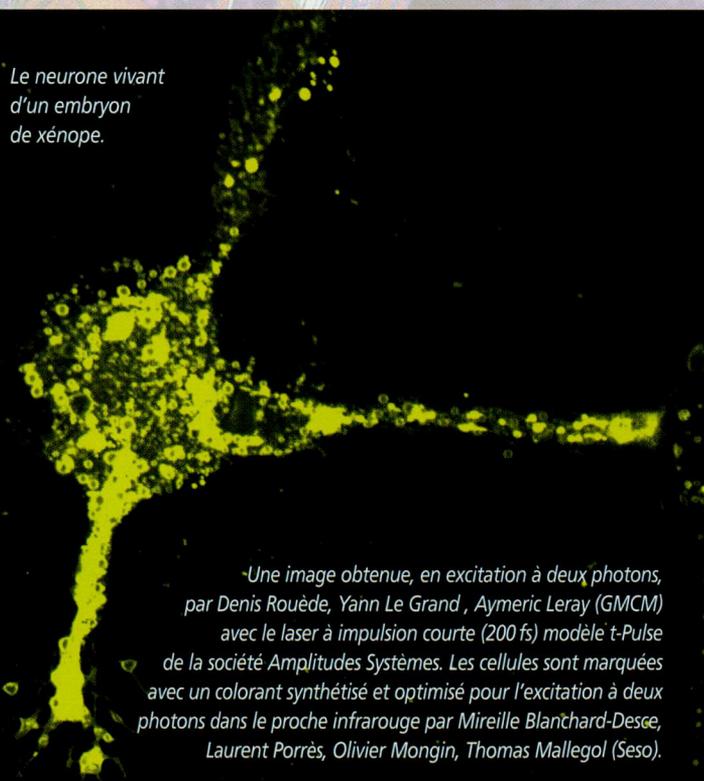
"Avec le type de lumière infrarouge que nous utilisons, résumait Yann Le Grand et Denis Rouède, les

deux opticiens du GMCM⁽¹⁾, maître d'œuvre du projet, *les cellules ne meurent plus, il y a moins de diffusion et, de plus, l'excitation est localisée au point focal de l'objectif du microscope, là même où les photons se rencontrent. Du coup, la profondeur de pénétration augmente considérablement, et des tranches très fines de tissus biologiques peuvent être imagées in vivo !*



La microscopie de fluorescence multiphotonique, dans l'infrarouge, comparée à la microscopie monophotonique, dans le visible.

Le neurone vivant d'un embryon de xénope.



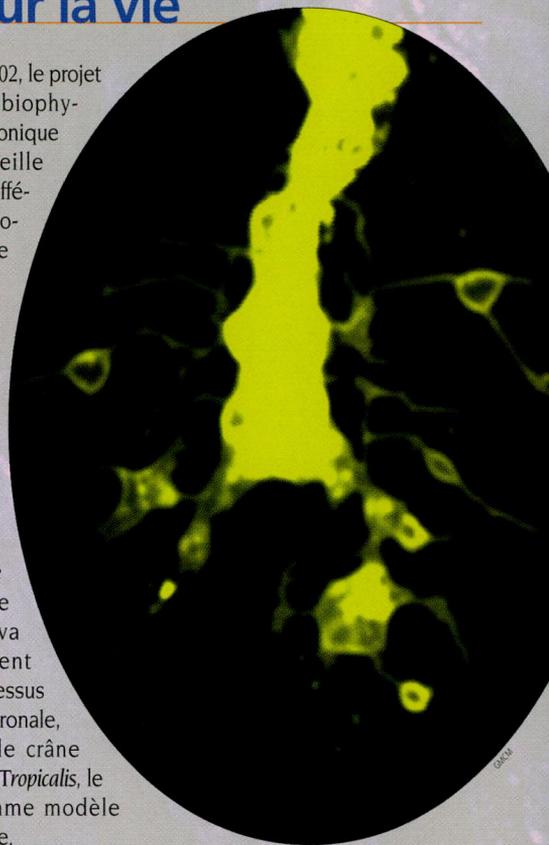
Une image obtenue, en excitation à deux photons, par Denis Rouède, Yann Le Grand, Aymeric Leray (GMCM) avec le laser à impulsion courte (200 fs) modèle t-Pulse de la société Amplitudes Systèmes. Les cellules sont marquées avec un colorant synthétisé et optimisé pour l'excitation à deux photons dans le proche infrarouge par Mireille Blanchard-Desce, Laurent Porrès, Olivier Mongin, Thomas Mallegol (Seso).

Depuis la rentrée 2002, le projet associe les équipes biophysique du GMCM, photonique moléculaire⁽²⁾ de Mireille Blanchard-Desce et différents partenaires biologistes du CNRS et de l'Inra. François Tiaho, l'un des biologistes⁽³⁾ associé au projet, le confirme : "C'est la seule méthode pour travailler sur l'animal vivant à l'échelle microscopique, sans compter que les interactions cellulaires ne peuvent pas être reproduites in vitro." Le nouveau dispositif va permettre notamment l'observation du processus de différenciation neuronale, par exemple dans le crâne décalotté de *Xenopus Tropicalis*, le crapaud utilisé comme modèle animal par ce biologiste.

Un reporter spécialisé

Mais au centre de ces observations, une autre discipline scientifique intervient : la chimie. Les chimistes de l'équipe photonique moléculaire conçoivent, en effet, la cible moléculaire qui réagit à une certaine lumière et en émet une autre. Cette cible "éclaire" son environnement en révélant, par exemple, le potentiel électrique d'une cellule. Cette molécule, qui permet de voir le système vivant fonctionner, est introduite dans l'organisme, comme un colorant. Mais c'est un colorant intelligent : pour qu'il ne rapporte que les informations désirées, les chimistes l'ont "profilé". C'est un reporter spécialisé. Quel est l'intérêt de ce reporter, qui peut jouer par exemple le rôle d'un voltmètre ? Il ne cause pas de dégâts, contrairement aux électrodes ! Lors d'une opération à cœur ouvert, on peut imaginer l'intérêt pour le chirurgien d'utiliser ce reporter pour mesurer les souffrances cardiaques, par l'intermédiaire d'une fibre optique.

"La caractéristique de cette plateforme est d'associer l'outil d'observation performant des physiciens



Le cône de croissance, à l'extrémité du neurone (agrandissement de l'image ci-dessous). L'une des toutes premières images, par excitation biphotonique, réalisées par le GMCM au mois d'avril. La culture primaire de neurones a été réalisée par François Tiaho et Francis Tchikaya (UMR 6026).

avec un reporter, né de la chimie, résume Mireille Blanchard-Desce, directrice du groupe photonique moléculaire. Le tout, pour comprendre les structures biologiques vivantes et leur traitement, en partant des problématiques des biologistes. On ne peut pas monter un tel projet sans associer les trois partenaires." L'outil, qui commence à faire ses preuves, sera opérationnel dans quelques semaines. ■

N.G. - Y.LG

⁽¹⁾ Groupe matière condensée et matériaux, UMR 6626 CNRS/Université de Rennes 1. Site Web : gmcm.univ-rennes1.fr
⁽²⁾ Synthèse électrosynthèse organique, UMR 6510 CNRS/Université de Rennes 1.
⁽³⁾ Interactions cellulaires et moléculaires, UMR 6026. Génétique et développement, UMR 6061 CNRS/Université de Rennes 1.

Contacts → Yann Le Grand et Denis Rouède, tél. 02 23 23 62 11, yann.legrand@univ-rennes1.fr, denis.rouede@univ-rennes1.fr ; Mireille Blanchard-Desce, tél. 02 23 23 62 77, mireille.blanchard-desce@univ-rennes1.fr

Les protéines mises à nu par un rayon laser

Pour découvrir, avec les biologistes, des fonctions du vivant, les physiciens utilisent différentes techniques. Petit tour d'horizon avec Sylvie Beaufile, du GMCM.

→ Quel rapport entre une surface solide et des protéines en solution ? Aucun. Sauf que des techniques développées par les physiciens, pour étudier des surfaces ou des fluides, ont été adaptées à la biologie. En collaboration avec l'Inra⁽¹⁾, à Rennes et à Jouy-en-Josas, la physicienne Sylvie Beaufile, de l'équipe biophysique du GMCM, utilise notamment l'ellipsométrie pour obtenir des informations sur le comportement d'une protéine à l'interface air/liquide.

Plongée dans une solution, comment une protéine du lait, la caséine, s'adsorbera-t-elle à l'interface ? Et quel type d'interactions développeront les caséines entre elles ? Connaître cela apporte des informations sur la structure de cette protéine, sur sa capacité à interagir avec l'eau (caractère hydrophile) ou

pas (caractère hydrophobe). Et l'on comprend mieux comment fonctionnent des structures complexes associant plusieurs protéines, comme par exemple la micelle de caséines du lait. Au centre du dispositif, un rayon laser est envoyé à la surface de la solution, selon un angle d'attaque précis. La physicienne mesure les caractéristiques de la lumière réfléchie, pour en déduire directement la quantité de protéines adsorbées à l'interface (en mg/m²), en fonction du temps. Les secrets des protéines en interaction vont ainsi se dévoiler, les uns après les autres.

