



RESEAU

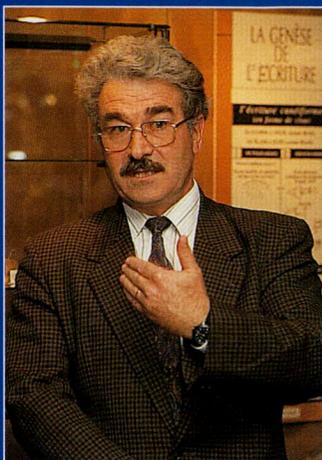
JANVIER 1995 • N° 107 • 18 F

MENSUEL DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION EN BRETAGNE

DOSSIER DU MOIS

LA PHYSIQUE
EN BRETAGNE
ET SES
APPLICATIONS

PRIX DE L'INNOVATION POUR CAPIC
UN LABORATOIRE BELL AT&T À RENNES
DE L'IUT DE VANNES AU CELAR DE BRUZ



Le premier numéro de ce qui est devenu aujourd'hui la revue RESEAU, paraît au cours du premier trimestre 1985. Il compte quatre pages ! et s'intitule "Éthique et pédagogie". Parmi d'autres sujets, figurent en bonne place les thèmes du projet d'action éducative (PAE) du lycée Chateaubriand à Rennes, relatif aux "problèmes d'éthique que pose le développement de la recherche biologique et médicale". L'idée de développer la Culture Scientifique en province était alors considérée avec bienveillance, mais aussi avec beaucoup de modestie, à l'exception de quelques projets grandioses.

Aujourd'hui, RESEAU est diffusé très largement bien au-delà des limites de notre Région. Les plus grandes personnalités du monde de la Recherche, de l'Enseignement et de l'Industrie y ont rédigé des articles ou des éditoriaux. Tous les sujets y sont traités sous le contrôle de spécialistes, dans un style accessible au plus grand nombre. Pour la seule année 1994, des problèmes d'actualité relevant de l'Océanographie, l'Informatique, la Biologie moléculaire, l'Écologie, l'Éthologie, l'Archéologie, les sciences de la Terre... ont figuré dans une centaine d'articles de très bon niveau. Chacun peut ainsi se rendre compte de la richesse des découvertes scientifiques et des avancées technologiques, de l'ampleur des efforts consentis par les chercheurs et, par conséquent, de l'utilité des moyens requis.

Ce début d'année devrait être l'occasion d'une réflexion sur les finalités de la Culture Scientifique. "On peut recourir à un flot d'informations et d'images, mais le problème sera de ne pas perdre son identité"⁽¹⁾. L'activité scientifique n'a jamais été aussi intense, en raison de ses implications économiques et sociales, et de l'accroissement de l'émulation internationale. Les questions relatives aux changements globaux, au développement durable et bien sûr à la santé humaine, se posent à la fois localement et à l'échelle de la planète. Pour se hisser à la hauteur des enjeux internationaux, les chercheurs doivent bénéficier des moyens les plus efficaces et les plus fiables d'échanges d'information. Cette "perte d'identité" pourrait bien résulter d'une méconnaissance de la rigueur nécessaire aux moyens de diffusion de ces informations scientifiques vers le public plus large des utilisateurs et des décideurs.

Nous devons, dès à présent, mettre en place au CCSTI ces moyens de diffusion rapide, objective et accessible des connaissances ; pourquoi ne pas lancer, dès 1995, le projet d'une première banque d'images scientifiques et techniques bretonne, ou encore d'une expérimentation de diffusion électronique des articles de RESEAU à l'échelle de la Région ? Ces initiatives seraient aussi à la mesure des ambitions du futur Nouvel Équipement Culturel, dont le rayonnement dépendra autant des capacités d'innovation de ses acteurs que de l'originalité de son architecture.

En attendant, la revue RESEAU sous sa forme actuelle poursuivra, à l'échelle de la Région tout entière, son effort d'information et de diffusion des connaissances. "Les interdépendances entre les différents domaines font partie des rendez-vous du futur"⁽²⁾. Notre travail quotidien va dans ce sens et, je l'espère, se poursuivra encore longtemps, peut-être jusqu'à fournir des informations aux chaînes nationales et internationales de diffusion de la Culture Scientifique.

Permettez-moi de vous présenter mes meilleurs vœux de bonne année. ■

Paul TREHEN
Président du CCSTI.

⁽¹⁾ Bernard Besret, conseiller auprès du Président de la Cité des sciences et de l'industrie de la Villette.

⁽²⁾ Joël de Rosnay, directeur du développement et des relations internationales à la Cité des sciences et de l'industrie de la Villette.



RESEAU est édité par le Centre de Culture Scientifique, Technique et Industrielle (CCSTI).
Tirage mensuel : 4000 ex. Dépôt légal n°650. ISSN 0769-6264.
CCSTI, 6, place des Colombes, 35000 RENNES. Tél. 99 35 28 22 - Fax 99 35 28 21.
Antenne Finistère : CCSTI, 40, rue Jim Sevellec, CP 19, 29608 BREST Cedex. Tél. 98 05 60 91 - Fax 98 05 15 02.

SOMMAIRE

■ **La vie des labos**
Des compétences au service des industriels **P. 3**

Le premier "Laboratoire Bell" en France **P. 4**

De l'IUT de Vannes au CELAR de Bruz **P. 5**

■ **Note de lecture**
La science des procédés de transformation de la matière **P. 6**

■ **Index**
Une année de recherche et d'innovation en Bretagne **P. 7**

Le dossier du mois
La physique en Bretagne et ses applications **P. 9 à 15**

■ **La vie des entreprises**
Prix de l'innovation pour CAPIC **P. 17**

■ **Note de lecture**
Du sac de billes au tas de sable **P. 18**

■ **Brèves de Réseau** **P. 19 à 22**



La nébuleuse du Trèfle : en certains endroits du milieu interstellaire, se trouvent de fortes concentrations de matière, appelées "nébuleuses" ou "nuages".

A Rennes, le laboratoire dirigé par Bertrand Rowe étudie la physique de ces nuages.

RESEAU
MENSUEL DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION EN BRETAGNE

■ **Président du CCSTI** : Paul Trehen. ■ **Directeur de la publication** : Michel Cabaret. ■ **Rédacteur en chef** : Hélène Tattevin. ■ **Collaboration** : Jacques Péron, Françoise Boiteux-Colin, Colette Lhérault, Vincent Pouliquen. ■ **Comité de lecture** : Louis Rault, Christian Willaime, Gilbert Blanchard, Monique Thorel. ■ **Abonnements/Promotion** : Béatrice Texier, Danièle Zum-Folo. ■ **Publicité** : Evènement Média, BP 33 - 35511 Cesson-Sévigné Cedex, tél. 99 83 77 00.

RESEAU est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, des ministères de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (DISTR), de la Culture et de la Francophonie (DRAC), du département du Finistère et de la Ville de Rennes. Édition : CCSTI, Rennes. Maquette : Pierrick Bartôt Création Graphique, Cesson-Sévigné. Photogravure : Photogravure de l'Ouest, Betton. Impression : TPI, Betton.

DES COMPÉTENCES AU SERVICE DES INDUSTRIELS

Créé en 1985 au sein du CGI de Guidel, dans le Morbihan, le Laboratoire universitaire "génie mécanique et productique" (LGMP), met à la disposition des PME/PMI les compétences de ses chercheurs et ingénieurs, dans les domaines des matériaux, de la mécanique et de l'emboutissage. Dès janvier 1996, l'IUT de Lorient, le LGMP et l'ensemble des laboratoires de recherche du CGI, quitteront le giron de l'université de Bretagne occidentale, pour se rattacher à la nouvelle université de Bretagne sud.



Photo P. Pisson.

Le LGMP a mis au point un logiciel de calcul des contraintes subies par les structures gonflées, pour les radeaux de survie.

Plastimo et la sécurité

Plastimo à Lorient utilise des structures gonflables pour fabriquer des radeaux de survie, un équipement obligatoire sur les bateaux de plaisance. Le bureau d'études de l'entreprise a besoin d'établir la fiabilité des radeaux. Or, il ne dispose d'aucun code de calcul applicable aux structures gonflées.

En effet, la plupart des études menées chez Plastimo concernent des structures rigides. Le Laboratoire de génie mécanique et productique (LGMP) du CGI de Guidel s'est donc chargé de l'étude du comportement mécanique du radeau en pression, en tenant compte de sa géométrie, de ses zones de contraintes...

Ces études ont abouti à la réalisation d'un logiciel de calcul de contraintes des structures gonflées. Pour Bernard Geneau, directeur du bureau d'études, "l'intervention du LGMP nous a permis de nous assurer que le concept et la réalisation de notre radeau de survie atteignent les coefficients de sécurité escomptés".

Rens. : Bernard Geneau
Tél. 97 87 36 36

Actuellement, 13 personnes travaillent au LGMP, probablement le laboratoire du CGI qui réalise le plus de travaux d'application dans le secteur industriel, régional ou national.

Formation, prestations de services et contrats d'études ont permis au LGMP de réaliser un chiffre d'affaires de 500 000 F en 1993. Les contrats d'études ont

eu pour signataire l'ADEME⁽¹⁾, avec des travaux sur les lois de comportement des matériaux à mémoire de forme. Avec le constructeur automobile Renault, le LGMP a participé à la formulation et à l'introduction d'un nouvel élément dans le logiciel de simulation de l'emboutissage.

Citons encore un laboratoire de recherche à Grenoble⁽²⁾ et l'entre-

prise lorientaise Plastimo, pour des calculs appliqués aux structures gonflées (voir encadré).

INTERFACE UNIVERSITÉS-ENTREPRISES

Le LGMP souhaite de plus en plus travailler en étroite collaboration avec le milieu industriel. Il vient d'ailleurs de confier cette mission à un ingénieur, Héry Razafintsalama : "Nous voulons appliquer les sciences aux métiers qui nous entourent, afin d'aider les entreprises à valoriser leurs outils de production". Participer davantage aux transferts de technologie est une motivation forte à Guidel : c'est un véritable atout pour les entreprises de la région en quête d'innovation. ■

C.L.

⁽¹⁾ ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. ⁽²⁾ Le laboratoire 3S (sols, solides, structures) de l'université de Grenoble.

Le CGI à Guidel

Le Centre de génie industriel de Guidel (CGI) est né en 1984 dans le cadre du IX^e contrat de plan Etat-Région. Né de la volonté des enseignants-chercheurs de l'IUT de Lorient dans le Morbihan, il réalise dès l'origine, les travaux de recherche nécessaires au développement des deux départements de l'IUT à l'époque : le génie thermique d'une part, l'hygiène et la sécurité d'autre part.

En 1994, les laboratoires du CGI ont bénéficié de nouveaux locaux : la surface affectée à la recherche est passée de 400 m² à 2 000 m². L'effectif actuel (70 personnes) est composé d'enseignants-chercheurs, d'ingénieurs et de techniciens de haut niveau. Leurs compétences et savoir-faire sont aujourd'hui regroupés autour de différents axes, dont la mécanique et la mise en œuvre des procédés. En 1995, dix laboratoires composent le CGI, avec les toutes nouvelles créations du Laboratoire d'étude et de recherche en informatique appliquée (LERIA) et du Laboratoire d'électronique des systèmes temps réel (LESTER).

Contact : Lysiane Métayer
Tél. 97 05 95 22

LE PREMIER "LABORATOIRE BELL" EN FRANCE

Pour la technopole de Rennes Atalante, l'installation d'un nouveau centre de recherche en télécommunications devient routinière : après les Allemands⁽¹⁾ et les Japonais⁽²⁾, voici les Américains d'AT&T, qui, en rachetant la société saumuroise Barphone, se sont dotés d'un centre de recherche réparti pour moitié entre Saumur et Rennes. Ce centre est aujourd'hui promu au rang de "laboratoire Bell". Que signifie cette appellation ?

En ce 18 novembre, le président-directeur général d'AT&T Barphone, Michel Aphin, a invité les principaux acteurs du secteur des télécommunications en France, pour leur présenter les laboratoires Bell⁽³⁾, centres de recherche du géant américain AT&T : "Depuis leur fondation en 1925, les laboratoires Bell sont à l'origine d'innovations qui touchent à tous les aspects de la vie moderne".

UNE FABRIQUE DE NOBEL

Ils comptent aujourd'hui 25 000 chercheurs, dont 4 000 docteurs ès sciences, et regroupent environ 40 nationalités différentes. Leur palmarès est édifiant : 7 lauréats du prix Nobel de physique (voir encadré) et plus de 25 000 brevets, soit en moyenne un brevet déposé par jour.

"Les laboratoires Bell ont inventé le transistor, le laser, la cellule solaire, la diode électroluminescente et les satellites de communication (Telstar en

1962)", rappelle Michel Aphin avant de laisser la parole à Philip Neches, l'homme du futur chez AT&T.

Pour Philip Neches, l'avenir offre peu de surprises : "Il faut environ 8 ans pour passer de la recherche à la commercialisation : nous savons donc dès aujourd'hui ce qui se vendra dans 10 ans". Il manque toutefois un élément à ce futurologue : l'évolution des besoins des consommateurs, un paramètre aujourd'hui prééminent dans le développement des nouvelles technologies.

LES TÉLÉCOMMUNICATIONS DE L'AN 2010

Philip Neches nous entraîne en 2010, où les habitants des pays développés utilisent en permanence les services vidéos : écrans plats divers s'affichent non seulement dans les bureaux, mais aussi dans la cuisine, dans la voiture et sur le caddie du supermarché. Ils occupent tout un mur du salon, offrant le cinéma haute définition à domicile.

Un nouveau produit d'AT&T Barphone est le "Definity" accompagné de ses applications : il s'agit d'un couplage téléphone-informatique destiné aux centres d'appels.



Photo AT&T Barphone.

UN PLUS POUR LA BRETAGNE

Une partie de ce futur va se construire dans les laboratoires d'AT&T Barphone, où œuvrent dès aujourd'hui près de 45 chercheurs. Leurs travaux sont liés au développement des réseaux d'entreprise multimédia, associant le son, l'image et l'informatique... "C'est la plus grande implantation des laboratoires Bell hors des Etats-Unis", fait remarquer Frédéric Caussarieu, directeur du nouveau centre rennais. "En achetant Barphone pour s'implanter en France, AT&T a fait le bon choix : nous sommes le troisième fabricant français d'autocommutateurs pour le marché privé". Un bon tremplin pour l'avenir ! ■

Les sept lauréats du prix Nobel de physique

1937 C.J. Davison pour avoir apporté la preuve de la nature ondulatoire de la lumière.

1956 J. Bardeen, W. Shockley et W. Brattain pour l'invention du transistor.

1977 P.W. Anderson pour ses travaux sur la structure électronique du verre et des matériaux magnétiques (avec N. Mott et J.H. Van Vleck, étrangers aux laboratoires Bell).

1978 R.W. Wilson et A.A. Penzias pour la découverte du rayonnement cosmique ambiant, étayant la théorie du "big bang".

⁽¹⁾ CERSEM (Compagnie pour l'étude et la réalisation de systèmes électroniques de mesure) est un laboratoire de recherche et développement du groupe allemand Wandell et Golttermann. ⁽²⁾ Canon (centre européen de recherche et développement). ⁽³⁾ Du nom de l'inventeur du téléphone, Alexander Graham Bell. ⁽⁴⁾ ATM : Technique temporelle asynchrone, ou réseau numérique à large bande (voir Réseau n° 98).

