

en supplément :
1 poster en
pages centrales

RESEAU

Recherche et innovation en Bretagne

ISSN 1281-2749

DOSSIER

La chimie dans l'Ouest

Octobre 99

N°159 • 20 F/3,05 €





Michel Ogier.

▲ Pour cette occasion, l'Espace des sciences a distribué 25 000 paires de lunettes dont 5 000 pour les observateurs privilégiés du Thabor.

Que la science est belle !

La Lune venant de l'ouest avait rendez-vous avec le Soleil et maintenant la chimie de l'Ouest a rendez-vous avec nos lecteurs

Deux mois viennent de s'écouler depuis la mémorable journée du 11 août au cours de laquelle nous avons pu assister en France à la dernière éclipse du Soleil de ce millénaire. Malgré une météo moyenne en région pour la saison, puisque les nuages nous ont accompagnés en partie tout au long du phénomène d'occultation, l'observation a toutefois été possible sur la majeure partie de la Bretagne, en particulier à Rennes au parc du Thabor. C'est dans ce jardin prestigieux que nous avons convié le public à suivre ce remarquable événement astronomique, accompagné des commentaires et explications de nos animateurs scientifiques.

Compte tenu de l'importance numérique du public présent à ce rendez-vous, le succès d'une telle manifestation constitue pour nous un formidable signe d'encouragement à poursuivre notre mission de diffusion de la culture scientifique. Voir 12 000 personnes "assoiffées" d'explications scientifiques, s'émerveiller à cette démonstration spectaculaire de la mécanique céleste est une source de motivation pour tous ceux qui, comme nous, contribuent à diffuser la culture scientifique dans l'enthousiasme du savoir partagé. Nul n'est besoin pour susciter l'émerveillement et l'émotion de faire appel à l'irrationnel et au catastrophisme ! Le spectacle de la nature et l'élégance du raisonnement scientifique sont suffisamment forts et beaux pour susciter cet émerveillement et cette émotion. Le magnifique accueil réservé par le public à cette manifestation nous renforce ainsi dans notre mission de mise en culture des sciences.

Mais voici que la chimie éclipse l'astronomie puisque le numéro de Réseau de ce mois présente, dans le cadre de l'année internationale de la chimie coordonnée pour l'Ouest par le professeur René Dabard, un dossier richement documenté qui, sans prétendre à l'exhaustivité, aborde les points forts de la chimie en Bretagne et Pays de la Loire. Nos lecteurs découvriront, dans ces deux régions et pour ce secteur, la qualité toute particulière des enseignements supérieurs, des recherches scientifiques et des activités des entreprises employant plus de 20 000 salariés. Nous avons souhaité, pour compléter cette action d'information soutenue par Chimie-Ouest, offrir à tous les publics une série de conférences visant à expliquer ce qu'est réellement la chimie aujourd'hui et quelles sont ses contributions à la société. Gageons que ces actions contribueront fortement à modifier dans la population la perception par trop souvent et irrationnellement négative de la chimie. ■

Michel Cabaret, directeur de l'Espace des sciences

- HISTOIRE ET SOCIÉTÉ
Le théâtre chimique de Paul Caro
"La chimie, le fil qui relie tout dans la nature" P. 3
- LA VIE DES LABORATOIRES
La recherche des matériaux
Très utile, pas du tout futile P. 4
- LA VIE DES LABORATOIRES
Les matériaux ont leur institut
Jean Rouxel à Nantes P. 5
- LES SIGLES DU MOIS P. 7
- LE DOSSIER
 **La chimie dans l'Ouest** P. 9
Formations en chimie P. 10/11
Recherche chimique P. 12/13
Chimie moléculaire P. 14/15
Chimie marine P. 16
Chimie de synthèse P. 17
Extraction P. 18
Transfert technologique P. 19
Chimie et environnement P. 20/21
Chimie et santé P. 22
Chimie et industrie agroalimentaire P. 23/24
Matériaux et polymères P. 25
- LES BRÈVES P. 27 À 29
- À L'ESPACE DES SCIENCES EN OCTOBRE P. 30

Réseau sur Internet : www.espace-sciences.org

Couverture : La force de la chimie dans l'Ouest, c'est la recherche scientifique, historiquement très active en Bretagne et Pays de la Loire. Mais c'est aussi une force économique : avec près de 20 000 salariés, elle emploie 7 % de l'effectif national. La chimie dans l'Ouest est une chimie d'avenir, tournée vers l'alimentation, la santé et l'environnement, trois priorités du monde moderne. Photo Britta-CBB Développement.



Pour découvrir Réseau, chaque mois, c'est facile...
Abonnez-vous
02 99 35 28 20

Tirage du n° 159 : 6 000 ex. Dépôt légal n° 650. ISSN 1281-2745

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

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



Le théâtre chimique de Paul Caro

"La chimie, le fil qui relie tout dans la nature"

Paul Caro, directeur de recherche au CNRS, a toujours eu à cœur de vulgariser la chimie. Il tenait une conférence le 8 avril dernier à Rennes, sur le thème des "merveilles chimiques de la nature". Son but avoué : faire comprendre à quel point la chimie est omniprésente dans tout ce qui nous entoure. "L'observation de la nature nous révèle des histoires drôles, cruelles, tragiques parfois, qui montrent que les êtres vivants sont très sensibles à toutes sortes de messages moléculaires", nous dit-il. Autrement dit, la communication dans la nature dépend totalement de la possibilité d'interactions chimiques.

La nature, "immense théâtre chimique" ! Le temps d'une soirée, Paul Caro s'est fait le narrateur d'histoires géologiques et biologiques. En voici quelques-unes mettant en scène le plant de tabac, la tomate, le papillon monarque...

La défense chimique

Les êtres vivants mettent au point des systèmes de défense chimique. "Connaître ces mécanismes de défense peut présenter un intérêt économique", explique Paul Caro. Par exemple, pour le plant de tabac, l'acide jasmonique est un signal d'agression. Le tabac augmente alors la production de nicotine, poison qu'il destine à son prédateur (et non pas à l'homme !). Voilà qui n'est pas tombé dans l'oreille d'un sourd : si l'homme asperge la plantation d'acide jasmonique, sa production de nicotine augmente.

Il existe des systèmes de défense chimique plus compliqués : certaines plantes envoient des signaux moléculaires pour alerter les prédateurs spécifiques de leur agresseur. Le papillon monarque a trouvé un autre moyen : sa chenille se nourrit du laiteron, une plante proche du pissenlit qui contient du poison. Du coup, les oiseaux sont dégoûtés du monarque. "Moralité : si on ne peut fabriquer soi-même une défense chimique, il faut se la procurer ailleurs !"

Des pièges à phéromone

Grâce à la connaissance des mécanismes chimiques, l'homme peut mettre en place des pièges de plus en plus sophistiqués. Par exemple, en synthétisant des phéromones. Ce sont des molécules volatiles dont la perception induit des



▲ "La nature est un immense théâtre chimique", raconte Paul Caro. À l'aide de deux pommes, il explique la chiralité, "un phénomène fondamental du vivant."

comportements (comme pour l'attraction sexuelle). "Quel piège plus magnifique que de faire croire à un insecte qu'il y a une femelle au bout de la piste, alors qu'il trouvera de la colle sur le piège à phéromone ?"

La tomate lorsqu'elle est mûre, émet un gaz : l'éthylène, "son signal de triomphe". Mais son ennemi, un champignon, n'attend que cela pour partir à l'assaut de la tomate. Résultat : jusqu'à 30 % de perte des récoltes. En modifiant le patrimoine génétique de la tomate, on peut l'empêcher de produire ce gaz. Voilà qui permet d'éviter le recours à une technique chimique brutale. Seul inconvénient de la tomate transgénique : elle n'a pas de goût !

Paul Caro. "Seulement aujourd'hui, il le fait dans une éprouvette, et on a peur de l'erreur. C'est aussi un problème de perception culturelle : en Europe, l'idée que la nature est bonne est très ancrée dans les esprits ; la modifier est donc source d'inquiétude. Mais, en Amérique du Nord, il a toujours fallu dompter la nature, la modifier pour qu'elle soit moins hostile à l'homme. Cela dit, il y a bien entendu un équilibre à préserver." ■ B.R.

La chiralité, une histoire de pommes

Deux molécules peuvent avoir la même composition chimique, mais des structures dans l'espace qui sont l'image l'une de l'autre dans un miroir : ce sont des molécules "chirales". Le terme "chiralité" vient du grec "kheir" qui signifie main. En effet, les mains sont aussi "chirales" : elles ne sont pas superposables, mais images l'une de l'autre dans un miroir. Comme pour les mains, une des molécules est dite "gauche", l'autre "droite". Simplement à partir de deux pommes, il est possible de fabriquer des modèles de molécules chirales, en les coupant d'une certaine manière (dite de "la coupe du roi"). Deux molécules chirales n'ont pas forcément les mêmes propriétés. D'ailleurs, souvent le milieu vivant n'est construit que sur une seule des deux molécules. Ainsi, les vingt acides aminés (molécules de base des protéines) sont uniquement des molécules "gauches". Par contre, on trouve sur des météorites des molécules d'acides aminés qui sont aussi bien "droites" que "gauches". ■

Apprenti sorcier ?

Cet exemple montre bien que les conséquences ne sont pas forcément là où on les attend. Certes, dans le cas de la tomate, le résultat n'est pas des plus dramatiques. Mais l'homme ne joue-t-il pas les apprentis sorciers en changeant le cours naturel des choses ? "L'homme a toujours agi sur la nature", répond

Contact ► Paul Caro,
Cité des sciences et de l'industrie,
Délégation aux affaires scientifiques,
tél. 01 40 05 73 40,
e-mail caro@cité-sciences.fr

QUI A DIT ?

"Rien ne se perd,
rien ne se crée,
tout se transforme."

Réponse page 28



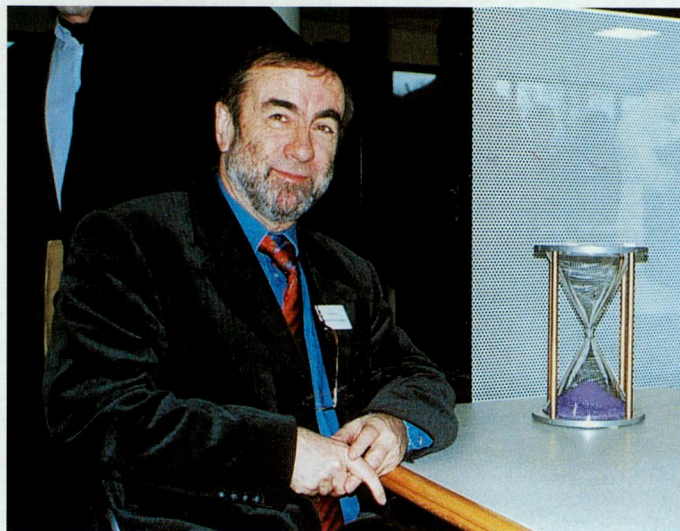
La recherche des matériaux

Très utile, pas du tout futile

De A (argile) à Z (zéolite), la recherche en matériaux est très étendue et n'occupe pas moins de 350 chercheurs à Rennes. Certaines découvertes ont donné lieu à la création d'entreprises (Verre fluoré, Cernix, Vertex...) et selon Jacques de Certaines, le nouveau président de Rennes Atalante, "deux des huit entreprises actuellement en gestation dans notre pépinière, appartiennent au domaine des matériaux".

La preuve du sablier

Appelés à la barre, Daniel Bideau, professeur à l'université de Rennes 1, et Xiang Hua Zhang⁽¹⁾, directeur de Vertex, ont démontré, preuve à l'appui, que la science des matériaux n'est pas qu'une science de labo, mais bien une compétence indispensable dans tous les secteurs industriels. Daniel Bideau⁽¹⁾ pose sur la table un gros sablier, non pas pour limiter son temps de parole mais pour se faire comprendre : "Pour faire du ciment comme pour faire des brioches, il faut à un moment du process obtenir un mélange homogène de plusieurs poudres.



▲ "Pour faire du ciment comme pour faire des brioches, le problème est d'obtenir un mélange homogène à partir de plusieurs poudres", explique Daniel Bideau à l'aide de son sablier.

Or les secousses et rotations (pour mélanger), puis l'écoulement (pour vider les silos), aboutissent à l'effet contraire : le tri des poudres par taille de grain."

Vision nocturne pour tous

Autre exemple ? Certains verres permettent de "voir" dans le rayonnement infrarouge. Les applications, autrefois limitées à l'industrie militaire (vision nocturne des chars Leclerc), s'étendent progressive-

ment au monde civil : surveillance de locaux, imagerie médicale et, très bientôt, système anticollision sur des voitures de série. Pour y parvenir, il faut baisser le prix de l'équipement, qui s'élève actuellement à 1 million de francs pour une seule caméra, à moins de 10 000 F pour l'équipement complet. L'élément le plus coûteux du système est l'optique, car les verres utilisés sont à base de germanium, élément rarissime (seulement 70 tonnes extraites chaque année dans le monde).

Nos chimistes bretons auront véritablement trouvé la poule aux œufs d'or s'ils parviennent à stabiliser et à usiner les verres dits Tex⁽²⁾, qui se passent de germanium. Cela rejoint la conclusion de Tanguy Rouxel, qui dirige la jeune équipe "Mécanique des matériaux fragiles" : "Un matériau peut avoir des propriétés très intéressantes, il ne servira à rien s'il se dégrade au contact de l'air, s'il est difficile à produire en grande quantité ou si sa mise en forme est onéreuse. On a souvent tendance à oublier que 90% du coût d'un matériau est dû à sa mise en forme." Dans le cahier des charges d'un nouveau matériau, l'utilité arrive en première ligne. "Ce n'est pourtant pas ce que l'on cherche en premier", rappelle Xiang Hua Zhang qui avoue avoir trouvé son fameux verre à infrarouge... par hasard. ■ H.T.

⁽¹⁾ Voir Réseau n° 145, juin 1998. ⁽²⁾ Les verres Tex doivent leur nom à leurs deux principaux constituants : les tellures (Te) et les halogènes (symbolisés par X en chimie).

Le boum des biomatériaux

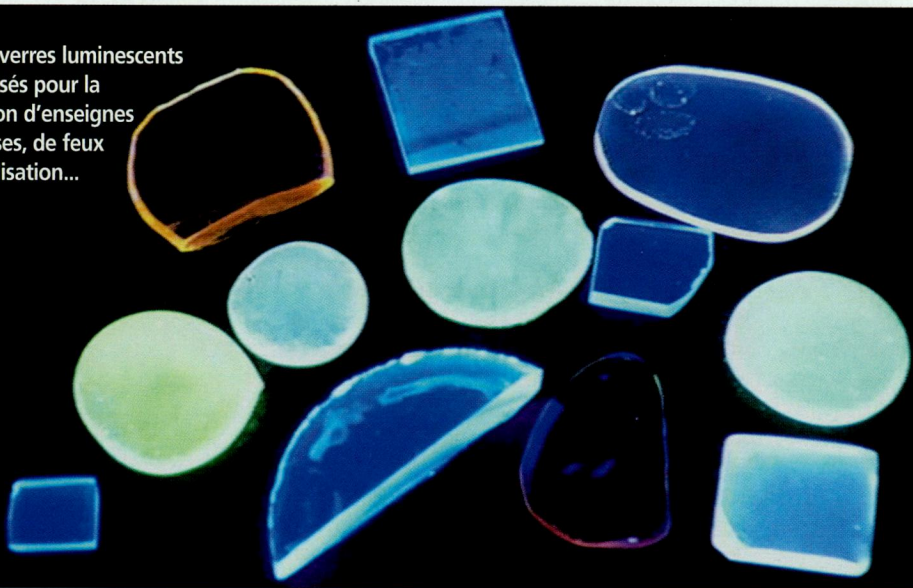
Les regards se tournent de plus en plus vers les biomatériaux, qui promettent quelques retombées économiques pour notre région : "Leur utilisation est de plus en plus répandue", explique Guy Cathelineau, responsable de ce groupe aux côtés du chirurgien Frantz Langlais. "Implants, instruments d'investigation, appareils intra ou extracorporels sont soumis à de nouvelles réglementations très strictes. En France, 2 millions de personnes portent des prothèses articulaires, et chaque année, 400 000 fractures sont réduites grâce aux biomatériaux." ■

Contacts ▼

- Corinne Bourdet, Rennes Atalante, tél. 02 99 12 73 73.
- Daniel Grandjean, directeur du pôle Matériaux, tél. 02 99 28 62 46.

Laurence Méhault/CNRS

Certains verres luminescents sont utilisés pour la fabrication d'enseignes lumineuses, de feux de signalisation...



Les matériaux ont leur institut Jean Rouxel à Nantes



J.-C. Wittmann/CNRS

Créé en 1988 par le professeur dont il porte aujourd'hui le nom, l'Institut des matériaux de Nantes se veut être à la croisée des disciplines qui abordent la notion de matériaux, tant du point de vue chimique que physique, fondamental qu'appliqué.

Au départ, trois entités ont été regroupées pour former l'institut : chimie minérale, physique cristalline, plasma et couches minces. Le centre de microcaractérisation micro-électronique est plus récent. Les équipements lourds sont particuliers à chaque laboratoire, mais accessibles à tous. Juridiquement, l'Institut des matériaux de

▲ Matériaux plastiques cristallins et additifs organiques, observés au microscope polarisant.

Nantes, dont le bâtiment appartient au CNRS, est reconnu comme une entité. Il a été financé en tant que tel par les collectivités territoriales et le CNRS. L'institut a été dirigé par Jean Rouxel jusqu'en 1997, puis par Patrick Batail.

Aujourd'hui, c'est le physicien Serge Lefrant qui en assume la direction, avec la même préoccupation que celle du fondateur : *"Regrouper, dans un même lieu et une même structure, des scientifiques sans figer les thématiques."* L'idée est qu'une synergie naît spontanément de la proximité et de la rencontre. *"Et cela fonctionne bien, puisque beaucoup de publications sont communes à différents laboratoires"*. Cette synergie est d'ailleurs reconnue à l'étranger (20 stagiaires/an), et par l'industrie (contrats avec EDF, Bolloré,

◀ Précipitation d'apatite biologique au contact de cristaux de phosphate de calcium utilisés comme matériau de comblement osseux.

Matériaux et rhéologie

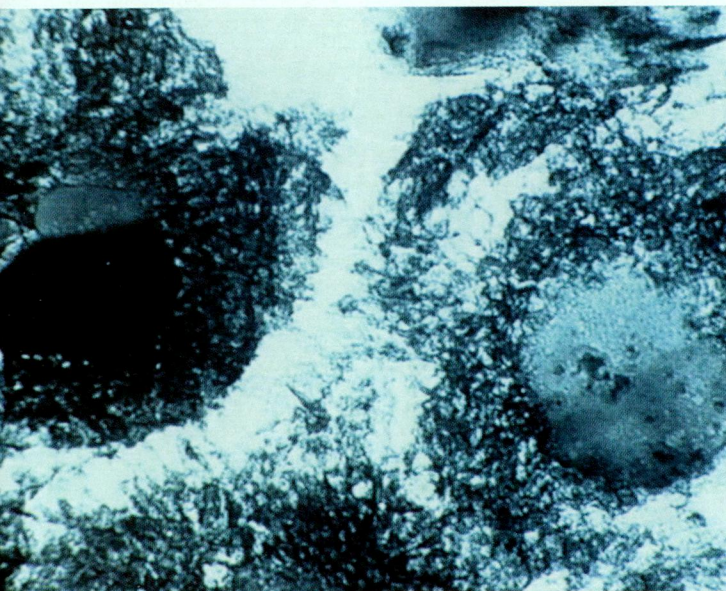
Les sciences des matériaux ont généré la rhéologie. Le professeur Jean-Pierre Busnel, du Laboratoire chimie et physique des matériaux polymères au Mans, explique le développement de la rhéologie. Le terme est apparu en Angleterre dans les années trente et évoquait une branche de la mécanique qui étudiait les rapports entre la viscosité, la plasticité et l'élasticité de la matière et le comportement de celle-ci vis-à-vis du milieu. *"La rhéologie a logiquement pris de l'ampleur au fur et à mesure que naissaient les matériaux nouveaux, polymères, composites, verres, céramiques. Elle est devenue un passage obligé des matériaux avant tout projet industriel, et nécessite des techniciens spécialistes pour répondre aux besoins des entreprises. Ayant diagnostiqué ce créneau d'emploi, l'université du Maine a créé, il y a deux ans, un DEUST Rhéologie, qui forme en deux ans des techniciens supérieurs. La première promotion est sortie en juin dernier avec de très bonnes perspectives d'embauche."* ■

Contact ▼

Professeur Jean-Pierre Busnel,
tél. 02 43 83 33 15,
e-mail busnel@lola.univ-lemans.fr

Rhône-Poulenc, Total Elf, Matra-Harris, le Cnet, Alcatel...). *"Pour autant, notre vocation est de faire de la recherche fondamentale"*, précise Serge Lefrant. Cette recherche débouche sur de nombreuses applications, dans l'électronique (supraconducteurs), l'électricité (batteries), la médecine (os artificiels). ■ C.J.