Pixel par pixel

Une autre méthode, la microscopie à angle de Brewster, consiste à envoyer un rayon laser sur la solution, selon le même angle que pour



L'ellipsométrie permet de mesurer la quantité de protéines adsorbées à l'interface air/liquide, en fonction du temps.

l'ellipsométrie. Après réflexion sur la surface, le faisceau laser est agrandi et envoyé sur le détecteur d'une caméra numérique. L'angle est choisi de telle sorte que, lorsqu'aucune protéine n'est présente à l'interface, aucune lumière n'est réfléchie : l'image est noire. Lorsque les protéines montent à l'interface et s'y adsorbent, l'image se crée, pixel par pixel. Elle montre clairement la répartition des protéines : un agrégat, ou une couche plus ou moins homogène, apparaît à l'écran. Un document riche en informations !

de la couche de protéine sous l'effet d'un cisaillement, appliqué à l'aide d'un flotteur mis en mouvement par un champ magnétique. "Étape par étape, nous obtenons des informations précieuses sur les interactions entre les protéines, résume Sylvie Beaufile. Et nos collaborateurs peuvent alors réagir, avec leurs connaissances de biologistes." Sous le tir croisé des physiciens et des biologistes, la protéine a peu de chance de pouvoir leur cacher, longtemps, ses petits secrets. ■ N.G.

⁽¹⁾ Laboratoire de recherches de technologie laitière, Inra Rennes, Génétique et expression du lait, Inra Jouy-en-Josas (78).

Contact → Sylvie Beaufile,
tél. 02 23 23 57 00,
sylvie.beaufile@univ-rennes1.fr

La cryomicroscopie électronique pour l'analyse des interactions du vivant

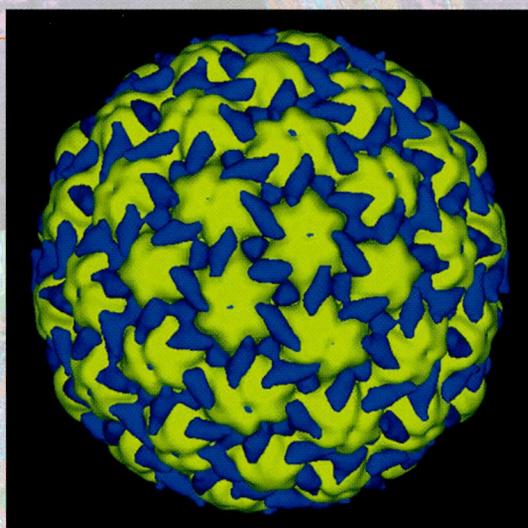
Une technique de biophysique, la cryomicroscopie électronique, est utilisée par l'équipe Canaux et récepteurs membranaires⁽¹⁾, à l'Université de Rennes 1, pour étudier les interactions des macromolécules.

→ "Après le génome, résume Daniel Thomas, biologiste et directeur de recherche au CNRS, le challenge consiste à analyser la dynamique des interactions qui forment le vivant : comment, par exemple, une protéine interagit avec une autre." La cryomicroscopie électronique permet à son équipe, l'une des spécialistes de cette technique en France, d'avancer dans un domaine d'étude en émergence : l'assemblage complexe des macromolécules, comme les virus.

Pourquoi utiliser cette technique de microscopie à haute résolution ? "Le problème, quand on observe un objet dans la colonne sous vide du microscope électronique, c'est qu'il faut le déshydrater. Donc on altère ses

propriétés." Avec la cryomicroscopie, les phénomènes biologiques sont stoppés par la congélation, à différentes étapes, ce qui permet des études dynamiques. Dans l'eau, les protéines et les virus sont congelés à -170°C en un dixième de seconde. L'eau devient vitreuse et transparente pour les électrons, ce qui permet ensuite de reconstituer le volume du virus en trois dimensions.

La reconstruction en trois dimensions d'un virus de la mosaïque du chou-fleur, le CAMV, fait ainsi partie de la thèse de Célia Plisson, sous la direction scientifique de Patrick Bron, qui sera soutenue cet automne. Ce travail permet de mieux comprendre les interactions moléculaires



Reconstruction en 3D d'une particule de CAMV (Cauliflower Mosaic virus) décorée par son facteur de transmission, en bleu.

entre un virus et une protéine réceptrice de la cellule hôte. Un exemple qui illustre les recherches d'un laboratoire ouvert à de nouvelles perspectives, avec notamment l'installation prochaine d'un nouveau microscope électronique, beaucoup plus puissant. ■ N.G.

⁽¹⁾ UMR 6026 CNRS/Université de Rennes 1. Au 1^{er} janvier 2004, l'équipe fusionnera, au sein de l'UMR 6026, avec celle de Denis Chrétien, Structure et dynamique du cytosquelette. Site Web : www.umr6026.univ-rennes1.fr

Contact → Daniel Thomas,
tél. 02 23 23 61 22,
daniel.thomas@univ-rennes1.fr

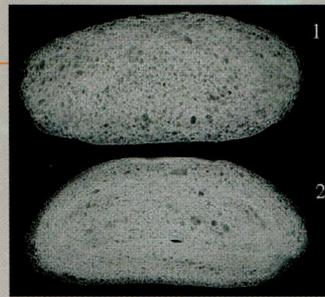
Des champs d'applications variés

La mie parfaite

Préférez-vous la mie compacte et homogène du pain de mie, ou la mie aérée du pain de campagne ? Question de goût et de culture, mais aussi affaire de scientifiques quand il s'agit d'élucider les mécanismes de formation de cette interface pâte/air physiquement complexe qu'est la mie !

→ Il y a dix ans, les scientifiques de l'Unité de recherche sur les protéines végétales et leurs interactions (URPVI) de l'Inra de Nantes ont isolé une protéine qu'ils ont baptisée puroindoline (puro = du blé et indoline pour son domaine chimique indol). Difficile à étudier du fait de ses propriétés à la fois hydrophile et hydrophobe - cette protéine contient en effet une partie qui la rend soluble dans l'eau et une autre qui lui confère des interactions fortes avec les lipides -, sa structure en trois dimensions, tout comme ses propriétés biologiques, restent encore aujourd'hui un mystère. Elle révèle par contre des propriétés technologiques qui ne laissèrent pas insensibles certains industriels du secteur agroalimentaire.

Concentrée dans la paroi des grains de blé, la puroindoline (Pin) donne à celle-ci une tendreté propice à son utilisation en biscuiterie, pâtisserie et en boulangerie pour la fabrication du pain de mie, par exemple, car elle donne une mie très stable et très homogène. Les Anglo-Saxons, très friands de ce genre de pain, ont donc sélectionné un type de blé adapté à leur besoin, c'est-à-dire riche en Pin. Ce critère n'étant pas déterminant dans nos contrées, c'est un blé plus dur (moins riche en Pin) qui prédomine dans les cultures françaises. Il donne une mie moins homogène (pains dits de campagne) et est également utilisé pour la fabrication des pâtes alimentaires.



En 1, une mie de pain fabriquée à partir de protéines de blanc d'œuf ; en 2, une mie fabriquée avec de la puroindoline. Résultat : une structure plus fine et plus homogène. Thèse de Laurence Dubreil, à l'Inra de Nantes.

À partir de blé dur

Et si l'on veut obtenir des mies homogènes à partir de blé dur ? C'est possible ! Et c'est là que les physiciens interviennent, dans la compréhension de la formation de la mie, qu'ils décrivent comme une interface pâte/air. Les molécules présentes aux interfaces sont des lipides et de la puroindoline. Une première solution pour rendre la mie plus homogène consiste à ajouter des lipides - une méthode employée notamment dans la fabrication des pains de mie industriels. La deuxième, plus séduisante en terme de santé publique, consiste à ajouter la fameuse protéine Pin.

C'est ainsi que les physiciens du laboratoire Groupe matière condensée et matériaux, dirigé par Anne Renault (voir pages précédentes), s'intéressent depuis un an et demi à la Pin. "C'est l'équipe de Didier Marion de l'URPVI, à l'Inra de Nantes, qui nous a sollicités pour ce projet. Une de ses anciennes étudiantes en thèse, Laurence Dubreil est d'ailleurs venue poursuivre ses travaux postdoctoraux dans notre laboratoire", explique Véronique Vié, responsable de la thématique protéines aux interfaces dans l'équipe biophysique du GMCM.

Pour mener à bien ces études, plusieurs techniques de mesure et d'observation ont été adaptées au sujet. "Nous travaillons à deux niveaux, poursuit Véronique Vié. Directement sur l'interface liquide/air, par des mesures de pression de surface ou de densité de molécules, ce qui nous permet d'avoir une idée concrète des effets de l'enrichissement en protéines sur l'organisation des lipides, et plus

De la physique à la biologie



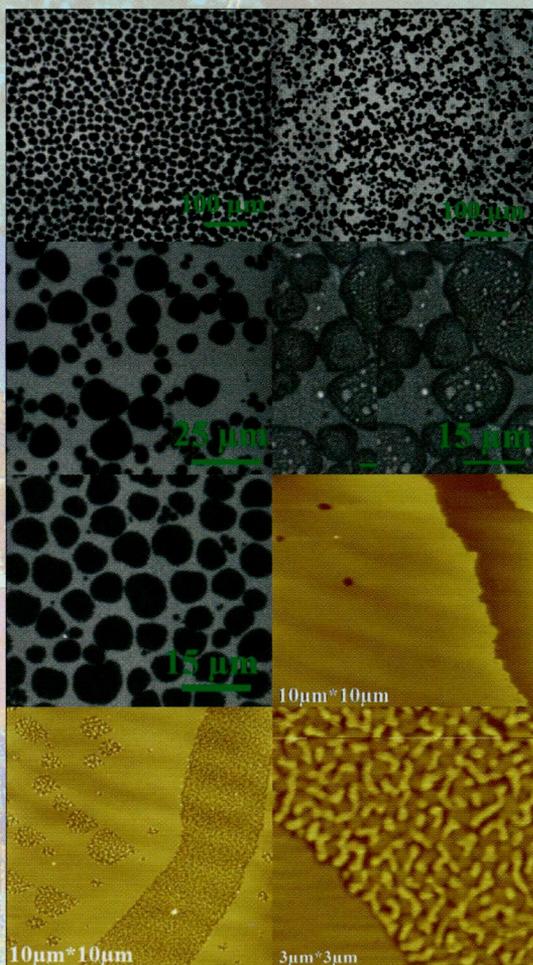
Physicienne de formation, Véronique Vié s'est rapidement tournée vers la biologie, puisqu'elle a effectué sa thèse dans un laboratoire Inserm, étudiant les apports de la microscopie à force atomique aux problématiques biologiques. Elle est depuis deux ans responsable du projet protéines végétales aux interfaces au sein du GMCM, mais son intérêt pour la biologie ne s'arrête pas là. Elle enseigne en effet la physique dans les filières biologie à l'Université de Rennes 1 et participe activement à une réflexion des enseignants chercheurs sur l'adaptation de ces enseignements. Elle est, par ailleurs, responsable d'un nouveau module proposé aux étudiants des écoles doctorales de "Sciences de la matière" et de "Vie-agro-santé", sur les techniques novatrices pouvant répondre aux besoins des deux disciplines. "Huit physiciens et six biologistes se sont inscrits cette année à ce module que nous souhaitons pérenniser", conclut-elle, motivée. ■