Contact : Frédéric Caussarieu
Tél. 99 84 38 60



Diplômé de l'IUT de Vannes, Laurent Cruaud apporte au CELAR ses nouvelles compétences dans le domaine de l'informatique "temps réel".

Photo CELAR

DE L'IUT DE VANNES AU CELAR DE BRUZ

Les formations à l'informatique "temps réel" sont généralement de niveau élevé. Selon Laurent Cruaud, issu de la toute nouvelle formation "Applications réparties", dispensée en un an par l'IUT de Vannes : *"Cette technique informatique est largement utilisée dans les secteurs de l'automatisme et des télécommunications, et elle se développe en se propageant dans tous les secteurs"*.

Les pays de l'OTAN⁽¹⁾ travaillent à la conception d'un nouveau système de transmissions entre sites", explique Laurent Cruaud, aujourd'hui stagiaire au CELAR⁽²⁾. Le futur système adoptera la norme internationale d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI), aujourd'hui mise en œuvre par la plupart des constructeurs de systèmes de transfert de données.

RÉAGIR À LA MILLISECONDE

"J'utilise un simulateur numérique, appelé OPNET, pour développer des simulations qui fonctionnent sous UNIX⁽³⁾", poursuit Laurent Cruaud. "Ce système n'étant pas adapté au temps réel, j'étudie les possibilités de transformer les simulations ainsi produites pour les porter sur un système temps réel."

Commencée à la fin des années 80, cette première étape de conception doit s'achever fin 95 par un fonctionnement du futur système en temps réel. L'étape

suivante est la construction d'une plate-forme de télécommunications, comportant trois systèmes différents de télécommunications liés entre eux par des liaisons radio. Cette plate-forme, prototype du futur système international, prendra en compte les paramètres obtenus au moyen de la simulation numérique. "L'objectif "temps réel" est d'obtenir un temps de réaction de l'ordre de la milliseconde, ce qui dans le domaine de la transmission de données est tout à fait réalisable". Ce projet auquel participe Laurent Cruaud est d'envergure internationale : le CELAR y joue un rôle stratégique.

UNE FORMATION COURTE ET DE HAUT NIVEAU

La formation qu'a suivie Laurent Cruaud est exceptionnelle par son adéquation aux besoins des entreprises. Son BTS⁽⁴⁾ d'informatique industrielle lui a apporté les bases de l'informatique. Le diplôme universitaire "Conception des applications réparties" a com-

plété cette base avec trois spécialités : le système UNIX, les réseaux et la connaissance des techniques informatiques temps réel, avec une pratique du système temps réel Vx Works de la société américaine Wind River Systems, dont l'un des centres européens de recherche est voisin de l'IUT de Vannes, au bord du golfe du Morbihan. L'enseignement "temps réel" est dispensé sous la direction scientifique de Philippe Le Foll, directeur d'Hexale Technologie à Vannes et ancien directeur de la recherche de Wind River Systems Europe.

Paul Pabœuf, responsable de la formation, a su négocier d'intéressants partenariats avec les industriels, ce qui lui a permis de mettre à la disposition des étudiants les équipements les plus récents, les plus performants. "La formation "Applications réparties" fonctionne depuis deux ans et les étudiants ont tous bénéficié d'au moins un contrat, sinon d'une embauche, dans l'entreprise où ils ont effectué leur stage."

L'option "Temps réel" a été ouverte en janvier 1994 : "en 6 mois, les étudiants sont devenus tout à fait opérationnels : ils ont tous les quatre intégré leur équipe d'accueil et y travaillent avec le même rendement que les ingénieurs de l'entreprise". Il

faut dire que la formation dispensée à Vannes prend largement en compte le développement des facultés d'adaptation au monde du travail : tous parlent couramment anglais, savent présenter un travail, rédiger des documents techniques, travailler en équipe...

UNE AUBAINE POUR LES ENTREPRISES

A Bruz, l'ingénieur Marc Mazas est chargé d'encadrer le travail de Laurent Cruaud, sous la responsabilité de Charles Préaux. Tous deux insistent sur l'intérêt scientifique et technique qu'offre au CELAR l'initiative de l'IUT de Vannes⁽⁵⁾ : "Aujourd'hui, c'est la course aux équipements informatiques : la répartition des applications, notamment l'identification des nouvelles contraintes comme le temps réel, va nous permettre d'utiliser au mieux nos capacités de traitement, de réduire nos coûts de fonctionnement et d'améliorer notre efficacité". Quand, par exemple, un problème d'informatique ne comporte que 5% de "temps réel", il vaut mieux traiter ces 5% séparément sur une machine sophistiquée qui ne ferait que du "temps réel". Les équipements plus ordinaires suffisent à résoudre les parties plus simples du problème. Ce concept risque de séduire les entreprises soucieuses de développer une activité "temps réel" sans voir pour autant doubler la part de leurs investissements ! ■

H.T.

⁽¹⁾ OTAN : Organisation du traité de l'Atlantique Nord. ⁽²⁾ CELAR : Centre électronique de l'armement et de la DGA (Direction générale de l'armement). Situé à Bruz, en Ille et Vilaine, le CELAR emploie 750 personnes, dont 250 ingénieurs. ⁽³⁾ UNIX : l'un des premiers systèmes d'exploitation, mis au point à l'université de Berkeley en 1959. ⁽⁴⁾ BTS : Brevet de technicien supérieur. ⁽⁵⁾ L'IUT de Vannes est une antenne de l'université de Rennes 1.

**Contact : Marc Mazas - CELAR
Tél. 99 42 90 76
Paul Pabœuf - IUT Vannes
Tél. 97 47 07 48**

"Il y a des concepts qui ne rentrent bien dans le cerveau qu'à travers le bout des doigts."
Réponse page 22

LA SCIENCE DES PROCÉDÉS DE TRANSFORMATION DE LA MATIÈRE

Directeur de recherche au CNRS, François Cœuret vient de faire paraître l'ouvrage intitulé : "L'ingénieur chimiste et les bases de l'ingénierie des procédés". Pour situer le domaine d'intérêt de cet ouvrage, il peut être utile de rappeler que les pays avancés économiquement, sont ceux où domine le secteur secondaire, qui rassemble toutes les activités industrielles de transformation des produits, naturels ou non, en autres produits utiles à l'homme.

Nombreuses sont les branches industrielles où interviennent des procédés de transformation de la matière. Il suffit de regarder autour de nous, pour voir combien nous sommes quotidiennement concernés par une multitude de produits, solides, liquides, ou gazeux, qui résultent d'une ou plusieurs transformations : la farine à partir du blé, les métaux à partir des minerais, le beurre ou le fromage à partir du lait, les carburants et les matières plastiques à partir du pétrole...

LE PROCÉDÉ, OUTIL ESSENTIEL

Le procédé de transformation est l'outil industriel pour passer, généralement en plusieurs étapes, d'un produit donné à un autre produit. La science des procédés est fondamentale pour mettre en application, à l'échelle commerciale, une transformation chimique (ou électrochimique, ou biochimique), généralement combinée à des opérations physiques : broyage, filtration, distillation...

Mais on ne passe pas facilement d'un processus dominé à l'échelle du laboratoire jusqu'à son application à une échelle commerciale. Quand le projet est techniquement et économiquement possible, le mener à bien à l'aide de compétences et de technologies nationales est une solution qui exige un développement suffisant des sciences de l'ingénieur.

C'est un problème auquel sont souvent confrontés des pays économiquement peu développés, qui doivent acheter des usines ou unités de production "clefs en mains", malgré la présence chez eux, parfois, de sciences de base organisées et renommées.

LA SITUATION EN FRANCE

La locution anglo-américaine "chemical engineering" a été proposée pour représenter le domaine

de connaissances et de compétences de l'ingénieur concerné par les procédés de l'industrie chimique. Après avoir germé en Angleterre, c'est aux USA que la discipline est apparue à la fin du siècle dernier, et elle s'y est développée avant de diffuser vers les autres pays. A ses débuts, le "chemical engineering" est un "savoir-faire". Mais au fur et à mesure de l'apparition de considérations scientifiques, il devient "science" se rapportant aux procédés de transformation physique et chimique de la matière.

Curieusement, ce n'est qu'après la Seconde guerre mondiale que, sous l'appellation "génie chimique", le "chemical engineering" fait son introduction en France, appelé par le redémarrage industriel, le développement de l'industrie pétrochimique et la demande de compétitivité des entreprises. Mais il s'est peu développé en

France jusqu'à nos jours. Pour comprendre ce manque de développement, après une introduction déjà tardive, on peut invoquer plusieurs raisons, dont certaines sont de nature historique.

C'est ainsi, par exemple, que le mot "chimique" de "génie chimique" a souvent fait se cristalliser la compréhension de la discipline autour des aspects purement chimiques des transformations, alors qu'il s'agissait des aspects visant à concevoir, calculer, dessiner, faire construire et faire fonctionner des installations des industries chimiques. Il semblerait que l'on n'ait pas compris que, dans un procédé donné, l'étape chimique n'est souvent qu'une étape parmi beaucoup d'autres, qui sont de nature purement physique, mais dont le poids financier au niveau des investissements peut être considérable. Science majoritairement physique, la discipline a donc été souvent, à tort, et peut-être à cause d'un mauvais choix de qualificatif, assimilée à une science chimique.

L'EXEMPLE DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

Pour illustrer ceci, pensons à une voiture automobile, qui est aussi un procédé de transformation (d'énergie calorifique en énergie mécanique). Dominer la combustion du carburant, c'est bien, mais on a besoin du moteur pour la mettre en œuvre, et il faut tout ce qu'il y a autour du moteur pour avoir une voiture opérationnelle, sans oublier qu'il faut maîtriser et optimiser la réalisation et le fonctionnement de tout cet ensemble.

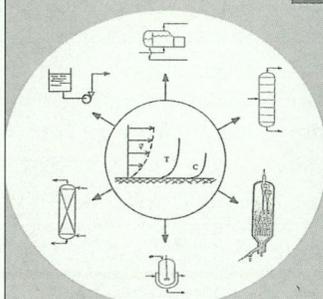
Transposées à la question des procédés industriels de transformation de la matière dans différents secteurs (agro-alimentaire, environnement, pétrochimie...), ces considérations situent l'importance de l'ingénieur de procédés. ■

François Cœuret
URA CNRS 869,

"Laboratoire de thermocinétique", Nantes ;
Ecole nationale supérieure de chimie
de Rennes (ENSCR), tél. 99 87 13 50.

François CŒURET

L'INGÉNIEUR CHIMISTE et les bases de L'INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS



Ouest Editions,
1, rue de la Noë,
44071 Nantes
Cedex 03.
1994, 256 p.,
160 F.

OUEST ÉDITIONS

UNE ANNÉE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION EN BRETAGNE

Les articles parus dans Réseau en 1994

N° 96 - JANVIER

■ **La vie des labos** La physique des océans au service des climats ■ **Actualités** Les 10 ans de l'ARIST Bretagne - La construction du "Charles de Gaulle" à Brest - La propulsion nucléaire du "Charles de Gaulle" ■ **Infosource** BRISE-PC : une production ARIST Bretagne ■ **Histoire des Universités bretonnes** L'enseignement médical à Rennes au XVIII^e siècle ■ **Les sigles du mois** Géosciences Rennes - ARIST - SPRINT ■ **Le dossier du mois** Lasers et optique ■ **Forum de l'innovation** Télédisquette : le transfert de fichiers sur Numéris ■ **L'entreprise du mois** Prothèses orthopédiques de l'OMCI : cap vers l'excellence

N° 97 - FÉVRIER

■ **La vie des labos** Les mécanismes de la maladie alcoolique ■ **Actualités** L'Institut fédératif : un grand projet du pôle environnement - Un concert d'orgue "haute définition" ■ **Infosource** "Les entretiens de la technologie" ■ **Rencontre** Avec Pierre Lostis, nouveau recteur de l'Académie de Rennes ■ **Histoire des Universités bretonnes** L'enseignement médical à Rennes au XIX^e siècle ■ **Les sigles du mois** ITAVI - IHECF - LIFE ■ **Le dossier du mois** Les voilages en Bretagne ■ **L'entreprise du mois** Bastide Technologies sur le marché de la précision

N° 98 - MARS

■ **La vie des labos** La nutrition des crustacés ■ **Actualités** La culture scientifique en Ille et Vilaine ■ **Rencontre** Bretagne Innovation ■ **Infosource** 3617 BDSP : la banque de données "Santé publique" ■ **Histoire des Universités bretonnes** Les débuts de la faculté des sciences de Rennes (1840-1870) ■ **Les sigles du mois** CERSAT - CNISF - Mesures et essais ■ **Le dossier du mois** Les réseaux de télécommunications ■ **Forum de l'innovation** Les supraconducteurs à la croisée des chemins ■ **L'entreprise du mois** Tabur Caoutchouc à Vannes

N° 99 - AVRIL

■ **La vie des labos** Des bio-polymères innovants : les polysaccharides d'algues - L'Institut polaire inauguré à Brest ■ **Rencontre** Jean-Loup Chrétien : la passion de l'espace ■ **Infosource** Consultation nationale sur la recherche : recherche et innovation dans les PME-PMI ■ **Les sigles du mois** Ecole Louis de Broglie - FIST - COPERNICUS ■ **Le dossier du mois** La biologie moléculaire en Bretagne ■ **Histoire et société** Les cours de la faculté des sciences : 1840-1900 ■ **L'entreprise du mois** AES Laboratoire : la culture en kit

N° 100 - MAI

■ **Rencontre** Axel Kahn : le gène, médicament de demain ■ **La vie des entreprises** Le "transféreur", un professionnel de l'innovation - Le champignon de l'innovation : le shii-také ■ **Les sigles du mois** REEB - CCSTI - Edition multimédia ■ **Le dossier du mois** Les 10 ans de la culture scientifique en Bretagne ■ **Histoire et société** Une première à la criée de Saint-Guénolé - Le marégraphe de Brest, pour les marins et la science - Les professeurs de la faculté des sciences de Rennes : 1840-1900 ■ **L'entreprise du mois** Géométrie, l'informatique sur mesure

N° 101 - JUIN

■ **La vie des labos** Détails subtils des profondeurs - Imagerie médicale : développement autour de la MEG ■ **Les sigles du mois** Centre de géographie sociale - SEBL - Initiative Avicenne 1994 ■ **Le dossier du mois** Les sciences cognitives en Bretagne ■ **Histoire et société** Brest, ville universitaire : une réalité récente - Les thons, athlètes des océans - La structure géographique de la recherche en Bretagne ■ **L'entreprise du mois** Raphaël : innover dans la tradition

N° 102 - JUILLET/AOÛT

■ **La vie des labos** Le laboratoire central de Coopagri - La télévision en relief - Un pôle génétique à Rennes ■ **Les sigles du mois** ITGA - ISTA - Le 4^e programme-cadre de recherche et développement ■ **Le dossier du mois** Le tourisme scientifique et technique en Bretagne ■ **Histoire et société** Une grande école en Bretagne - Le bicentenaire de l'Ecole normale supérieure - L'université de Brest : de l'expansion à l'inquiétude pour l'avenir ■ **L'entreprise du mois** La Sorep, filiale de Dassault électronique