▶ Contact Serge Lefrant,
Institut Jean-Rouxel, tél. 02 40 99 83 19,
e-mail lefrant@cnrs-imm.fr



G. Bourde/CNRS

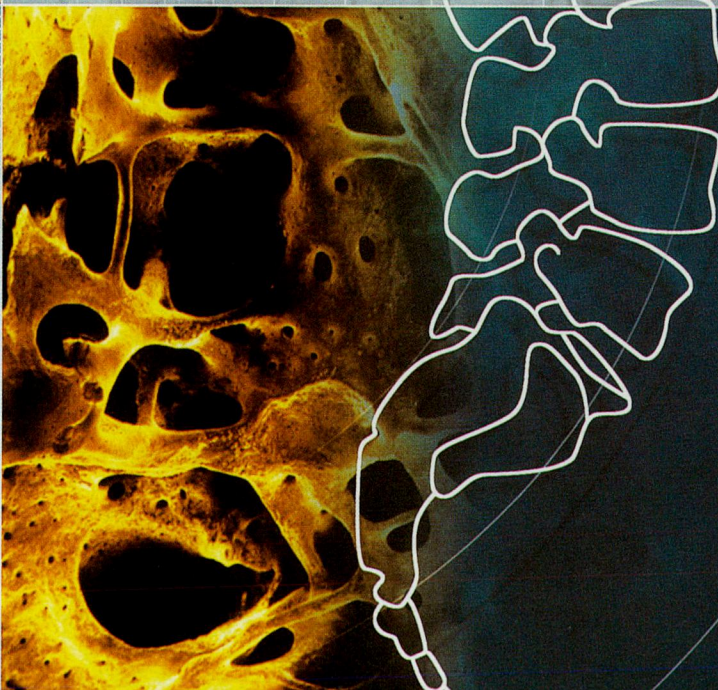
X-27 A 1

Utopies vivant

la recherche en direct

exposition

du 6 septembre
au 31 décembre 1999
L'Espace des sciences
Centre Colombia (1^{er} étage)
Rennes



FONDATION POUR
LA RECHERCHE MÉDICALE

DÉCOUVRIR POUR GUÉRIR



L'ESPACE
DES
SCIENCES

de
la
Palais
découverte

LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE

Statut juridique : Association reconnue d'utilité publique (loi 1901).

Missions : La Société française de chimie a pour vocation de rassembler toutes les personnes physiques et morales, quels que soient leurs secteurs d'activité (organismes publics ou privés), concernées par les sciences de la chimie et leurs applications.

Structures : La Société française de chimie joue un rôle essentiel dans le développement de l'animation scientifique, grâce à l'action des ses 8 divisions scientifiques et de ses groupes thématiques, relayée par les 18 sections régionales et 15 clubs de jeunes.

Activités : La SFC agit en : • Favorisant la mise en relation des chercheurs et laboratoires du secteur public avec le monde industriel, dont les PME-PMI, pour maintenir un haut niveau de recherche fondamentale et pour développer des transferts de technologies efficaces • Renforçant les contacts avec l'enseignement secondaire, les universités, les grandes écoles et le CNRS, pour encourager le développement et la pénétration des sciences chimiques • Suscitant une réflexion sur le devenir de l'enseignement des sciences chimiques, sur le développement et les orientations de la discipline et sur les problèmes socioprofessionnels qu'elle entraîne.

Les divisions scientifiques : Les sept divisions scientifiques sont : catalyse, chimie physique, chimie analytique, chimie du solide, chimie de coordination, chimie organique, matériaux polymères et élastomères.

Références : En cette année 1999, la Société française de chimie contribue à l'image de la chimie par sa participation à l'année internationale de la chimie (voir programme pour la Bretagne dans la plaquette ci-jointe).

Adresse : 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, tél. 01 40 46 71 60, fax 01 40 46 71 61, e-mail sfc@sfc.fr

RÉSEAU OCTOBRE 99 - N°159

CHIMIE-BRETAGNE

Statut juridique : Organisation professionnelle des industries chimiques de Bretagne.

Chimie-Bretagne est affiliée à l'Union des industries chimiques (UIC) et est membre actif de Chimie-Ouest (Groupement des chambres syndicales des industries chimiques des régions Ouest).

Missions : • Rassembler les entreprises des industries chimiques de Bretagne • Représenter la profession auprès de son environnement régional • Valoriser l'image de l'industrie chimique • Développer les services professionnels et les échanges entre les entreprises • Informer, conseiller et assister ses adhérents.

Fonctionnement : Un conseil d'administration, composé de chefs d'entreprise élus par l'assemblée générale, dirige Chimie-Bretagne. Une équipe permanente assure les relations et les services aux entreprises adhérentes.

Domaines d'action : • *Juridique et social :* informations et conseils aux entreprises sur la législation du travail et la gestion du personnel, la réglementation professionnelle • *Hygiène et sécurité du travail :* accompagnement des adhérents sous forme d'actions individuelles ou collectives • *Environnement :* conseils juridiques et techniques, veille juridique, recherche de filière de valorisation des déchets, diagnostics environnementaux, actions collectives • *Formation :* analyse des besoins de formation et d'emploi des entreprises. Information et conseil. Relations avec l'enseignement professionnel • *Valorisation des métiers :* auprès des jeunes, des enseignants, demandeurs d'emploi • *Communication et promotion :* publication de la monographie "La chimie et la pharmacie dans l'Ouest", Flash "Chimie-Bretagne".

Contact : Marc Arlès, secrétaire général, tél. 02 99 87 42 87, e-mail Chimiebretagne@metelim.com

Adresse : 2, allée du Bâtiment, BP 7707, 35077 Rennes Cedex.

RÉSEAU OCTOBRE 99 - N°159

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ PROGRAMME EUROPÉEN

Action clé du 5^e PCRDT⁽¹⁾

L'impact des facteurs environnementaux sur la santé appelle des exigences très strictes de protection de la population. Les niveaux de pollution urbaine, et parfois aussi ceux constatés dans les zones rurales, ont déjà des conséquences sanitaires sérieuses et prouvées, notamment lors des pics d'ozone provoqués par les émissions atmosphériques liées au trafic et aux activités industrielles. D'autres facteurs, tels certains rejets gazeux causés par l'incinération des déchets, sont particulièrement préoccupants. L'identification des effets des pollutions et leur prévention nécessitent d'importants efforts de recherche scientifique et technologique.

Montant total de l'aide financière : 2413 millions d'euros.

Domaines de recherches ciblées :

Étude des maladies et allergies liées à l'environnement

- Méthodes de traitement et de prévention, fondées sur des données épidémiologiques faibles et la compréhension des mécanismes de pathogénicité
- Analyse et quantification de l'incidence des facteurs environnementaux sur la santé humaine
- Interdépendance des indicateurs environnementaux et des indicateurs de santé publique
- Renforcement de l'efficacité des modes de prévention et de traitement.

Nouvelles méthodes de diagnostic, d'évaluation des risques et de prévention des effets environnementaux nuisibles à la santé

- Mise en œuvre d'approches pluridisciplinaires pour parvenir à une meilleure appréhension des interactions entre l'environnement social et physique et la santé
- Identification des groupes vulnérables aux expositions environnementales et des mesures préventives pour réduire les causes et les facteurs environnementaux dangereux pour la santé (marqueurs biologiques, amélioration de tests prédictifs de toxicité, études épidémiologiques et biomédicales sur les effets éventuels des rayonnements non ionisants tels que ceux produits par la téléphonie mobile).

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



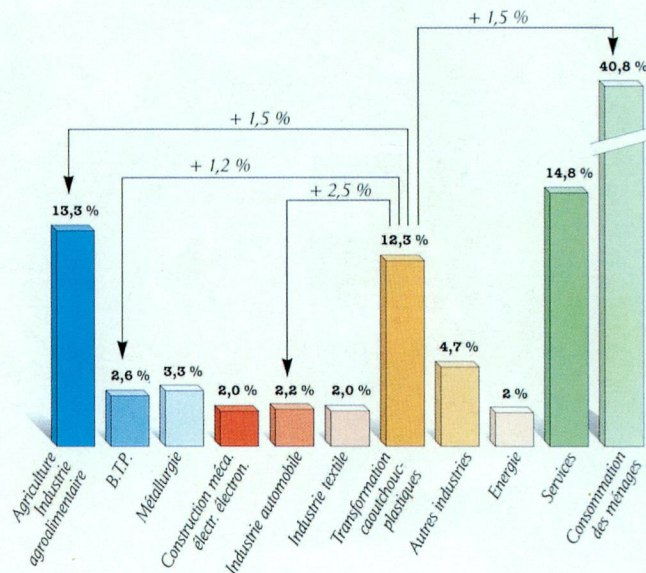
⁽¹⁾ PCRDT : Programme cadre de recherche et de développement technologique.

RÉSEAU OCTOBRE 99 - N°159

Les chiffres du mois

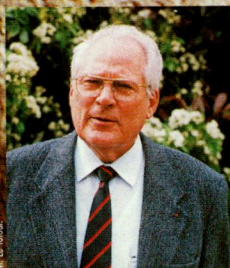
La chimie en chiffres

La chimie est dans tout
Les débouchés finals des produits chimiques en France (année 1996)



RÉSEAU OCTOBRE 99 - N°159

La chimie dans l'Ouest



Professeur René Dabard,
Coordinateur régional de l'année internationale de la chimie pour la Bretagne et les Pays de la Loire.

Qu'est-ce que la chimie ?

La chimie, science de la matière, de ses constituants et de ses transformations, est au cœur de la vie. La recherche chimique couvre un vaste champ d'applications pour découvrir :

- de nouvelles molécules pour la santé, pour calmer la douleur (médicaments intermédiaires pour la pharmacie) ;
- de nouveaux matériaux combustibles améliorant la fiabilité des transports et permettant en particulier la conquête spatiale ;
- des catalyseurs de combustion automobile pour respecter l'environnement ;
- de nouveaux produits indispensables à l'agriculture, à la nutrition animale et humaine...

Elle facilite par ses résultats la communication entre les hommes et elle intervient même dans leurs loisirs (matériaux et fibres : planches à voile, bateaux, skis...). La chimie est également présente dans tous les secteurs économiques : l'agroalimentaire, la santé, l'énergie, le spatial, l'électronique, l'informatique et même la banque et l'assurance (expertise).

L'industrie chimique est la seule industrie où l'Europe détient une position dominante. Elle s'octroie la quatrième place dans la production mondiale et elle est la troisième puissance exportatrice.

La chimie dans l'Ouest

La Bretagne et les Pays de la Loire ont de nombreux atouts⁽¹⁾ dans les différents secteurs liés à la chimie :

- des équipes de recherches universitaires reconnues pour leur qualité et l'importance de leurs résultats,
- des entreprises (essentiellement PME-PMI) chimiques et pharmaceutiques qui emploient quelque 20 000 personnes,
- un enseignement supérieur offrant aux jeunes la quasi-totalité des formations nécessaires aux différents métiers de ces industries.

Une image à redorer

La mauvaise image de la chimie masque trop souvent toutes ces réalités, alors que les chercheurs et les industriels consacrent de plus en plus de moyens à la protection de l'environnement et à la qualité des produits mis à la disposition du public. Elle contribue à l'éloignement des jeunes vis-à-vis de cette discipline. Il serait extrêmement dommage pour l'économie, que le renouvellement des cadres de l'industrie et de la recherche en chimie ne soit pas assuré, comme le laisse prévoir la désaffection actuelle des jeunes étudiants à l'égard de cette discipline (et des autres disciplines scientifiques).

Je souhaite que ce numéro de Réseau contribue à une meilleure connaissance d'un secteur où les deux Régions sont largement présentes et qui est indispensable à leurs économies. ■

⁽¹⁾ Voir "La chimie et la pharmacie dans l'Ouest", éditions Chimie Ouest, tél. 02 99 87 42 87.

Chimie et santé, chimie et mer, chimie et nutrition, c'est à travers toutes ses applications que nous nous proposons de vous faire aimer la chimie aujourd'hui.

Les formations en chimie

La chimie en pleine mutation à l'université

Alors que la France risque de manquer de chimistes à partir des années 2005 en raison des demandes de l'environnement, de l'agroalimentaire et de l'analyse, les formations longues universitaires scientifiques connaissent aujourd'hui une baisse d'effectif significative, notamment dans la filière chimie.

L'université recrute seulement une petite partie des étudiants qu'elle forme (enseignants-chercheurs). Mais la majorité doit se préparer à intégrer le secteur privé. C'est pourquoi les efforts consentis dans les universités actuellement vont largement dans le sens de cette intégration", explique Jean-Louis Fourquet, vice-président du conseil scientifique de l'université du Maine au Mans. Les solutions proposées vont des cours complémentaires de

culture industrielle (marketing, management, droit, gestion) jusqu'aux formations professionnalisées DEUST, LUP, MST, DESS⁽¹⁾. Le DEUST matériaux de Lorient existe depuis 10 ans. Le Mans fait sortir cette année sa première promotion de DEUST Rhéologie, Rennes crée à la rentrée son DESS Spectrochimie.

"L'université est tirailée entre deux missions, d'un côté sa mission première d'acquisition et de

transmission de la connaissance, de l'autre sa nécessaire participation à l'évolution de la société." Autrefois les "détenteurs de savoirs" étaient, de fait, intégrés dans la vie active. Aujourd'hui, il n'y a plus d'archétype du "savant", mais une multitude de profils scientifiques, des spécialistes qui sont reconnus non seulement pour leur science, mais aussi pour leur capacité à cristalliser autour d'eux, dans leur domaine, une énergie créatrice de

profits. La bouillonnante machine économique a besoin de cadres techniques dynamiques, inventifs, instruits, mais très rarement de "professeurs Tournesol". ■ C.J.

⁽¹⁾ DEUST : Diplôme d'études universitaires scientifiques et techniques, LUP : Licence universitaire professionnalisée, MST : Maîtrise des sciences et techniques, DESS : Diplôme d'études supérieures spécialisées.

Contact ▶ Jean-Louis Fourquet, vice-président du conseil scientifique de l'université du Maine, tél. 02 43 83 30 29.

Les formations d'enseignement supérieur en chimie dans l'Ouest

Comme l'explique René Dabard dans son introduction, le chimiste est partout, non seulement en chimie, mais aussi dans de nombreux autres domaines, tant en recherche qu'en milieu industriel, car peu de secteurs peuvent se passer de la chimie... Il s'ensuit que les parcours de formation des étudiants qui se destinent totalement à la chimie, ou pour qui cet enseignement est fondamentalement nécessaire, sont divers et variés.

d'études universitaires scientifiques et techniques (DEUST), formations de premier cycle universitaire, eux aussi à vocation professionnelle ("matériaux", Bretagne Sud).

Les filières longues

Elles concernent les universités, les écoles d'ingénieurs, et les magistères. À l'université, les études de chimie, sans *numerus clausus*, ont pour point de départ les DEUG "Sciences et technologies", plus particulièrement les mentions "Sciences de la matière" et "Sciences de la vie" (Angers, Brest, Bretagne Sud, Le Mans, Nantes, Rennes) et accessoirement "Sciences et technologies pour l'ingénieur" (Brest, Bretagne Sud, Rennes). Après une année de premier cycle, il est possible d'accéder, dans le cadre d'une formation professionnelle de trois ans, à un Institut universitaire professionnel (IUP), délivrant éventuelle-

ment le diplôme d'ingénieur-maître (IUP "Chimie biologique", Nantes).

Après un premier cycle complet, les cursus "licence-maîtrise" (LM) sont variés suivant les options choisies par les étudiants. La LM "Chimie" apporte une formation théorique et expérimentale pour l'ensemble de la discipline (Brest, Le Mans, Nantes, Rennes). La LM "Sciences physiques" est davantage orientée vers les carrières de l'enseignement, assurant une formation équilibrée en physique et en chimie (Angers, Brest, Le Mans, Nantes, Rennes). Citons enfin la LM "Biochimie", avec en particulier une formation en chimie moléculaire (Bretagne Sud, Nantes, Rennes).

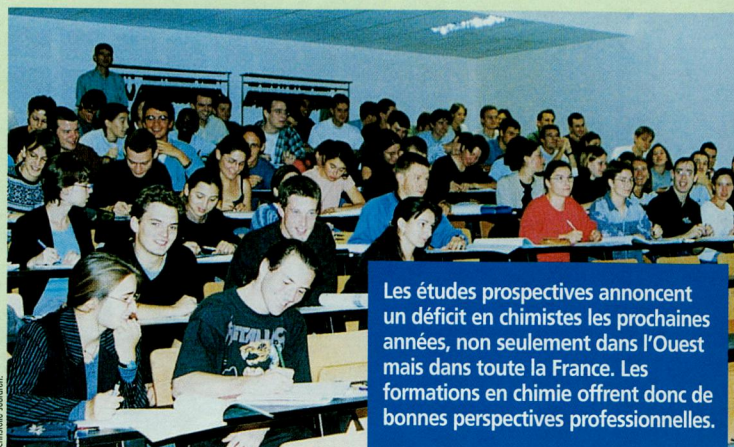
Les écoles d'ingénieurs et les magistères sont des formations à sélection et à *numerus clausus*, qui recrutent au niveau Bac + 2 et ont une durée d'études de trois ans. Elles peuvent être classées en trois catégories : les écoles de chimie proprement dites (École nationale supérieure de chimie, Rennes), les formations généralistes avec une filière chimie ou apparentée (Isitem, Nantes ; De Broglie, Rennes) et les formations spécialisées dans un domaine relevant (ou apparenté) de la chimie (magistère "Matériaux", Rennes).

Enfin, quelle que soit l'origine des étudiants, une formation dite de troisième cycle (niveau Bac + 5) pourra être suivie dans le cadre d'un diplôme d'études approfondies (DEA) constituant la première étape vers une thèse de doctorat (Angers, Brest, Le Mans, Nantes, Rennes), ou d'un diplôme d'études spécialisées (DESS, diplôme à finalité industrielle, Rennes).

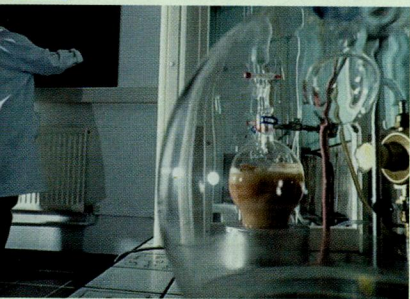
Cette brève présentation montre que tout le spectre des formations conduisant aux métiers où la chimie intervient, est couvert dans les régions Bretagne et Pays de la Loire, tant au niveau premier que deuxième cycle, avec en particulier des filières longues (écoles d'ingénieurs, magistères, DEA...), nombreuses et de très grande qualité. Il faut toutefois noter une insuffisance dans les choix offerts pour les filières professionnalisantes (IUP et DESS en particulier), insuffisance qui devrait être comblée dans les années à venir. ■

Daniel Grandjean,
1^{er} vice-président de l'université de Rennes 1

⁽¹⁾ NDLR : L'Université de Bretagne Sud (UBS) comprend deux localisations, Vannes et Lorient, toutes deux dispensant des enseignements supérieurs en chimie. En fonction de leur environnement économique, le site universitaire de Lorient s'oriente vers les matériaux, tandis que celui de Vannes développe plutôt une chimie moléculaire...



Christelle Jourdan



Laurence Hédelin/CRS

Les filières courtes

À vocation professionnelle, les diplômes universitaires de technologie (DUT) sont préparés essentiellement dans les départements "chimie", (Rennes, Le Mans), "mesures physiques", (Lannion, Le Mans, Saint-Nazaire), "génie chimique" (Saint-Nazaire), "sciences et génie des matériaux" (Saint-Brieuc, Nantes), "génie biologique" (Angers, Brest, La Roche-sur-Yon, Laval, Quimper). S'y ajoutent les diplômes

ENSCR

Les ingénieurs en chimie

Henri Patin est directeur de l'École nationale supérieure de chimie de Rennes. Il explique qui sont les élèves ingénieurs de l'école et quels sont les atouts de leur formation.

Réseau : Comment fonctionne la formation ?

Henri Patin. Ce qui fait la renommée d'une école, c'est autant la qualité de sa formation et de ses élèves que la performance de ses pôles d'excellence. Le ministère, lui, regarde le taux de placement. Nous devons concevoir l'école comme un système de production, qui, à une matière première - le bachelier - apporte valeur ajoutée et diversification. Les écoles de chimie fonctionnent comme une mutuelle, avec un catalogue de spécialisations très étendu. Un élève peut commencer un cycle général à Rennes et choisir des options qui vont l'amener à Lille ou Bordeaux. De même, le cycle préparatoire est intégré et les candidats peuvent poursuivre dans n'importe quelle école en France.