particulièrement sur leurs interactions latérales. La deuxième approche consiste à déposer ces interfaces sur un support solide pour les observer au microscope. La microscopie à fluorescence nous donne une résolution de l'ordre de 300 nm et la microscopie à force atomique nous permet de descendre à l'échelle du nm, c'est-à-dire à la taille de l'agrégat de protéines. On visualise ainsi la phase lipidique (phase liquide condensé ou liquide expansé) dans laquelle la protéine pré-fère s'insérer."

Des travaux très minutieux qui s'immiscent à notre insu dans notre quotidien de mangeur de pain. Et si l'on ajoute que la Pin, également présente dans l'orge, est responsable de la bonne stabilité des mousses de bière... ■ **N.B.**

Contact → Véronique Vié, équipe biophysique, laboratoire GMCM, tél. 02 23 23 56 45, veronique.vie@univ-rennes1.fr

Films lipidiques avant et après adsorption de la puroindoline, observés en microscopie à fluorescence (images en noir et blanc) et en microscopie à force atomique (images colorées). L'apparition d'agrégats de puroindoline (taches blanches) traduit l'insertion de la protéine dans le film de lipides.



Au cœur du fromage

Du côté des biochimistes de l'Inra, à Rennes, l'interface biologie-physique est indispensable pour caractériser les protéines du lait et leur comportement.

→ "Est-ce qu'un fromage sera dur, plâtreux ou élastique ? Ce comportement peut se modéliser par des lois physiques."



Frédéric Gaucheron, chercheur au laboratoire de recherches de technologie laitière de l'Inra, à Rennes, dans l'équipe de biochimie dirigée par Joëlle Léonil, se situe lui aussi à l'interface entre la biologie et la physique.

Des méthodes biophysiques sont en effet utilisées pour comprendre l'évolution des micelles, qui jouent un rôle dans les différentes étapes de la fromagerie. Au cours de l'affinage, par exemple, un fromage n'est pas homogène, la dégradation des protéines par les enzymes, la répartition de l'eau et des sels minéraux différent du centre à la croûte ; l'hétérogénéité peut alors être évaluée par

la rhéologie¹¹, la microscopie électronique à balayage, à transmission, l'imagerie et la diffusion élastique de la lumière. Indirectement, cet apport de connaissance permettra ensuite d'innover, en créant de nouveaux types de fromages, aux textures et goûts différents.

Au sein de l'équipe biochimie, les recherches portent notamment sur la caséine, la protéine principale du lait. Les caséines forment des agrégats de 200 nm de diamètre, appelés micelles. "La recherche laitière a plus d'un siècle, mais on ne sait toujours pas comment se forment ces agrégats ! Même si une dizaine de modèles scientifiques ont été proposés, ils ne sont pas satisfaisants." Une approche expérimentale, rendue possible par des outils de la physique, permet aujourd'hui de mieux caractériser les interactions entre les



caséines, et entre les caséines et les sels minéraux, au sein de la structure micellaire.

La micelle en équilibre

Les biochimistes du laboratoire collaborent notamment avec le GCMC (voir articles pages précédentes), mais aussi avec l'Inserm de Nantes, pour caractériser les phosphates de calcium dans les micelles. Dans l'équipe, Marine Philippe termine actuellement sa thèse sur l'enrichissement du lait en sels minéraux. Comment le calcium, le fer ou le magnésium se répartissent-ils dans le lait ? Certains sels

minéraux se fixent, de façon complexe, sur la micelle en équilibre : ici aussi, l'approche expérimentale par la biophysique joue un rôle clef.

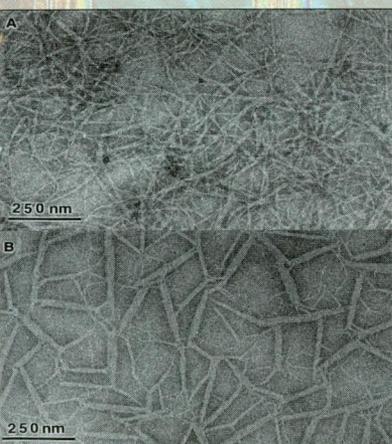
Les techniques venues de la physique sont aussi utilisées pour étudier des protéines solubles dans le lait, comme la β -lactoglobuline. Quand cette protéine est chauffée, un gel est obtenu. Les chercheurs utilisent des techniques biophysiques pour mettre en évidence les mécanismes moléculaires mis en jeu au cours du processus de gélification. Les applications ne concernent pas, cette fois, la fromagerie, mais cette protéine peut être utilisée comme ingrédient, par exemple dans les soupes ou dans les sauces, pour leur donner de la viscosité. ■ N.G.

¹¹ Rhéologie : étude de la viscosité de la matière.

Contact → Frédéric Gaucheron, LRTL, tél. 02 23 48 53 42, fgaucher@inra.fr www.rennes.inra.fr/lrtl

Le squelette des algues

Dans les parois des algues, les polysaccharides sont des molécules qui jouent un rôle important de squelette et de protection du végétal. L'équipe de William Helbert, à la Station biologique de Roscoff, étudie leur structure, notamment par des techniques de microscopie.



Deux types de polymères issus d'algues, observés par microscopie électronique à transmission. Les gels de kappa-carraghénane (A) sont constitués d'un réseau dense de microfibrilles fines et très allongées. Dans le cas des gels de iota-carraghénane (B), les microfibrilles sont plus courtes et épaisses.

→ Les polysaccharides marins ont un grand intérêt pour la recherche et l'industrie. L'équipe de William Helbert travaille notamment sur les carraghénanes, des molécules extraites de la paroi de végétaux rouges. Elles sont principalement utilisées dans l'industrie des gels, pour l'alimentation humaine ou animale. Le chercheur étudie ces molécules, dont la dégradation et la biosynthèse sont finalement mal connues, afin de comprendre toutes les implications au niveau physico-chimique.

Il est donc important de visualiser ces molécules assez précisément, pour en déterminer leur structure et apprécier l'effet des différentes enzymes de dégradation. "Quand on comprend comment est structurée la molécule, on peut comprendre

comment elle est digérée." William Helbert connaît bien la structure des différents polysaccharides présents dans la nature. L'amidon se présente généralement sous forme de granules, la cellulose sous forme de longues microfibrilles et les carraghénanes sous une forme fibrillaire, selon un réseau tridimensionnel. Cette organisation des molécules entre elles permet de supposer différentes stratégies de digestion pour les enzymes. Selon leurs structures, elles vont attaquer le substrat de manière aléatoire ou progressive, ce qui va créer des produits de digestion différents selon les cas.

L'organisation physique des molécules va donc influencer directement sur la biologie. Pour étudier ce phénomène, il est primordial de pouvoir visualiser ces dernières. Les techniques actuelles de microscopie permettent de voir avec précision de quelle manière les enzymes "rabortent" les fibres moléculaires. "Mais ce sont des molécules issues du vivant", souligne William Helbert.

Elles sont donc fragiles. Il est indispensable d'adapter les techniques à l'objet d'étude. En l'occurrence, lorsque la microscopie s'intéresse aux molécules biodégradables, on utilise le froid (cryomicroscopie) pour augmenter la durée de vie des échantillons."

Bien évidemment, la microscopie n'est pas la seule voie pour étudier les polysaccharides. Elle permet de compléter des études en chimie. L'avenir des polymères marins semble prometteur pour la recherche et l'industrie. Peu d'études ont encore été effectuées sur les différentes phases (liquide - solide - hétérogène) et le champ d'investigation reste vaste. En effet, une fois la synthèse maîtrisée, rien n'empêchera d'inventer de nouvelles molécules, en modifiant celles que l'on connaît. ■ V.D.

Contact → William Helbert, Station biologique de Roscoff, tél. 02 98 29 23 32, helbert@sb-roscoff.fr

Des champs d'applications variés

De la biologie marine à la médecine

Jack Cariou dirige le laboratoire Sol⁽¹⁾ à l'UBO⁽²⁾. Pour ce physicien spécialiste de l'optique et de la spectrométrie, l'avenir de sa discipline passe par une ouverture vers les autres sciences. Un décloisonnement qu'il envisage surtout avec les biologistes et les médecins.

→ Les premiers pas de l'équipe de Jack Cariou vers la biologie se sont faits, comme bien souvent à Brest, en direction de la biologie marine. En effet, en collaboration avec le Ceva⁽³⁾ et l'Ifremer⁽⁴⁾, les premiers travaux "hybrides physique-biologie" ont consisté à mettre au point des techniques de reconnaissance des algues *in situ*. "L'objectif était de pouvoir identifier, depuis la surface, le type d'algues qui se trouve sous le navire, explique le chercheur. En tant que physiciens, nous avons apporté une technique qui consiste à envoyer un laser en direction des algues et à récupérer le faisceau qu'elles renvoient."