N° 103 - SEPTEMBRE

■ **La vie des labos** Un écosarium pour Houat - L'annuaire de la recherche à Rennes I ■ **Rencontre** Joël de Rosnay : les rendez-vous du futur ■ **La vie des entreprises** La valorisation des produits connexes - Les coulisses de l'exploit : le réseau optique ■ **Les sigles du mois** CREFAUR - LARGOR - Technologies industrielles et des matériaux ■ **Le dossier du mois** L'océanographie en Bretagne ■ **Histoire et société** La Bretagne des savants et des ingénieurs 1825-1900 ■ **L'entreprise du mois** AINP distribue la santé

N° 104 - OCTOBRE

■ **La vie des labos** Le saumon de Pont-Scorff ■ **Rencontre** Des pôles de recherche à l'université ■ **Les sigles du mois** Bretagne Innovation - BRGM - ACTS ■ **Le dossier du mois** Géologie et mines en Bretagne ■ **Histoire et société** Un grand nom de la géographie bretonne : Maurice Le Lannou ■ **La vie des entreprises** Orca domine la transmission acoustique - Hypred, la solution agro-industrielle

N° 105 - NOVEMBRE

■ **La vie des labos** La matière grise se condense ■ **Rencontre** Pierre Thivend : les nouveaux enjeux de la recherche agronomique ■ **Les sigles du mois** ADBS - G2RA - Télématique ■ **Le dossier du mois** La documentation scientifique et technique en Bretagne ■ **Histoire et société** Dix bougies pour l'IFREMER ■ **La vie des entreprises** Les pépinières de Kerisnel - L'antenne de Cobiporc à Molac

N° 106 - DÉCEMBRE

■ **La vie des labos** Océanographie : un grand chantier pour le XXI^e siècle - L'innovation au CCETT ■ **Les sigles du mois** LERES - LET - Technologies de l'information ■ **Le dossier du mois** Techniques et qualité de vie en Bretagne ■ **Histoire et société** Réseau vu par ses lecteurs - Petite campagne sur le "Léon-Thévenin" ■ **Présence Bretagne** Industrie de la crêpe : tout est dans le doseur ■ **La vie des entreprises** Thomson en Bretagne



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
DE SCIENCES APPLIQUEES ET DE TECHNOLOGIE
UNIVERSITE DE RENNES 1

FORMATION D'INGENIEURS

Disciplines enseignées :

- Electronique et informatique industrielle
- Logiciel et systèmes informatiques
- Optronique

Conditions d'admission :

- Première Année : BAC+2
- Deuxième Année : MST, Maîtrise
ou formation continue

ACCUEIL DES SPORTIFS DE HAUT NIVEAU

L'ENSSAT a créé trois laboratoires pour appuyer ses cycles d'études

- **En électronique** : Laboratoire d'Analyse des Systèmes de Traitement de l'Information en collaboration avec une équipe d'accueil DRED. Les recherches concernent l'analyse et la synthèse des architectures dédiées au traitement numérique du signal, au traitement de la parole ainsi qu'au traitement des images par la reconnaissance de forme et la restauration automatique.
- **En informatique** : Laboratoire Lannionais d'Informatique avec une équipe IRISA/CNRS pour la communication hommes-machines, les bases de données et les imprécisions.
- **En optique** : Laboratoire d'Optronique qui fonctionne en association avec le CNRS. Ses sujets de recherche concernent la physique des lasers et la physique atmosphérique.

Le Laboratoire d'Optronique est à l'origine d'un DEA d'optronique et d'une association de quatre laboratoires universitaires, GISO2, dont le but est la coordination de l'optique en Bretagne Ouest. Au-delà de leurs contacts scientifiques locaux avec le CNET ou Alcatel, les physiciens de l'ENSSAT entretiennent des relations importantes avec des laboratoires nationaux et même internationaux comme l'université de Toronto avec laquelle une convention officielle de coopération a été signée.

BP 447 - 6, rue de Kérampont - 22305 LANNION Cedex - Tél. : 96.46.50.30 - Télécopie : 96.37.01.99



PROGRAMME DU CCSTI POUR 1995

Espace des Sciences Centre Colombia - Rennes

L'EXPLORATOIRE

Du 9 janvier au 1^{er} avril 1995

En partenariat avec le Palais de la Découverte

La lumière, les couleurs, les ondes et les forces sont en présence pour cette exploration de la physique.

Des dizaines d'expériences ludiques, spectaculaires et interactives vous attendent car vous êtes le principal acteur de leur démonstration, pour que petits et grands s'amuse à découvrir de grands principes régissant notre univers.

LE LAIT, LA VIE

Du 10 avril au 5 août 1995

En partenariat avec la Cité des sciences et de l'industrie de la Villette et le Centre interprofessionnel de documentation et d'information laitières (CIDIL) -

Parler de vie à propos du lait tombe sous le sens : de l'herbe à la vache, de la vache au lait, du lait aux crèmes, beurres et fromages, toutes ces transformations ont pour origine des micro-organismes bien vivants. Mais aujourd'hui les citadins, toujours plus nombreux, sont coupés de leurs racines rurales. Oublié le lien entre l'aliment et ses origines animales ou végétales, la saison à laquelle il est le meilleur,

sa vie avant d'arriver au supermarché et toutes les attentions dont il est entouré. Au milieu des produits aseptisés, standardisés, calibrés, sans goût ni odeur, les produits laitiers sont fiers de leurs origines et vont le montrer aux visiteurs. Une exposition présentée dans la première région européenne pour la production de lait.

TOUS PARENTS, TOUS DIFFÉRENTS

Du 28 août au 30 décembre 1995

En partenariat avec le Musée de l'Homme et le Palais de la Découverte

Les questions sur nos origines sont d'actualité notamment du fait des grands progrès réalisés lors de ces dernières décennies : biologie moléculaire, génétique... Certaines avancées mettent quelquefois en cause nos principes moraux et éthiques. Qu'en est-il de tous ces travaux scientifiques ? Quelles sont leurs implications sur la connaissance des individus ? Comment quelques milliards d'êtres humains sont-ils tous parents et pourtant tous différents ? Tels sont les grands thèmes de cette exposition qui comportera la "Loterie de l'hérédité", une maquette électronique avec laquelle on peut découvrir les grands traits physiologiques d'un enfant à partir d'un père, d'une mère et de beaucoup de hasard.

L'espace des Sciences est ouvert du lundi au samedi de 12 h 30 à 18 h 30

Droits d'entrée : Plein tarif 10 F / Tarif réduit : 5 F / Gratuité pour les moins de 12 ans

Nous recevons les groupes le matin (sauf le samedi) sur rendez-vous au 99 35 28 28 - forfait animation : 100 F (pour réserver, téléphoner durant les heures d'ouverture au public). **Visites publiques guidées à 16h00 tous les jours.**

LA PHYSIQUE EN BRETAGNE ET SES APPLICATIONS

La physique étudie les propriétés générales de la matière, de l'espace et du temps. Elle établit les lois qui rendent compte des phénomènes naturels. En Bretagne, les recherches en physique atteignent une envergure internationale, comme le montrent les sujets traités dans ce dossier. Elles se distinguent de plus par un intérêt marqué des chercheurs pour les applications des travaux menés en laboratoire. Ces deux qualités témoignent de l'ouverture d'esprit de nos physiciens bretons, tout à fait dans la lignée des Prix Nobel Georges Charpak et Pierre-Gilles de Gennes.

Qu'est-ce que la nébuleuse du Trèfle, en couverture ce mois-ci, a à voir avec la Bretagne ? Il se trouve que dans notre région, travaillent des physiciens en passe de découvrir des mécanismes inédits dans le domaine de la physique des milieux interstellaires.

Pourquoi associer une méthode physique, telle que la thermoluminescence, avec les fouilles gallo-romaines ? Parce que la mesure de l'émission lumineuse d'une poterie chauffée, permet de la dater, quand la méthode de datation par le carbone 14, limitée aux matériaux organiques, reste muette.

Les recherches en physique en Bretagne sont actuellement très actives, et font souvent davantage parler d'elles dans les colloques internationaux que dans la presse régionale. Voici, présentés dans les pages suivantes, quelques exemples de ces travaux originaux, menés aussi bien à Brest qu'à Rennes, dans des laboratoires associés aux universités et aux grands organismes de recherche, tels que le CNRS. La physique est aujourd'hui une discipline qui collabore beaucoup avec la chimie, notamment dans le domaine des matériaux (supraconducteurs, verres fluorés...), un domaine qui fera prochainement l'objet d'un dossier dans RESEAU. ■

Le Centre de radioastronomie de Nançay, en Sologne, observe le ciel grâce à cet immense miroir mobile, qui capte les ondes émises par l'hydrogène atomique froid. Cet élément est abondant dans les nébuleuses (ou nuages) interstellaires, un milieu qui intéresse les physiciens bretons.

LA THERMOLUMINESCENCE DU QUARTZ, OUTIL DE DATATION

Photo de la Laminé, CNRS, université de Rennes 1.

Ce grain de quartz éolien est vu au microscope électronique à balayage : sa surface est marquée par l'action du vent.

Stéphane Loyer a rejoint en 1989 le Laboratoire d'archéométrie de l'université de Rennes⁽¹⁾. L'équipe, constituée alors de Loïc Langouët, Louis Goulpeau et Philippe Lanos, développait deux méthodes de datation de matériaux argileux basées sur l'archéomagnétisme⁽²⁾ et la thermoluminescence (TL). Dans le cadre d'une thèse de physique, Stéphane Loyer a étudié la TL du quartz pour dater des matériaux chauffés et des sédiments.

Il existe plusieurs méthodes de datation. Chaque méthode s'applique à un matériau, sur une gamme chronologique donnée. Certaines, comme la datation par carbone 14, permettent de dater la matière organique. D'autres, comme la TL et l'archéomagnétisme, s'appliquent à la matière minérale.

DATER LES MATÉRIAUX CHAUFFÉS

Beaucoup d'objets archéologiques ont été chauffés lors d'incendies ou de cuissons. Ce sont des poteries, des matériaux de

construction en argile, des fours et des outils préhistoriques taillés dans du silex, puis jetés dans des foyers. D'autres objets, d'intérêt géologique, ont aussi connu le chauffage, comme des galets chauffés par la lave ou des impacts météoritiques.

La méthode de la TL permet non pas de dater ces objets, mais leur fabrication, leur abandon ou leur destruction : une action particulière de l'homme ou du milieu se trouve donc placée sur l'échelle du temps. Récemment, nous avons daté des premiers siècles après J.-C., des construc-

tions gallo-romaines situées à Créhen, Hillion et La Bouillie en Côtes d'Armor.

De même, nous avons prouvé l'existence d'une activité métallurgique en forêt de Paimpont dès l'époque gauloise. La comparaison de datations par archéomagnétisme et par TL permettront prochainement de dater, avec une précision jusque-là inégalée de 20 à 50 ans, les différentes phases de construction du pont-aqueduc d'Ansignan (Pyrénées Orientales).

DATER LES SÉDIMENTS ÉOLIENS

Lors du transport éolien du quartz, le soleil joue un rôle analogue à celui du chauffage des matériaux précédents. Ce "vidage optique" du réservoir TL s'est produit pour des loess et des dunes de sable, déposés respectivement en période froide et en période chaude. Ici, la méthode de la TL permet donc de dater les changements climatiques et l'évolution des côtes, par exemple.

Des sédiments de Pléneuf-Val-André, dans les Côtes d'Armor, ont ainsi été datés à 18 000, 67 000, 83 000 et 103 000 ans. Les premières et dernières datations représentent respectivement un "gros coup de froid", avec dépôt

d'un loess, et un "coup de chaud", avec formation d'une dune. En Australie, des dunes ont été datées jusqu'à 800 000 ans, dans un tout autre contexte géologique. Cependant, la capacité du "réservoir TL" limite en général l'application de la méthode TL à la gamme temporelle allant de 40 000 à 500 000 ans.

LES PERSPECTIVES DE LA THERMOLUMINESCENCE

On imagine aisément les retombées en Préhistoire, lorsque des restes humains ou des outils préhistoriques sont piégés dans les sédiments datés. Trois équipes françaises travaillent en datation TL : silex préhistoriques chauffés à Gif-sur-Yvette, matériaux volcaniques à Clermont-Ferrand et poteries à Bordeaux. A Rennes, la recherche porte principalement sur les sédiments éoliens. Beaucoup de travaux restent nécessaires pour élargir la fenêtre chronologique de la méthode de la thermoluminescence. ■

S.L.

⁽¹⁾ Ce laboratoire fait partie de l'URA 804 du CNRS, mais doit rejoindre prochainement l'Unité propre d'archéologie dans le cadre d'un projet d'unité mixte. ⁽²⁾ L'archéomagnétisme utilise la variation du champ magnétique terrestre au cours du temps.

**Contact : Stéphane Loyer
Tél. 99 28 60 70**

Un chronomètre TL, comment ça marche ?

Le mot ThermoLuminescence (TL) est constitué de thermos (chaleur) et de lumen (lumière). La TL est l'émission lumineuse provoquée par chauffage du quartz préalablement irradié par la radioactivité naturelle. Le quartz fonctionne comme un réservoir se remplissant. Dans le passé, un premier chauffage vide ce réservoir remettant à zéro le "chronomètre TL". La radioactivité restant constante, le remplissage recommence. Un chauffage au laboratoire provoque un second vidage. La TL ainsi mesurée est d'autant plus importante que le temps écoulé entre ces deux chauffages a été long.



Photo J. Péro.

COLLISION ET SURFACES

Pour présenter et illustrer le travail de son laboratoire "Collision de particules" (atomes, électrons et molécules), à la faculté des sciences de Brest, Odile Robaux dit "apporter une petite pierre à la connaissance des processus fondamentaux".

Le laboratoire "Collision des particules" étudie la structure des atomes et des molécules, à l'aide d'un jet d'électrons ou d'atomes métastables⁽¹⁾ d'hélium ou de néon, venant percuter une cible. "Nous observons ainsi l'état de la cible, les particules chargées issues de la collision (électrons et ions libérés) et la lumière émise". Les cibles en question sont des petites molé-

cules de l'atmosphère, des gaz rares mais aussi l'hydrogène et l'eau.

UNE NOUVELLE EXPÉRIENCE

On sait que les molécules se fixent différemment sur les surfaces selon les propriétés de celles-ci. André Le Nadan et Firmin Tuffin, ancien président de l'UBO et professeur de physique, très enthousiastes, pensent "avoir une technique expérimentale pour découvrir ce domaine, sur lequel on a encore très peu de données".

Pour étudier les molécules adsorbées⁽²⁾ par une surface, ils comptent mettre en pratique certains principes déjà utilisés pour l'étude de ces molécules en phase gazeuse. Une nouvelle expérience est en voie de montage : les mani-

pulations devront se faire sous ultra-vide et dans un milieu dénué de champ magnétique. La cible sera bombardée à l'aide d'un jet supersonique d'atomes d'hélium métastables.