Réseau : Quelles sont les relations écoles - entreprises ?

H.P. Les pôles d'excellence n'ont pas de lien étroit direct avec le tissu industriel local. Le laboratoire de physico-chimie de Rennes, créé il y a dix ans, l'a été pour répondre aux besoins d'entreprises, nationales et internationales. Se borner à répondre aux besoins locaux serait

trop restrictif. Nos ingénieurs se tournent de plus en plus vers l'international ou les grands groupes.

Réseau : Quels sont vos enseignants ?

H.P. Nous formons des spécialistes. Aussi leur formation scientifique et technique est-elle dispensée par des enseignants-chercheurs qui font autorité dans leur domaine. À Rennes, il s'agit surtout de chimie fine, produits naturels, procédés et analyses pour l'environnement et physico-chimie. Les spécialités enseignées dans une école s'appuient en interne sur les laboratoires expérimentaux. Ce sont eux qui font connaître et reconnaître une école sur le plan international.

Réseau : Et vos élèves ?

H.P. Nos élèves sont de futurs cadres, formés aux langues... ils acquièrent aussi une culture industrielle (management, marketing, gestion, droit, économie des marchés...). Ils doivent avoir de leur métier une vision globale, se forger un projet professionnel dans lequel leur personnalité, leurs aspirations et leur choix de vie doivent être pris en compte. Ils savent que projet de vie et projet professionnel ne sont pas dissociables. On ne peut faire bien que ce à quoi on aspire ! ■

Propos recueillis par
Christelle Jourden

Contact ► Henri Patin,
tél. 02 99 87 13 00.



▲ Pendant leur formation, les étudiants sont sensibilisés au monde de l'entreprise, tant sur le plan théorique que pratique. Ici un pilote industriel (colonne de distillation), dans le hall "génie chimique" de l'ENSCR.

La culture industrielle

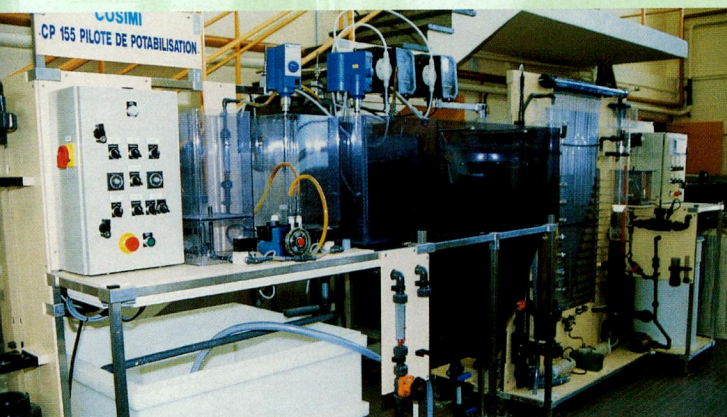
Depuis quelques années, les responsables d'écoles d'ingénieurs ont cette démarche de compléter le cursus de leurs élèves par un enseignement non technique, non scientifique, dont la vocation est de les sensibiliser à l'univers professionnel, pour une meilleure intégration.

Marketing, management, gestion, droit industriel, économie, structure des entreprises, communication... ont fait leur entrée dans la plupart des écoles d'ingénieurs il y a 5 à 6 ans. L'école de chimie de Rennes s'est même dotée d'une véritable option "Management des entreprises". "Et les élèves sont très réceptifs, ne rechignant pas à avaler les bases de matières qu'ils avaient jusqu'alors ignorées. Leur intérêt est réel, bien au-delà du pragmatisme", confie M. Fady de l'Institut de gestion de Rennes, qui intervient à l'ENSCR. "Nous avons dû adapter notre discours et nos méthodes à des scientifiques. Nos raisonnements sont très différents : les

scientifiques sont habitués à un raisonnement analytique ; les directeurs d'entreprise se doivent d'être synthétiques..."

La plupart des premiers cycles universitaires scientifiques dispensent essentiellement des cours de techniques d'expression et de communication. Les étudiants devraient disposer d'options "de culture industrielle" à la rentrée 2000, avec la mise en place des LUP, licences universitaires professionnalisées. De nombreux IUT scientifiques en sont déjà pourvus. ■ C.J.

Contact ► M. Fady, Institut de gestion de Rennes, tél. 02 99 84 77 77.



▲ En plus de la formation des élèves ingénieurs, l'ENSCR développe d'importantes activités de recherche, notamment dans le traitement de l'air et de l'eau. Voici, dans le hall "génie chimique", un pilote de potabilisation de l'eau.

La recherche chimique dans l'Ouest



Il existe en Bretagne et en Pays de la Loire, une forte volonté politique de soutien et d'accompagnement de la recherche en chimie.

Bihou, GBB Développement.

La dimension de la recherche chimique dans l'Ouest est due à des hommes (comme Jean Rouxel à Nantes), et à l'école rennaise qui a essaimé jusqu'à Angers, Brest, Bordeaux, Paris, Nantes... Dans l'Ouest, le président de l'Université de Bretagne occidentale, Pierre Appriou, est un chimiste, ainsi que trois vice-présidents d'université. Il y a également une politique régionale forte de soutien et d'accompagnement (comparable à l'intérêt porté au sec-

teur informatique et électronique). Les petites tensions parfois perceptibles en politique entre la Bretagne (Rennes) et les Pays de la Loire (Nantes) n'existent pas dans la communauté scientifique.

De façon très schématique, la recherche chimique en Bretagne est plus axée sur la recherche moléculaire, tandis que les Pays de la Loire sont davantage reconnus pour leurs travaux sur les matériaux. Mais dans les deux régions, chaque uni-

versité a son laboratoire de synthèse organique : c'est le cas à Rennes, Brest, Nantes, Angers et Le Mans. Ce n'est pas particulier à l'ouest de la France, il en est ainsi de par le monde, ce domaine étant celui dans lequel les virages thématiques sont les plus faciles à prendre. Si faire de la synthèse nécessite d'importants moyens techniques au départ, la réorientation vers tel ou tel type de produits est ensuite relativement simple.

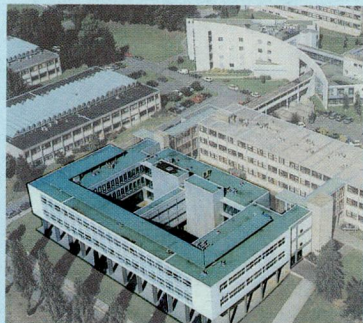
La recherche chimique dans l'Ouest n'est que très peu attachée au tissu industriel local, traitant en général avec de grands groupes industriels (Sanofi, Elf Atochem, Unilever, Rhône-Poulenc...). Des liens existent cependant avec les secteurs agroalimentaire et cosmétique. ■

C.J.

Contact ▶ Eric Brown, tél. 02 43 83 33 40, e-mail iso@lola.univ-lemans.fr

La recherche en chimie Quelle chimie pour demain ?

Comme beaucoup d'universités créées dans les années 60, l'université de Rennes 1 fait actuellement face à un renouvellement important des enseignants-chercheurs : 70 % des professeurs vont partir à la retraite dans les 5 à 6 prochaines années. Ces départs à la retraite sont l'occasion de renouveler certains axes de recherche, de regrouper certains laboratoires. Trois tendances se dégagent et concernent les relations de la chimie avec : la biologie, l'environnement et la mécanique.



▲ Inauguré cet été sur le campus de Beaulieu, un nouveau bâtiment est entièrement dédié à la recherche dans le domaine des matériaux.

À l'interface chimie-biologie

Ces deux disciplines sont de plus en plus appelées à se regrouper sur des thématiques communes, à savoir : la recherche de nouveaux médicaments et de nouveaux agents de contraste (éléments chimiques non toxiques pour de meilleures images médicales), les biomatériaux... La part budgétaire consacrée à la recherche située à l'interface de ces deux disciplines, chimie et biologie, devrait doubler dans les 5 prochaines années, selon le ministre en

charge de la Recherche, Claude Allègre. Mais pour un chimiste, la route de la biologie peut paraître longue : il faut une à deux années de travail non productif pour se familiariser avec la biologie moléculaire. Pour accélérer le processus, il est proposé d'introduire des cours de biochimie dans le cursus de chimie de Rennes 1.

L'interface chimie-environnement

Très significative en Bretagne, la chimie appliquée aux problèmes d'environnement nécessite des moyens d'analyse très performants. Il existe deux manières d'agir en environnement : l'action préventive et l'action curative. Les compétences de Rennes se situent actuellement surtout au niveau de la prévention. Le nouveau centre Caren⁽¹⁾, dirigé par un géologue, Philippe Davy, va

permettre la compréhension, par la modélisation, des phénomènes entrant en jeu à différentes échelles, géologiques et géographiques.

L'interface chimie-mécanique

À Rennes, chimie et mécanique marchent main dans la main depuis de nombreuses années, dans le cadre du développement de la mécanique des matériaux, avec un volet important consacré à la mise en forme et aux structures soumises à un environnement sévère. De plus en plus, la recherche en mécanique intéresse les activités économiques de Bretagne. Mécanique, santé, environnement, alimentation... En Bretagne, la recherche en chimie se développera en répondant notamment aux préoccupations régionales ! ■ H.T.

⁽¹⁾ Caren : Centre armoricain de recherche en environnement, mis en place par le CNRS.

Le CNRS et la chimie dans l'Ouest

"Dans l'Ouest, le département chimie est le plus important des sept que compte le CNRS", explique Alain Nouailhat, délégué régional du CNRS⁽¹⁾. Son implantation a naturellement suivi celle des universités de l'Ouest, qui étaient reconnues pour leurs pôles d'excellence en chimie.

Dans ce paysage, la petite unité CNRS de Quimper, spécialisée dans la recherche pharmaceutique, se trouve un peu en marge. Née d'une collaboration entre le Muséum national d'histoire naturelle et la société Girex, elle devrait être prochainement rattachée à l'UBO⁽²⁾. Aujourd'hui dans l'Ouest, la quasi-totalité des laboratoires de chimie sont labellisés CNRS (14 unités réparties sur les deux régions Bretagne et Pays de la Loire) : les regroupements et intégrations de ces dernières années contribuent à élever encore la qualité des recherches.

Des compétences complémentaires

Les laboratoires ne sont pas en concurrence, même lorsqu'ils partagent une thématique commune. Par exemple, le verre fluoré est travaillé aussi bien à Rennes qu'à Mans, mais ce sont deux familles de verres distinctes, obtenues par des méthodes différentes. Ces spécialités très pointues sont les garanties d'excellence des unités de recherche, elles assurent aux unités CNRS une position "d'avant-garde" de la recherche fondamentale, et font de ces laboratoires des références pour

les grands groupes industriels qui développent des recherches dans les mêmes domaines. Ces unités de chimie remplissent donc pleinement leur mission, à la fois de recherche fondamentale et d'interface avec le monde industriel.

L'avenir de la chimie

La seule ombre à ce tableau est la diminution du nombre des étudiants dans les filières universitaires de chimie (ainsi qu'en mathématiques et en physique, d'ailleurs). Le devenir des unités mixtes enseignement/recherche en chimie est intimement lié à l'évolution future des effectifs des formations universitaires. En raison des développements en analyse, environnement, chimie douce, chimie verte, chimie agroalimentaire... l'Ouest ne sera pas épargné par la pénurie de chimistes. ■ C.J.

⁽¹⁾ Jusqu'au 31 juillet 1999. Il est maintenant à la tête de la Délégation régionale du CNRS à Strasbourg et est remplacé en intérim par Alain Marchal, délégué régional du CNRS à Caen. ⁽²⁾ UBO : Université de Bretagne occidentale.

Contact ► Délégation régionale, tél. 02 99 28 68 04, e-mail secretariat@dr17.cnrs.fr



Toutes les chimies

▲ Plants identiques ayant été soumis à différents traitements de nutrition azotée et de gaz carbonique (deux pots par traitement). De gauche à droite : CO₂ ambiant, CO₂ ambiant + ajout d'azote, double CO₂ + ajout d'azote, double CO₂ sans ajout d'azote.

Biochimie. Étude des constituants de la matière vivante et de leurs réactions chimiques.

Catalyse. Les catalyseurs accélèrent la transformation des molécules en se régénérant (enzymes, organométalliques...).

Chimie d'analyse. Concerne toutes les chimies et vise à déterminer la structure et la quantité des produits.

Chimie combinatoire. Synthèse et évaluation d'un grand nombre de molécules, obtenues par combinaison de deux familles.

Chimie de coordination. Chimie des composés moléculaires donnant des ions complexes en solution.

Chimie douce. C'est une chimie qui fait intervenir des conditions de réaction douces (en température, pression...).

Chimie d'extraction. Elle concerne les substances naturelles d'origine animale et végétale (arômes, huiles...).

Chimie fine. Concerne la synthèse des molécules à haute valeur ajoutée.

Chimie des matériaux. Elle peut être organique (polymères) ou minérale (verres, fluorures, céramiques).

Chimie des matériaux. Elle peut être moléculaire (organique, organométallique...), macromoléculaire (polymères...) ou minérale (verres, fluorures, céramiques...).

Chimie minérale ou du solide (inorganique). La chimie des éléments autres que le carbone (par exemple les fluorures, les chlorures, les métaux...).

Chimie moléculaire. Chimie des molécules, assemblages d'atomes structurés, sans liaisons entre elles (organiques, organométalliques, biologiques...).

Chimie organique. La chimie des dérivés du carbone.

Chimie supramoléculaire. Chimie des supramolécules, la supramolécule étant décrite comme un assemblage durable à géométrie bien définie, de plusieurs molécules liées entre elles par des liaisons faibles.

Chimie de synthèse. Elle est organique et presque toujours fine.

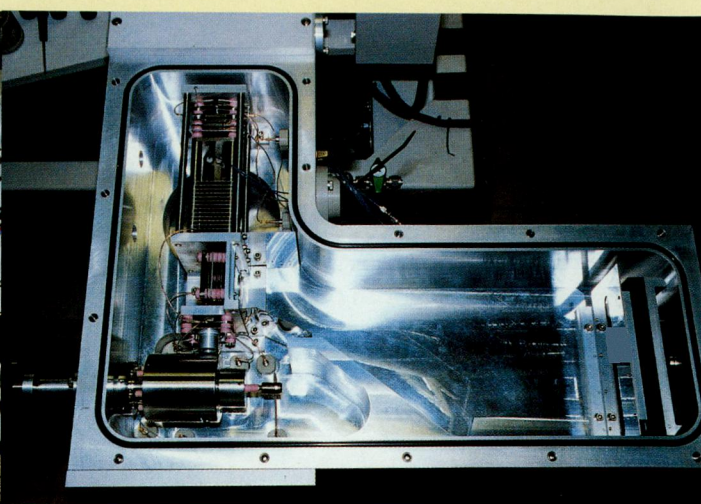
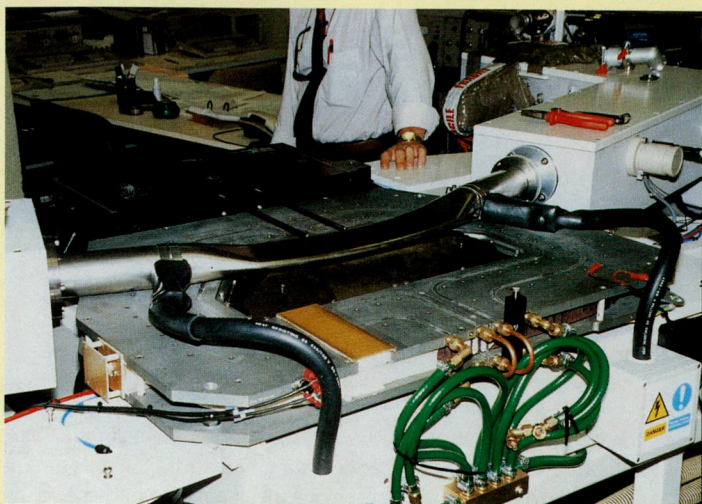
Chimie verte. C'est la façon plus propre, plus spécifique, peu coûteuse et sans danger, de faire de la synthèse en chimie.

Pétrochimie. Chimie des dérivés du pétrole, ensemble de ses développements scientifiques, techniques et industriels. ■

C.J.



▲ Le département "Sciences chimiques" compte 14 unités CNRS dans l'Ouest, mais la chimie est aussi présente dans les autres départements Sciences de la vie, Sciences de l'univers, Sciences pour l'ingénieur...



▲ Le spectromètre de masse à haute résolution (MS-MS), exceptionnellement ouvert, permet de voir la partie dans laquelle circulent les particules résultant de l'éclatement des molécules à analyser. À gauche : tube soumis au champ magnétique, à droite : analyseur.

CRMPO Les outils de la chimie

Le Centre régional des mesures physiques de l'ouest (CRMPO) est bien connu des chimistes organiciens bretons, français et européens pour son service d'analyses structurales. Doté d'équipements très performants, notamment en spectrométrie de masse et en résonance magnétique nucléaire (RMN), le centre dirigé par Pierre Guenot depuis 1986 fut créé en 1972.

La miniaturisation des spectromètres

L'évolution la plus marquante de ces dernières années en spectrométrie, c'est la miniaturisation des équipements de routine (reconnaissance de molécules connues). Elle fut initiée par la demande de la protection civile pour les analyses sur sites (décharges industrielles, par exemple). L'appareil RMN pesant quelques dizaines de kg, embarqué sur un véhicule 4x4, est muni d'un tuyau renifleur. Le spectre des molécules aspirées est comparé à une banque de spectres dans laquelle sont référencés tous les gaz connus. Le résultat est immédiat. Le même type d'équipement arrive aujourd'hui sur les véhicules de pompiers. Cela se justifie notamment dans le cas d'intervention en site dangereux. ■

"À l'époque, le ministère souhaitait regrouper les équipements lourds dans un même lieu pour qu'ils soient à la disposition de l'ensemble des laboratoires universitaires. Le professeur Carrié a pris en main sa constitution, persuadé qu'il fallait des locaux et un personnel indépendant des unités de recherche pour en assurer la pérennité. L'avenir lui a donné raison, les autres centres créés en même temps que le CRMPO ont été phagocytés par les laboratoires au sein desquels ils étaient implantés."

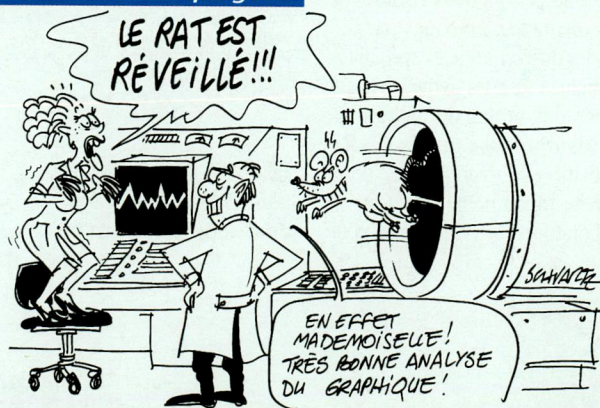
Le centre travaille pour les équipes de recherche de l'université de Rennes 1, pour des organismes publics, pour des laboratoires étrangers, et des entreprises privées nationales et internationales (20 à 25 % du chiffre d'affaires vient du privé). Environ 2 500 études de spectrométrie de masse (d'une durée de 1 heure à 1 semaine selon la complexité de la molécule et sa pureté) sont effectuées chaque année. Outre son activité analytique, le centre accueille et forme des stagiaires, étudiants, chercheurs du public et du privé (six par an)... mais son directeur, Pierre Guenot, déplore le manque de personnel : le CRMPO ne compte que quatre permanents (3 ingénieurs et un technicien) pour assurer l'ensemble de ces missions. ■ C.J.

Contact ► Pierre Guenot, CRMPO, tél. 02 99 28 63 18.

Petit historique de l'équipement

- 1972 Spectromètre de masse haute résolution.
- 1978 Deux spectromètres RMN résistifs (90Mhz solide, 80 Mhz liquide).
- 1985 Spectromètre de RMN haut champ 300 Mhz.
- 1989 Spectromètre de RMN 300Mhz.
- 1995 Spectromètre de masse MS-MS haute résolution (le seul en France, 2 en Europe). La puissance de l'électroaimant est de 7 teslas (il pourrait soulever de terre un poids lourd pesant 7 tonnes).
- 1998 Spectromètre RPE (résonance paramagnétique électronique).