Cette méthode utilise une caractéristique des cellules algales. Les "chromophores", contenus dans leur paroi, ont une capacité de fluorescence. Ainsi, lorsqu'elles sont

"éclairées" par un rayonnement, elles renvoient un rayonnement différent, situé dans une autre longueur d'onde. Chaque grande famille d'algues (rouges, vertes, brunes) se caractérise par un rayonnement fluorescent particulier. En le récupérant et en l'analysant, il est aisé de tracer les limites d'un champ d'algues et d'établir une carte détaillée des ressources d'une région. De plus, l'étude de la fluorescence des algues permet de recueillir des informations sur leur état physiologique pour permettre, par exemple, d'estimer la pollution d'un site.

En médecine, des techniques non invasives

Les algues constituaient un excellent sujet d'étude pour permettre aux physiciens de se frotter au domaine biologique. Mais cette



Jack Cariou, Frédéric Boulvert, Guy Le Brun et Yann Piederrière, de l'équipe du laboratoire Sol, à l'UBO.

volonté d'ouverture devait forcément trouver des interlocuteurs dans le domaine de la santé. C'est ainsi que les médecins du CHU de Brest ont manifesté leur intérêt pour certains travaux. Le principe de l'oxymètre est connu : il permet de doser le taux d'hémoglobine oxygénée d'un patient, sans avoir à prélever la moindre goutte de sang. Comme le souligne Jack Cariou : "Cette invention ne pouvait sortir que de la tête d'un physicien." En utilisant le laser à travers la peau, il est donc possible

d'analyser le rayonnement que réémet le sang et d'en déduire son taux d'oxygène.

C'est dans le même esprit que Yann Piederrière a débuté sa thèse, il y a trois ans. Ce jeune chercheur s'est intéressé au dosage du glucose dans le sang par une technique non invasive (c'est-à-dire sans aucune lésion). En appliquant un faisceau laser sur le bout du doigt, il est possible de récupérer l'image que renvoie le sang. Une fois traitée, cette image

L'activité musculaire décryptée par la résonance magnétique

À la faculté de médecine de Rennes, l'équipe d'Élisabeth Le Rumeur lutte contre la myopathie, en utilisant les outils de la biophysique.

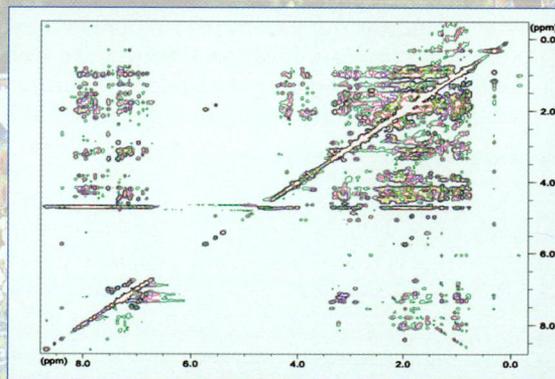
→ "Connaître les gènes, avoir décrypté le génome humain, ce n'est qu'un début ! Un autre grand chantier s'ouvre en biologie pour découvrir, cette fois, les fonctions des protéines. Élisabeth Le Rumeur, responsable du LRMNBM⁽¹⁾, à Rennes, est une biologiste qui utilise des techniques

biophysiques. On sait que les gènes codent pour des protéines, mais quels rôles jouent ces protéines ? Pour le savoir, il faut aussi connaître la structure même des protéines." Et pour s'immiscer au cœur de la structure, rien de tel que la spectroscopie à résonance magnétique nucléaire (RMN) ou à fluorescence.

Ces techniques ont permis à l'équipe du laboratoire de découvrir une nouvelle fonction d'une protéine du muscle, la dystrophine. Quand cette protéine est absente du muscle, les cellules dégèrent et meurent : le patient, atteint par la myopathie de Duchenne, décède par insuffisance respiratoire ou cardiaque. On connaît la pathologie, les mutations génétiques en cause, mais que se passe-t-il au niveau moléculaire ? Quel est le rôle de la dystrophine dans le muscle normal ?

Avec un aimant ultrapuissant, la structure atomique de la protéine est dévoilée. Cette technique très

Petit aperçu d'un travail très long, toujours en cours, pour révéler la structure de la dystrophine : la carte de résonance magnétique d'un fragment de la protéine.



lourde, la RMN, coûte du temps : une année de travail pour découvrir la structure en 3D des fragments de dystrophine ! À cela se sont ajoutées des études par spectroscopie de fluorescence pendant trois mois et de nombreuses collaborations⁽²⁾, avant que l'équipe puisse démontrer que la dystrophine s'associe avec des lipides de la membrane de la cellule : elle jouerait un rôle au cours des cycles de raccourcissement-élongation du muscle. Ces résultats font l'objet d'une publication récente⁽³⁾.

Une autre protéine

Ces recherches, soutenues par l'Association française contre la myopathie, peuvent avoir plusieurs suites. Peut-on les extrapoler à l'ensemble de la protéine ? D'autre part, une autre protéine, l'utrophine, a la même structure que la dystrophine. Si l'équipe démontrait qu'elle s'associe avec les lipides comme la dystrophine, pourquoi ne la remplacerait-elle pas chez les patients où la dystrophine a disparu ?



L'équipe d'Élisabeth Le Rumeur (à droite).

Des mathématiques contre la douleur

permettrait de déduire un taux de glucose. Il reste encore du chemin à parcourir pour mettre au point les réglages. Mais nul doute que les patients diabétiques, qui doivent se piquer plusieurs fois par jour, y trouveraient un confort certain.

Les applications en médecine ne se limitent pas pour autant au dosage de substances dans le corps. Plusieurs techniques permettent, par exemple, de mesurer la coagulation sanguine, de repérer des brûlures itératives par rayonnement γ (causées généralement par des produits radioactifs), invisibles à l'œil nu. Tout cela grâce à l'étude des rayons émis par les objets. Le temps où les physiciens préféraient les cristaux aux fluides serait-il révolu ? ■ **V.D.**

⁽¹⁾ Spectrométrie et optique laser. ⁽²⁾ Université de Bretagne occidentale. ⁽³⁾ Centre d'étude et de valorisation des algues. ⁽⁴⁾ Institut français pour la recherche et l'exploitation de la mer.

Contact → Jack Cariou, Sol,
tél. 02 98 01 62 38,
jcariou@univ-brest.fr

“Contre la myopathie, résume Elisabeth Le Rumeur, on peut avoir une approche génétique, pour décrypter les gènes, ou faire de la biologie cellulaire, pour analyser comment les cellules vivent et meurent. Pour ma part, formée à l'interface entre la biologie et la physique-chimie, je comprends suffisamment le langage des physiciens pour utiliser leurs techniques en biologie.” Un langage qui est traduit pour décrypter le protéome. ■ **N.G.**

⁽¹⁾ Laboratoire de résonance magnétique nucléaire en biologie et médecine (UPRES EA 2230 - 15 personnes) - faculté de médecine, Université de Rennes 1. ⁽²⁾ Notamment avec le laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique, Lure, UMR 130 CNRS/Centre universitaire Paris-Sud, Orsay. ⁽³⁾ The Journal of Biological Chemistry, Février 2003. Site Web : <http://www.jbc.org>.

Contact → Elisabeth Le Rumeur,
LRMNBM, tél. 02 23 23 46 27,
elisabeth.le-rumeur@univ-rennes1.fr

A l'Institut de recherche mathématique de Rennes (Irmr), un chercheur modélise l'os, en collaboration avec un biophysicien de Lausanne. Objectif : améliorer les prothèses.

→ Un porteur de prothèse ressent une douleur dès que sa prothèse commence à bouger. Cela provient des micromouvements à l'articulation entre la prothèse, en métal ou en polyéthylène, et l'os. Quand ces déplacements dépassent 150 μm , le tissu de l'os devient fibreux : il se transforme en cartilage et la prothèse ne s'accroche plus. Mais comment savoir précisément ce qu'il se passe, pour trouver une solution contre la douleur ?



Dominique Pioletti



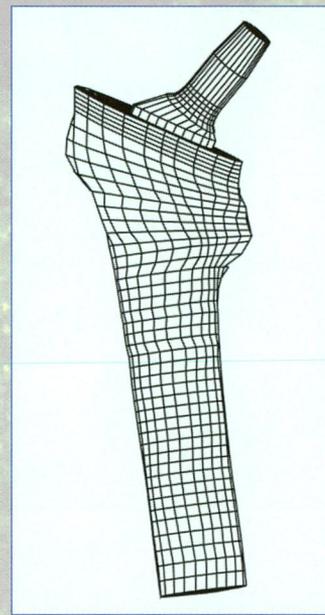
Lalaonirina Rakotomanana

“Il faut modéliser le changement biologique du tissu de l'os, pour découvrir les implications sur ses propriétés mécaniques, et vice versa.” Lalaonirina Rakotomanana, mathématicien à l'Irmr, aborde la biologie de l'os sous l'angle de la mécanique. Avec Dominique Pioletti, biophysicien à Lausanne⁽¹⁾, ils ont mis au point un simulateur pour résoudre ce problème. Leurs conclusions viennent d'être publiées dans une revue spécialisée⁽²⁾.