L'intérêt de cette méthode est qu'elle ne détruit pas la surface étudiée. "Nous allons commencer par étudier des molécules simples, et leurs relations avec un substrat. C'est l'exemple de la poêle Tefal, mais nous n'en sommes qu'au stade de la compréhension du phénomène physique". L'expérience a déjà reçu une aide de 150 000 francs de la part de la Région.

LES PROCESSUS E-2E

Le laboratoire des collisions comporte deux autres équipes étudiant les interactions entre deux électrons (processus e-2e). La pre-

Expérience en cours de montage au laboratoire "Collision de particules", à l'université de Bretagne occidentale (UBO).

mière, dont le responsable est Amédée Pochat, étudie expérimentalement ces processus : le bombardement est constitué d'un jet d'électrons issu d'un canon. Lors de la collision, la cible d'atomes ou de molécules perd un électron. Les interactions entre les deux électrons, l'électron ayant servi de projectile et l'électron perdu par la cible, sont étudiées en profondeur. La technique mise au point au laboratoire, assure que les deux électrons étudiés proviennent bien de la même collision.

La seconde équipe, dirigée par Richard Tweed, s'attache à la simulation numérique de ces expériences, en utilisant aussi bien les concepts de la physique classique (les électrons sont alors des boules de billard), que ceux de la physique quantique. ■

J.P.

⁽¹⁾ Métastable : excité de manière durable.
⁽²⁾ Adsorption : pénétration d'un gaz (ou d'un liquide) dans un solide (ou dans un autre liquide).

Contact : Odile Robaux
Tél. 98 01 62 34

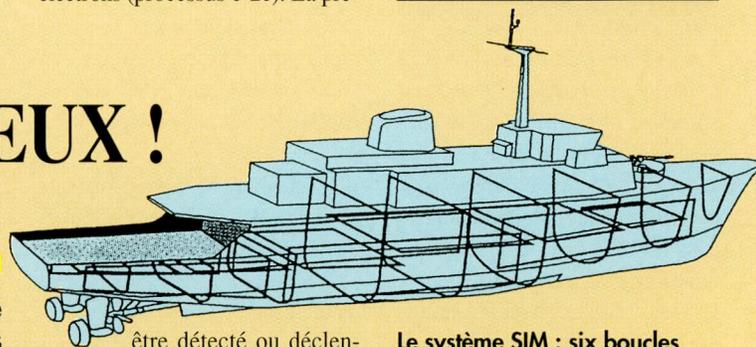
DISCRET, C'EST MIEUX ! Le magnétisme des navires

Au sein du Centre d'essais techniques et d'évaluation de Brest (CETEB⁽¹⁾), le groupe "Magnétisme" étudie les systèmes de réduction de l'indiscrétion magnétique des navires. En effet, l'acier, matériau ferromagnétique avec lequel sont construits les bâtiments de guerre modernes, déforme les lignes de force du champ magnétique terrestre.

Ce phénomène a deux origines distinctes. D'une part, le navire se comporte comme un aimant. D'autre part, il est porteur d'un magnétisme permanent, imprimé dans la coque au fur et à

mesure des expositions au champ ambiant, essentiellement pendant sa construction.

La conséquence de cette indiscrétion magnétique est évidente : le bâtiment peut à tout moment



être détecté ou déclencher la mise à feu d'une mine. La manière la plus efficace de diminuer ce risque est d'installer, à bord du navire, un système compensant en permanence les aimantations. Appelé Système d'immunisation magnétique (SIM), il est constitué d'un ensemble de sources de champ magnétique mises en opposition à six aimantations particulières. ■

J.P.

Le système SIM : six boucles de courant continu, disposées le long de chacun des axes principaux d'un navire en acier, permettent d'en réduire l'indiscrétion magnétique.

⁽¹⁾ Le CETEB dépend de la Direction des constructions navales (DCN) de Brest, il réalise des études, des essais et des expertises et emploie 90 personnes.

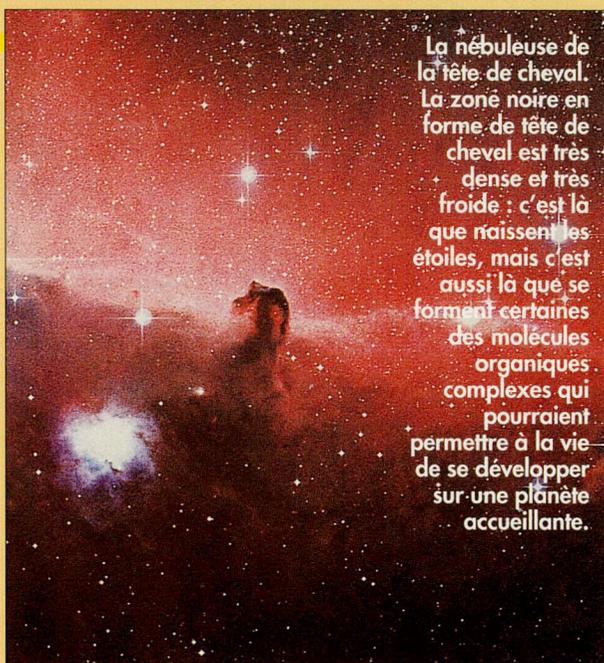
Contact : François Milin,
ingénieur en chef
Tél. 98 22 67 51

DU NOUVEAU DANS LES ÉTOILES

A Rennes, le Département de physique atomique et moléculaire (DPAM) a fait récemment une découverte qui bouleverse les idées courantes en chimie : certaines réactions peuvent être très rapides à très basse température. Ces travaux ont des implications importantes en astrophysique.

L'équipe de recherche "Collisions réactives" de l'URA CNRS 1203 est dirigée par Bertrand Rowe, délocalisé de Meudon vers Rennes en 1989. Cette équipe a monté sur le campus de Beaulieu un dispositif expérimental unique au monde : un réacteur en écoulement réfrigéré par détente supersonique. "J'ai longtemps étudié l'aérodynamique des engins supersoniques en soufflerie raréfiée : on ne peut éviter un fort abaissement de la température (plusieurs centaines de degrés) du gaz dans la veine supersonique."

S'inspirant de ce phénomène, le physicien Bertrand Rowe, passionné d'astrophysique, a imaginé un dispositif utilisant un flux supersonique de gaz raréfié pour refroidir un écoulement contenant les molécules que l'on veut faire réagir. L'analyse du spectre, produit grâce à un photo-multiplieur, permet au chercheur de déterminer la nature et la quantité



La nébuleuse de la tête de cheval. La zone noire en forme de tête de cheval est très dense et très froide : c'est là que naissent les étoiles, mais c'est aussi là que se forment certaines des molécules organiques complexes qui pourraient permettre à la vie de se développer sur une planète accueillante.

des molécules produites ou détruites. Il calcule alors la vitesse de réaction.

LES ORIGINES DE LA VIE

Cet équipement permet d'étudier l'activité de réactions chimiques simples, dans des conditions de température proches de celles des "nuages interstellaires", ces régions de l'espace relativement plus denses, où règne un froid terrible (environ -263°C , soit 10°Kelvin) et où naissent les étoiles.

Il est communément admis que la vitesse des réactions chimiques augmente avec la température : plus on chauffe, plus les transformations sont actives, d'où la présence constante de réchauds sur les paillasses des chimistes.

Or les réactions entre des molécules neutres sont souvent lentes à température ambiante. C'est le cas de la synthèse des molécules organiques, qui sont les maillons de base de tout organisme vivant. Il ne paraissait pas possible d'envisager que ces molécules puissent s'être formées dans l'espace, à cause du froid.

LA PHYSIQUE DE L'UNIVERS

Pourtant, depuis quelques années et grâce aux progrès des radiotélescopes, on trouve dans l'univers des molécules organiques assez complexes, y compris un acide aminé : des chercheurs américains ont en effet récemment identifié de la glycine⁽¹⁾ dans le nuage interstellaire

La restructuration des départements de physique de l'université de Rennes 1

Trois unités de recherche, associées au CNRS, doivent prochainement fusionner pour n'en former qu'une seule, regroupant l'unité dirigée par Guy Jezequel (Spectroscopie du solide et électronique quantique), celle dirigée par Bertrand Rowe et une équipe récemment délocalisée de l'observatoire de Meudon, animée par Maryvonne Le Dourneuff (EP 99 du CNRS) : il s'agit de l'équipe SIMPA (Simulation des interactions entre molécules, photons et atomes).

L'autre grande unité de physique située sur le campus de Beaulieu est le "Groupe matière condensée et matériaux" (URA CNRS 804), dirigé par Hervé Cailleau.

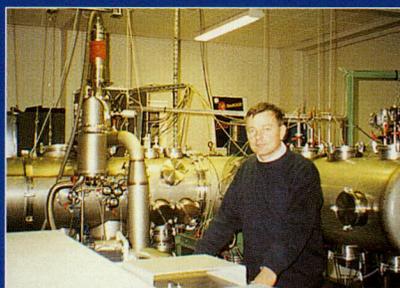
du Sagittaire, au centre de notre galaxie. Certains peuvent y voir le signe que la vie a pu apparaître sur une autre planète de notre galaxie. D'où proviennent ces molécules élaborées ? Jusqu'aux travaux de l'équipe rennaise, il était considéré que les réactions faisant intervenir des ions étaient pratiquement seules concernées, car elles se déroulent très rapidement, même à froid.

Les résultats obtenus en Bretagne par l'équipe de Bertrand Rowe et, outre Manche, par Ian Smith de l'université de Birmingham, montrent que des molécules organiques peuvent s'être formées dans l'espace, à partir de réactions entre molécules neutres. A l'aide du CRESU⁽²⁾, ils ont étudié en trois ans plus de 40 réactions, à des températures proches du zéro absolu (-273°C). ■

H.T.

Le CRESU

Cette soufflerie à gaz raréfié permet l'étude des Cinétiques de réactions ou écoulements supersoniques uniformes (CRESU). Unique au monde, cet équipement de physique expérimentale doit beaucoup à l'ingéniosité du personnel technique du campus de Beaulieu : "Nous avons économisé près de la moitié de son prix, soit un million de francs, en réalisant nous-mêmes le bâti et l'assemblage", précise Bertrand Rowe. L'opération a bénéficié du soutien du Conseil régional, du CNRS et de l'université de Rennes 1.



Contact : Bertrand Rowe
Tél. 99 28 61 83

⁽¹⁾ La glycine est un acide aminé, constituant essentiel des protéines. ⁽²⁾ CRESU : Cinétiques de réactions ou écoulements supersoniques uniformes.

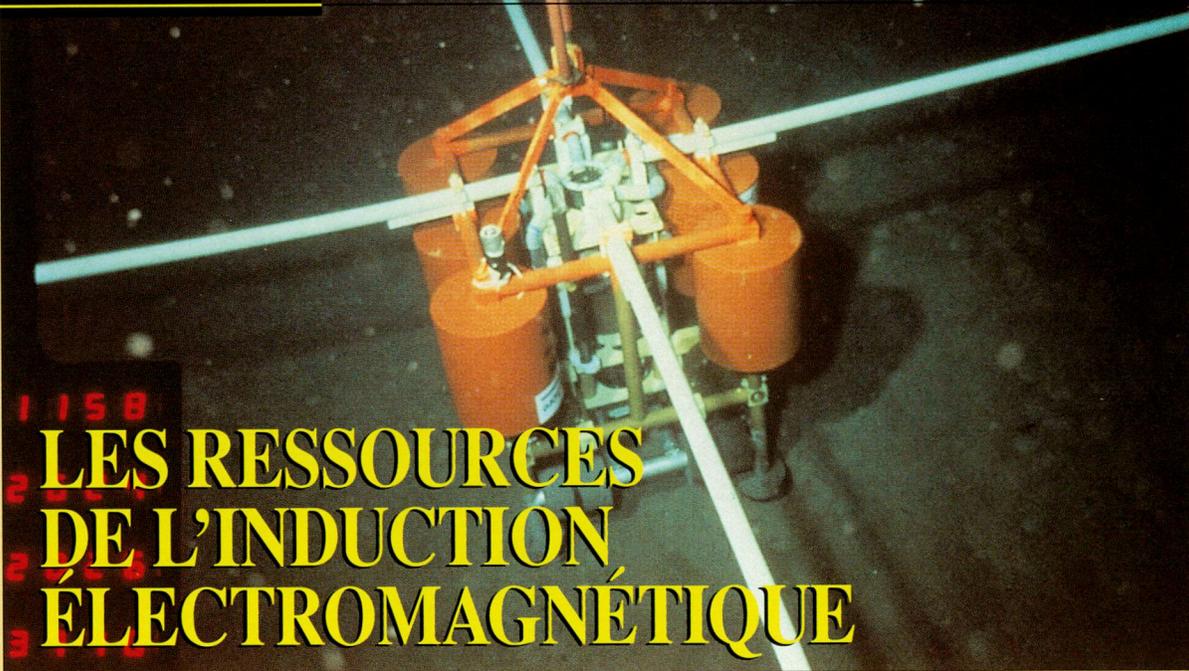


Photo P. Tarits.

Instrument sous-marin mesurant le champ électromagnétique par 3 200 mètres de profondeur. Ces mesures permettent notamment de détecter de nouvelles couches de l'écorce terrestre.

LES RESSOURCES DE L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

A Brest, dans la même ville où le chevalier d'Entrecasteaux effectua en 1791 la première mesure connue du champ magnétique terrestre, s'est déroulé l'été dernier le "12^e colloque mondial d'induction électromagnétique dans la Terre". Pascal Tarits, chercheur à l'université de Bretagne occidentale, nous explique les avantages de cette méthode d'investigation.

Réseau : *En quoi consiste l'induction électromagnétique ?*

Pascal Tarits : C'est un phénomène physique. Il faut savoir que dans l'espace, le soleil émet en continu des particules, ce que l'on appelle le vent solaire, ainsi que des rayons lumineux. Dans la journée, le vent solaire frappe le champ magnétique terrestre, qui agit comme un bouclier de protection de la planète. Cet affrontement engendre l'émission d'ondes électromagnétiques qui se propagent dans la Terre par induction électromagnétique. Les mêmes ondes se propagent dans l'atmosphère peuvent donner naissance aux aurores boréales.

L'étude des anomalies du champ électromagnétique moyen est très révélatrice. Elle renseigne sur la structure interne de la

Terre, sur les gisements d'eau, de pétrole et de minéral. Certaines d'entre elles semblent également associées aux tremblements de terre (séismes).

Réseau : *Quelle est aujourd'hui la place de votre discipline à l'intérieur de la géophysique ?*

P.T. Depuis une dizaine d'années, nous avons progressé dans l'interprétation des données, grâce au développement d'outils sophistiqués de modélisation et d'imagerie. Nous obtenons maintenant des données géologiques complémentaires de celles fournies par la sismologie, même si la physique du champ électromagnétique est plus compliquée que celle de la propagation des ondes élastiques, à la base de la sismologie. En fait, nous voyons le même objet avec des yeux différents.

Dans le domaine océanique, nous avons d'ailleurs des programmes communs, comme la campagne internationale "MELT" au large du Chili.