Un rat moteur de progrès



La spectrométrie de RMN n'est pas destructrice, le principe est utilisé en imagerie médicale depuis une quinzaine d'années. Un corps vivant peut donc être introduit sans dommage à l'intérieur de l'aimant. Ainsi, à des fins d'expériences dans le domaine des myopathies, un rat, endormi par injection, avait été placé dans la cartouche située dans l'aimant d'un spectromètre de RMN du CRMPO. Il s'agissait de suivre un métabolite *in vivo*. Mais l'animal n'était pas un gros dormeur et les expériences ont duré plus longtemps que prévu. Au fil des minutes, la largeur des pics observés a laissé présumer que le rat bougeait. Lorsque la sonde a été retirée et ouverte, le rat, bien réveillé, s'est échappé et est allé se cacher dans la console non sans faire quelques menus dégâts aux fils électriques (représailles peut-être). Toujours est-il qu'il a été rapidement décidé d'équiper le spectromètre avec une canule insufflant un gaz soporifique dans la sonde, de façon à maîtriser la durée du sommeil chez les animaux de laboratoire. ■

Chimie moléculaire et catalyse 2000

Définir la molécule comme un assemblage d'atomes, de deux à des milliers, formant des entités à géométrie tridimensionnelle déterminée, des architectures moléculaires, donne une idée de la diversité des domaines de la chimie moléculaire. Le professeur Pierre Dixneuf dirige l'unité de recherche CNRS-Université de Rennes 1 "Organomé-

talliques et catalyse : chimie et électrochimie moléculaires", une unité dans laquelle sont étudiées des molécules organométalliques, organiques et biologiques, en particulier les molécules ayant des propriétés catalytiques, c'est-à-dire qui facilitent les réactions chimiques sans être altérées. **"La chimie moléculaire est indispensable à la compréhension des phénomènes biologiques, et la catalyse est un domaine clé de cette chimie. La recherche de nouveaux catalyseurs spécifiques à chaque réaction, ou capables de créer de nouveaux produits, est un enjeu important de la chimie actuelle. C'est un des points forts de la recherche rennaise"**, explique Pierre Dixneuf.

Les catalyseurs sont souvent des molécules organométalliques. Ces composés sont constitués d'un métal entouré de molécules organiques appelées ligands (l'hémoglobine, par exemple, fait

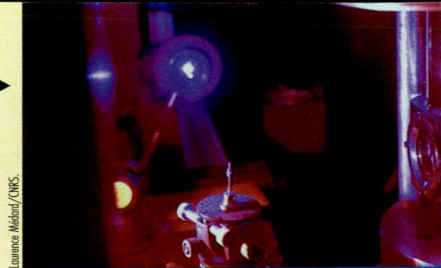
partie de la famille des organométalliques). Les catalyseurs peuvent être très chers, tels ceux à base de rhodium, un métal plus coûteux que le platine. Mais ils sont régénérés en fin de réaction et sont donc malgré tout très rentables pour les industries. Le record dans ce domaine étant la production de 2,4 millions de molécules à très haute valeur ajoutée en utilisant une seule molécule de catalyseur. Autres exemples ? Les catalyseurs solides sont utilisés dans l'industrie automobile (pots catalytiques) ; les enzymes sont des catalyseurs biologiques... La catalyse est également un élément clé de la chimie verte (voir article page 20). Enfin, dans le domaine pharmaceutique, la catalyse asymétrique, c'est-à-dire ne produisant que les molécules ayant la géométrie tridimensionnelle souhaitée, permet la production d'intermédiaires de principes actifs de médicaments. ■ C.J.

Contact ▶ Pierre Dixneuf, tél. 02 99 28 62 80, e-mail pierre.dixneuf@univ-rennes1.fr

◀ Les réactions catalytiques se produisent dans deux réacteurs en verre, placés sous atmosphère contrôlée (sans eau ni oxygène).



Christelle Jourdain.



Laurence Mahérou/CNRS.

Les points forts de la chimie rennaise

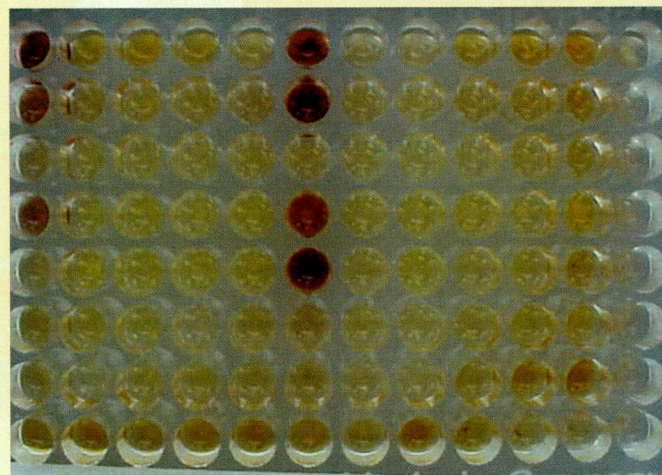
- 1 • Les organométalliques, la catalyse, et l'électrochimie moléculaire, les hétérocycles phosphorés, les matériaux moléculaires pour l'optoélectronique, les métalloprotéines (UMR 6509).
- 2 • Les synthèses organique et électrochimique, la chimie du bore, les molécules pour la thérapie anticancéreuse, les polymères conducteurs et les électrodes modifiées (UMR 6510).
- 3 • La chimie du solide et inorganique moléculaire, les couches minces, les matériaux pulvérulents (UMR 6511).
- 4 • Les verres et céramiques, fibres optiques infrarouges, capteurs chimiques à base de céramiques, céramiques pour catalyse et pigments (UMR 6512).
- 5 • Synthèse et activation de biomolécules à visée thérapeutique, chimie des sucres et lipides, les systèmes moléculaires organisés (UMR 6052).
- 6 • L'électrochimie, les solides poreux, les procédés et analyses pour l'environnement, le traitement de l'air et de l'eau, les membranes et la filtration, l'oxydation biologique (ENSCR).

Chimie combinatoire et catalyse

Olivier Lavastre, chargé de recherche au CNRS dans l'unité "Organométalliques et catalyse" de l'université de Rennes 1, vient de passer un an aux États-Unis (Caroline du Nord, équipe de J. Morken), dans le but d'évaluer les possibilités d'application de la chimie combinatoire à la découverte de nouveaux catalyseurs. La chimie combinatoire permet de synthétiser et d'évaluer un grand nombre de molécules en des temps très courts. En France, cette technique est utilisée exclusivement dans le domaine de la synthèse pharmaceutique. Outre-Atlantique, elle explore déjà de nouveaux domaines : elle a, par exemple, permis de découvrir de nouveaux matériaux luminescents,

et même de nouveaux supraconducteurs ! Actuellement, trois grosses équipes américaines et deux équipes allemandes étudient les développements possibles de la chimie combinatoire. Dans l'exemple présenté ici (voir illustration), un tout nouveau catalyseur, de structure totalement originale, a été découvert. Ainsi, cette technique pourrait devenir très prochainement un standard de la chimie. Olivier Lavastre travaille à sa mise en œuvre au sein de l'université de Rennes 1, un projet qu'il a baptisé CombiCat. ■ C.J.

Contact ▶ Olivier Lavastre, tél. 02 99 28 62 80, e-mail lavastre@univ-rennes1.fr



Olivier Lavastre.

▲ Appliquée à la recherche de nouveaux catalyseurs, la chimie combinatoire permet de synthétiser puis de tester, en peu de temps, un grand nombre de combinaisons. Par exemple, la combinaison de 8 entités métalliques avec 12 "ligands" (molécules organiques) donne 96 catalyseurs potentiels. Dans le cas présent, tout catalyseur actif est aisément repéré par l'apparition d'une couleur rouge.

La chimie à Brest (1) Une chimie tournée vers la mer

Si Brest n'a pas le monopole de la recherche en chimie marine (la mer est omniprésente en Bretagne, d'où une forte activité de recherche en biologie et chimie marine dans la plupart des sites universitaires), c'est pourtant la ville où la vocation maritime est la plus marquée... Dans cette ville de sciences et de mer, les champs de recherche les plus récents de la chimie marine ont pour objectif une approche globale du milieu marin.

Les "sciences de l'environnement marin"

La compréhension et la modélisation du fonctionnement des océans et des écosystèmes nécessitent l'intervention de chimistes. Ainsi à l'IUEM⁽¹⁾ de Brest, les chimistes de l'équipe "Flux de matière et réponses du vivant"⁽²⁾, en étroite collaboration avec des biologistes et des physiciens, s'intéressent au fonctionnement des écosystèmes, pour prédire leur évolution en réponse aux perturbations liées aux activités humaines et au changement climatique. Le département "Environnement profond" de l'Ifremer⁽¹⁾ s'attache à caractériser l'environnement chimique des écosystèmes des sites hydrothermaux. L'équipe "chimie marine" du Centre d'études d'océanographie et de biologie marine⁽³⁾ étudie le flux des éléments dans les systèmes côtiers et océaniques, ainsi que la circulation profonde de l'océan.

Chimie et innovation technologique

Grâce au potentiel brestois en instrumentation marine, les chimistes disposent pour leurs recherches de moyens d'investigation performants et adaptés aux conditions particulières du milieu marin (pression, salinité...). La collaboration IUEM-Insu-Ifremer-Diti⁽¹⁾ a donné naissance au "profileur", qui permet une mesure automatique des nitrates dans l'eau de mer, jusqu'à 6 000 mètres de profondeur. À l'Ifremer, le département "Environnement profond", en collaboration avec la Diti, développe un analyseur *in situ*, "l'alchimiste", qui permet des analyses directes du milieu où vivent les organismes. Quant à l'équipe "chimie marine", elle a élargi la gamme des traceurs chimiques (en ajoutant les fréons, les tétrachlorures...), pour mieux connaître la circulation profonde de l'océan.

À l'aide de ces nouvelles techniques, les équipes bretonnes ont su s'imposer au niveau international pour la réalisation de lourds programmes de recherche. ■ M.L.G.

⁽¹⁾ IUEM : Institut universitaire européen de la mer. Ifremer : Institut français de recherche pour l'exploitation des mers ; Diti : Direction de l'ingénierie, de la technologie et de l'informatique de l'Ifremer ; Insu : Institut national des sciences de l'univers ; UBO : Université de Bretagne occidentale. ⁽²⁾ UMR CNRS 6539. ⁽³⁾ UPR CNRS 9042, laboratoire mixte Station biologique de Roscoff-UBO.

Contacts ▼

- Stéphane Blain (UMR CNRS 6539 - IUEM), tél. 02 98 49 86 55, e-mail Stéphane.Blain@univ-brest.fr
- Pierre-Marie Sarradin (Direction des recherches océaniques, département environnement profond - Ifremer), tél. 02 98 22 46 72, e-mail pmsarrad@ifremer.fr
- Pierre Le Corre (chimie marine UBO-Roscoff), tél. 02 98 49 86 97, e-mail plecorre@univ-brest.fr
- Pascal Morin (chimie marine UBO-Roscoff), tél. 02 98 29 23 17, e-mail pmorin@sb-roscoff.fr



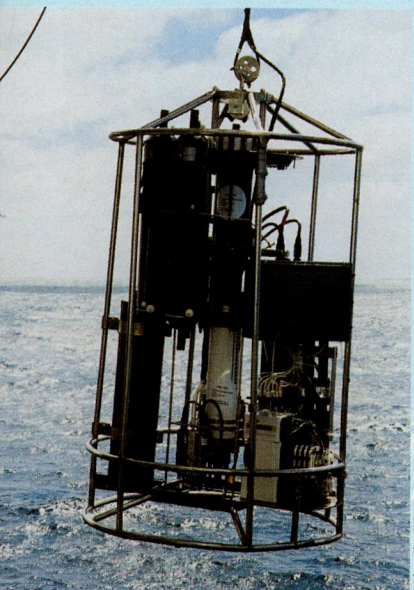
Les entreprises bretonnes misent sur les algues

En plus de la production d'alginate pour l'industrie agro-alimentaire (la Bretagne produit chaque année environ 60 000 tonnes d'alginate), certaines entreprises ont judicieusement fait cohabiter matière grise et matière première pour s'imposer sur les marchés internationaux. Pour créer ou développer leur activité, la plupart d'entre elles ont fait appel au Ceva (Centre d'étude et de valorisation des algues) à Pleubian (22).

La transformation des algues par Technature à Dirinon (29) donne des alginates de moulages utilisés par les beaux-arts, la cosmétologie, l'orthopédie... Goëmar, à Saint-Malo (35), s'est engagé avec le CNRS,

l'Inra et l'Inserm⁽¹⁾, dans un programme de recherche sur "l'activité biologique des algues", applicable notamment à l'agriculture (biostimulants). À partir d'algues brunes, Danisco à Landemeau (29) et SKW Biosystems à Lannilis (29) extraient des alginates employés en pharmacologie et comme additifs alimentaires. Pour la thalassothérapie, "Science et mer" au Relecq-Kerhuon (29) élabore une gamme de produits de soins à base d'algues. Ces entreprises s'imposent comme spécialistes des biotechnologies marines. ■ M.L.G.

⁽¹⁾ Inra : Institut national de la recherche agronomique ; Inserm : Institut national de la santé et de la recherche médicale.



▲ Immersion d'un "profileur" lors de la campagne Antares IV en février 1999.



▲ La collecte des algues brunes a lieu chaque année de mai à octobre. En conséquence, les usines d'alginate doivent disposer d'une importante capacité de stockage des matières premières.

Les unités de recherche en Bretagne et Pays de la Loire

Dans le cadre de son numéro spécial "La chimie dans l'Ouest", Réseau est heureux d'offrir à ses lecteurs un poster présentant, au recto, une carte des principales entreprises chimiques de Bretagne et Pays de la Loire⁽¹⁾, et au verso, une présentation succincte des principales unités de recherche de ces deux régions. Nous espérons que ce poster, très riche en informations pratiques, vous rendra de nombreux services, en plus de décorer les murs de votre bureau ou laboratoire... Merci à nos partenaires Chimie-Ouest et Ouest-France, pour leur participation à l'élaboration de ce poster. ■

NDLR : Pour établir cet inventaire, nous avons adressé un questionnaire à toutes les unités de recherche du CNRS et à toutes les universités de Bretagne et Pays de la Loire. Des relances successives nous ont permis d'obtenir un taux de réponse maximum, mais nous tenons toutefois à adresser nos excuses aux structures qui pourraient ne pas se retrouver dans cette liste. L'étendue des implications de la chimie est telle, que des domaines non spécifiques à la chimie (biotechnologies, plasturgie, électronique...) n'ont pas toujours pu être pris en compte...

⁽¹⁾ Source : Chambre de commerce et d'industrie de Saint-Nazaire.

Station de biologie marine

Responsables : Dominique Doumenc, Yves Le Gal.
Statut juridique : Muséum national d'histoire naturelle.
 Demande de création d'une UMR (Unité mixte de recherche) pour la période 2000-2003, associée au CNRS (Centre national de la recherche scientifique), l'UBO (Université de Bretagne occidentale) et MNHN (Muséum national d'histoire naturelle) par regroupement des laboratoires actuels : l'UMR 175 à Quimper (R. Labia), le LCHO à Brest (B. Corbel) et le Laboratoire de biologie marine de Concarneau (Y. Le Gal).
Effectif : Chercheurs : 12 - Enseignants-chercheurs : 2 - Doctorants : 6 - ITA : 6 - Autres : 2 post doc.
Budget-Financement : 1 MF.
Équipements scientifiques remarquables : Biochimie et biologie moléculaire, cultures d'algues grands volumes (600 litres), aquariums, viviers, bateau.
Thèmes de recherche :
 - Biochimie comparée des enzymes, endocrinologie des organismes marins
 - Biotechnologies marines
 - Substrats rocheux et estuaires
 - Biologie des poissons profonds.
Partenariats : Ifremer, Collège de France, UBO, UBS, Programme européen "Fair".
Adresse : BP 225, 29182 Concarneau, tél. 02 98 97 06 59, fax 02 98 97 81 24.
 E-mail ylegal@sb-roscoff.fr

Laboratoire de synthèse organique

Responsable : Jean Villieras.
Statut juridique : UMR D6513 CNRS Hétérochimie organique, organoéléments et matériaux - Université de Nantes.
Effectif : Chercheurs : 6 - Enseignants-chercheurs : 15 - Doctorants : 13 - ITA : 5 - Autres : 3.
Budget-Financement : CNRS 225 KF - MENRT 628 KF - Contrats 250 KF.
Équipements scientifiques remarquables : - RMN haute résolution 200 et 400 Mhz - Spectromètre de masse couplé HPLC et GC.
Thèmes de recherche :
 - Hétérochimie organique : nouveaux réactifs à base de soufre, azote, sélénium, phosphore.
 - Organométalliques dérivés de l'étain, du zinc et du bore.
 - Matériaux et catalyse à partir de matériaux mixtes organiques-inorganiques.
 - Chimie fine, synthèse multistapes : application des trois thématiques précédentes à des molécules à visée thérapeutique ; ingénierie moléculaire.
Thèmes en développement :
 - L'hétérochimie : synthèse de macroligands applicables en chimio-radiothérapie, synthèse de nucléosides (anti-sida), synthèse de pseudosucres.
 - L'ingénierie moléculaire : matériaux mixtes organiques inorganiques à base phosphonates pour la catalyse matériaux ; synthèse d'édifices multicomposants pour la photosynthèse artificielle, synthèse de ligands de la protéine tat (anti-sida), de la nicotine marquée, de polysaccharides (xénotransplantations).
Partenariats : Rhône-Poulenc Rorer (anti-sida) - Fabre médicament (gelée royale) - Ciba Geigy - Université de Rennes 1 - Relations internationales (USA, Afrique, Europe). Un brevet international.
Adresse : Université de Nantes, 2, rue de la Houssinière, 44322 Nantes Cedex 3, tél. 02 51 12 54 01, fax 02 51 12 54 02.
 E-mail villieras@chimie.univ-nantes.fr

Synthèse et électrosynthèse organiques

Responsable : Michel Vaultier.
Statut juridique : UMR CNRS UR1 6510.
Effectif : Chercheurs : 10 - Enseignants-chercheurs : 18 - Doctorants : 23 - ITA : 17,6 - Autres : 8.
Budget-Financement : CNRS 460 KF - MENRT 373 KF - Contrats 1060 KF - Région 90 KF.
Équipements scientifiques remarquables : RMN 200 ET 300 MHz - Chromatographies HPLC, GC capillaires, GC/MS, LC/MS - IR TF - Fours à micro-ondes pilotés par micro-ordinateur - Équipements pour manipulations sous atmosphère inerte - Équipements pour l'électrochimie.
Thèmes de recherche : Quatre grandes opérations de recherche sont en cours : 1 - Méthodologies en synthèse organique et en électrochimie moléculaire. Hétérochimies : chimie organique du bore ; ligands, catalyse et milieux ; activation électrochimique des dérivés organiques du soufre et de l'azote ; synthèse et réactivité d'hétérocycles par voie électrochimique ; synthèse organique sans solvant : activation par les micro-ondes. 2 - Interface chimie-biologie : thérapeutique anticancéreuse ; analogues borylés d'acides aminés et aminoacides non naturels ; pseudopeptides, homologues azotés de peptides ; hydrazinopeptides. 3 - Utilisation des supports et des interfaces solides pour la synthèse et la chimie combinatoire : synthèse sur support solide, sur résines ioniques, utilisation des interfaces solides pour la synthèse. 4 - Matériaux fonctionnels, synthèses et propriétés : matériaux organiques pour l'optique et l'optoélectronique, polymères conducteurs et électrodes modifiées, précurseurs de céramiques à base de nitrure de bore.
Partenariats : - Organismes publics : CEA, Cnet Lannion, Dret, EDF, Aérospatiale... - Collaborations industrielles : Rhône-Poulenc industrialisation, Rhodia-Chimie, Oril, Elf-Atochem, Prolabo, Rhône-Poulenc Rorer, Michelin, Valchim. - Nombreuses collaborations universitaires internationales - 10 brevets en partenariat Onera, SEP, Rhône-Poulenc, Rhodia-Chimie (96-99).
Adresse : Université de Rennes 1, campus de Beaulieu, av. du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex, tél. 02 99 28 62 74, fax 02 99 28 69 55.
 E-mail Michel.Vaultier@univ-rennes1.fr

Chimie et physique des matériaux polymères

Responsable : Dominique Durand.
Statut juridique : CPMP UMR 6515 CNRS - Université du Mans.
Effectif : Chercheurs : 5 - Enseignants-chercheurs : 17 - Doctorants : 21 - ITA : 11 - Autres : 4.
Budget-Financement : 3 MF.
Équipements scientifiques remarquables :
 - Chromatographe d'exclusion stérique
 - Spectromètre diélectrique et ultrasonore
 - Rhéomètre et analyseur rhéoptique
 - Réacteur à plasma froid
 - Microscope à force atomique.
Thèmes de recherche : Synthèse, caractérisation et modélisation des propriétés physico-chimiques et physiques des nouveaux matériaux polymères, polymères réactifs et fonctionnels, surfaces et interfaces...
Partenariats : Rhône-Poulenc, Michelin, Elf-Atochem, Good Year, Unilever, Bolloré, SKW, Hutchinson, CEA, Irc, SNPE, IRF...
Adresse : Université du Mans, faculté des sciences, av. Olivier Messiaen, 72085 Le Mans Cedex 9, tél. 02 43 83 38 02, fax 02 43 83 35 58.
 E-mail Dominique.Durand@univ-lemans.fr