Le simulateur reproduit les micromouvements entre l'os et la prothèse correspondant aux gestes quotidiens du patient, comme la marche. Des cellules d'os sont cultivées sur un bout de prothèse et l'on simule sur elles des forces de frottement et de pression. On observe alors le comportement des ostéoblastes : ces cellules restent-elles aptes à fabriquer de l'os minéralisé ou bien changent-elles de



L'appareil servant à solliciter les cellules osseuses.



La méthode mathématique des éléments finis consiste à diviser l'os en petits éléments.

fonction et l'os devient-il un tissu fibreux ? Cette observation est quantifiée par l'analyse du changement de l'expression génétique des cellules.

L'équation de l'os

Pour simuler la réalité avec précision, toute la difficulté consiste à connaître les forces qui s'appliquent aux différents points entre la prothèse et l'os. Mais elles dépendent de l'ensemble de la forme anatomique des os et de la distribution des muscles ! C'est donc tout cet ensemble qu'il faut modéliser, d'où l'intérêt des mathématiques. Les mouvements sont mis en équation en utilisant la méthode des éléments finis : plutôt que d'écrire l'équation globale de l'os, la prothèse et l'os sont divisés en petits éléments, comme des cubes, dont l'on connaît les équations et les interactions.

Cette simulation, mise au point par les deux chercheurs, peut aujourd'hui avoir deux applications. Le revêtement des prothèses peut être optimisé, en le rendant

bioactif : la fabrication de l'os est directement stimulée aux points de contact avec la prothèse, ce qui évite de donner au patient un médicament par voie orale. Une autre application consiste à concevoir d'autres formes de prothèses, plus fiables, qui durent plus longtemps.

Ces travaux sont nés de la rencontre entre deux compétences, en biologie et en modélisation mathématique. “Au départ, j'étais dans mon domaine pur et dur, la mécanique, avoue Lalaonirina Rakotomanana. On peut faire de la physique ou de la biologie, en restant dans sa discipline. Mais il existe tellement d'autres problèmes à résoudre, grâce à une vraie interdisciplinarité !” Le mathématicien mécanicien trouve son intérêt dans la modélisation des phénomènes biologiques. Au final, les patients y trouveront leur. ■ **N.G.**



Vue radiographique, de face, d'une prothèse de hanche dans un fémur.

⁽¹⁾ Bone Bioengineering Group, Laboratory of Orthopaedic Research, Institute for Biomedical Engineering, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, Suisse. ⁽²⁾ Journal of Biomechanics 36 (2003) 131-135. Site Web : <http://www.jbiomech.com>

Contact → Lalaonirina Rakotomanana,
Irmr, tél. 02 23 23 59 18,
lalaonirina.rakotomanana@univ-rennes1.fr

Le corps producteur d'énergie Quand les calories se transforment en watts

Quel est le thème de recherche commun à un médecin, un physiologiste, un ingénieur en mécanique et un électrotechnicien ? Réponse : l'énergie ! Et ce producteur original, mais pourtant si familier, qu'est le corps humain. Ou quand la physique sollicite la biologie.

→ Tout est parti d'un projet du CNRS de financer des recherches sur les énergies renouvelables. Au Satie⁽¹⁾, un laboratoire de l'ENS de Cachan, sur le campus de Ker Lann, le professeur Bernard Multon s'intéresse à la récupération de l'énergie produite par le corps humain, avec pour objectif final l'alimentation en électricité de petits appareils, tels que les agendas électroniques ou les téléphones portables en position de veille, voire des systèmes d'assistance médicale, comme les pacemakers. Le principe en soi n'est pas révolutionnaire -souvons-nous des montres de nos grands-pères se rechargeant automatiquement grâce à un ressort qui oscillait au gré des mouvements du poignet-, mais les quantités d'énergie mises en jeu aujourd'hui sont des dizaines de fois plus importantes.

"L'équipe de l'ENS nous a contactés pour notre bonne connaissance du corps humain et de ses mouvements, explique Franck Multon, responsable du projet biomécanique au sein du laboratoire physiologie et biomécanique de l'exercice musculaire de l'Université de Rennes 2, dirigé par Paul Delamarque. Notre mission : dimensionner l'énergie du corps humain, déterminer sous quelle forme et à quels endroits elle peut être exploitée, pour permettre ensuite à

Une coupe de la "pile humaine", développée à partir des capteurs de mouvement, par le laboratoire de l'ENS Cachan antenne de Bretagne.



Paul Delamarque (à gauche), directeur du laboratoire, est physiologiste et titulaire d'une thèse en biomécanique. Franck Multon, responsable du projet biomécanique, est informaticien et a effectué sa thèse à l'Irisa sur la simulation du mouvement humain.

nos collègues de l'ENS de travailler sur le système de conversion de cette énergie en électricité." Le lien était fait ; médecins, physiologistes, ingénieurs en mécanique et électroiciens collaborent depuis bientôt deux ans sur ce projet.

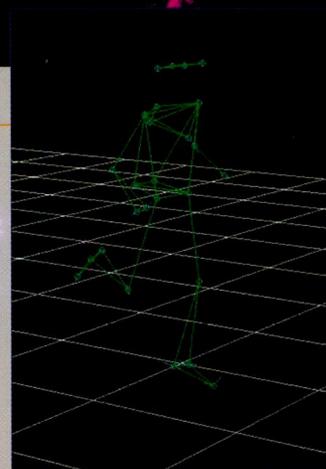
"Il faut savoir que le rendement d'un muscle n'est que de 20%, commence Franck Multon, le reste est perdu en chaleur !" L'idée de vouloir récupérer cette énergie résiduelle est donc loin d'être farfelue. "Mais récupérer de la chaleur n'est pas chose facile. Pour être une piste exploitable, il faudrait que la différence de température entre le corps et l'extérieur soit beaucoup plus importante, précise-t-il. La piste la plus sûre était donc la récupération d'énergie mécanique."

Et de nouveau, plusieurs voies étaient envisageables. Les premiers essais de l'équipe de biomécanique ont tourné autour de l'énergie produite en actionnant tout simplement une manivelle. Des calculs précis de rendement ont été réalisés, à partir de la consommation d'oxygène, à différentes vitesses de recharge. "Ce n'était pas rentable, pour



Cette expérimentation sert à calculer l'énergie mécanique de la marche, avec des capteurs de mouvement, pour savoir où situer l'appareillage, comme une pile, qui récupérera le maximum d'énergie, avec le meilleur rendement.

suit Franck Multon. On ne peut pas demander à quelqu'un de s'essouffler à actionner une manivelle pour alimenter en énergie son pacemaker !" Restait la récupération de l'énergie mécanique produite à partir d'un mouvement naturel, comme la marche ou la course. Ainsi, l'étude d'une personne marchant sur un tapis roulant, munie de capteurs placés à des endroits stratégiques, a permis de modéliser les mouvements en trois dimensions, via un logiciel créé au sein du laboratoire de physiologie et biomécanique de l'exercice musculaire. "On a ainsi



Interface informatique mise au point par Franck Multon.

accès à toutes les énergies produites par chaque segment corporel. Car notre but ici est d'en récupérer un maximum, avec un appareil ergonomique, sans gêne pour la personne."

Tout est alors question d'équilibre. Exemples : chaque membre a une masse et plus la masse déplacée est importante, plus la quantité d'énergie produite est grande, mais aussi celle dépensée ! De même, chaque kilogramme ajouté au système de récupération a un coût énergétique et doit être adapté au poids de la personne. Ou encore, si les calculs ont montré que c'est au niveau du pied qu'est produite la plus grande quantité d'énergie, l'endroit est peu adapté au port d'un téléphone portable... Au final, c'est la hanche qui a été retenue par l'équipe de biomécanique, charge ensuite aux chercheurs de l'ENS Cachan d'optimiser la pile au niveau taille, poids et rendement énergétique. Résultat : les prototypes actuels fournissent quelques dizaines de milliwatts. "Nous souhaitons améliorer encore le rendement pour atteindre le watt !", conclut, enthousiaste, Franck Multon. L'alimentation d'un téléphone portable en fonctionnement, et pas seulement en veille, pourrait alors être envisagée... ■ N.B.

⁽¹⁾ Satie : Systèmes et applications des technologies de l'information et de l'énergie. Site Web : www.satie-ens-cachan.fr

Contacts → Franck Multon, laboratoire de biomécanique, Université de Rennes 2, tél. 02 99 14 17 75, franck.multon@uhb.fr ; Bernard Multon, laboratoire Satie, ENS de Cachan, multon@bretagne.ens-cachan.fr

Les biophysiciens ont pris rendez-vous

→ Les premières Rencontres biologie-physique du grand Ouest (RBPGO) se sont déroulées en juillet 2002, sur le campus de Beaulieu, à Rennes. Elles ont réuni une centaine de biologistes et physiciens, qui s'intéressent à la structure et la dynamique des systèmes biologiques. Cette approche interdisciplinaire, plus fréquente en Allemagne et aux États-Unis qu'en France, a permis d'avoir une vue d'ensemble des techniques existantes. Qu'il s'agisse de spectroscopie à Vannes, de microscopies à Rennes et Roscoff ou d'une technique originale de diffusion de la lumière, installée au Mans.



Anne Renault, physicienne, directrice du laboratoire GMCM⁽¹⁾ et Daniel Thomas, biologiste, responsable de l'équipe CRM⁽²⁾.

Rendez-vous tous les deux ans

"Un pôle de biophysique peut émerger, lié aux spécificités du grand Ouest, affirme Anne Renault, à l'origine des rencontres. En relation avec l'agroalimentaire, autour notamment des protéines aux interfaces, ou lié aux problèmes de santé, avec des laboratoires très réputés dans notre région." Daniel Thomas, l'un des co-organisateur, le confirme : "L'esprit de ces rencontres est de fédérer les forces, comme cela a été réalisé, par exemple, pour la Génopole Ouest⁽²⁾. Car il faut connaître précisément nos potentiels technologiques et humains, notamment en période de restriction budgétaire."