Réseau : *Quels sont les moyens que vous utilisez ?*

P.T. Nous disposons à la surface du sol, dans les forages ou sur le fond océanique, des stations dotées de capteurs mesurant les champs magnétiques et telluriques. D'une manière générale, les techniques mises en œuvre ont pour but de déterminer la

conductivité des matériaux terrestres à toutes les échelles. La conductivité électrique est très sensible à de petites variations des conditions thermodynamiques et pétrologiques du sous-sol. Elle peut varier de plusieurs ordres de grandeur en présence de fluides conducteurs (l'eau tout simplement), ou d'éléments très conducteurs, comme le carbone. La mesure de l'induction a permis récemment d'établir l'existence d'une couche de l'écorce terrestre jusqu'alors passée inaperçue et dont la nature, eau saumâtre ou carbone, reste à déterminer.

Réseau : *Quelles sont les différences dans l'interprétation entre domaine océanique et domaine terrestre ?*

P.T. Les procédures d'interprétation sont identiques, mais l'eau de mer étant très conductrice, elle absorbe les petites variations rapides du champ électromagnétique (de l'ordre de quelques secondes). On ne perçoit donc que des variations plus lentes du champ électromagnétique, qui correspondent aux phénomènes situés en profondeur. De plus, les courants marins sont à l'origine d'un champ électromagnétique associé à leur vitesse. L'étude de ce champ permet de mieux comprendre certains aspects de la circulation marine.

Réseau : *Votre groupe de travail a déménagé de Paris pour Brest voici deux ans, cela veut dire que vous êtes désormais résolument tournés vers le domaine océanique...*

P.T. Non, pas complètement. Nous travaillons aussi dans le domaine de l'environnement. A Brest, nous voulons développer cette branche prometteuse de l'électromagnétisme appliqué à l'environnement. C'est l'une des rares disciplines géophysiques qui permette d'étudier la structure fine du sous-sol, d'une façon qui ne soit ni destructrice, ni onéreuse.

L'étude de l'environnement consiste d'une part à essayer d'évaluer les ressources en eau, d'autre part à suivre les pollutions. La conductivité varie en fonction des polluants drainés dans la terre. Nous ne maîtrisons pas encore très bien les particularités de chaque polluant, tel qu'hydrocarbures et nitrates. Par contre, nous parvenons à cartographier ce que l'on appelle la "plume" de pollution associée aux infiltrations dues aux décharges. Pour nos étudiants, la géophysique et la géologie de l'environnement représentent leur meilleure chance de débouchés. ■

Propos recueillis par J.P.

Contact : Pascal Tarits
Tél. 98 01 65 57

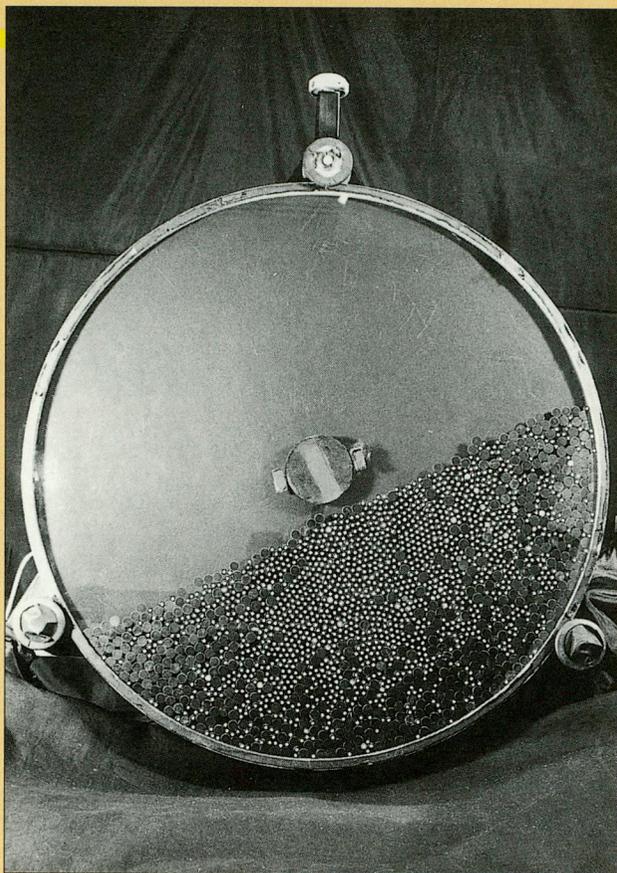
LE GROUPE DES MATÉRIAUX

Les physiciens de l'université de Rennes 1 se répartissent entre, d'une part, les "physiciens des surfaces, lasers, atomes et molécules" et d'autre part, les "physiciens des matériaux". Ce deuxième groupe, appelé "Matière condensée et matériaux", est associé au CNRS (URA 804) et dirigé par Hervé Cailleau. L'effectif du groupe est aujourd'hui d'un peu plus de 30 chercheurs permanents.

Créé en 1967 par le professeur Jean Meinel, le laboratoire s'est considérablement développé ces dernières années. En témoigne le nouveau plan d'action (1994-1996) du département "Sciences physiques et mathématiques" du CNRS, qui en fait l'un des pôles du développement de la physique en province.

Plus significatif encore : en 4 ans, le groupe "Matière condensée et matériaux" a accueilli 8 nouveaux chercheurs et ITA (personnels ingénieurs, techniciens et administratifs) du CNRS, soit sur concours, soit par le jeu des délocalisations. Il faut dire aussi que dans le même laps de temps, près de 250 articles scientifiques ont été publiés.

Enfin, la cerise sur le gâteau : le GDR⁽¹⁾ "Physique des milieux hétérogènes complexes", qui regroupe non moins de 20 laboratoires français, est placé sous la responsabilité de Daniel Bideau, l'une des chevilles ouvrières de l'URA 804. Quant aux collaborations internationales, là encore, l'équipe rennaise joue un rôle de locomotive, en pilotant deux programmes de recherche internationaux⁽²⁾ et en participant à un troisième. Elle est aussi fortement associée à l'utilisation des grands



Cette expérience montre qu'il est impossible de mélanger deux ensembles de grains de taille différente : c'est un vrai problème pour l'industrie chimique et métallurgique.

instruments européens : diffusion neutronique, rayonnement synchrotron...

LES LOIS DU DÉSORDRE

En septembre 1994, le groupe "Matière condensée et matériaux" a organisé à Rennes les 4^{es} Journées de la matière condensée, auxquelles ont participé plus de 900 physiciens (voir Réseau n° 105). Au même moment paraissait "Du sac de billes au tas de sable", un ouvrage écrit par Etienne Guyon et Jean-Paul Troadec, chercheur de ce même groupe (voir page 18).

C'est dire si la communication scientifique n'est pas un vain mot dans l'équipe dirigée par Hervé Cailleau.

Cette équipe travaille sur trois axes : le premier concerne les systèmes moléculaires à l'état condensé, avec un intérêt particulier pour les matériaux organiques. Le second axe a trait aux systèmes incommensurables et désordonnés, incluant notamment l'étude de la transition vitreuse. Le troisième enfin, comprenant Daniel Bideau et Jean-Paul Troadec, se rapporte au désordre et aux milieux granulaires : écoulement de particules, mousses, comportements non-linéaires...

UNE PHYSIQUE DE QUALITÉ

Comme Pierre-Gilles de Gennes, les physiciens des matériaux prônent le développement du génie des procédés. "Les in-

dustriels ont autant besoin des physiciens pour la mise au point de procédés que pour le développement de produits de haute-technologie", explique Hervé Cailleau. La plupart des grands groupes industriels, Péchiney, Saint-Gobain, Lafarge... ont, pour cette raison, placé des physiciens à la tête de leur direction scientifique.

"Nous autres chercheurs avons pour mission de maintenir et de transmettre une physique de qualité, afin d'être prêts, éventuellement, à répondre aux questions que se poseront les industriels", selon Daniel Bideau. Lui s'intéresse tout particulièrement à la matière en grains : grains stockés dans les silos, mélanges dans les fours... Pour éviter le blocage intermittent de l'écoulement d'un sablier, il imagine un tuyau reliant le réservoir du haut et celui du bas. Résultat : la pression reste homogène et ne gêne pas l'écoulement. Il vient d'apprendre qu'en Suède, des industriels offrent une prime pour qui expliquera par simulation numérique un procédé équivalent. "Cela montre bien que c'est un vrai problème !"

Quand d'autres se plongent dans l'infini de l'espace, les chercheurs des matériaux se passionnent pour les problèmes aux apparences simples, comme le mouvement d'une bille sur une surface rugueuse. Ils écrivent des lois, qui rendent compte du comportement de la matière. Ils étudient des problèmes : ce sont ceux rencontrés tous les jours par des gens ordinaires. ■

H.T.

⁽¹⁾ GDR : Groupement de recherche. ⁽²⁾ Programmes internationaux de coopération scientifique (PICS). Le premier est établi avec la Pologne sur les "Transformations et dynamiques des matériaux moléculaires", un autre avec la Norvège sur la "Physique des milieux hétérogènes".

Contact : Hervé Cailleau
Tél. 99 28 60 56

LES OBJETS FRAGILES

Pierre-Gilles de Gennes, physicien, chercheur et directeur de l'École de physique et chimie de Paris, avait depuis longtemps envie de parler aux lycéens. La notoriété du prix Nobel le lui a permis : 150 rendez-vous, dans les écoles de l'hexagone et d'outre-mer, en passant par le lycée Chateaubriand à Rennes, lui ont donné l'occasion d'expliquer aux élèves l'objet de ses travaux actuels et l'ambiance dans laquelle ces travaux sont menés par son équipe de recherche.

Le Prix Nobel de physique 1991 a aussi écouté les lycéens ; et pas seulement leurs questions à propos de phénomènes physiques, mais aussi leurs interrogations, plus générales, à propos de la recherche scientifique, de l'avenir de la planète, de la vie...

De ces rencontres, il a tiré avec l'aide de son collègue et ami Jacques Badoz, un texte qui, sur un fond de vulgarisation scientifique, est une réflexion sur le rôle de la recherche et de l'enseignement des sciences dans le monde moderne, le monde de l'électronique et de la surpopulation.

DU CAOUTCHOUC AU CRISTAL LIQUIDE

Les "objets fragiles" n'ont rien en commun avec ces porcelaines limougeaudes, qu'on met à l'abri sur l'étagère la plus haute et qu'on oublie dans la poussière. Voir, car les objets fragiles, ou plutôt les objets mous, ont longtemps été délaissés par les chercheurs. Les chimistes du siècle dernier, en présence de composés dont chaque molécule comprenait un million d'atomes (les futurs macromolécules ou polymères), abandonnaient leur recherche au profit de matériau plus simple, plus pur, plus dur, plus "solide".

Charles Goodyear en 1849 n'a aucune idée de la constitution de

son produit miracle, le caoutchouc. C'est seulement 80 ans plus tard que cette invention est extraite de la poussière, reprise, analysée et exploitée.

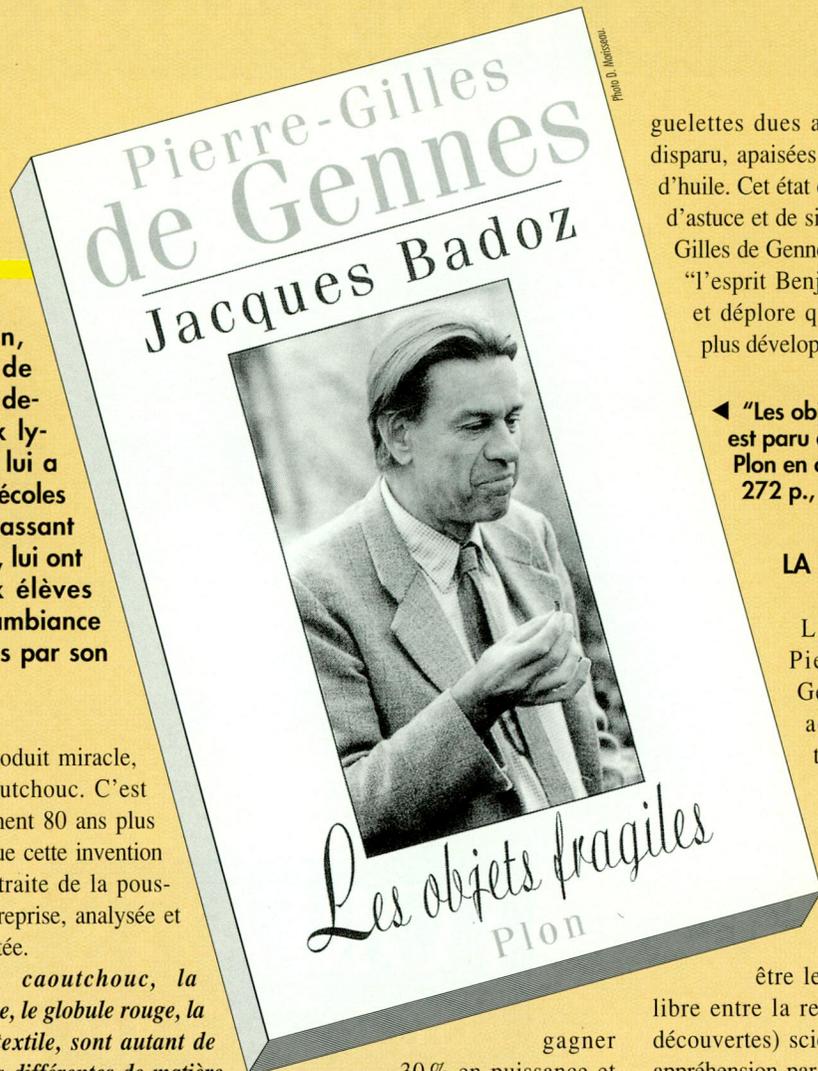
"Le caoutchouc, la mousse, le globule rouge, la fibre textile, sont autant de formes différentes de matière molle à laquelle s'intéresse la physique d'aujourd'hui. Les polymères, les détergents, les cristaux liquides en sont les représentants les plus visibles autour de nous."

"Il n'y a pas de vie sans matière molle : toutes les architectures biologiques, les molécules du code génétique, les protéines, les membranes, relèvent des mêmes concepts."

POLYOX ET SURFACTANT

Certains polymères en solution ont des propriétés étranges. Disous à 0,01 %, le polyox (polyoxyéthylène) donne au liquide, à l'eau par exemple, la faculté de ne pas désamorcer un siphon si son extrémité sort du liquide, et ce jusqu'à 20 cm de hauteur. *"On voit alors une colonne d'eau monter en l'air sans que rien ne la supporte. C'est le siphon sans tube"*.

Ce même polyox permet à la lance d'incendie des pompiers de



guellettes dues au vent avaient disparu, apaisées par la pellicule d'huile. Cet état d'esprit, alliance d'astuce et de simplicité, Pierre-Gilles de Gennes l'a surnommé "l'esprit Benjamin Franklin" et déplore qu'il ne soit pas plus développé.

◀ "Les objets fragiles" est paru aux éditions Plon en octobre 1994, 272 p., 120 F.

LA RECHERCHE FRAGILE

La passion de Pierre-Gilles de Gennes pour ses activités scientifiques transparaît à chaque page. Mais l'objet fragile qui lui tient le plus à cœur, est peut-être le difficile équilibre entre la recherche (et les découvertes) scientifique et son appréhension par tous (collaboration, diffusion, enseignement, utilisation, etc.).