Laboratoire de dosages hormonaux

Responsable : François André.
Statut juridique : rattaché à l'École vétérinaire de Nantes, accrédité EN45001 par le Cofrac - UPSP 95025302.
Effectif : Chercheurs : 2 - Enseignants-chercheurs : 3 - Doctorants : 5
 - ITA : 10 - Autres : 1.
Budget-Financement :
 - Ministère de l'Agriculture et de la Pêche 3 MF
 - Contrats 0,9 MF.
Équipements scientifiques remarquables :
 - 2 spectromètres de masse haute résolution
 - 7 spectromètres de masse couplés GC
 - 1 spectromètre de masse GC/SMRI
 - 1 compteur B et gamma
 - 1 spectromètre de masse LC/MS/MS.
Thèmes de recherche :
 - Analyse des contaminants organiques anabolisants des denrées alimentaires d'origine animale.
 - Études des biotransformations *in vitro* et *in vivo* des facteurs de croissance d'usage interdit.
Partenariats : Inra.
Adresse : LDH/LNR, École nationale vétérinaire de Nantes, route de Gachet, BP 50707, 44307 Nantes Cedex 03, tél. 02 40 68 77 66, fax 02 40 68 78 78.
 E-mail andre@vet-nantes.fr

Chimie et biologie de substances actives

Responsable : Roger Labia et Michel Giraud.
Statut juridique : UMR 175 CNRS - MNHN, Muséum national d'histoire naturelle.
 Demande de création d'une UMR (Unité mixte de recherche) pour la période 2000-2003, associée au CNRS (Centre national de la recherche scientifique), l'UBO (Université de Bretagne occidentale) et MNHN (Muséum national d'histoire naturelle) par regroupement des laboratoires actuels : l'UMR 175 à Quimper (R. Labia), le LCHO à Brest (B. Corbel) et le Laboratoire de biologie marine de Concarneau (Y. Le Gal).
Effectif : Chercheurs : 2 - Enseignants-chercheurs : 1 - Doctorants : 5
 - ITA : 6 - Autres : Chercheur associé : 1.
Budget-Financement : 500 KF/an.
Équipements scientifiques remarquables : RMN Bruker 400 MHz - Modélisation moléculaire.
Thèmes de recherche :
 - Synthèses de rétinoides, brevet européen CNRS étendu au niveau international.
 - Mise en évidence des propriétés ostéogéniques de la nacre de l'huître géante *Pinctada maxima* (Brevet CNRS obtenu en 1995).
 - Mécanismes de résistances des bactéries aux antibiotiques à b-lactame.
 - Conception par modélisation moléculaire et synthèse de nouveaux inhibiteurs enzymatiques.
Partenariats : Société Girex : Contrat cadre de collaboration sur la synthèse des rétinoides.
Adresse : UMR 175 CNRS-MNHN Chimie et biologie de substances actives, 6, rue de l'Université, 29000 Quimper, tél. 02 98 90 80 04, fax 02 98 90 80 48.
 E-mail roger.labia@univ-brest.fr et giraud@iutquimper.univ-brest.fr

Substances interférant avec les réactions et la prolifération cellulaires

Unité regroupant les laboratoires de chimie organique et thérapeutique, de pharmacologie et de parasitologie
Responsable : Guillaume Le Baut.
Statut juridique : UPRES "EA" 1155DS5 université de Nantes.
Effectif : Enseignants-chercheurs : 8 - Doctorants et DEA : 10 - ITA : 7.
Budget-Financement : 201 KF (État) - 600 KF (Contrats).
Équipements scientifiques remarquables :
 - IRFT Perkin Elmer
 - RMN 250 Mhz Bruker AC 250
 - Station de modélisation moléculaire Silicon Graphics Indigo 2.
Thèmes de recherche :
 - Mise au point de molécules à potentialité thérapeutique dans les domaines de l'inflammation et des cancers. Évaluation de l'activité antiparasitaire (antileishmanienne) de certains composés.
 - Introduction dans le catalogue Calbiochem 1999 de deux molécules JM34 et JM42, réactifs pharmacologiques inhibiteurs de TNF α .
 - Mise en pré-développement d'un anticancéreux inhibiteur de la tubuline.
Partenariats :
 - Inra, Inserm
 - Laboratoire Adir/Servier (Courbevoie), Laboratoire Asta-Medica (Francfort)
 - Yang Ji Chemical/Yanichem (Corée du Sud).
Adresse : Faculté de pharmacie, Laboratoire de chimie thérapeutique, 1, rue Gaston Veil, 44035 Nantes Cedex, tél. 02 40 41 28 71, fax 02 40 41 28 76.
 E-mail Guillaume.LeBaut@sante.univ-nantes.fr

Équipe 6 de l'unité Inserm 463

Responsable : Jean-François Chatal.
Statut juridique : Unité Inserm 463.
Effectif : Chercheurs : 2 - Enseignants-chercheurs : 5 - Doctorants : 5
 - ITA : 4 - DEA : 2.
Budget-Financement : 600 KF.
Équipements scientifiques remarquables :
 - Cryomacrot
 - Phosphorimager
 - Animalerie avec modules en zone stérile, un module blindé réservé à la maintenance des animaux injectés avec des radiopharmaceutiques.
 - Un laboratoire en zone contrôlée équipé d'une boîte à gants et d'une hotte protégées adaptées à la manipulation des radionucléides émetteurs β et γ .
 - Une station de travail SUN d'analyse d'images et de calcul.
Thèmes de recherche :
 - Synthèse d'agents chélatants bifonctionnels
 - Immuno-ciblage des tumeurs.
Partenariats :
 - Institut des transuraniens - Karlsruhe
 - Laboratoire Subtech Nantes
 - IBC-Pharmaceuticals New-Jersey (U.S.A.)
 - CIS-biointernational (Saclay).
Adresse : Unité Inserm 463, Institut de biologie, 9, quai Moncoussu, 44093 Nantes Cedex 1, tél. 02 40 08 47 47, fax 02 40 35 66 97.
 E-mail jfchatal@nantes.inserm.fr

Océanographie et cycles biogéochimiques

Responsable : Stéphane Blain.
Statut juridique : UMR CNRS 6539.
Effectif : Chercheurs : 6 - Enseignants-chercheurs : 8 - Doctorants : 4
 - ITA : 1 - Autres : 2.
Budget-Financement : 1 MF/an.
Équipements scientifiques remarquables :
 - Spectro de masse
 - Analyseurs autonomes
 - Salle blanche.
Thèmes de recherche :
 - Cycle du fer et du silicium dans l'océan mondial.
 - Biogéochimie des écosystèmes marins côtiers.
 - Modélisation couplée physique-biogéochimie des écosystèmes marins.
 - Mise en œuvre de prototypes pour l'analyse chimique autonome.
Partenariats : CNRS, Insu - Ifremer.
Adresse : UMR CNRS 6539, IUEM, place Nicolas Copernic, Technopole Brest-Iroise, 29280 Plouzané, tél. 02 98 49 86 55, fax 02 98 49 86 45.
 E-mail stephane.blain@univ-brest.fr

Ingénierie moléculaire et matériaux organiques

Responsable : Alain Gorgues.
Statut juridique : UMR CNRS 6501 - Université d'Angers.
Effectif : Chercheurs : 5 - Enseignants-chercheurs : 14 - Doctorants : 7
 - ITA : 5 - Autres : 7.
Budget-Financement : CNRS 180 KF - MENRT 270 KF - Contrats 200 KF.
Équipements scientifiques remarquables :
 - RMN 270 et 500 MHz (service commun universitaire).
 - Installation en octobre prochain d'un service commun universitaire de spectrométrie de masse (haute résolution et MaldiToF).
 - Diffractomètre 4 cercles, fluorimètre, spectro-électrochimie, UV-visible proche IR, cloche évaporation pour couche mince.
Thèmes de recherche :
 - Contrôle des propriétés électroniques, optiques, électrochimiques de matériaux organiques dérivés de deux principales structures de base : les analogues du tétra-thiafulvalène (TTF) et les systèmes conjugués linéaires.
 - Mise au point de nouvelles voies de synthèse en chimie du TTF comme sonde rédox.
 - Synthèse de polymères conjugués à très faible bande interdite, électroactifs et stables dans un large domaine de potentiel.
 - Synthèse de fluorophores pour Dels et Chromophores pour l'ONL.
 - Synthèse de nouveaux semi-conducteurs organiques et fils moléculaires à délocalisation électronique optimisée.
Partenariats : France-Télécom... Nombreuses collaborations universitaires, nationales et internationales. Projet de création d'entreprise de production et purification de fullerènes.
Adresse : Université, Laboratoire d'ingénierie moléculaire et matériaux organiques, 2, bd Lavoisier, 49045 Angers, tél. 02 41 73 53 76, fax 02 41 73 54 05.
 E-mail gorgues@univ-angers.fr

La chimie à Brest (2) Une chimie de synthèse

Au sein du laboratoire "Chimie, électrochimie moléculaire et chimie analytique"⁽¹⁾, le professeur Hervé des Abbayes a choisi d'unir différentes compétences autour de grands axes de recherche en regroupant différents spécialistes à la fois au sein de ses équipes de recherche et par diverses collaborations.

Osmose entre chimistes, physicochimistes et biologistes moléculaires...

L'équipe "Chimie organique et métaux de transition", par exemple, se place à la croisée de différentes disciplines en s'intéressant notamment à la synthèse de transfecteurs (ou vecteurs) non viraux : ces vecteurs servent à véhiculer des segments d'ADN dans la cellule et devraient à terme être utilisés dans le traitement de maladies génétiques telles que la mucoviscidose. Soutenus par l'Association française de lutte contre la mucoviscidose, ces travaux ont été récompensés par le prix Bretagne jeune chercheur en 1999⁽²⁾. Une autre équipe a été en mesure de proposer une synthèse nouvelle du cyclam ayant un réel intérêt industriel. Le cyclam a la capacité d'interagir avec des métaux lourds (cuivre, lanthanides...) pour s'adapter à des besoins spécifiques comme ceux de l'imagerie médicale.

Et encore...

Quel que soit le thème des recherches, les collaborations interdisciplinaires sont fortement imbriquées. Citons par exemple la mise au point d'électrodes liquide-liquide de conception nouvelle, dont les applications potentielles sont multiples. Enfin, la collaboration de spécialistes de la physicochimie des interfaces et de la chimie analytique, est devenue nécessaire pour aborder de façon plus globale les problèmes d'environnement. ■

M.L.G.

⁽¹⁾ UMR CNRS 6521. ⁽²⁾ Virginie Rogier-Floch, thésarde à l'ETSBO (Établissement de transfusion sanguine de Bretagne occidentale) encadrée par Claude Férec (Cf. Réseau n° 156, dossier "prix Bretagne jeune chercheur", juin 99).

Contact ▶ Hervé des Abbayes, tél. 02 98 01 61 53, e-mail abbayes@univ-brest.fr



▲ Hervé des Abbayes.



Bernard Corbel/DR.

▲ L'évaporation des solvants (ici un évaporateur rotatif) est l'une des dernières étapes de la synthèse de nouvelles molécules.

Chimie de synthèse et biomolécules Une trilogie dans l'Ouest

La chimie hétéro-organique

À Brest, le Laboratoire de chimie hétéro-organique (LCHO), créé par le professeur Georges Sturtz et dirigé aujourd'hui par Bernard Corbel, s'intéresse aux composés organiques du phosphore, en tant que réactifs de synthèse ou comme inhibiteurs d'enzymes clefs du métabolisme. Certains de ces composés permettent le transport de molécules actives en chimiothérapie du cancer, d'autres trouveront des applications comme antiviraux. Des jeunes docteurs issus du laboratoire ont créé "Epsilon chimie", une petite entreprise brestoise qui réalise la synthèse à façon de molécules organiques à haute valeur ajoutée.

L'interface entre chimie organique et biologie

À Quimper, l'équipe⁽¹⁾ dirigée par Roger Labia envisage de nouvelles voies de synthèse de composés ayant des propriétés biologiques intéressantes. Les rétinoïdes en particulier, ont une action sur le développement des cellules en intervenant sur leur différenciation. Ils s'appliquent ainsi à la lutte contre le vieillissement et au traitement d'une forme aiguë de la leucémie. La synthèse de nouveaux antibiotiques est

un autre thème de recherche important en santé humaine et vétérinaire, afin de faire face au phénomène d'antibiorésistance développé par certaines bactéries.

L'aspect biologique

Le laboratoire de biologie marine de Concarneau travaille sur les substances naturelles. L'équipe d'Yves Le Gal inscrit ses recherches dans un programme international qui vise à mettre au point de nouvelles peintures antifouling⁽²⁾, car ces toxiques puissants perturbent beaucoup la biologie de tous les autres organismes marins. La finalité est de privilégier une série de toxiques spécifiques de chaque organisme parasite. Ce cocktail de bactéricides et antifongiques (qui détruisent les champignons) aurait comme intérêt, outre l'aspect économique, un risque moindre d'effet global sur l'environnement. ■

M.L.G.

⁽¹⁾ UMR 175 CNRS-MNH (Centre national de la recherche scientifique - Muséum national d'histoire naturelle). ⁽²⁾ Antifouling : revêtement de protection détruisant tous les organismes se fixant sur les coques des bateaux.

Contacts ▼

- Bernard Corbel, tél. 02 98 01 61 60, e-mail Bernard.Corbel@univ-brest.fr
- Roger Labia, tél. 02 98 90 80 35, e-mail Roger.Labia@univ-brest.fr
- Yves Le Gal, tél. 02 98 97 06 59, e-mail ylegal@sb-roscoff.fr

Bretagne Chimie fine L'extraction animale

L'extraction à partir de produits animaux fait l'objet d'une industrie développée en Bretagne Sud : citons Valori 5 à Ploermel (extraction d'héparine⁽¹⁾ à partir de mucus de porc), ou encore Mane Lyraz à Quéven (production d'arômes à base de produits de la mer). Ces entreprises valorisent les déchets, plus joliment appelés "coproduits", des productions animales bretonnes... Voyons le cas de Bretagne Chimie fine, à Pleuca-deuc (56).

Bretagne Chimie fine traite les plumes des volailles élevées et abattues dans la région, pour en extraire diverses substances naturelles : acides aminés purs (cystine et tyrosine), et des hydrolysats de kératine, utilisés dans divers domaines tels que l'alimentation, la fermentation ou la chimie fine. La

cystine peut être associée à de la vitamine B6 dans des compléments alimentaires vendus en pharmacie pour améliorer la qualité de la peau, des ongles, des cheveux... De cette même cystine sont dérivées la carbocystéine et la n-acétyl-cystéine, deux molécules utilisées en pharmacie comme fluidifiant pectoral.



▲ Cristaux de tyrosine vus au microscope optique.

La tyrosine connaît quant à elle des applications diverses en fermentation, chimie fine, nutrition clinique ou infantile. Filiale du groupe Diana⁽²⁾, Bretagne Chimie fine est le seul producteur européen de cystine. Ses 80 salariés en produisent 300 à 350 tonnes par an, réalisant un chiffre d'affaires d'environ

90 millions de francs. Son plus proche concurrent se trouve en Chine, où la cystine est extraite à partir de cheveux... ■ H.T.

⁽¹⁾ Héparine : molécule pharmaceutique. ⁽²⁾ Diana : Division des ingrédients alimentaires naturels du groupe Guyomar'h.

Contact ► Olivier Lavorel, tél. 02 97 26 91 21.

Archimex à Vannes La chimie d'extraction va droit à l'essentiel

"Cette chimie consiste à extraire et à concentrer les substances utiles présentes dans les produits naturels", explique Bernard Mompon, directeur du centre Archimex à Vannes. À partir principalement de végétaux, mais aussi d'autres produits naturels issus de la mer ou de l'industrie agroalimentaire, la chimie d'extraction permet d'isoler la molécule intéressante : principe actif, arôme, parfum, colorant, édulcorant, agent de texture... Ces extraits sont les ingrédients nécessaires à l'innovation dans les domaines de la santé, de la beauté et de l'alimentation.

Situés à l'entrée du port de Vannes, sur le Pôle d'innovation Bretagne Sud (PIBS), les locaux d'Archimex (2000 m³, 5 halls techniques) abritent des batteries d'équipements dont les noms évoquent à la fois l'alchimie de nos ancêtres et les armes de la science-fiction : incubateurs, alambics, réacteurs, extracteurs à micro-ondes ou à fluides supercritiques...

C'est en laboratoire que sont mis au point les procédés d'extraction adaptés à chaque demande. Les 20 salariés (ingénieurs chimistes, techniciens, documentalistes...) sont tous actionnaires d'Archimex Valorisation : une manière de les intéresser aux retombées économiques de leurs travaux.

Trouver de nouvelles substances

Dans le domaine de la santé, Archimex a participé à la mise au point du procédé d'extraction de l'"artémisinine", une molécule extraite d'une plante vietnamienne (l'Artemis) et dont les vertus antipaludéennes devraient détrôner rapidement les "quinine" et autres "Iariam"⁽¹⁾ devenus inopérants. Pour banaliser, disons que la chimie d'extraction descend tout droit de

l'herboristerie : à partir des mêmes plantes, les outils d'aujourd'hui permettent

d'identifier, d'extraire puis de concentrer la substance intéressante, en la débarrassant des autres constituants, inutiles et parfois même toxiques.

Inventer les procédés

De nombreux procédés sont utilisés pour obtenir la substance recherchée : l'extraction par solvant, la distillation, la filtration par membranes... font partie des méthodes les plus répandues. Le centre technique Archimex contribue à améliorer ces méthodes et en invente d'autres. "L'hydrodistillation par micro-ondes sous vide" en est un exemple récent : 5 à 10 fois plus rapide que les méthodes traditionnelles, elle s'effectue à basse température, grâce aux micro-ondes qui permettent d'extraire les composants volatils sans ébullition. Autre innovation technologique : "L'Esam (extraction par solvant assistée par micro-ondes)", qui elle aussi a donné naissance à un "pilote" capable de traiter 1 à 10 kg de mélange par minute... Archimex, c'est aussi un centre de veille, de documentation, de formation, et de recherche sous contrat. Soutenu par les collectivités⁽²⁾, il joue en Bretagne Sud un véritable rôle d'animateur des relations entre recherche, enseignement et industrie. ■ H.T.

Les filiales d'Archimex Valorisation

L'association Archimex a donné naissance à une société de capital-risque, Archimex Valorisation, qui elle-même a engendré deux entreprises : Hitex en 1997 et Extractive en 1999. La société Hitex développe l'extraction par le CO₂ supercritique. Le dioxyde de carbone (CO₂) est en effet un solvant puissant lorsqu'il est soumis à certaines conditions de pression et de température. En faisant varier ces deux paramètres au sein d'un immense réacteur, le technicien peut choisir ce qu'il souhaite extraire. Rapide, propre et économique, le réacteur d'Hitex est rentabilisé après seulement une année de service aux entreprises. L'autre société, Extractive, mise quant à elle sur la production de nouveaux solvants fluorés, non polluants. ■

⁽¹⁾ Quinine, Iariam : médicaments antipaludéens auxquels la maladie est devenue résistante dans de nombreuses régions d'Afrique et d'Asie. ⁽²⁾ Conseil régional de Bretagne, Conseil général du Morbihan, Pays de Vannes.

Contact ► Bernard Mompon, tél. 02 97 47 06 00, e-mail archimex@archimex.com http://www.archimex.com

Recherche et innovation en chimie

Le dispositif en Bretagne

La force de la chimie bretonne, c'est la recherche scientifique, historiquement très active en Bretagne. Menée depuis de longues années par de grands chimistes de renommée internationale, notre recherche en chimie est encore aujourd'hui l'une des meilleures de France. Espérons que ce niveau d'excellence perdurera lors du renouvellement prochain des équipes de recherche, qui pour beaucoup sont en place depuis plus de 30 ans...

En revanche, l'industrie chimique en Bretagne paraît anecdotique, au regard des autres régions industrielles européennes. Dans un essaim de petites entreprises disséminées autour de grands groupes tels que Roullier (engrais, produits phytosanitaires, agroalimentaires et cosmétiques), la chimie bretonne développe des spécificités en lien avec l'alimentation, la santé ou l'environnement, trois priorités du monde moderne.

Pour développer cette chimie d'avenir, le service Recherche et innovation du Conseil régional de Bretagne a mis en place un volet "Chimie", dans le programme "Britta" dédié aux biotechnologies.

En effet, la chimie est naturellement complémentaire des biotechnologies : chimie d'extraction, synthèse enzymatique, chimie des corps gras, traitement de l'air et de l'eau, mise au point de peintures et produits d'entretien non polluants, remplacement dans l'alimentation des composants synthétiques par des composants d'origine naturelle... sont quelques exemples de dossiers soumis à la Région et associant chimie et biotechnologies.