Les rencontres auront lieu tous les deux ans ; le prochain rendez-vous est fixé à Nantes, en 2004. L'interface physique-biologie, l'une des priorités du CNRS et du ministère de la Recherche, a de beaux jours devant elle, à l'Ouest. ■ N.G.

⁽¹⁾ Voir articles pages précédentes. ⁽²⁾ Voir Sciences Ouest n° 186, mars 2002.

Site Web → www.rbpgo.univ-rennes1.fr

Le mois prochain, Sciences Ouest fête son n° 200 !

printemps

de l'Environnement en Bretagne

À l'occasion du printemps de l'environnement, du 2 au 10 juin

Rendez-vous au cycle de conférences

LE LITTORAL : USAGES ET ENVIRONNEMENT

À l'auditorium d'Océanopolis, à Brest, lundi 2 juin, à 20 h 30.

LES BONS GESTES AU JARDIN POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

À la maison du Champ-de-Mars, à Rennes, mardi 10 juin, à 20 h 30.

Deux événements organisés en collaboration avec le Conseil régional de Bretagne, la Diren, Océanopolis et l'Espace des sciences.

Pour en savoir plus

→ www.bretagne-environnement.org

Inscriptions

→ b.valette@region-bretagne.fr



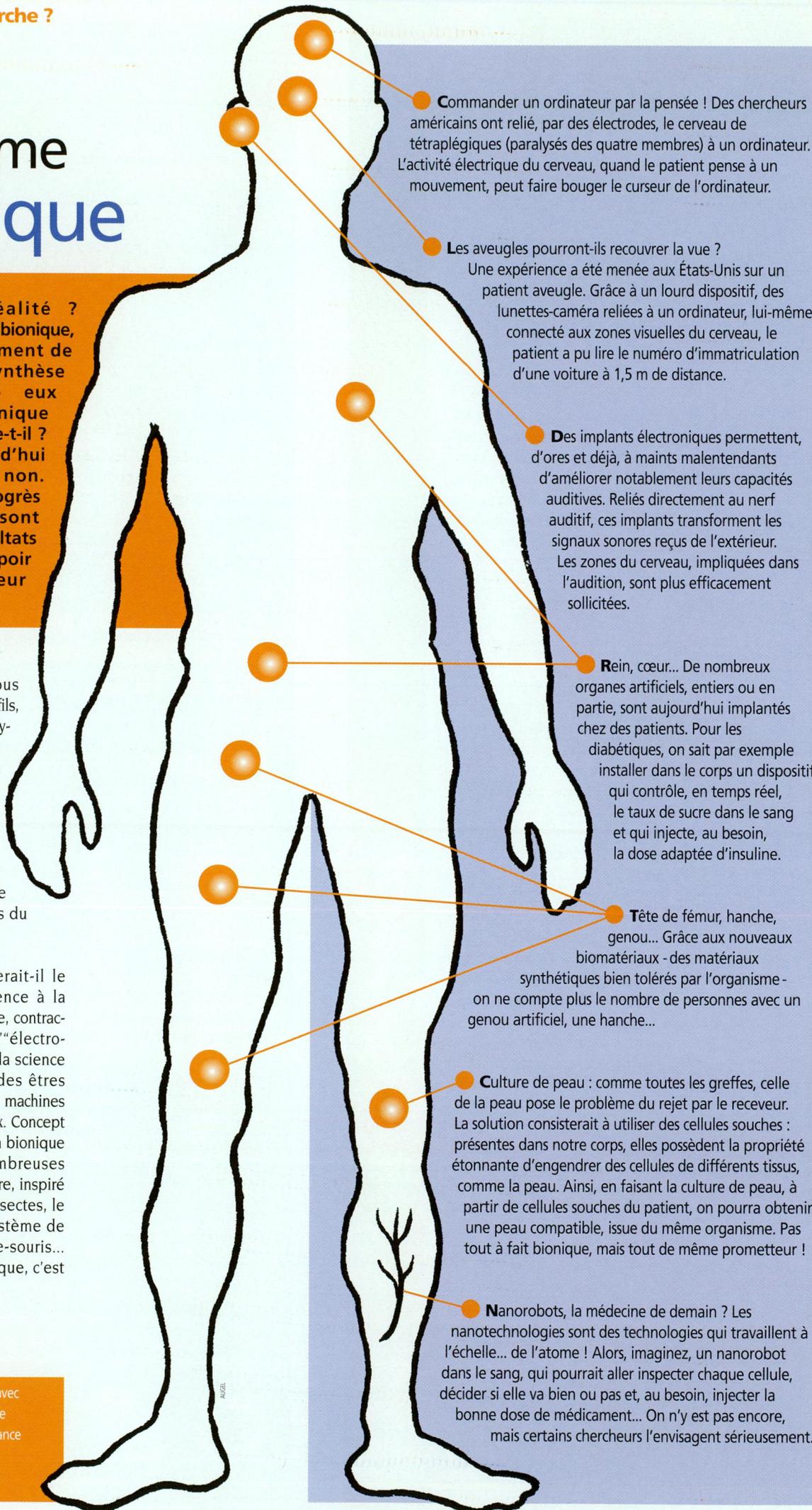
L'Homme bionique

Mythe ou réalité ?
L'Homme tout bionique, constitué entièrement de matériaux de synthèse connectés entre eux par une électronique sophistiquée, existe-t-il ? La réponse aujourd'hui est sans appel : non. Néanmoins, les progrès en la matière sont rapides, et les résultats déjà étonnants. Espoir pour certains, peur pour les autres.

→ Vous souvenez-vous comment Dédale et son fils, Icare, s'évadèrent du labyrinthe dans lequel les avait enfermés Minos ? Par les airs ! Grâce à l'ingéniosité d'Icare qui s'était collé des ailes sur les épaules avec de la cire. La suite, on la connaît : téméraire, Icare s'approcha de trop près du Soleil, et la cire fondit...

Le mythe d'Icare serait-il le premier à faire référence à la "bionique" ? Mot hybride, contraction de "biologie" et d'"électronique", la bionique est la science qui étudie le monde des êtres vivants pour élaborer des machines qui l'imiteraient au mieux. Concept à connotation futuriste, la bionique a pourtant déjà de nombreuses applications : l'hélicoptère, inspiré par le vol de certains insectes, le sonar, inspiré par le système de navigation de la chauve-souris... Quant à l'Homme bionique, c'est une autre histoire. ■

→ Réalisé en collaboration avec Xavier Labouze du Centre de vulgarisation de la connaissance (université Paris-Sud), <http://www.cvc.u-psud.fr/cvc>



Exposition

LA FOLIE DES COULEURS



● Comment les arcs-en-ciel se forment-ils dans les nuages ? L'une des animations proposées aux jeunes par l'Espace des sciences dans le cadre de l'exposition "La fabrique du regard" perce le secret de ce phénomène. C'est la lumière émise par le Soleil qui est à l'origine de ce festival de couleurs. Rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet : la pluie révèle sa véritable nature. La lumière blanche est un assemblage de toutes les couleurs et son passage dans les gouttes d'eau la décompose. Les jeunes spectateurs écoutent, se questionnent et surtout regardent. Des taches rouges, vertes et bleues apparaissent sur l'écran et

s'entremêlent. Au centre, la zone où les trois teintes se superposent devient blanche. Nouvelle preuve que la lumière blanche n'est pas... blanche ! Forts de leurs nouvelles connaissances, les enfants se promènent ensuite dans l'exposition et commentent les œuvres de Monet ou de Magritte. Puis c'est à leur tour d'expérimenter la folie des couleurs. Pinceaux, peinture et feuilles blanches deviennent les outils de leur exploration picturale. À partir des trois couleurs primaires, les artistes en herbe composent alors leurs propres teintes : tout en nuances !

"La fabrique du regard", du 5 mars au 26 juillet 2003 au centre commercial Colombia → Du lundi au vendredi de 12h30 à 18h30 et le samedi de 10h à 18h30. Animations : tous les jours à 16h. → Plein tarif : 2 € ; réduit : 1 € ; 25 € pour les groupes ; gratuit pour les enfants de moins de 12 ans accompagnés. → Renseignements et réservations : tél. 02 99 35 28 28.



Conférences

ÉVOLUTION DU CLIMAT, DU PASSÉ VERS LE FUTUR

● **Mercredi 4 juin.** Par Jean Jouzel, physico-chimiste, directeur de recherches au CEA, directeur de l'Institut Pierre-Simon Laplace et médaille d'or CNRS 2002, en collaboration avec l'association des étudiants de chimie et l'Institut de chimie (Université de Rennes I - CNRS).

→ 20 h 30, au Triangle, bd de Yougoslavie à Rennes. → Entrée gratuite dans la limite des places disponibles.

LES BONS GESTES AU JARDIN POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

● **Mardi 10 juin.** Par Denis Pépin, biologiste, jardinier amateur, chroniqueur et auteur d'ouvrages sur les haies et les jardins, premier prix du concours national des jardins potagers en 1998. Conférence organisée par la Région Bretagne, dans le cadre du printemps de l'environnement.



→ 20 h 30, à la maison du Champ-de-Mars, 6, cours des Alliés à Rennes. → Entrée libre et gratuite. → Rens. : Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 20, www.espace-sciences.org

TROIS NOUVELLES EXPOSITIONS

● L'Espace des sciences a acquis trois nouvelles expositions itinérantes pour tout public : "La biodiversité", "20 millions d'années avant l'Homme", "Sucres... en corps". Les deux premières sont conçues par le Muséum national d'histoire naturelle et la troisième par la Fondation pour la recherche médicale, le Palais de la découverte, la Nef des sciences et le Pavillon des sciences. "La biodiversité" présente la richesse du monde vivant et sensibilise le public à la nécessité de le préserver. "20 millions d'années avant l'Homme" raconte l'histoire des grands singes et de l'Homme en Afrique. "Sucres... en corps" permet de découvrir le rôle des sucres dans le corps et leurs effets. À noter que le catalogue des expos est disponible dans une nouvelle version, reliée et mise à jour.