Il prône une plus grande souplesse : une meilleure symbiose entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, un cloisonnement moins étanche entre les différentes disciplines, un enseignement plus ouvert et moins ancré sur les maths et les abstractions, une information objective dénuée de charge émotionnelle, la possibilité de donner à tous et en particulier aux écoliers "des éléments d'appréciation fondés sur le bon sens et l'acquisition de quelques données simples", pour que chacun soit conscient et responsable dans le monde d'aujourd'hui.

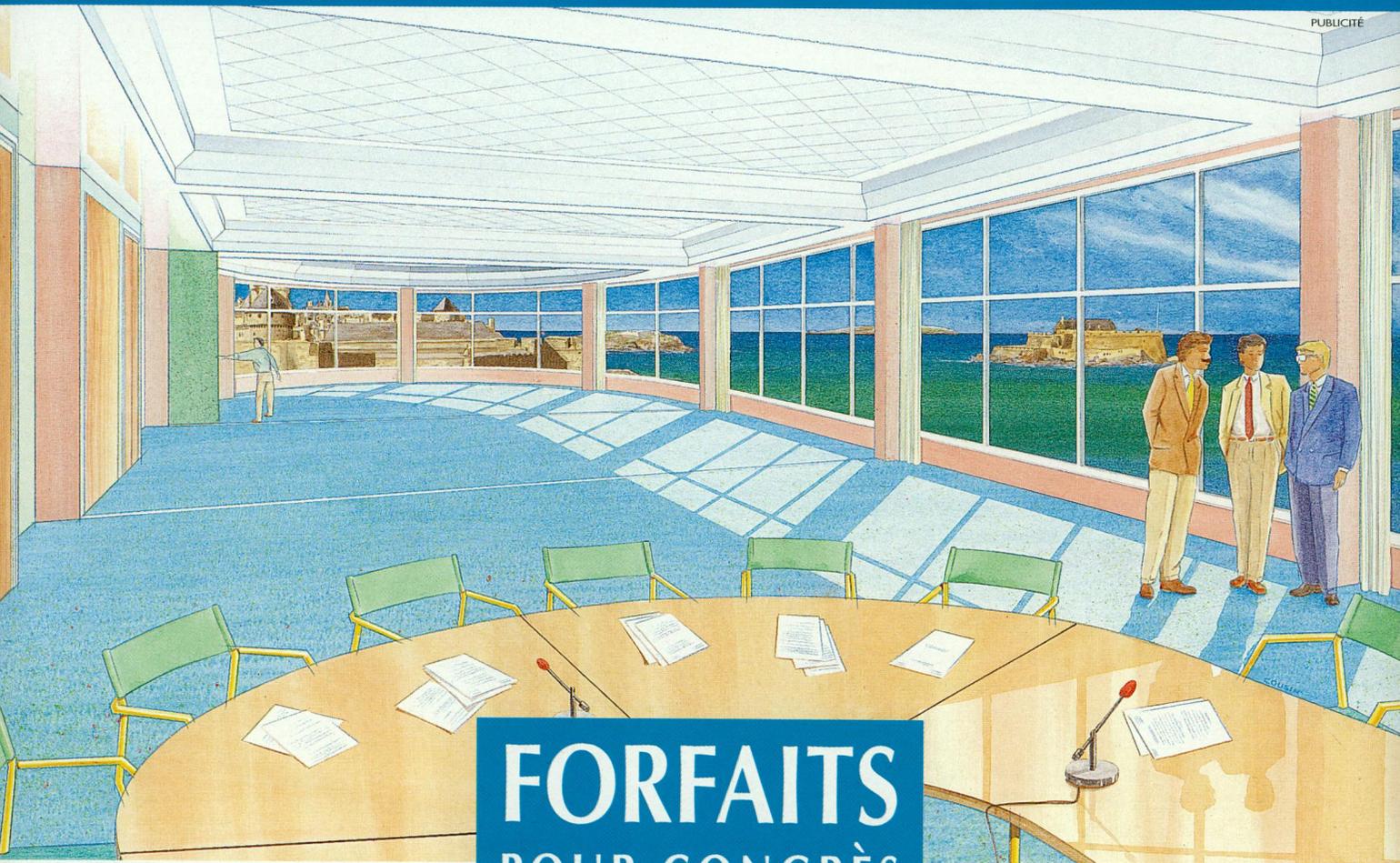
Et, bien sûr, Pierre-Gilles de Gennes prône le maintien en éveil de la logique et de la curiosité : *"Savoir s'émerveiller devant une goutte d'eau"*. ■

Et, bien sûr, Pierre-Gilles de Gennes prône le maintien en éveil de la logique et de la curiosité : "Savoir s'émerveiller devant une goutte d'eau". ■

V.P.

SAINT-MALO

PUBLICITÉ



FORFAITS
POUR CONGRÈS
RÉUNIONS, ÉCOLES
SCIENTIFIQUES
À PARTIR DE
300 F. TTC
Par jour et par personne

Hébergement - Restauration compris

PALAIS DU GRAND LARGE
Quand les grands esprits se rencontrent

DEMANDE D'INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

NOM _____ PRENOM _____

ORGANISME _____

COORDONNÉES _____

TÉL. _____ FAX _____

Souhaite recevoir une documentation complète sur les prestations du Palais du Grand Large et ses forfaits scientifiques.



PALAIS DU GRAND LARGE – B.P. 109 – 35407 SAINT-MALO CEDEX
TÉL : 99.40.34.88 – FAX : 99.40.54.90

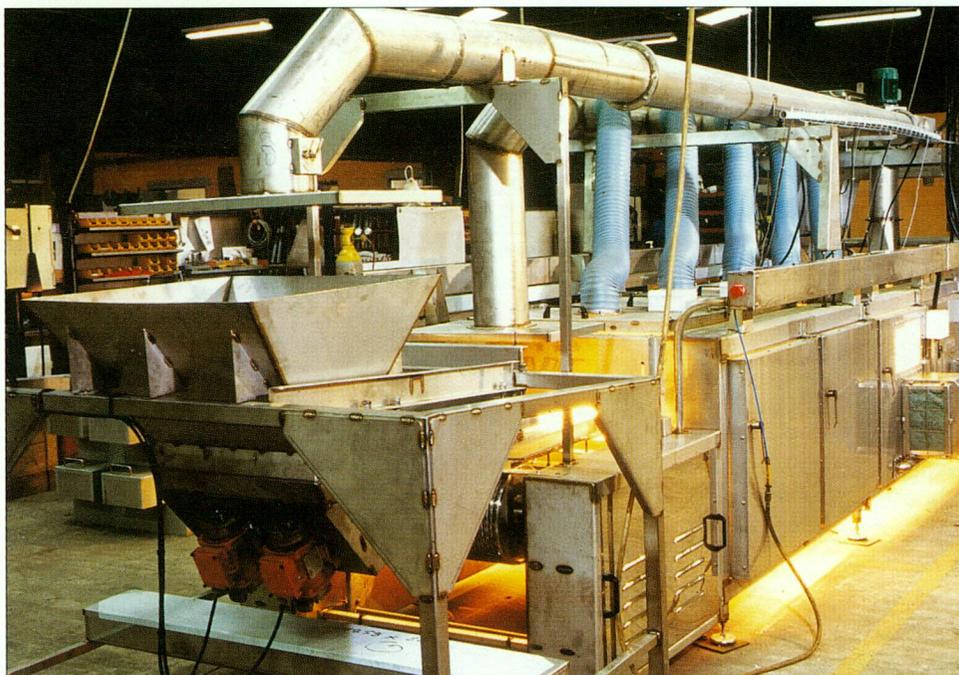


Photo: F. Bonnaux-Guill.

Décoqueuse rapide à infrarouge : les coquillages sont convoyés par un tapis roulant de 8 mètres de long et de 80 cm de large, dont la vitesse est modulable. La quantité de coquillages traitée est de 700 kg à l'heure.

PRIX DE L'INNOVATION POUR CAPIC

Déjà partie prenante dans la mise au point d'un premier four à infrarouge en collaboration avec Gaz de France, la société quimpéroise CAPIC vient de recevoir le prix IPA de l'innovation pour sa "décoqueuse" infrarouge.

La société quimpéroise CAPIC (comme Construction d'appareils pour l'industrie et la cuisine) a été créée en 1956 par François Caillarec. Conçue à l'origine pour fournir des équipements aux métiers de bouche, elle a évolué dans une direction industrielle. Son métier se résume en quatre mots : spécialiste de la chaleur, cette chaleur pouvant être produite par conduction, convection ou rayonnement. Aujourd'hui, sur ses deux sites de Quimper, la société CAPIC emploie 170 personnes et réalise un chiffre d'affaires de 140 millions de francs, dont 5 à 6 % à l'exportation.

Près de 80 % de l'activité de CAPIC sont dévolus à la fabrication de matériels pour la restauration collective (fourneaux, fours, sauteuses, friteuses...) et 20 % à la fabrication de matériels pour les traitements thermiques industriels (cuisson, étuvage, fumage...). La

société quimpéroise équipe les plus gros industriels de l'agro-alimentaire de l'hexagone, les TGV (pour les fours de remise à température), les corvettes de la Marine nationale ou encore les navires océanographiques.

COLLABORATION AVEC L'ADRIA

"Depuis quatre à cinq ans", explique Henri Basty, directeur commercial, "nous travaillons sur un autre mode de rayonnement, l'infrarouge". Après avoir participé à la création d'un four infrarouge à gaz en collaboration avec Gaz de France et l'ADRIA⁽¹⁾ de Quimper (voir Réseau n°94), la société CAPIC a mis au point et construit un four infrarouge à alimentation électrique, destiné à l'ouverture industrielle des coquillages. Pour ce matériel original, la société s'est vu décerner tout récemment par l'IPA⁽²⁾, le

prix de l'innovation du challenge "procédés pour l'industrie de la mer".

PROMOUVOIR L'INFRAROUGE

Le nouveau four de la société CAPIC a été réalisé en collaboration avec la Société française d'études énergétiques de Boulogne Billancourt, sous licence Electricité de France. Il est muni de panneaux radiants en tubes de quartz d'une puissance totale de 162 kilowatts. La quantité de coquillages traitée est de 700 kg à l'heure. D'ores et déjà, la "décoqueuse" est proposée sur le marché, mais d'autres applications de cette technique sont envisageables : dorage des produits de charcuterie, pasteurisation des produits tranchés, gratinage des préparations. ■

F.B.-C.

⁽¹⁾ ADRIA : Association pour le développement et la recherche appliquée aux industries agricoles et alimentaires. ⁽²⁾ IPA : Semaine internationale des procédés et équipements pour l'industrie alimentaire.

Les infrarouges en IAA : une multitude d'applications

Comme les micro-ondes, les ultraviolets, les ultrasons, les lasers ou l'ionisation, les infrarouges font partie de l'arsenal technique nouveau mis à la disposition de l'industrie agro-alimentaire.

L'absorption de ces rayonnements par le produit correspond à une agitation moléculaire et se traduit par son chauffage, qui sera fonction de sa nature physique et chimique (teneur en humidité, couleur, état de surface...). Les infrarouges courts sont plus pénétrants que les moyens, eux-mêmes plus pénétrants que les longs. Mais cette pénétration dépasse rarement quelques microns (10^{-6} m) pour des produits alimentaires opaques. L'énergie du photon infrarouge est extrêmement faible (inférieure à 4×10^{-19} joules) et ne peut altérer la structure moléculaire comme le font par exemple les rayons, X ou ultraviolets.

Les applications pour la cuisson sont nombreuses : pain, biscuits, produits carnés, légumes, crêpes, aliments pour animaux. Citons d'autres applications comme la torréfaction (noisettes, café, céréales), le grillage/séchage (biscottes, fonds de tarte), la stabilisation (actinisation des liquides). Le traitement des emballages, l'épluchage des fruits et légumes, le blanchiment des légumes, la décongélation, l'enrobage des dragées...

Bien que cette technique soit encore assez peu développée en agro-alimentaire, elle apparaît comme tout à fait compétitive pour certaines des applications évoquées plus haut, notamment concernant la qualité des produits finis.

DU SAC DE BILLES AU TAS DE SABLE

Les milieux granulaires occupent une place à part dans les états de la matière, entre liquide et solide. Une escalade des dunes du Pilat est à ce point tout à fait convaincante. Les deux physiciens Etienne Guyon⁽¹⁾, directeur de l'Ecole normale supérieure, et Jean-Paul Troadec, professeur à l'université de Rennes I, viennent de signer un livre au titre évocateur : "Du sac de billes au tas de sable".

Dans une analyse historique, les auteurs montrent que la matière en grains est présente de façon importante à travers toute l'histoire scientifique de l'humanité. Elle a ainsi inspiré l'atomisme d'Epicure, Démocrite et Lucrèce. Les modèles d'empilement de billes sont à la base de la cristallographie et de l'étude des structures désordonnées, auxquelles sont associés les noms de Kepler, Buffon, Haüy.

Le sac de billes apparaît donc comme "l'alphabet du physicien", avec lequel il construit des objets complexes, modèles d'éléments naturels constitués d'atomes, tels que les verres ou les cristaux.

PORTRAIT D'UN GRAIN

Quand on passe "du sac de billes au tas de sable", on couvre une échelle de longueur considérable. Mais ce titre reflète aussi la volonté des auteurs de décrire des objets ou des phénomènes qui peuplent notre quotidien, qui sont part d'une physique directement accessible.

La première étape est donc la définition du "grain", celui qui s'associe à beaucoup d'autres pour former un tas, et qui sera l'élément de base tout au long de l'ouvrage. Nous apprenons à reconnaître ce grain en regardant ses propriétés superficielles, sa taille, sa forme, son état de surface. Nous voyons comment nous pouvons fabriquer ce grain à partir d'objets plus gros (broyage) ou plus petits (agrégation, agglomération).

La richesse et la diversité des états d'organisation d'empilements de grains apparaissent déjà dans des modèles simples de sphères en volume, qui permettent d'obtenir les mêmes structures cristallines qu'avec les atomes à l'échelle microscopique. Le plus souvent, des billes identiques forment une structure désordonnée qui sert de base à une modélisation très fructueuse de la structure des liquides simples.

DÉSORDRE ET MOUVEMENTS

La matière en grains est aussi matière hétérogène, constituée d'un mélange de pleins (les grains) et de vides (les pores), et désordonnée. Il est impossible de décrire les propriétés du matériau à partir de la seule connaissance de celles de ses constituants, car ces propriétés ne peuvent être dé-

finies qu'à des échelles de longueur bien plus grandes que la taille du grain. Ceci est vrai pour les propriétés liées aux grains : les propriétés mécaniques, par exemple, qui dépendent de la façon dont le désordre gêne la transmission d'une force. C'est également vrai pour les propriétés attachées aux pores, lorsque ceux-ci sont remplis par un ou deux fluides.

grande richesse de phénomènes observés dans les écoulements granulaires, que le livre présente au travers de quelques expériences simples (le sablier, le tas vibré, le cylindre tournant...). Le fluide présent entre les grains a un rôle essentiel dès qu'on passe de l'éboulis au glissement de terrain et aux rivières de boue. On apprend aussi comment les écoulements de fluide façonnent un relief, telles les rides sur un fond sablonneux ou les dunes sahariennes.