Par le biais de "Britta", la Région anime un réseau de centres techniques (CBB Développement, BBV⁽¹⁾, Irma, Adria, Archimex...) et une veille technologique destinée à informer et à sensibiliser les entreprises sur les nouveaux marchés et les nouvelles technologies. Beaucoup d'entreprises bretonnes, comme Mane Lyrax, Arômes de Bretagne ou Bretagne Chimie fine... bénéficient ainsi d'un soutien constant dans leur démarche d'innovation. ■

Claude Champaud,
conseiller régional,
président du CCRRTD⁽²⁾

⁽¹⁾ BBV : Bretagne biotechnologie végétale.
⁽²⁾ CCRRTD : Comité consultatif régional de la recherche et du développement technologique.

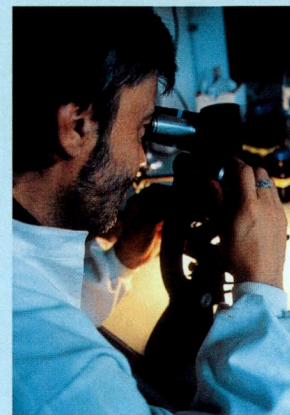
L'innovation

Quel rôle joue le transfert de technologies ?

Transférer une technologie, c'est l'utiliser dans une application autre que celle à laquelle elle est destinée. Le centre de transfert CBB Développement à Rennes est né comme quelques autres, il y a dix ans, pour faciliter le passage de la "découverte" vers "l'invention". Il assure donc le lien entre les entreprises et les chercheurs.

Docteur en chimie, Gilbert Blanchard en est le directeur. *"Il faut concilier deux mondes parallèles : la recherche fondamentale et la production industrielle. Dans le premier, le temps n'est pas une contrainte, et l'argent n'est qu'un moyen, l'objectif c'est la connaissance. Dans le second, le temps est compté ainsi que l'argent car le but est le profit. CBB Développement doit créer des ponts entre ces mondes."*

Deux cas se présentent : l'industriel recherche une technologie, et il faut d'abord identifier ce savoir dans la littérature, puis dans le laboratoire dont celui-ci est issu. Dans ce cas, la découverte existe, son besoin aussi, mais il reste à adapter et à développer les deux pour que le transfert soit possible. Dans l'autre cas, des chercheurs pensent que leur découverte peut passer dans le domaine industriel. *"La découverte existe, mais pas le besoin. Il est plus difficile, dans ce cas, de trouver un dévelop-*



▲ Docteur en chimie, Gilbert Blanchard dirige CBB Développement, une équipe de spécialistes situés à l'interface entre la recherche et l'industrie.

peur industriel. Si la découverte est vraiment innovante, et s'il n'y a pas de marché, il faut le créer. Cela peut prendre du temps, et ce n'est pas toujours facile à faire admettre. De la découverte de l'électron à l'invention de la télévision, combien y a-t-il eu d'années ?..."

Dans l'Ouest, ce transfert est très utile, car beaucoup d'entreprises non classées "chimiques" sont appelées à faire de la chimie : c'est le cas dans l'agroalimentaire, la cosmétique, les traitements de surfaces. En chimie organique de synthèse, certains résultats de la recherche seront utilisés en pharmacie, cosmétique et dans l'industrie des engrais... mais cela prend du temps. Quant aux procédés issus de la chimie d'extraction et d'analyse, ils sont transférables de façon quasi immédiate, car c'est souvent l'attente de ces techniques qui a généré les recherches (cas de la biologie moléculaire, avec la création de sociétés comme Adia-gène à Saint-Brieuc). ■ C.J.

Contact ▶ Gilbert Blanchard,
CBB Développement, tél. 02 99 38 33 30,
e-mail gilbert.blanchard@cbb-
developpement.com

Quelques chiffres

CBB Développement fin 98

Par an, ce sont plus de 80 visites d'entreprises (une trentaine sollicitent directement CBB Développement et une cinquantaine ont été incitées à innover dans le cadre d'un plan de prospection). Ces rencontres génèrent 75 conseils technologiques brefs (et gratuits) et 27 dossiers de transfert (dont le coût moyen est de 60 000 F). Depuis six ans, 132 dossiers de transfert ont été réalisés, représentant un chiffre d'affaires de 8 millions de francs, auxquels il faut ajouter 60 montages de dossiers d'aide à l'innovation, et la création de 6 entreprises nées d'une coopération technologique avec le centre. ■



Qu'est-ce que la chimie verte ?

Christian Bruneau, ingénieur CNRS à l'Unité mixte de recherche "Organométalliques et catalyse, chimie et électrochimie moléculaires" de l'université de Rennes 1, explique en quoi consiste la chimie verte...

« La chimie verte va repenser tous les paramètres d'une réaction chimique, pour mieux synthétiser le produit utile, sans déchet, sans séparation, de façon plus respectueuse de l'environnement et à moindre coût. » À la base de cette optimisation, la catalyse présente de formidables atouts. Le procédé chimique n'est pas toujours nouveau mais il doit être amélioré. Le catalyseur est un élément qui agit comme "entremetteur" entre les réactifs. Il permet de diminuer l'énergie nécessaire à la réaction, et il est souvent restitué en fin de réaction. Pour limiter l'utilisation de solvants polluants, des fluides nouveaux tels que les fluides dits supercritiques⁽¹⁾ et ioniques sont à l'étude. Couplés avec la catalyse, ils permettent une séparation facile des produits, puisque celle-ci intervient simplement par le changement d'état de ces fluides au cours du processus. La chimie verte cherche également à utiliser des produits naturels et en particulier de petites molécules comme réactifs pour l'élaboration spécifique (sans déchet) de molécules complexes. Le dioxyde de carbone, le CO₂ de l'air, pourrait remplacer les dérivés toxiques du phosgène, utilisés pour la synthèse de l'urée (production d'engrais).

L'hydrogène H₂ est un gaz très convoité pour la synthèse asymétrique⁽²⁾, qui intéresse particulièrement l'industrie pharmaceutique. Enfin, la chimie verte vise aussi la production de matériaux nouveaux plus facilement (bio)dégradables ou plus aisés à recycler. ■ C.J.

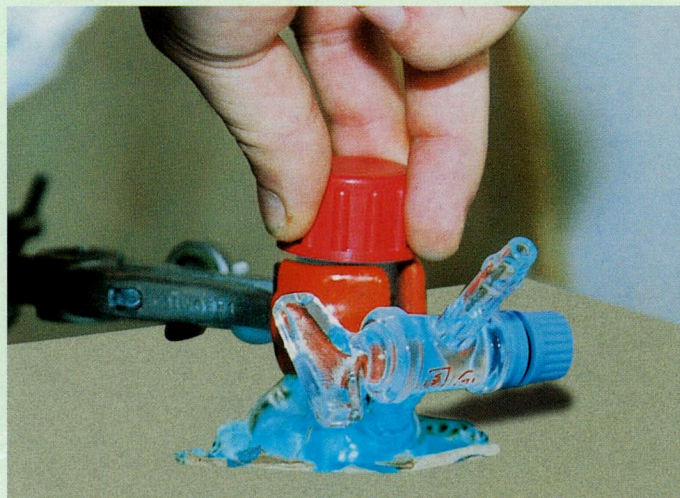
Supercritique

⁽¹⁾ Se dit d'un élément qui se trouve dans un état physique où les phases gazeuse et liquide ne sont plus discernables et qui combine les propriétés des deux états physiques.

Synthèse asymétrique

⁽²⁾ La plupart des molécules présentent deux formes, l'une étant le reflet de l'autre dans un miroir (expérience de Pasteur). En pharmacie, une seule de ces formes est le principe actif du médicament, l'autre pouvant être toxique. La synthèse asymétrique consiste à n'obtenir que la forme souhaitée. ■

Contact ► Christian Bruneau,
tél. 02 99 28 62 83,
e-mail christian.bruneau@univ-rennes1.fr



▲ Initiation d'une réaction catalytique par utilisation d'un rayonnement (lumière bleutée sur la photo).

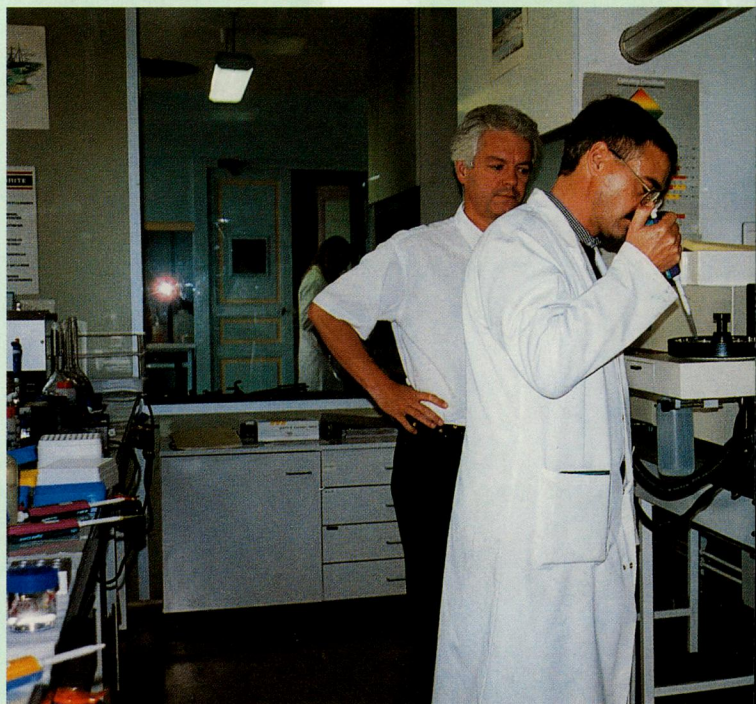
La chimie pour l'environnement



Calydra

Six primes de licenciement de 6 ex-salariés de la société Octel (fabricant d'additifs à base de plomb pour l'essence), une aide matérielle d'Octel, une soif d'indépendance, un secteur en plein boom (les services) dans un domaine de plus en plus surveillé : l'environnement... tel est le contexte dans lequel est née Calydra, située à Paimbœuf (44). Cette société intervient auprès des

industriels, essentiellement dans la résolution de problèmes liés à la protection de l'environnement. "Notre force est de réaliser un service complet", précise Jean-François Baudry, chimiste de formation, directeur de Calydra, "depuis le prélèvement sur site, jusqu'aux résultats analytiques, qu'il s'agisse de liquides, de solides ou de gaz. Ainsi, notre expertise peut concerner





Irma aide à l'innovation

Implanté à Ploemeur, près de Lorient (56), Irma (Institut de recherche en environnement) propose ses compétences scientifiques et techniques aux entreprises qui travaillent dans les domaines de la chimie de l'état solide et de l'environnement. Il peut intervenir dans le traitement de l'air, la valorisation de déchets industriels et agricoles, le développement de nouveaux produits (catalyseurs et absorbants), et l'analyse de matériaux. Il s'agit avant tout d'aider les entreprises dans leur démarche d'innovation. ■ C.J.

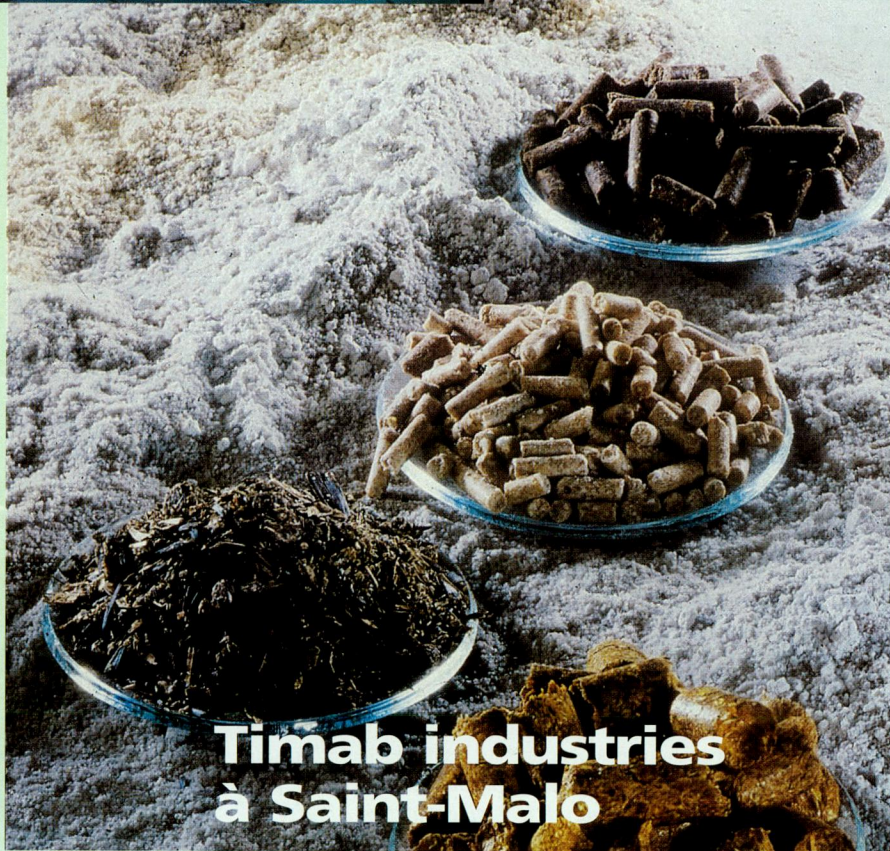
Contact ▶ Christian Hamon, tél. 02 97 83 55 55, e-mail irma@wanadoo.fr

aussi bien l'air que l'eau ou les sols. Notre société emploie aujourd'hui une vingtaine de personnes, le chiffre d'affaires double tous les ans, nous avons 10 clients de plus chaque mois et nous travaillons sur l'ensemble du quart nord-ouest de la France, jusque dans l'ouest parisien." ■ C.J.

Contact ▶ Jean-François Baudry, tél. 02 40 64 04 71.



◀ La société Calydra, dirigée par Jean-François Baudry (à gauche), peut effectuer toutes les phases d'une étude depuis le prélèvement, jusqu'à l'analyse dans son laboratoire.



Timab industries à Saint-Malo

Créée en 1976 au sein du groupe Roullier, Timab industries produit et négocie des matières premières destinées à l'industrie dans les secteurs de la nutrition animale, végétale et humaine. Elle vend ainsi des phosphates, du sulfate, du magnésium et du calcium, de la mélasse... mais également des protéines, des oligo-éléments, des colo-

rants, ceci pour un volume qui totalisait 600 000 tonnes en 1997. L'entreprise est implantée dans 10 pays européens : ses produits représentent la majeure partie du fret au départ de Saint-Malo. ■ C.J.

Contact ▶ Timab Industries, tél. 02 99 20 66 99.



◀ Introduction de substances anti-cancéreuses dans des microplaques contenant des cellules cancéreuses (animales ou humaines). Après incubation (photo du haut), une simple observation par microscope permet de visualiser les cellules détruites, et donc d'estimer l'efficacité de la substance testée.

La chimie au service de la santé

Associer les deux mots "chimie" et "santé" revient bien souvent à déclencher un signal d'alarme chez l'individu : danger. **"Pourtant, la chimie vient au secours de notre santé depuis l'Antiquité"**, explique Alain Guillouzo, professeur à la faculté de pharmacie de Rennes. **"Au 19^e siècle, des**

scientifiques ont commencé à décortiquer les substances naturelles. Les progrès de la chimie leur ont permis d'isoler les molécules actives, de les caractériser, puis d'en faire des dérivés. Les guérisseurs sont devenus pharmaciens, médecins, chimistes..."

Aujourd'hui, 70% des molécules actives utilisées en médecine ont une origine naturelle, mais la chimie est indissociable de la synthèse de médicaments et de cosmétiques. À l'hôpital, la chimie intervient directement dans les produits de diagnostic (agents de contraste pour la scintigraphie ou la radiographie) et dans les traitements, y compris anticancéreux... La chimiothérapie forme, avec la chirurgie et la radiothérapie, la base de la stratégie de la lutte contre le cancer. ■ C.J.

Les molécules naturelles biologiquement actives

"Pour la découverte de ces molécules dans la nature, trois démarches se distinguent", explique Joël Boustie, professeur à la faculté de pharmacie de Rennes 1. **"L'ethnopharmacognosie"** correspond à la prospection sur le terrain des savoirs que l'on va chercher chez tous les peuples de la Terre⁽¹⁾. Les équipes de prospection associent pharmaciens, médecins et ethnologues... Ensemble, ils sélectionnent les matières premières et orientent les recherches qui seront ensuite réalisées en laboratoire. La **"chimiotaxonomie"** procède quant à elle de l'utilisation de connaissances phytochimiques pour orienter les recherches : **"Lorsque plusieurs plantes d'une même famille sont connues pour des propriétés particulières, toutes les espèces de la famille sont alors étudiées systématiquement (c'est le cas des plantes qui produisent des alcaloïdes)"**. Enfin, le **"criblage à haut débit"**, issu de la chimie combinatoire (voir page 15) a relancé l'intérêt du criblage tout azimut pour ces véritables bibliothèques de produits naturels que constituent des extraits plus ou moins raffinés. Ces molécules biologiquement actives sont principalement issues de végétaux, mais aussi de micro-organismes, d'animaux, de champignons et de lichens. ■ C.J.

▶ **Contact** Joël Boustie, tél. 02 99 33 69 46, e-mail Joel.Boustie@univ-rennes1.fr

▶ **Contact** Alain Guillouzo, tél. 02 99 33 62 42.



▲ L'écorce et les feuilles de l'if ont fourni la matière première de deux nouveaux anti-cancéreux d'origine naturelle : le Taxol® et la Taxotère. ■ C.J.

Les limites de la chimiothérapie

L'équipe Inserm dirigée par le professeur Alain Guillouzo travaille à la recherche de molécules permettant d'améliorer l'efficacité et la spécificité des traitements chimiques dans la lutte contre le cancer.

"De nombreuses molécules administrées aux patients soumis à une chimiothérapie sont des molécules dites cytostatiques, qui agissent sur la division cellulaire (une cellule cancéreuse est une cellule anarchique incontrôlable, qui se divise sans arrêt). La chimiothérapie n'est malheureusement pas spécifique : si les molécules agissent plus fortement sur les cellules cancéreuses parce qu'elles se divisent plus et plus vite, elles affectent aussi les cellules saines qui ont une activité de croissance. De plus, comme le patient est affaibli par les traitements, il faut espacer ceux-ci : ces délais donnent aux cellules cancéreuses le temps de s'adapter, de résister aux traitements, en se dotant de protéines membranaires particulières qui agissent comme des pompes et évacuent les molécules cytostatiques vers l'extérieur des cellules à détruire. La chimiothérapie perd alors de son efficacité". ■ C.J.

⁽¹⁾ La convention de Rio réglemente l'exploitation industrielle de plantes réparties très localement, utilisées traditionnellement par des peuplades d'indigènes, pour éviter le pillage de la flore et de la richesse vernaculaire.

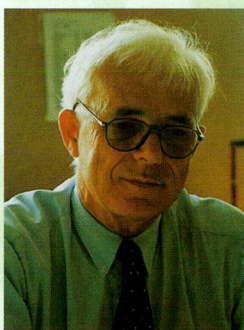
Chimie et industrie agroalimentaire



▲ Obtenu à partir du lait, le lactosérum (en jaune) est très riche en protéines à haute valeur biologique.

Un mariage de raison

“Les produits agroalimentaires ne sont pas plus “chimiques” qu’autrefois. Quand le boucher utilisait du salpêtre pour rosir son jambon, il y incorporait des nitrates, et faisait de la chimie sans le savoir. Après certains abus, on est entré dans une autre logique. La chimie est toujours présente dans l’agroalimentaire, mais elle n’est plus au cœur de l’aliment. Elle est dans son environnement, à différents niveaux”, confie Gérard Brûlé, enseignant-chercheur à l’Infsa de Rennes.



Christelle Jourdan

concurrents. Elle fournit de nouveaux emballages (l’agroalimentaire en est le plus grand consommateur), ceux “qui respirent” (laissent sortir le gaz carbonique des sachets de légumes), les biodégradables... Elle apporte des solutions techniques sur le conditionnement, le stockage, la gestion des rejets. Dans le domaine du nettoyage, point névralgique de cette industrie (les contaminations bactériennes sont catastrophiques pour la production de laitages, rillettes ou salaisonneries), la chimie met au point des traitements de plus en plus spécifiques, adaptés à chaque surface. Enfin, l’industrie agroalimentaire bénéficie des compétences des chimistes dans la valorisation des coproduits générés par la transformation des matières premières animales et végétales. Distillations et extractions sont empruntées aux chimistes pour séparer les constituants, et obtenir des produits à haute valeur ajoutée, tel que le lactosérum. On parle même de “cracking alimentaire”. ■ C.J.

Contact ► Gérard Brûlé, tél. 02 99 28 75 19.