→ Rens. : Expositions itinérantes, Patrick Le Bozec, tél. 02 99 31 79 10, patrick.lebozec@espace-sciences.org

Itinérance

L'info scientifique et technique du grand Ouest



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

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

Tarif étudiant (joindre un justificatif)
2 ANS 27 € (au lieu de 66 €*)
soit 13 numéros gratuits
1 AN 15 € (au lieu de 33 €*)
soit 6 numéros gratuits

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

Je souhaite un abonnement de

- 1 AN (11 N^{os} Sciences Ouest + 11 N^{os} Découvrir)
 2 ANS (22 N^{os} Sciences Ouest + 22 N^{os} Découvrir)
 Tarif normal Tarif étudiant (joindre un justificatif)
 Tarif étranger ou abonnement de soutien

Nom _____

Prénom _____

Organisme/Société _____

Secteur d'activité _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ Fax _____

Je désire recevoir une facture

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



ADRIA

- Du 21 au 23 mai, Paris/Optimiser le nettoyage et la désinfection
 - Les 3 et 4 juin, Paris/Statistiques appliquées à l'analyse sensorielle
 - Les 5 et 6 juin, Rennes/Conduite et expertise de l'HACCP
- Rens. : Sébastien Lecouriaut, tél. 02 98 10 18 50, sebastien.lecouriaut@adria.tm.fr

AFPI

● Guide des formations 2003

Le guide des formations 2003 de l'afpi est disponible. À noter également la mise en place du dispositif Ifti (Ilot de formation technique individualisée) qui vise à offrir au salarié un parcours individualisé en fonction des contraintes organisationnelles de son entreprise.

→Rens. : Joël Quintic, tél. 02 99 52 54 30, www.afpi-bretagne.com

ARCHIMEX

- Les 19 et 20 mai, Vannes/Recherche efficace d'informations grâce à Internet
 - Les 22 et 23 mai, Vannes/Nouvelles technologies d'extraction : management et optimisation des procédés
 - Du 3 au 5 juin, Vannes/Émulsions et mousses - formulation, stabilité, propriétés
- Rens. : Archimex, service formation, tél. 02 97 47 97 35, formation@archimex.com, www.archimex.com

EME

● Énergies renouvelables et économies d'énergie

L'école des métiers de l'environnement lance une nouvelle licence professionnelle à la rentrée 2003-2004. Ce diplôme vise à former des personnes compétentes dans le secteur de la maîtrise d'énergie, notamment dans les pays en voie de développement.

→Rens. : Eme, tél. 02 99 05 88 00, contact@ecole-eme.com, www.ecole-eme.com

IRPA

● 3 juin, Côtes-d'Armor/Management environnemental des collectivités

→Rens. : Irpa, tél. 02 99 79 39 31, contact@irpa-bretagne.org, www.irpa-bretagne.org

SUPÉLEC

- Du 19 au 21 mai, Rennes/Réseaux hauts débits
- Les 21 et 22 mai, Rennes/Annuaire LDAP
- Du 26 au 28 mai, Rennes/Compression d'images par ondelettes
- Du 2 au 6 juin, Rennes/Asic analogiques
- Du 11 au 13 juin, Rennes/Arithmétique intégrée pour le traitement du signal

→Rens. : Catherine Pilet, tél. 02 99 84 45 00.

UBO

● Médecine maritime 2003-2004

Ce diplôme d'université est une formation complète de médecine maritime pouvant remplacer le brevet de médecin de marine marchande. Assurée avec le concours du Service de santé des gens de la mer, du Centre de consultation médicale maritime et de l'Institut maritime de prévention.

→Rens. : Dominique Tarsiguel, tél. 02 98 01 67 82, sufcep@univ-brest.fr

- Le 6 juin, Brest/L'organisation des soins d'urgence
- Le 12 juin, Brest et Quimper/Recherche documentaire en santé au travail sur Internet : médecins et assistantes

→Rens. : tél. 02 98 01 63 62, sufcp@univ-brest.fr, www.univ-brest.fr

Conférences

● 22 mai/

Les Matinales de Rennes Atalante



Rennes - Les petits déjeuners débats de Rennes Atalante, baptisés Matinales, font le point ce mois-ci sur la Génopole Ouest (voir Sciences Ouest n° 186).

→Rens. : Rennes Atalante, tél. 02 99 12 73 73, www.rennes-atalante.fr

● 3 juin/

Les mardis d'Ethos



Rennes - L'émergence du questionnement éthique au sein de la démarche scientifique est au cœur

des préoccupations des mardis d'Ethos. Avec Dominique Lambert, professeur aux facultés universitaires de Namur.

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

● 13 juin/

Club réglementation de l'Adria



Quimper - Cette journée est consacrée aux "actualités réglementaires en France et en Europe des OGM". Réservée aux adhérents, 60 €.

→Rens. : Tél. 02 98 10 18 32, www.clubaaa.net

Salon

● Les 21 et 22 mai/

Troisième édition du Sifao



Rennes - Dans les locaux de l'Insa se tiendra la troisième édition du Salon inversé de la filière automobile de l'Ouest (Sifao). Cet événement est un moment privilégié pour les industriels du grand Ouest qui souhaitent rencontrer les acteurs européens de la filière automobile.

→Rens. : Bernadette Magny, tél. 02 99 33 66 19, bmagny@rennes.cci.fr

FORMATION CONTINUE - UNIVERSITÉ DE RENNES 1 FORMATION COURTE EN INFORMATIQUE

Web dynamique avec JAVASCRIPT

stage de 2 jours

Objectifs :

Intégrer contrôles et calculs dans les pages Web grâce à la programmation JavaScript. Cette formation alterne les présentations et les exercices.

SERVICE FORMATION CONTINUE

4, rue Kléber - 35000 RENNES

Tél. : 02 23 23 39 50 - Fax : 02 99 63 30 33

http://sfc.univ-rennes1.fr

Les stages courts en informatique peuvent être réalisés en intra-entreprises, à des dates et pour des contenus négociables.

Expositions

● Jusqu'au 1^{er} juin/ Les collections sortent de leurs réserves

Laval - Le musée des Sciences ouvre ses réserves pour faire redécouvrir au public le large patrimoine scientifique moyen-nais qu'il conserve.

→Rens. : CCSTI de Laval - musée des Sciences, tél. 02 43 49 47 81, animation.ccsti@mairie-laval.fr

● Jusqu'au 9 juin/ Marées, la vie secrète du littoral

Lorient - Le CCSTI de Lorient propose une exploration des riches écosystèmes de l'estran.

→Rens. : CCSTI de Lorient, tél. 02 97 84 87 37, www.ccstilorient.org ; Espace des sciences, expositions itinérantes, Patrick Le Bozec, tél. 02 99 31 79 10.

● Jusqu'au 27 juin/ Les voiles de l'audace

Brest - Cette exposition retrace les grandes expéditions de découvertes qui, au départ de Brest, ont animé l'histoire maritime mondiale dans la seconde moitié du XVIII^e siècle.

→Rens. : Océanopolis, tél. 02 98 34 40 40, www.oceanopolis.com

● Jusqu'au 24 août/ Reptiles volants au temps des dinosaures

Nantes - Les ptérosaures sont à l'honneur au Muséum d'histoire naturelle de Nantes.

→Rens. : Muséum d'histoire naturelle, tél. 02 40 99 26 20, médiathèque Jacques Demy, tél. 02 40 41 95 95.

● Jusqu'en décembre 2004/ Qui, quoi, comm', la communication dans tous ses états

Pleumeur-Bodou - Le radôme musée des Télécoms a mis en place une exposition internationale interactive sur tous les thèmes qui touchent à la communication.

→Rens. : Tél. 02 96 46 63 81, reservations@leradome.com

Colloques

● 20 mai/ Les zooms de Rennes Atalante

Rennes - Le deuxième thème des zooms de Rennes Atalante est consacré à la protection intellectuelle et à la valorisation dans le secteur des biotechnologies.

→Rens. : Laurence Sicard, tél. 02 99 12 73 82.

● Les 21 et 22 mai/ Polymerix 2003

Rennes - La 3^e édition du colloque européen sur les biopolymères et leurs applications en santé, cosmétique et alimentaire.

→Rens. : Roland Conanec, CBB Développement, tél. 02 99 38 33 30.

● Les 23 et 24 mai/ Journées nationales de la Société française de cardiologie

Brest - Le Quartz, le centre des congrès de Brest, reçoit pendant deux jours la Société française de cardiologie. Séances à thème, symposiums et ateliers sont au programme.

→Rens. : Albine conseil, tél. 01 41 05 94 10, contact@albine-conseil.fr

Sorties

● L'Antarctique à Océanopolis

Brest - La Terre Adélie est à l'honneur au pavillon polaire d'Océanopolis. Un film de douze minutes tourné dans des conditions exceptionnelles est présenté régulièrement sur un écran panoramique.

→Rens. : Danièle Quemeneur, tél. 02 98 34 40 42.

● Les 20 et 21 mai/ 3^{es} rencontres des Zincs de sciences

Paris - Le réseau des Zincs de sciences regroupe les cafés scientifiques, les bars des sciences, les cabarets des sciences et les cafés juniors. Aider les initiatives locales, favoriser leur émergence et les échanges sont quelques-unes de ses ambitions.