◀ Voici un livre vivant, bien illustré, décrivant une physique au quotidien, très visuelle, mais où l'essentiel reste à faire... Les vocations pour la recherche qu'il pourrait déclencher sont les bienvenues ! Ed. Odile Jacob Sciences, 140 F.

Les applications industrielles ne sont pas négligées. Si le frittage⁽²⁾ est une technique très ancienne, il est encore à la base de réalisation de matériaux de haute technologie (céramiques supraconductrices, par exemple). Il est des bétons hautes performances dont la résistance est

dix fois supérieure à celle du béton classique.

Les grains sont les matériaux du quotidien, par exemple en pharmacologie (pastilles comprimées) ou dans l'industrie agro-alimentaire. Et quand il faut les stocker, que de problèmes ! L'écoulement d'un silo peut-être bloqué par quelques grains qui s'agglomèrent à leur sortie... ■

Daniel Bideau

Groupe matière condensée et matériaux, université de Rennes 1, tél. 99 28 62 05.

En coproduction avec le CNRS Audiovisuel, l'Institut cinématographique scientifique achève actuellement un film, "La physique du sac de billes", qui reprend par l'image un certain nombre de thèmes traités dans ce livre. Une partie du film a été réalisée au "Groupe matière condensée et matériaux", laboratoire dont fait partie Jean-Paul Troadec à l'université de Rennes I.

ÉTIENNE GUYON
JEAN-PAUL TROADEC

DU SAC DE BILLES
AU TAS DE SABLE



EDITIONS
ODILE JACOB
Sciences

UN SAVOIR EMPIRIQUE

Un milieu granulaire n'est pas un solide : il n'a pas de forme propre, mais prend celle du récipient qui le contient. Ce n'est pas non plus un liquide, car il ne s'étale pas. Il en résulte une

Photo M. Dufréne.

⁽¹⁾ Etienne Guyon était auparavant directeur du Palais de la Découverte. ⁽²⁾ Frittage : soudure entre grains d'un empilement compact, produite le plus souvent par voie thermique.

Du côté des Entreprises

■ Appel aux entreprises bretonnes

Selon le rapport de Gérard Théry, ancien directeur général des télécommunications, il est urgent de développer une stratégie européenne concernant les autoroutes de l'informatique. En Bretagne, où se concentrent 40% des chercheurs en télécommunications, le préfet de région, Jean-Claude Le Taillandier de Gabory, lance un appel pressant, demandant aux entreprises de se regrouper autour des laboratoires de recherche (CNET, CCETT, ENSTB, ENS-SAT...) avant le 23 janvier 1995, pour proposer des projets, tant dans le secteur des services que dans celui du commerce.

Rens. : GRANIT, tél. 99 30 26 62.

■ Le multimédia en Bretagne occidentale

Quimper (29) : le Pôle d'innovation Quimper atlantique (PIQA) organisait, le 9 décembre dernier, une journée sur les réalités et perspectives du multimédia pour la Bretagne occidentale. Des ateliers de démonstration présentés par France Télécom, l'IUT de Quimper, Matra Communication... ont permis aux entreprises de dresser un état des lieux des réalisations et des projets, afin de jeter les bases d'une dynamique collective régionale.

Rens. : Pierre Quinquis, tél. 98 82 87 87.



L'ondex est un matériau minéral spécialement adapté aux besoins de l'industrie agro-alimentaire.

■ L'innovation dans l'emballage ▲

Plouguerneau (29) : une petite entreprise du Finistère, Embal'Jet, a mis au point un matériau minéral pour l'emballage, la surgélation et la cuisson des plats cuisinés, au four thermique ou au micro-ondes. Ce matériau, l'ondex, prend la forme d'une coquille Saint-Jacques ou d'une carapace de crabe. Présenté dans le Livre mondial des inventions (édition 1993), ce matériau a fait l'objet d'un dépôt de brevet. Embal'Jet produit 5 millions de coquilles et 1 million de carapaces par an.

Rens. : Hubert Coupré, tél. 98 04 79 94.

■ Les Oscars du manager

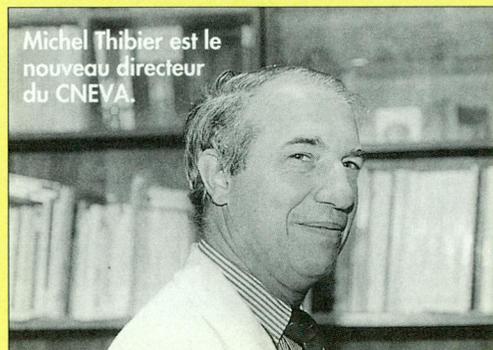
Rennes : Stéphane Miège, directeur d'Alliance qualité logiciel (AQL), a reçu l'Oscar d'or du manager, pour la réussite spectaculaire de son entreprise. L'effectif est passé de 5 à 73 salariés en 6 ans ! Ce succès s'explique par les deux options privilégiées par AQL : la qualité des logiciels et la sécurité informatique. Les autres lauréats de l'Oscar du manager sont Olivier Roellinger, le directeur du restaurant de Briecourt à Cancale, Yvon Cardinal, chef d'entreprise du bâtiment à Maure-de-Bretagne et Hugues de la Bellière, créateur graphique dirigeant de C'Capital-HBC.

■ Inauguration de l'APAVE

Rennes : dans ses nouveaux locaux, l'agence rennaise de l'APAVE poursuit son activité de formation continue, de contrôle et d'assistance technique, pour les départements d'Ille et Vilaine, de Mayenne et de Sarthe. Elle emploie 120 personnes et réalise un chiffre d'affaires de 45 millions de francs. Ses compétences concernent les performances de l'outil de travail, la sécurité, la maintenance, la qualité et l'environnement.

Rens. : Gaël Mahé Desportes, tél. 99 14 71 60.

Du côté des Laboratoires



Michel Thibier est le nouveau directeur du CNEVA.

■ Un nouveau directeur au CNEVA ▲

Ploufragan (22) : le Centre national d'études vétérinaires et alimentaires (CNEVA), dont le zoopôle accueille l'un des principaux sites, est aujourd'hui dirigé par Michel Thibier, docteur vétérinaire et docteur ès science en biologie de la reproduction.

Rens. : Carole Thomann, tél. 16 (1) 49 77 13 70.

■ La station biologique de Roscoff

Roscoff (29) : la mission Recherche du Conseil général du Finistère, présidée par Jacques Berthelot, a visité le 8 décembre dernier la station biologique de Roscoff (rattachée à l'université de Paris 6, au CNRS et à l'INSU, l'Institut national des sciences de l'univers). Parmi les sujets évoqués par André Toulmond, le directeur de la station, citons la construction dans le Finistère d'un bateau pour l'INSU. La délégation a également visité les laboratoires de Bernard Kloareg (biologie cellulaire et moléculaire des algues) et de Daniel Prieur (microbiologie marine). Ce dernier recevra le 31 janvier prochain la Médaille d'argent du CNRS.

Rens. : André Toulmond, tél. 98 29 23 23.

■ 9 novembre/L'INSERM en Bretagne

Rennes : le directeur général de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) est venu inaugurer les deux nouvelles unités de recherche médicale de l'université de Rennes 1, l'une sur la nutrition, le métabolisme lipoprotéique et l'athérosclérose, dirigée par Bernard Bihain, l'autre sur la reproduction chez le mâle, dirigée par Bernard Jegou. Face au renforcement de la présence INSERM en Bretagne (5 unités ou jeunes formations aujourd'hui), Philippe Lazar a évoqué la possibilité de créer un conseil scientifique consultatif régional.

Rens. : Clarence Cormier, tél. 99 25 36 11. ▼



De gauche à droite : Philippe Lazar, directeur général de l'INSERM, Jacques Lenfant, président de l'université de Rennes 1, Pierre Choukroune, vice-président du conseil scientifique de l'université de Rennes 1 et Christiane Guillouzo, directrice de recherche à l'INSERM (U 49).

Les Echos de l'Ouest

Pendant toute la durée des fouilles, le chantier ouvert de la place Hoche a accueilli le public. Le succès de cette opération de communication a mis en évidence l'intérêt des Rennais pour l'histoire de Condate, la "Rennes" gallo-romaine : environ 4 000 personnes ont participé aux visites guidées.



Photo BRAC

et navettes spatiales en passant par le sac postal, tous les moyens sont bons pour transporter les sciences et les techniques.

Rens. : ABRET, tél. 96 46 60 50 et Gérard Le Ny, tél. 98 03 37 37.

28 octobre / Inauguration de Cachan-Bretagne.

Bruz (35) : le nouveau campus de Ker-Lann accueille la première antenne régionale de l'École normale supérieure de Cachan. En inaugurant la nouvelle école, dirigée par Michel Nusimovici, le ministre François Fillon a salué le développement de l'enseignement supérieur en Bretagne, évoquant notamment la mise en place de l'université de Bretagne sud.

Rens. : Cécile Catherine, tél. 99 02 82 36.



François Fillon, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a inauguré l'antenne de l'École normale supérieure Cachan.

L'industrie métallurgique gauloise

Rennes : le 21 novembre dernier au centre culturel Triangle, la ville de Rennes et le service régional de l'archéologie (DRAC) ont présenté les premiers résultats des fouilles réalisées en 1994 sur le chantier de la place Hoche, en vue de sa transformation en parking souterrain. Les vestiges encore en place montrent un développement important de l'artisanat, notamment le travail des métaux, pendant la période gallo-romaine, s'étendant du premier siècle au milieu du III^e siècle.

Rens. : Frédéric Fromentin, tél. 99 84 59 08.

Atalante Champeaux

Rennes : lors des dernières Matinales de Rennes Atalante, Pierre Thivend, président de l'INRA, directeur de l'ENSAR et de l'INSFA, a présenté les projets d'aménagement de la

nouvelle zone Atalante Champeaux, qui vient poursuivre le campus de l'INRA : "Dès le printemps commenceront les travaux de construction du bâtiment d'économie rurale et celui de l'INSFA, l'Institut national supérieur de formation agro-alimentaire." Une douzaine d'entreprises contribuent à ce pôle de l'innovation agro-alimentaire.

Rens. : INRA-ENSAR-INSFA, tél. 99 28 50 00.

Les assises de la technologie

Rennes : relégué longtemps à la présentation de la targette et du pied à coulisse, l'enseignement de la technologie n'a pas toujours préparé à sa nécessaire évolution, mise en œuvre par les entreprises qui emploieront demain les jeunes lycéens d'aujourd'hui. Aidés de leurs professeurs, soutenus par les industriels, les lycéens bretons

ont brillamment organisé et animé ces assises de la technologie, au Triangle le 1^{er} décembre 1994.

Rens. : le Collège des Hautes Ourmes, tél. 99 50 44 49.

Novembre, mois de la science

Brest : cette année encore, la cité iroise a rendu hommage aux sciences en leur consacrant un mois d'activités de culture scientifique, sur le thème des transports : trains d'hier et d'aujourd'hui, bateaux, fusées



Outre des logiciels d'aide à la rééducation, à l'apprentissage ou à la lecture, le centre IBM de support aux personnes handicapées a mis au point un clavier ergonomique.

Photo Bretagne-Mieux-Vivre

14-15 novembre / Informatique et handicap

Rennes : le centre IBM de support aux personnes handicapées a présenté au CHRU Pontchaillou, les nouveaux outils informatiques d'aide à la rééducation de la mémoire pour les traumatisés crâniens, à l'apprentissage de la parole pour les mal-entendants, ou de la lecture pour les mal-voyants. A cette occasion, l'association "Bretagne mieux vivre" et le centre IBM ont signé une convention visant à favoriser l'accès à ces services.

Rens. : Chantal Malle, tél. 99 63 60 61.

Du côté de l'Europe

Envoyez vos propositions

Suite aux décisions adoptées dans le cadre du 4^e programme-cadre de recherche et développement technologique (1994-1998), la Commission européenne invite les entreprises, universités et centres de recherche à émettre des propositions dans les domaines suivants : technologies industrielles et matériaux, services avancés de communications, technologies de l'information, télématique, fusion nucléaire. Les propositions doivent parvenir à la Commission avant le 15 mars 1995.

Rens. : Euro Info Centre, tél. 99 25 41 57.

Expositions

À L'ESPACE DES SCIENCES



Du 9 janvier au 1^{er} avril / L'exploratoire

Rennes : La physique est la science des phénomènes de la nature et s'appuie donc sur l'observation et l'expérimentation. Le but de cette exposition est d'aider le public à comprendre le monde qui nous entoure, en réalisant des expériences sous la férule d'un animateur. Qu'est-ce que la lumière ? La chaleur ? D'où proviennent les couleurs ? Comment remonte le Yo-Yo ? Cet ensemble de manipulations en libre-service a été réalisé en collaboration avec le Palais de la Découverte.
Rens. : Espace des sciences, tél. 99 35 28 28.

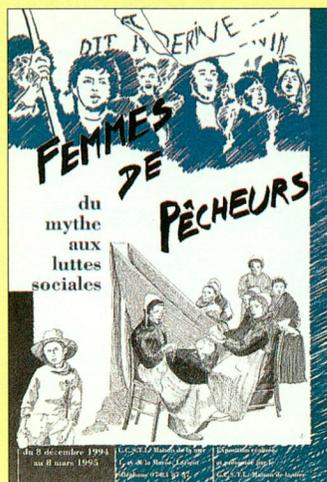
Jusqu'au 21 janvier / ▲ Le pendule de Foucault

Rennes : dans le cadre de l'exposition "L'exploratoire", le CCSTI présente, dans la galerie du Colombia, la fameuse expérience du pendule de Foucault : cette sphère de plomb qui, par son mouvement régulier, prouve incontestablement que la Terre tourne ! Plusieurs animations sont prévues par jour dans la galerie, où seront également présentées deux expositions sur la physique : "La physique en France à travers ses prix Nobel" et "Louis de Broglie, un prince de la science".
Rens. : Espace des sciences, tél. 99 35 28 28.

À L'ORIENTIS

Jusqu'au 8 mars 1995 / Femmes de pêcheurs : du mythe aux luttes sociales

Lorient : auparavant, femmes et enfants participaient aux activités de pêche, en collectant les appâts, en réparant les engins de pêche et en préparant le poisson pour la vente. Aujourd'hui, les femmes de pêcheurs sont encore nombreuses à travailler dans les conserveries. Du fait de l'absence répétée des marins, elles assument la plus grande partie des fonctions sociales et éducatives, et mènent à terre le combat politique pour le statut des pêcheurs.
Rens. : Dominique Petit, tél. 97 84 87 37.



Formations

Inauguration de l'ISEB

Brest : l'Institut supérieur d'électronique de Bretagne formera, à terme, 400 étudiants en acoustique sous-marine, optronique appliquée et contrôle des processus, trois thèmes directement liés aux principaux axes bretons de développement.

Rens. : Bernard Kramer, directeur, tél. 98 02 29 71.