La chimie apporte des traceurs de qualité (indicateurs de dégradation, d’oxydation, d’acidité...) aux industriels qui veulent valoriser leur production par rapport aux produits

Eurofins Une histoire de sucres

Eurofins Scientific SA est aujourd’hui une société internationale, implantée en Europe et aux USA, cotée en bourse depuis octobre 97, comptant 550 salariés, et dont le chiffre d’affaires 99 devrait approcher les 200 millions de francs. À Nantes, une soixantaine de personnes travaillent sur le site de la Géraudière, dirigé par François Vigneau : “En 1987, le professeur Martin de l’université de Nantes a imaginé une méthode dite d’empreinte isotopique pour contrôler la chaptalisation des vins (adjonction de sucre au jus) à la demande des services de contrôle et de répression des fraudes.” Il utilise pour cela le deutérium, isotope lourd de l’hydrogène. La valeur du rapport deutérium/hydrogène et la position des atomes de deutérium sur les carbones de la molécule de sucre sont caractéristiques de celui-ci. On peut identifier le sucre de betterave, de canne, mais également celui de n’importe quel fruit. Ainsi le professeur Martin détenait une méthode exclusive, et Gilles Martin, son fils, a créé Eurofins sur la base de ce savoir-faire unique. Par la suite, Eurofins a développé des méthodes d’analyse d’authenticité de jus de fruits, de vins, de produits alimentaires, cosmétiques et pharmaceu-

tiques, et créé sa propre banque de données de près de 10 000 empreintes isotopiques. “Aujourd’hui, le groupe ES (Eurofins Scientific SA) s’est développé sur l’ensemble des marchés de l’analyse alimentaire, afin de pouvoir proposer à ses clients une prestation globale. Ce développement s’est notamment fait par le rachat de divers laboratoires en France et en Europe.” ■ C.J.

Contact ► François Vigneau, tél. 02 51 83 21 00.



▲ La traçabilité et l’authenticité des aliments sont des demandes de plus en plus fréquentes de la part des consommateurs. Eurofins y répond grâce à sa méthode d’empreinte isotopique.

Chimie analytique pour l’agroalimentaire L’Adria



L’Adria existe depuis 1971, compte aujourd’hui 98 salariés, dont 34 chercheurs et 46 techniciens. Cette structure mixte publique-privée intervient auprès des industries du secteur agroalimentaire. Elle possède des compétences en formation et conseil technologique, y compris pour la mise en place de système HACCP (méthode d’évaluation et de contrôle des points critiques de la chaîne de production). Sur le plan recherche et innovation, l’Adria offre aux entreprises une panoplie très vaste d’analyses biochimiques et chimiques et de traçabilité de pro-

duits. Ses prestations concernent la composition des produits alimentaires et des eaux, les analyses à caractère nutritionnel, la détection et le dosage de contaminants et d’additifs. L’essentiel des activités analytiques du laboratoire chimie/biochimie est couvert par une des accréditations (80, 59, 60 ou 133) délivrées par le Cofrac, comité français d’accréditation. L’Adria est qualifié par le bureau technique de validation des méthodes rapides en microbiologie Afnor comme laboratoire expert. ■ C.J.

Contact ► Adria, tél. 02 98 10 18 18.

Chimie des corps gras Enjeux et potentialités dans l'Ouest

Florent Yvergnaux, chargé de projets au Centre de transfert de technologie sur les lipides Profil, et Jean-Pierre Callegari, le directeur du centre, expliquent les apports possibles de la chimie à l'utilisation des corps gras.

Nous avons deux objectifs très différents, d'une part l'augmentation de la qualité nutritionnelle et technique des produits destinés à l'homme et à l'animal (ce qui à terme profitera à l'homme), et d'autre part la valorisation des coproduits (gras) issus des industries de transformation des produits animaux."

Le premier volet commence à intéresser les industriels et coopé-

tives. Il s'agit en fait d'enrichir un produit en acides gras essentiels, comme les acides linoléique et linoléique. Ces acides, à haute valeur ajoutée, sont présents à forte concentration dans les huiles de poissons, ainsi que dans quelques algues et plantes. Utilisés dans l'alimentation animale pour vitaminer les œufs (la société Matine commercialise des œufs riches en Oméga3, une famille d'acides gras essentiels), les laits et produits dérivés, ils sont aussi présents dans les cosmétiques, secteur phare dans l'Ouest.

Le deuxième volet, correspondant à la valorisation des déchets lipidiques issus de l'industrie agro-alimentaire, est plus complexe. "L'enjeu est important car l'industrie agroalimentaire, très présente



Hélène Lohren.

▲ Symbole de la réhabilitation des lipides dans l'alimentation humaine : les œufs aux Oméga3 vantent leur teneur en acides gras essentiels.

dans l'Ouest, produit des résidus gras en quantité importante." Même après traitement, ces résidus gardent une faible valeur marchande. Ils peuvent être utilisés dans la fabrication de savons (par saponification). Ils ne s'intègrent pas dans la cosmétique, peu dans l'alimentation humaine, sont mal vus dans l'alimentation animale (vache folle et dioxine belge incitent à la méfiance). Quand bien même ces

débouchés seraient envisageables, pourraient-ils absorber les tonnages que produisent les industries agro-alimentaires ? "Il faudrait imaginer de nouveaux débouchés, dans la plasturgie par exemple... Pourquoi pas aussi une incorporation dans le goudron ou le textile ?" ■ C.J.

Contact ► Profil, tél. 02 99 87 13 60, e-mail profil@univ-rennes1.fr

SKW Biosystems Redon La deuxième plus grande pectinerie du monde

Dans l'Ouest, la société SKW Biosystems est installée sur un site à Lannilis dans le Finistère (production d'alginate extraits d'algues marines⁽¹⁾) et deux sites à Redon (production de pectine à base de marc de pommes et d'écorce de citron). Près de 200 personnes travaillent sur les deux sites redonnais : la taille impressionnante des bâti-

ments (couvrant 16 700 m²) indique bien le caractère industriel : "Sur notre site, nous pouvons être amenés à stocker plusieurs milliers de tonnes de matière première, d'où la taille des entrepôts", explique Antoine Allart, responsable des ressources humaines et de la communication sur le site de Redon.

Extraite de marc de pommes (bretonnes et normandes surtout) et d'écorce de citron, la pectine est un composé organique de la famille des sucres. "Elle a été utilisée d'abord dans les confitures et les bonbons, mais aujourd'hui les marchés sont beaucoup plus vastes. La pectine est incorporée aux crèmes glacées, aux desserts lactés, aux boissons de type soda, et aux nouvelles boissons lactées au jus de fruit. Elle sert aussi comme excipient pour les médicaments. Nous fournissons une pectine adaptée à chaque client, avec des additifs correspondant à chaque utilisation future, et nous expédions 70% de notre production dans dif-



Christèle Juvenet.

férents pays, en Europe, mais aussi au Japon, en Amérique du Sud..." Une fois la pectine récupérée, les résidus d'écorce de citron sont utilisés par certains agriculteurs pour amender la terre, ceux de marc de pommes sont recyclés en litière pour chat. ■ C.J.

▲ À Redon, coincées entre la voie ferrée et le canal, les installations industrielles de la pectinerie sont impressionnantes...

⁽¹⁾ 70 personnes travaillent sur le site de Lannilis.

Contact ► Antoine Allart, tél. 02 99 70 51 00.

Petit historique

La société d'origine (1941) s'appelait Sotra, elle a commencé à produire du jus de pommes en 1946, puis devenue Unipectine, s'est orientée vers la production de pectine. Achetée par Elf Aquitaine en 1982, elle a été cédée à Sanofi en 1987, pour être finalement vendue en 1995 à SKW Trotsberg, filiale du groupe allemand Vaig et renommée SBI Biosystems. ■

La chimie des fluorures



Laurence Melandri/CNRS

▲ Les premiers verres fluorés furent découverts en 1975, dans le laboratoire du professeur Jacques Lucas à l'université de Rennes 1. Ils sont aujourd'hui étudiés dans le monde entier (ici un laboratoire CNRS à Pessac (33), qui fabrique du verre fluoré par réaction sous fluor gazeux).

La chimie des fluorures est un domaine de la chimie inorganique. Le fluor a la particularité d'être l'élément le plus oxydant du tableau périodique des éléments chimiques, et peut être combiné avec les gaz rares. On connaît l'utilisation massive du fluor pour la préparation du fluorure d'uranium et la sépara-

tion isotopique de l'uranium U235 ; on le sait ajouté dans les eaux des villes, administré aux nouveau-nés et aux enfants sous forme de comprimés, incontournable dans les dentifrices. On peut le deviner dans les gaz réfrigérants, les gaz propulsants CFC, dans les revêtements Téflon. Le sait-on présent aujourd'hui dans les hautes technologies de la communication ? Il y est pourtant, dans les verres. Et dans l'ouest de la France, quelques laboratoires universitaires développent des recherches très avancées dans ce domaine.

Le premier verre fluoré fut découvert en 1975 dans le laboratoire du professeur Lucas à l'université de Rennes 1. Comme il existait les verres de silice SiO₂, il existe aujourd'hui des verres fluorés ..F4, ..F3, ..F2. En théorie, les verres fluorés purs présentent une atténuation de la lumière 100 fois inférieure à celle des verres de silice, d'où leur intérêt dans la fabrication de fibres optiques pouvant propager des signaux lumineux sur une grande distance. Les verres fluorés sont également utilisés pour la fabrication d'appareils scientifiques et médicaux, ainsi que pour celle de fenêtres transparentes à la lumière infrarouge. ■ C.J.

Vertex, le Verre fluoré, Cernix

Trois entreprises sont nées à Rennes des recherches faites en laboratoire dans le domaine des matériaux inorganiques et en particulier des verres et céramiques. Cernix développe des céramiques nitrurées et oxynitrurées pour des applications industrielles. Vertex fabrique des verres pour caméras infrarouges. Plus ancienne, Le Verre fluoré produit des matériaux dont les applications privilégiées sont l'émaillage des métaux (anticorrosion), et la fabrication de fibres optiques (pour l'amplification optique et la mise au point de nouveaux lasers). D'autres projets sont en cours dans le domaine des biomatériaux... ■

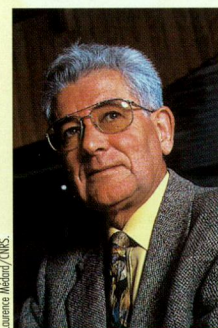
Les polymères, que sont-ils, où sont-ils ?

Un polymère est une grande molécule formée d'une chaîne d'un même motif lié de nombreuses fois à lui-même par liaisons covalentes. Un polymère est caractérisé par une masse moléculaire moyenne et un indice de polymolécularité (qui donne une idée de la répartition moléculaire des éléments de la chaîne). Quand plusieurs de ces macromolécules sont assemblées, on peut parler de matériaux, ayant des propriétés physiques, chimiques et rhéologiques propres. Parmi les polymères naturels figurent la cellulose des végétaux, le caoutchouc, les protéines...

Où trouve-t-on les polymères synthétiques aujourd'hui ?

Ils sont présents dans l'agroalimentaire (emballages), dans les traitements de surface (vernis, peintures, colles, adhésifs, nouveaux matériaux de décoration), dans les vêtements (Nylon, polyamides, viscoses, polyester, Lycra), dans l'automobile (aujourd'hui une voiture contient plus d'une centaine de kilos d'élastomères), dans le sport et les loisirs (nautisme, ski, raquette de tennis, chaussures de compétition ultrasécialisées), dans l'aéronautique et l'aérospatiale et aussi dans le domaine médical (biomatériaux et support de principes actifs). ■ C.J.

Contact ► Jean-Claude Brosse, tél. 02 43 83 33 30.



Laurence Melandri/CNRS

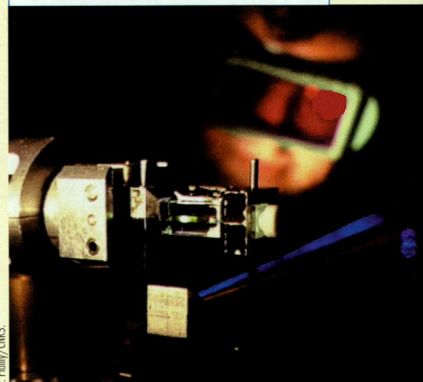
▲ Médaille d'or du CNRS, Jean Rouxel a créé et dirigé l'Institut des matériaux de Nantes.

attentif à la transmission du savoir, et qui disait volontiers son plaisir à parler de science devant des collégiens et des lycéens. Jean Rouxel a reçu la médaille d'or du CNRS en 1997. ■ C.J.

Contact ► Serge Lefrant, Institut Jean-Rouxel, tél. 02 40 99 83 19, e-mail lefrant@cnrs-irmn.fr

Polymères et pollution

Aujourd'hui, dans le monde, 100 millions de tonnes de plastiques divers et variés sont produits tous les ans, soit 20 fois plus qu'en 1950 ! Une des appréciations du dynamisme économique d'un pays en voie de développement est la consommation de plastiques. Actuellement, au Vietnam, la progression annuelle de la consommation de plastiques est de 30 % (elle est de 4,5 % en moyenne pour le globe). La synthèse des matériaux polymères doit donc s'accompagner d'une réflexion sur le devenir de ces matériaux après usage. ■



P. Belli/CNRS

▲ Étude de la mobilité des chaînes de polymères, marquage par fluorescence.

Hommage à Jean Rouxel

L'Institut des matériaux de Nantes porte aujourd'hui son nom : Jean Rouxel a été le principal artisan de sa création, et l'a dirigé jusqu'à sa mort en 1998. Nommé à Nantes en 1963, Jean Rouxel, docteur en sciences physiques, fonde très vite le laboratoire de chimie minérale. Son projet d'institut des matériaux voit le jour en 1988, alors qu'il est élu membre de l'académie des sciences. Travaillant à l'entrecroisement de la physique et de la chimie, son nom est attaché à celui de la chimie douce. Il laisse le souvenir d'un homme passionné, attentif à la transmission du savoir, et qui disait volontiers son plaisir à parler de science devant des collégiens et des lycéens. Jean Rouxel a reçu la médaille d'or du CNRS en 1997. ■ C.J.

Le mois prochain dans Réseau : La biodiversité

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

Générale des Eaux Direct
0801 463 972



Aujourd'hui, vous pouvez simplifier et accélérer de chez vous toutes les démarches concernant votre eau. Il vous suffit d'appeler Générale des Eaux Direct, le nouveau service de Générale des Eaux. Une équipe connaissant parfaitement votre dossier et votre région est à votre disposition au 0801 463 972*. Informations sur votre eau ou sur votre compte, demande de branchement, de nouvel abonnement, de résiliation ou de rendez-vous avec l'un de nos techniciens, interventions urgentes, qualité de l'eau... Avec Générale des Eaux Direct, vos demandes sont traitées immédiatement et toutes vos questions trouvent leur réponse.



GÉNÉRALE
des **eaux**

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

Du côté des entreprises

● Vigil@nce d'AQL



Rennes : Alliance qualité logiciel propose Vigil@nce pour analyser les systèmes d'exploitation et de communication de l'entreprise, afin d'en déceler les vulnérabilités et proposer des parades. Ce logiciel émettra ensuite des messages d'alerte lors de l'apparition de nouvelles vulnérabilités.
► Rens. : Hervé Gourlaouen, tél. 02 99 12 50 00, <http://www.aql.com>

● France Télécom Christian Le Cornec, nouveau directeur régional



Rennes : Christian Le Cornec a pris ses fonctions de directeur régional à Rennes le 16 août 1999. Il remplace Jean-Jacques Souchoffe nommé directeur général adjoint à Côte d'Ivoire Télécom après 4 années passées à Rennes. Diplômé de l'École nationale supérieure des télécommunications de Paris, Christian Le Cornec a occupé plusieurs postes dans la région des Pays de la Loire avant de rejoindre Fort de France en tant que directeur de France Télécom de La Martinique/Guyane. En 1997, il revient en métropole où il assure différentes responsabilités au sein des services centraux du groupe France Télécom.

► Rens. : Didier Le Boulter, tél. 02 99 01 57 77, e-mail didier.leboulter@francetelecom.fr

● Timeat propose le scanner 3D



Acigné (35) : créée en 1989 par 5 ingénieurs/doc-teurs rennais (Inria, Ifsic, Insa), la société Timeat est spécialisée en conception d'équipements de vision industrielle : une caméra (capteur) perçoit la lumière et les objets, et transmet ces images à un ordinateur, qui les traduit en données numériques et extrait automatiquement une information en fonction des besoins. La vision industrielle est très utilisée dans l'industrie agroalimentaire, pour contrôler, trier, compter des aliments, vérifier des étiquetages ou des emballages. Les industries manufacturière, mécanique et électronique l'utilisent également pour vérifier les cotes, reconnaître les pièces défectueuses.

C'est surtout dans ce domaine que compte s'illustrer Timeat aujourd'hui, en lançant le Conoscan/Conoprobe. Développé avec une entreprise israélienne (Optimet), ce capteur permet de mesurer des pièces et objets en 3 dimensions, sans contact.

► Rens. : Thierry Daniel, tél. 02 99 04 30 43, e-mail thierry.daniel@timeat.com; <http://www.timeat.com>

● L'équipe du technopôle Brest-Iroise s'agrandit



Brest : L'année 1999 aura vu la mise en place d'un site web et l'édition de l'annuaire des membres du technopôle (environ 110 adhérents en 1999), deux actions orchestrées par la cellule communication (Marie-Annick Connan et Murièle Couchevelou), dans le cadre d'un renforcement de la politique d'animation du technopôle. L'équipe a également accueilli deux nouveaux membres : Dominique Antoine, ingénieur CNRS chargé du suivi administratif et financier, et Françoise Duprat, assistante de Christian Charles et de Jacques Jestin. En charge de la pépinière d'entreprises, Jacques Jestin a suivi les projets d'implantation sur le technopôle de deux nouvelles sociétés spécialisées en biotechnologies, Summum et Proteus.

► Rens. : Ronan Stéphan, directeur, tél. 02 98 05 44 51, <http://www.tech-brest-iroise.fr>

● L'aéroport de Rennes donne du souffle aux entreprises bretonnes



Rennes : En multipliant les fréquences et les destinations des vols intérieurs et européens, l'aéroport Rennes Saint-Jacques permet aux entreprises d'être présentes partout, tous les jours, et de revenir dormir en Bretagne. L'aéroport enregistre ainsi une progression de 15 % en 1998, et envisage d'atteindre 600 000 passagers à l'horizon 2006.

► Rens. : Anne-Claude Millet, tél. 02 99 33 66 08.

Du côté des laboratoires

● L'Adria se renforce



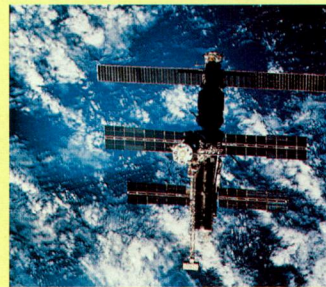
Quimper (29) : Ingénieur agronome et responsable de microbiologie au sein du groupe Bongrain, Patrick Jolivet vient de rejoindre

l'équipe de l'Adria pour prendre la responsabilité opérationnelle du département "Recherche et innovation", remplaçant à ce poste Xavier Drouet, directeur général de l'Adria. Rappelons que l'Adria, Association pour le développement de la recherche appliquée aux industries agricoles et alimentaires, compte aujourd'hui plus de 100 adhérents et emploie 121 salariés, dont 48 cadres.

► Rens. : Anne Pidet, tél. 02 98 10 18 42.

Les échos de l'Ouest

● "Science-fiction en fête"



Essé (35) : Tout au long du mois d'octobre, la communauté de communes "Au pays de la Roche aux fées" organise de nombreuses manifestations autour de la science-fiction : débat, films, théâtre, concours d'affiche et diverses expositions dont "L'espace à quoi ça sert ?", empruntée à l'Espace des sciences qui organise également quelques séances de planétarium : à Amanlis les 9 et 10 octobre et à Thourié le samedi 30 octobre.

► Rens. : Catherine Labbé, tél. 02 99 47 10 86.

● Convention Peillac-Espace des sciences



Peillac (56) : La commune de Peillac (1700 habitants) met en place de nombreuses actions de culture scientifique : cybercommune, médiathèque, actions à caractère éducatif et ludique (fête du lait, sentiers de découverte, ateliers du patrimoine, club d'astronomie...). Elle s'appuie pour cela sur le savoir-faire scientifique et pédagogique de l'Espace des sciences, dans le cadre d'une convention signée le 1^{er} septembre dernier entre Paul Tréhen, président de l'Espace des sciences, et Jean-Bernard Vighetti, maire de Peillac.

► Rens. : L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 20.

Du côté d'Internet

● L'actualité scientifique 24h/24



Récemment enrichi d'une version en langue française, le site [alphagalileo.org](http://www.alphagalileo.org) permet aux journalistes du monde entier d'accéder à l'actualité scientifique européenne la plus récente. Ce service est géré par l'Association britannique pour l'avancement des sciences, en collaboration avec Euroscience.