→Rens. : Gilles Bogaert, tél. 06 19 55 89 96, bogaert@poly.in2p3.fr

● Du 26 au 28 mai/ Enseignement supérieur et mondialisation

Brest - L'ENST Bretagne organise au Quartz, en collaboration avec les autres établissements d'enseignement supérieur bretons, un colloque international sur le thème : "Enseignement supérieur et mondialisation : le savoir et la connaissance, quels enjeux pour l'avenir ?"

→Rens. : ENST Bretagne, Françoise Rivier, tél. 02 29 00 10 80, francoise.rivier@enst-bretagne

Appel à projets

● 3^e appel à projets pour les nouveaux services haut débit

Pour la troisième année consécutive, la Bretagne et les Pays de la Loire lancent un appel à projets pour la création d'applications et de services à haut débit. Les dossiers de candidature sont à renvoyer avant le 15 juin, pour la première session ou le concours, et avant le 15 septembre pour la seconde session.

→Rens. : Conseil régional de Bretagne, Olivier Peraldi, tél. 02 99 27 13 56, o.peraldi@region-bretagne.fr ; Conseil régional des Pays de la Loire, Séverine Hamon, tél. 02 40 41 40 62, severine.hamon@paysdelaloire.fr

● Du 28 au 31 mai 2003/ Eau secours

Chamonix - Le 13^e festival des sciences de la Terre et de ses hommes propose rencontres, débats, ateliers, animations, films, spectacles, sorties... sur un thème universel : l'eau.

→Rens. : Jean-Marc Milhomme, Arnaud Ledru, tél. 04 50 53 38 24, chamonix.festival@chamonix.com

● 15 juin/ Découvrir l'estuaire de la Loire

Saint-Nazaire - Remonter le cours de la Loire le temps d'une journée, c'est ce que propose l'écomusée. L'occasion de redécouvrir les terminaux de Montoir et de Donges, les

l'école d'infirmières de bloc opératoire et du professeur Lefevre, chef du service d'orthopédie, de traumatologie et d'urgences chirurgicales. À la faculté de médecine de Brest.

→Rens. : Josiane Boyer, tél. 02 98 34 71 05.

● Du 25 au 29 juin/ L'environnement en jeu

Rennes - Le Reeb (Réseau d'éducation à l'environnement en Bretagne) organise avec d'autres acteurs de l'éducation à l'environnement et avec le soutien de la ville de Rennes un grand festival régional de l'éducation à l'environnement en pays de Rennes.

→Rens. : Reeb, tél. 02 96 48 97 99, REEB@wanadoo.fr, www.educ-envir.org/reeb

● Planète Sciences

L'Association nationale sciences techniques jeunesse (ANSTJ), devenue récemment Planète Sciences, met à disposition son catalogue "Vacances sciences passion" à destination des jeunes.

→Rens. : Planète Sciences, david.van-pevenacge@planete-sciences.org, www.planete-sciences.org

QUI A DIT ? Réponse de la page 4

Goethe (1749-1832), écrivain allemand.

SCIENCES

Ouest

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

HISTORY OF A NEW DISCOVERY P.6

TOUMAÏ MEETS HIS DESCENDANTS

It was in Rennes that paleo-anthropologist Michel Brunet presented his latest major find - Toumaï. The seven million year old hominid was discovered in 2001 and it casts doubt on Yves Coppens' "East Side Story", the theory which had already been called into question after the discovery of Abel's jawbone in 1995. The various remains were uncovered by the France-Chad paleo-anthropological mission 800 km north of N'Djamena and more than 2,500 km from the Rift Valley. Sahelanthropus tchadensis, the scientific name given to Toumaï, has characteristics which place him among the ancestors of Man but they do not enable scientists to confirm that he was bipedal. He does not seem too remote from the ancestor shared by humans and chimpanzees. Research is therefore continuing in Chad where Michel Brunet hopes that his team will have to honour of exhuming this much-coveted ancestor. ■

SPOTLIGHT ON THE NEWS P.7

A SIMPLIFIED PATENT FOR EUROPE

The Community patent will come into being in 2006 but it will not completely replace the present European patent, which has the advantage of being valid in 27 European countries. It will be limited to the 25 members of the EU. However, the Community patent will nevertheless have several attractive features, including its cost. "*The cost of the patent should be equivalent to the cost of obtaining a European patent valid in eight countries*", explains Jean-François Lebesnerais, project leader with the Institut national de la propriété industrielle. Moreover, translation costs will be lower since only the legal section of the patent will be in all EU languages. It will be managed by the European Patent Office and all disputes will be brought before the EU's Community Patent Court in Luxembourg. However, the various national parliaments have yet to reach full agreement and give reality to a project aimed at encouraging innovators to file more patent applications. ■

CULINARY CHRONICLES

BY HERVÉ THIS P.8

WHEN SHOULD YOU SALT MEAT?

There are those who claim that salting meat before cooking enables the salt to penetrate; others say that it merely makes the juices run off. Who is right? Meat consists of muscle fibres sheathed in collagen. When heated in water, this protein dissolves to form the gelatine which prevents salt from penetrating the meat. Precise measurements made with an SEM show that salt never penetrates more than 3 mm into steak. This would suggest that it is useless to salt meat before cooking, especially as the juices may then run because of salt's ability to "draw out" the water from a foodstuff. If you sprinkle table salt on a piece of frying steak, a chicken breast and an entrecôte steak, all three pieces of meat will lose their juices, but not at the same rate. Different meats react differently. The conclusion is, therefore, that you have to think about what you are cooking before you start. ■

AN IN-DEPTH LOOK AT BIOPHYSICS

BIOPHYSICS IS EXTENDING ITS RANGE P.9/17

At first sight, biologists and physicists have entirely different areas of study. Yet when they join forces to look at a given topic, their meetings prove to be a source of innovation. To find out more about biophysics and its new applications, our "In-Depth Look" introduces researchers who work at the interface between the two disciplines. "Physics has picked up the gauntlet of a very major challenge – enabling biologists to gain a more detailed view of the processes that manage all living organisms". Anne Renault, Director of the GMCM Laboratory (www.gmcm.univ-rennes1.fr), is one such biophysicist. One of her teams is using the physics of complex systems and fluorescence or atomic force microscopy, sometimes working jointly with chemists.

"Researchers at INRA know, for example, that a protein contained in corn homogenises bread," she explains. "Why? By highlighting the properties of the interaction between the proteins and lipids, we can go some way towards providing an answer. It is this two-way research involving both biology and physics that is now opening new doors." This type of scientific approach is becoming increasingly important in Western France, with the setting up of an area of expertise in biophysics, from Rennes to Nantes, via Brest (www.rbpgu.univ-rennes1.fr). New cooperative projects are underway, involving the filming of living cells to a level of accuracy never seen before, the discovery of a new function for a muscle protein, or the dosing of glucose in blood without any lesions. This

article gives a brief insight into the work of teams seeking out new territories that stretch beyond the boundaries of the two existing disciplines. ■

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

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



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.

printemps

de l'Environnement en Bretagne

*En Bretagne, du 2 au 10 juin,
contribuez à la préservation de l'environnement
et rejoignez les actions locales proches de chez vous.*

En ouverture et clôture de la semaine de l'environnement,
assistez aux 2 conférences thématiques.* Entrée gratuite.

LE LITTORAL : USAGES ET ENVIRONNEMENT

Auditorium d'Océanopolis, à Brest
lundi 2 juin, à 20 h 30

Logiques économiques, préservation des ressources halieutiques: vers une harmonisation des enjeux? Pour tenter de répondre à cette problématique, juristes, géographes et spécialistes du littoral apporteront leur vision dans cette démarche qui fait appel à des approches différentes, parfois divergentes.

Le respect durable du littoral breton sera certainement la résultante d'une gestion intégrant conjointement l'ensemble des activités humaines et leurs impacts et une connaissance approfondie des mécanismes environnementaux.

LES BONS GESTES AU JARDIN : POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE

Maison du Champ de Mars, à Rennes
mardi 10 juin, à 20 h 30

Chacun peut, à son niveau, agir pour l'environnement. Oui, mais comment?

Le jardinier, par exemple, peut valoriser ses déchets verts en les recyclant sur place dans le compost ou pour pailler sa terre.

Denis Pépin, biologiste, chroniqueur d'ouvrages sur les haies et le jardin, vous donnera des clefs d'utilisation, faciles et pratiques, pour gérer votre jardin, sans compromettre l'environnement proche.

Conférence animée par Paul Tréhen, président du conseil scientifique de la conférence régionale de l'environnement ainsi que du CCSTI-Espace des sciences.

* Pour tout renseignement sur le programme des actions locales et des conférences :

www.region-bretagne.fr ou
www.bretagne-environnement.org



Avec la Région Bretagne,
préservons notre environnement



Facture d'eau en braille,

La liberté *de pouvoir lire*

Edition braille : Association



"donne-moi tes yeux"

La facture en braille est proposée à l'ensemble de nos clients non-voyants.

Elle leur permet de connaître et gérer leur budget Eau de façon autonome.

Sur demande, les documents d'information sur l'eau (courriers, brochures,...) peuvent également être traduits en braille. Ce nouveau service vient compléter ceux adaptés aux personnes à mobilité réduite ou mal-entendantes, disponibles sur notre site internet www.generale-des-eaux.com et par téléphone en contactant Générale des Eaux Direct.

Pour obtenir la facture
en braille, contactez :

Agences Générale des Eaux

Générale des Eaux Direct
0811 904 904*

Agences Compagnie des Eaux
et de l'Ozone

Générale des Eaux Direct
0811 904 905*

* Prix d'un appel local

GÉNÉRALE
des **eaux**