Option gestion à l'ENSCR

Rennes : l'Ecole nationale supérieure de chimie de Rennes (ENSCR) a ouvert, en partenariat avec l'Institut de gestion de Rennes (IGR), une option "gestion et organisation des entreprises", afin de former des cadres scientifiques et techniques aptes à participer à la vie des entreprises.

Rens. : Henri Patin, tél. 99 87 13 00.

A Ecouter

"Des outils et des hommes" d'Yves Coppens ; "Nos oncles les dinosaures" de Raymond Rasmont ; "Naissance du langage" de Philippe Brenot ; "La matière cachée" de Georges Charpak, "Le mouvement des planètes" d'Hubert Reeves et "La dérive des continents humains" d'Albert Jacquard. Ces cassettes audio sont réalisées à partir de conférences scientifiques, enrichies par un fond musical et des intertitres destinés à faciliter l'écoute et l'approche pédagogique. Editions Dictys, 89 F, en vente à l'Espace des sciences, Colombia, Rennes.

A Lire

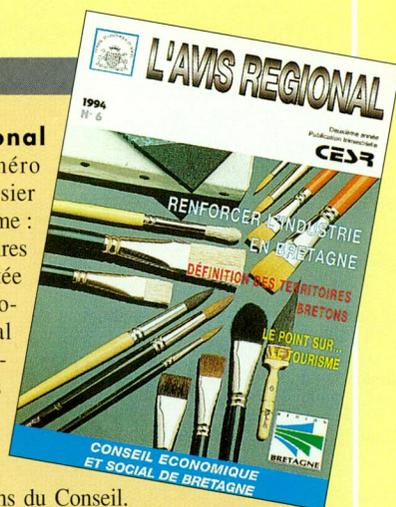
"L'avis régional N° 6".

Ce numéro comprend un dossier complet sur le thème : industrie et territoires de Bretagne. Editée par le Conseil économique et social (CES), sous la direction d'Yves Morvan, cette publication reprend les principaux thèmes des sessions du Conseil.

S'appuyant sur l'analyse et l'illustration, "L'avis régional" est l'outil de base de tout acteur de la vie scientifique, économique et sociale bretonne. CES Bretagne, 7, rue du Gal Guillaudot, BP 3166, 35031 Rennes Cedex, tél. 99 87 17 60.

"Les cahiers techniques de Rennes Atalante : électronique, informatique, télécommunications"

présentent les formations supérieures, les centres de recherche et les entreprises travaillant dans le secteur des technologies de l'information (existe également en anglais). Ce document a pour objectif de promouvoir les ressources et les compétences du pôle rennais. Edition Rennes Atalante, 64 p., 66 F.
Rens. : Jacqueline Poussier, tél. 99 12 73 73.



Colloques

■ 10 janvier / Microprocesseurs rapides

Rennes : ces dernières années, les progrès en architecture et en techniques de compilation ont permis aux nouveaux microprocesseurs de devenir de plus en plus performants. L'IRISA réunit les représentants techniques des principaux constructeurs et distributeurs de microprocesseurs, afin de fournir une vision technique de cette évolution. Cette journée est soutenue par le groupe de recherche "Architectures de machines nouvelles" et bénéficie du parrainage du club d'architectures de l'Ouest.

Rens. : *Evelyne Livache, tél. 99 84 73 34.*

■ Du 16 au 18 janvier / Salon de l'entreprise

Vannes : baptisé "Contacts", le salon de l'entreprise en Bretagne sud est organisé à l'initiative de la Chambre de commerce et d'industrie du Morbihan. Il se déroule au Parc des expositions et s'adresse principalement aux entreprises de services (immobilier, communication, imprimé, informatique...)

Rens. : *Josiane Péron, tél. 97 46 41 41.*

■ Du 28 au 29 janvier / Brest Force 9

Brest : organisé par la Jeune chambre économique, Brest Force 9 est le salon de l'innovation, du savoir-faire technologique et de la performance industrielle. Ce sera l'occasion de montrer les compétences du tissu industriel des PME-PMI et de mobiliser les acteurs économiques, professionnels, politiques et culturels de la région.

Rens. : *Jacques Arnal, tél. 98 44 25 33.*

■ 31 janvier à Brest / Du 13 au 15 fév. à Rennes / Séminaire VHDL

Brest : l'association Jessica Ouest présente un séminaire, ouvert à tous et gratuit pour les PME/PMI, sur le langage de conception et de modélisation informatique VHDL (Langage de description de composants électroniques). Des exemples montrent la richesse de cette conception. A Brest, ce séminaire est accueilli par l'Ecole nationale des ingénieurs de Brest (ENIB) et à Rennes, par l'Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires (IRISA).

Rens. : *Fabienne Nouvel, Jessica Ouest, tél. 99 28 65 07.*

Conférences

CONFÉRENCES DE L'EXPLORATOIRE

A la Maison du Champ de Mars à 20h30

■ 17 janvier / Que la lumière soit !

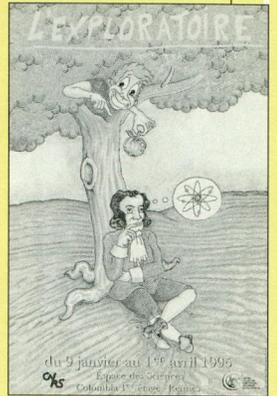
Rennes : d'où vient la lumière ? Pourquoi les étoiles brillent-elles ? Comment le soleil peut-il nous éclairer et nous chauffer à une distance de 150 millions de kilomètres ?

Paul Caillet, responsable du certificat d'astronomie de l'université de Rennes 1, évoque ces questions et montre les "astuces" utilisées par la nature pour produire un rayonnement.

■ 24 janvier / L'origine de l'univers

Rennes : c'est à partir de 92 éléments qu'est constitué l'univers, et donc également les êtres vivants. Bon nombre de ces éléments nous sont familiers : l'oxygène, le fer, le magnésium, etc. Mais quelle est leur origine ? Et comment la vie a-t-elle pu émerger de cette matière inerte ? C'est à la lumière des connaissances actuelles que Paul Caillet, responsable du certificat d'astronomie de l'université de Rennes 1, répond à ces questions.

Rens. : *CCSTI, tél. 99 35 28 20.*



CONFÉRENCES LES MERCREDIS DE LA MER

A la Maison du Champ de Mars à 20h30

■ 11 janvier / La vie dans la falaise

Rennes : zone de contact entre terre et mer, la falaise représente un milieu remarquablement original, induisant entre les êtres vivants des relations d'une exceptionnelle richesse. Jean-Yves Monnat, maître de conférence à l'université de Bretagne occidentale, illustre ses propos de nombreuses vues du littoral breton.

■ 8 février / Brises côtières

Rennes : la brise est un phénomène météorologique de petite échelle, lié aux évolutions thermiques sur le plan d'eau et sur son environnement. Pour aider le navigateur, de récents diagrammes de brise ont été établis. Claude Fons dirige le centre départemental Météo France du Finistère. Il montre l'intérêt des brises, non seulement pour les courses, mais aussi pour la croisière. Ces conférences sont organisées par le centre IFREMER de Brest et par le CCSTI.

Rens. : *CCSTI, tél. 99 35 28 20.*

À IFREMER

■ 25 janvier / Sources chaudes

Brest : chercheur à l'IFREMER, Yves Fouquet présente les résultats des dernières campagnes sur les sources chaudes des grands fonds océaniques.

Rens. : *Patrick Nérisson, tél. 98 22 40 04.*

LA RÉDACTION DE RÉSEAU ET LE CCSTI VOUS OFFRENT LEURS MEILLEURS VŒUX !

1995 est le centenaire de :

- la découverte des rayons X par Wilhelm Conrad Röntgen, physicien allemand, ce qui lui valut le prix Nobel en 1901 ;
- du premier pneumatique démontable pour voitures automobiles, breveté par Edouard Michelin.

1995 est le bicentenaire de :

- la création de l'Institut de France et du Bureau des Longitudes ;
- la première définition du mètre.

QUI A DIT ? Réponse de la page 5 : **Claude Bernard.**

Pour être sûr de recevoir le numéro suivant de RÉSEAU, ABONNEZ-VOUS !

Abonnement pour 1 an (11 numéros) ■ Tarif : 180 F ■ Abonnement de soutien : 280 F ■ Abonnement étudiants : 100 F

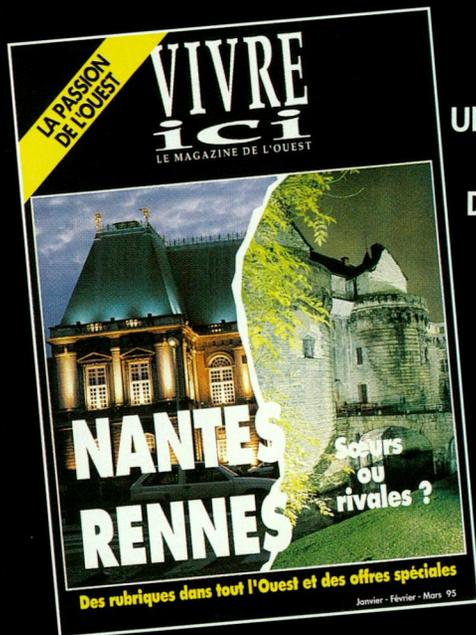
Nom _____ Prénom _____ Organisme _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____ Tél. _____

Facture OUI NON

Bulletin d'abonnement et chèque à retourner à : CCSTI, 6, place des Colombes, 35000 RENNES. Tél. 99 35 28 20.



UN TRIMESTRIEL
DES HORS-SÉRIE

**Chez votre
marchand de journaux**

ou auprès de la rédaction
BP 92 44502 LA BAULE CEDEX • Tél 40 60 61 61

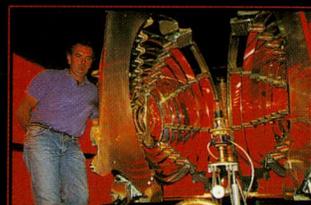
**Spécial !
n°1
CECI VOUS
CONCERNE ...**

**VIVRE
Dossiers**

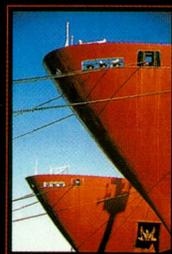


**Technologies
de pointe :
l'Ouest au 1er plan**

**Les hommes
qui bâtissent
l'Ouest de demain**



**Recherche
& prospective :
que sera le XXIe siècle ?**



**SCIENCES &
TECHNOLOGIES
DE L'OUEST**

**AMÉLIOREZ
LE NIVEAU TECHNOLOGIQUE
DE VOTRE
ENTREPRISE**



**PRESENCE
BRETAGNE**

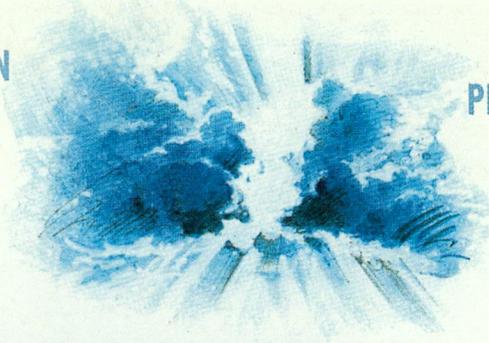
UN CONTACT POUR GAGNER !

18, PLACE DE LA GARE • 35000 RENNES • TÉL. 99 67 42 05 • FAX 99 67 60 22



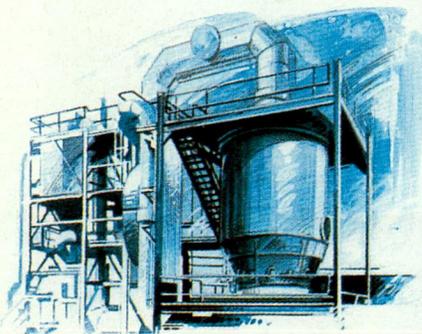
RIVIÈRE • MER

ÉVAPORATION • CONDENSATION



PRÉCIPITATIONS • RUISELLEMENT • CAPTAGE

ÉLIMINATION DES BOUES



FILTRATION • DÉPOLLUTION • RECYCLAGE

Si l'Eau pouvait parler

...

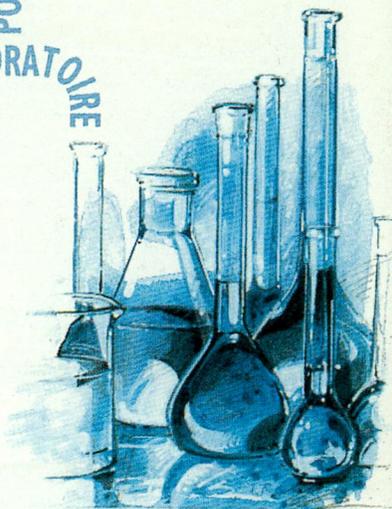
Évaporation, nuage, pluie, ruissellement, captage, production d'eau potable, distribution, consommation, salissure, pollution, collecte, nettoyage, dépollution, rivière, mer, nuage... Le cycle de l'eau est long et les techniques pour le préserver sont de plus en plus compliquées.

Pour livrer à toute heure une eau potable au domicile et au travail de chacun, pour la nettoyer après usage, pour la dépolluer, pour protéger les réserves d'eau, le personnel de la Compagnie Générale des Eaux veille nuit et jour sur le produit alimentaire le plus contrôlé de France.

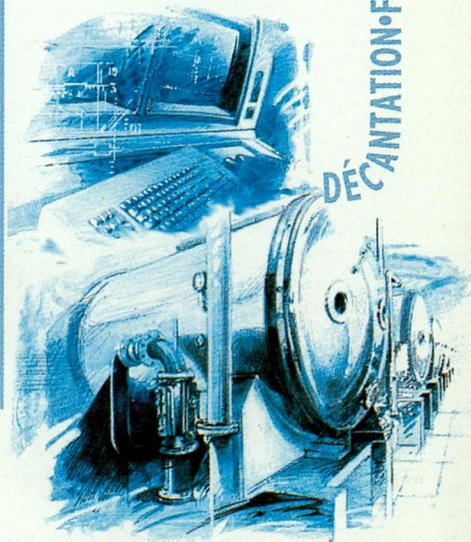
Pour répondre à la croissance simultanée de la demande en eau potable et de la pollution, ils effectuent en quelques heures le cycle de l'eau que la nature met des années à réaliser.

Si l'eau pouvait parler, elle vous raconterait...

POMPAGE • PRODUCTION D'EAU POTABLE
LABORATOIRE



OZONATION • CONTRÔLE

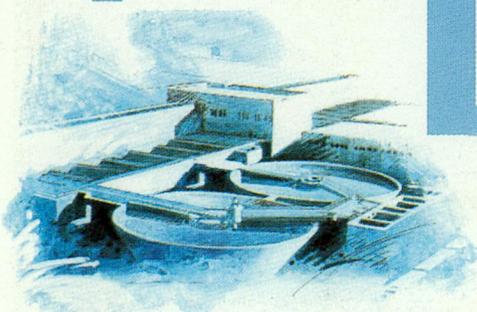


DÉCANTATION • FILTRATION



COMPAGNIE GÉNÉRALE des EAUX
11, rue Kléber - 35020 RENNES Cedex

Téléphone : 99.87.14.14
Télécopie : 99.87.14.25



SALISSURE • POLLUTION • COLLECTE



DISTRIBUTION • CONSOMMATION