► <http://www.alphagalileo.org>

● Couleursdeceltie : une nomination aux Trophées 2000



Réalisé et hébergé par Openlog, le site marchand www.couleursdeceltie.com a reçu une nomination aux "Trophées 2000 PME" de Microsoft, pour représenter la région Bretagne dans la catégorie Internet. Avec un catalogue de 200 articles mis à jour directement par le marchand et bénéficiant du paiement sécurisé de Télécommerce (France Télécom), le site Couleursdeceltie contribue au développement du commerce électronique breton.

► Rens. : Luc Avril, Openlog, tél. 02 99 23 10 10, <http://www.couleursdeceltie.com/>

Du côté de l'Europe

● Les nouvelles du Centre relais innovation

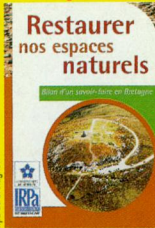
Recherche de partenaires : Une entreprise italienne recherche une nouvelle méthode pour recycler les composants électroniques (réf. 990629G), une entreprise anglaise recherche des emballages stériles à usage unique (réf. 990616Z), une entreprise israélienne recherche de nouvelles techniques de production de céramiques (réf. 990527A).

Offre de compétences : une entreprise italienne a développé un logiciel permettant de graver des textes ou des images sur tous types de matériaux (réf. 990528J). Mission : Le Centre relais innovation organise en octobre une mission d'entreprises à Thuringe (Allemagne), sur le thème des polymères et élastomères.

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

À lire

Restaurer nos espaces naturels



Préserver et restaurer nos espaces naturels tout en permettant l'accès à un public de plus en plus demandeur, c'est un véritable savoir-

faire que la Bretagne met aujourd'hui en avant dans ce petit guide, édité par l'Institut régional du patrimoine de Bretagne, en collaboration avec le Conservatoire du littoral. De la pointe du Raz à Ploumanac'h en passant par les monts d'Arrée, les exemples ne manquent pas pour les bureaux d'étude, centres de formation ou de recherche, administrations d'État ou de collectivités territoriales, afin d'alimenter la réflexion devant nécessairement précéder toute action de restauration d'espaces naturels.

► Rens. : Patricia Bell, tél. 02 99 79 39 31.

Dragages et environnement marin : état des connaissances

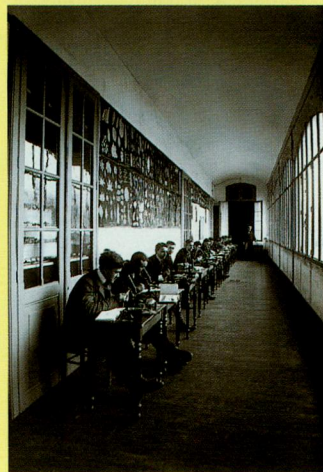


Rédigé sous la coordination de Claude Alzieu, cet ouvrage rassemble les contributions de plus de 20 chercheurs des centres Ifremer de Brest et de Nantes. Récemment sont apparues de nouvelles préoccupations relatives à l'impact physique, chimique et biologique des dragages sur l'environnement, remettant en question les pratiques d'immersion en milieu marin des produits dragués, qui contiennent des métaux lourds et des polluants organiques. Destiné autant aux scientifiques qu'aux gestionnaires des aménagements portuaires, ce volume donne les bases de la problématique environnementale des dragages.

► Rens. : Éditions Ifremer, tél. 02 98 22 40 13, e-mail editions@ifremer.fr

BRÈVES

Expositions



Les élèves de l'École nationale d'agriculture de Rennes (Ensar), dans la salle de micrographie.

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

Rennes : Réalisée par l'écomusée, centre d'interprétation de l'histoire de l'agriculture et du monde rural, cette exposition raconte la lente structuration du système de formation agricole,

depuis l'ouverture de l'École d'agronomie de Gros Malhon, à Rennes en 1832. C'est aussi l'occasion de retracer l'évolution des rapports entre l'homme, l'animal domestique, le monde végétal cultivé et les changements qui ont affecté notre société et déterminé l'évolution rurale de notre pays.

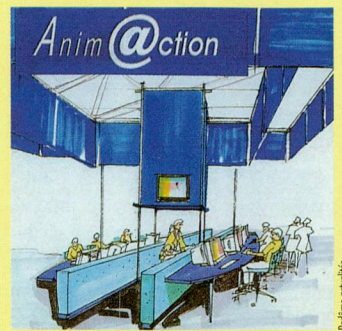
► Rens. : Alison Clarke, tél. 02 99 51 38 15.

La pomme dans tous ses états !

L'écomusée organise une journée d'animation sur le thème de la pomme et de la fabrication du cidre, (une exposition pomologique sera présentée jusqu'au 24 octobre). L'Ille-et-Vilaine a été le premier département producteur de pommes au début du 20^e siècle.

Au Musée des télécommunications : Le mythe et sa magie...

Plumeur-Bodou (22) : Le Musée des télécommunications ouvre un nouvel espace : Anim@ction. Ce nouvel espace interactif doté de 8 ordinateurs multimédias ouvre les portes du cyber-



espace au grand public. Au moment de la sortie aux États-Unis de la nouvelle trilogie de George Lucas, Anim@ction vous propose de tester vos connaissances sur la Guerre des étoiles. Rempli d'images et d'extraits multimédias en tous genres, pénétrez dans cet univers magique en 3 dimensions. Les ateliers découverte et Anim@ction sont compris dans le prix de la visite du musée, au même titre que les expositions temporaires et le spectacle son et lumière sous le radôme.

► Rens. : Musée des télécommunications, tél. 02 96 46 63 63, e-mail mustel@leradome.com

FORMATION CONTINUE



UNIVERSITE DE RENNES 1
VALORISEZ VOTRE
EXPERIENCE
PAR UN DIPLOME
UNIVERSITAIRE

Renseignez-vous sur :

**LA VALIDATION
DES ACQUIS
PROFESSIONNELS**

Vous travaillez,
vous voulez évoluer, vous réorienter,
ou vous êtes demandeur d'emploi :
Accédez aux DESS, DU, Maîtrise, IUP, MST, Licence,
DEUG, DUT, Capacité, etc. grâce à la procédure
de Validation des Acquis Professionnels

Contact

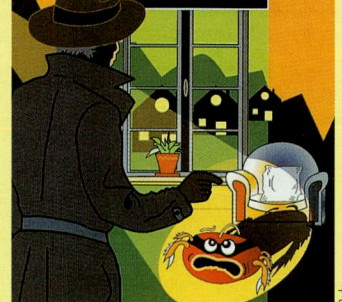
Marie-Pierre LE NEZET
Tél. 02 99 84 39 50
Marie-Pierre.Le-Nezet@univ-rennes1.fr

<http://www.univ-rennes1.fr/fc/>

ECONOMIE - SANTE - DROIT - INFORMATIQUE

ELECTRONIQUE - ENVIRONNEMENT - GESTION

Des intrus dans la maison



Des intrus dans la maison

Rennes : Créée par la Caisse primaire d'assurance maladie d'Ille-et-Vilaine, cette exposition explore, dans chaque recoin de la maison, les relations entre l'habitat et la santé : les allergies, mais aussi tous les produits toxiques mis involontairement à la portée de l'enfant : le mercure du thermomètre, le plomb des canalisations, l'amiante des parois isolantes, les pesticides du jardin... Parents et éducateurs doivent s'associer pour aider les futures générations à s'approprier le jardin ou la maison en toute quiétude. Jusqu'au 31 décembre, à l'espace Santé, rue de Coëtquen.

► Rens. : CPAM 35, tél. 02 99 29 44 44.

QUI A DIT ?

Réponse de la page 3

Antoine Laurent de Lavoisier,
1743-1794.



Colloques

● Au palais du Grand Large...

Saint-Malo (35) : La médecine est à l'honneur, ce mois-ci, au palais du Grand Large, avec trois grandes rencontres : congrès "Hopitech 99" (du 6 au 8 octobre), le congrès national des soins infirmiers (14 et 15 octobre) et le congrès de pédopsychiatrie (15 et 16 octobre). Enfin, le mois s'achève par le congrès de la Ligue internationale du droit de la concurrence (du 27 au 30 octobre). (*Programme sous réserve*).
► Rens. : Nelly Pezenne, tél. 02 99 20 60 20, <http://www.pgl-congres.com>

● 6 octobre/Forum de la sous-traitance industrielle

Rennes : C'est à la Chambre de commerce et d'industrie de Rennes que se tient ce forum, dédié à un secteur d'activité, la sous-traitance industrielle, qui représente plus de 275 000 emplois en Bretagne, principalement dans la construction navale, l'électronique et l'industrie automobile. Le rôle des partenaires économiques régionaux, les nouveaux défis lancés par les donneurs d'ordre... ces questions seront abordées au cours de cette journée.
► Rens. : Chantal Jolivet, tél. 02 99 79 60 89, e-mail comm35@wanadoo.fr

● 6 et 7 octobre/ Rencontres du savoir-faire

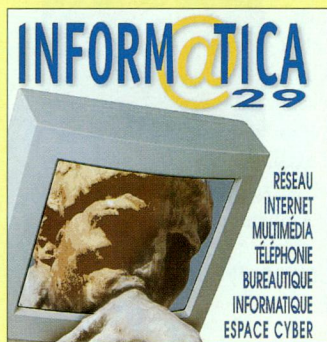
Landerneau (29) : Que mangerons-nous demain ? Comment produirons-nous nos aliments ? Cette manifestation prospective à vocation économique permettra aux participants de réfléchir sur les enjeux de l'agroalimentaire : biotechnologies, qualité, sécurité, normes...
► Rens. : André Rosec, Le carrefour du savoir-faire, tél. 02 98 30 35 12.

● 13 et 14 octobre/ Rencontres chimiques de l'ouest

Rennes : Les mots "chimie" et "santé" font bon ménage à l'École nationale supérieure de chimie de Rennes (ENSCR). Ainsi les Rencontres chimiques de l'ouest sont-elles consacrées cette année aux rayonnements et isotopes au service de l'homme : chimie et santé la première journée (imagerie médicale, radiothérapie...), environnement et

agroalimentaire la deuxième journée (ionisation des aliments, traçabilité...). Un programme complet est disponible sur le web :

► <http://www.ensc-rennes.fr/rco/rco2.htm>



● 15-16 octobre/ Inform@tica 29

Brest : Ce grand rendez-vous de l'informatique et des télécommunications attend cette année plus de 8 000 visiteurs au Quartz, le centre de congrès de Brest. Près de 50 exposants présenteront les nouveaux équipements et nouveaux savoir-faire dans ce secteur qui évolue très rapidement. Les animations de ce salon comportent l'installation d'un cybercafé, et la présentation de conférences sur les sujets les plus brûlants tels que : le bogue de l'an 2000, Linux, le commerce électronique, les nouveautés dans le domaine du tourisme...
► Rens. : Rachel Le Moan, tél. 02 98 44 66 02.

● 22 et 23 octobre/ Les Entretiens scientifiques

Brest : Cette troisième édition des Entretiens scientifiques est consacrée aux recherches et transferts de connaissances "de l'animal à l'homme" : expérimentation animale, clonage, xéno greffe, bioéthique... font l'objet d'ateliers et de débats animés par des spécialistes européens. Ces rencontres s'efforcent de répondre à la question générale "Comment mettre en application les avancées scientifiques sans danger pour les populations ?" Il s'agit d'informer les citoyens, d'appréhender les principes élémentaires de précaution et d'évaluer les risques.

► Rens. : Brigitte Bornemann-Blanc, tél. 01 40 51 83 87, e-mail troisb@club-internet.fr

● Du 22 au 24 octobre/ Les IX^{es} Rencontres CNRS "Sciences et citoyens"

Poitiers (Futuroscope) : Le centre national de la recherche scientifique organise depuis 1990 des rencontres entre jeunes Européens et chercheurs de toutes disciplines. Des ateliers-débats se dérouleront autour de 10 thèmes définis par un comité scientifique, l'objectif principal de ces rencontres étant de développer des connexions entre l'univers de la science et le monde des citoyens.
► Rens. : Jean-Louis Buscaylet, tél. 01 44 96 46 34 ou 46 31, <http://www.cnrs.fr> (rubrique La science pour tous).

● 26-27 octobre/ Biodépol 99

Rennes : L'accumulation des substances toxiques atteint un niveau inquiétant pour notre planète. Comment les biotechnologies vont-elles participer à la décontamination des sols ? de l'eau ? de l'air ? Quelques réponses seront proposées au cours de ce symposium européen, organisé par le Centre de biotechnologies CBB Développement.
► Rens. : Nathalie Letaconoux, tél. 02 99 38 33 30, e-mail nathalie.letaconoux@cbb-developpement.com

● Du 27 au 30 octobre/ Itech'Mer

Lorient (56) : Avec près de 300 exposants couvrant l'ensemble des métiers de la filière agromarine, le 3^e salon Itech'Mer est un lieu de réflexion pour préparer l'an 2000 : les préoccupations en matière d'environnement, de conditionnement ou de logistique... seront prises en compte au cours des conférences. Voir le programme sur le site web : <http://www.itech-bretagne.com>
► Rens. : Itech'Mer, tél. 02 97 87 00 13.

● 4-5 novembre/ Cyberhalles

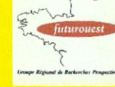
Rennes : Déjà 7% des 3 millions d'internautes français ont acheté sur Internet, générant un chiffre d'affaires de 400 millions de francs en 1998 (soit 10 fois plus qu'en 1997). Pour la 3^e année, les professionnels du commerce électronique se regroupent à Cyberhalles (au parc des expositions) pour y tenir des conférences, des tutoriels et des ateliers de démonstration.
► Rens. : Gilles Keromnes, tél. 02 99 33 66 84, e-mail keromnes@rennes.cci.fr

Conférences

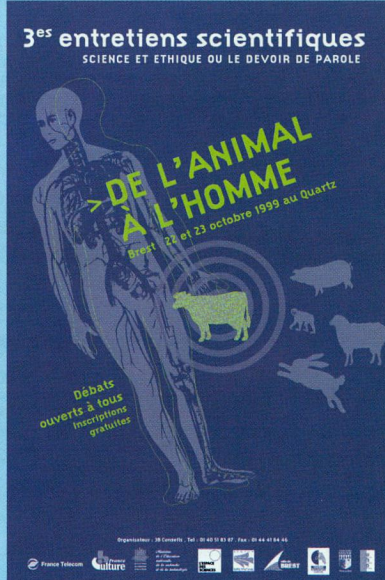


L'Espace des sciences organise trois cycles de conférences : les Mercredis de la mer (à partir de novembre), les Mardis de la science (sur le thème des os et du squelette), l'année de la chimie... et participe également au colloque "La Bretagne des savants et des ingénieurs"... voir programme complet page 30.

● 27 octobre/ Les mutations de l'entreprise



Rennes : "L'entreprise efficace à l'heure de Swatch et Mac Donald's : la seconde vie du taylorisme", tel est le titre choisi par l'association Futuroouest pour cette conférence-débat, présentée au Triangle, de 18 h à 20 h, par Guillaume Duval, rédacteur en chef-adjoint de la revue "Alternatives économiques", dans le cadre d'un programme de recherche sur les mutations contemporaines.
► Rens. : Futuroouest, tél. 02 97 64 53 77.

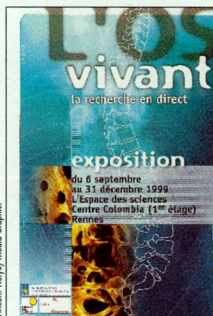


Expositions

● Dans la cour ovale du Centre Colombia **Du 18 au 23 octobre/ Lavoisier, de l'alchimie à la chimie**

Pour l'homme d'aujourd'hui, Lavoisier reste le père de la chimie. Son œuvre est considérable : une série d'expériences brillantes et méthodiquement conduites permettent d'établir les bases d'une chimie fondée sur la mesure et exprimée en un nouveau langage. L'exposition retrace ainsi l'incroyable diversité des domaines que Lavoisier a abordés durant sa carrière scientifique et politique : météorologie, minéralogie, géologie, chimie, agronomie... Par l'intermédiaire de jeux et de manipulations, les visiteurs pourront suivre l'histoire de la chimie depuis Lavoisier, à la recherche des atomes et des molécules (animations tous les jours de 14h à 19h).
(Exposition conçue et réalisée par Centre sciences en collaboration avec l'académie des sciences).

● **Rennes, Colombia** **Jusqu'au 31 décembre/ L'os vivant**



Du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30, et le samedi de 10 h à 18 h 30. Entrée 12 F (tarif plein), 5 F (tarif réduit), gratuit pour les moins de 12 ans accompagnés.

S'opposant à l'image de mort souvent associée au thème du squelette, cette exposition de biologie nous montre l'os comme un matériau vivant et dynamique. Manipulations, expériences interactives, observations sous microscope et animations multimédias vous aident à trouver vous-même les réponses à vos questions sur le squelette, les articulations, les maladies de l'os... De nombreuses animations vont ponctuer le parcours de cette exposition : un cycle de conférences (voir ci-contre), un site web ludique et interactif (www.espace-sciences.org) et des visites guidées tous les jours (le matin sur réservation pour les groupes, l'après-midi à 16h pour tous).

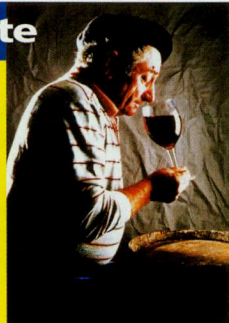
► Rens. : L'Espace des sciences, tél. 02 99 35 28 28, <http://www.espace-sciences.org>

Exposition itinérante

● **Voyage au bout du nez**

Marqué du sceau de l'animalité, l'odorat fut rejeté en bas de la hiérarchie des sens. Longtemps, le discours scientifique a fait un continu va-et-vient entre la promotion et la disqualification des données olfactives. Les recherches demeurent limitées mais suscitent un regain d'intérêt. Le nez s'avère complexe et ne se laisse pas aisément saisir. Cette exposition est disponible auprès de l'Espace des sciences au tarif de 600 F par semaine, 1 800 F par mois, transport et assurance à votre charge. Possibilités de réduction pour les communes bretonnes.

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



Yvan Jancin

Conférences

● **Les mardis de la science : L'os vivant**

Mardi 12 octobre/L'os exploré

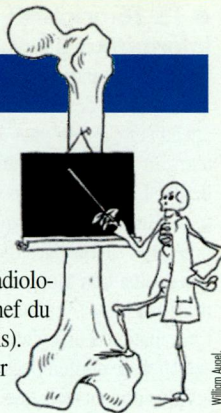
L'imagerie médicale ostéoarticulaire en l'an 2000

Par les professeurs Alain Chevrot (chef du service de radiologie de l'hôpital Cochin de Paris) et Philippe Orcel (chef du service de rhumatologie de l'hôpital Lariboisière de Paris). Conférence animée par le professeur Régis Duvauferrier (chef du service de radiologie du CHU sud de Rennes).

Mardi 19 octobre/L'ostéoporose

Prévention et traitement aujourd'hui

Par le professeur Pierre-Jean Meunier (chef du service de rhumatologie de l'hôpital Herriot de Lyon). Conférence animée par le professeur Gérard Chalès (chef du service de rhumatologie - hôpital sud de Rennes).



William Augel

● **1999 : L'année internationale de la chimie**

L'Espace des sciences présente à Rennes les activités de l'année internationale de la chimie (programme complet dans le prochain numéro).

Mercredi 6 octobre/La cuisine et la science

La "gastronomie moléculaire" utilise la chimie pour inventer des recettes nouvelles... par Hervé This, rédacteur en chef de la revue "Pour la science".

Au Triangle, à 20 h 30, entrée libre.

Dimanche 10 octobre/Un voyage philatélique à travers la chimie

La chimie, son histoire, ses grandes découvertes... ont laissé dans l'univers des timbres, des traces nombreuses et très diversifiées... par Jean Tirouflet, correspondant de l'académie des sciences.

À la maison du Champ-de-Mars, de 10 h 30 à 12 h, entrée libre.

Mercredi 13 octobre/Temps, mémoires et molécules

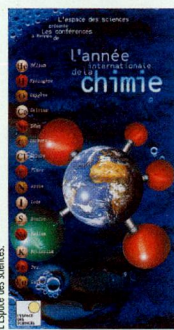
Par Olivier Kahn, membre de l'académie des sciences, professeur à l'académie de Bordeaux. À la maison du Champ-de-Mars, à 20 h 30, entrée libre.

Jeudi 28 octobre/La gestion à long terme des déchets radioactifs et chimiques : contribution des sciences chimiques

Par Pierre Toulhoat, professeur à l'unité d'Évry Val d'Essonne, directeur de l'Unité mixte de recherche "Analyse et environnement" CEA-CNRS. À l'École nationale supérieure de chimie de Rennes (campus de Beaulieu) de 10 h 30 à 12 h, entrée libre.

► Rens. : Michel Cabaret, tél. 02 99 35 28 20.

Tout le programme de l'année internationale de la chimie est sur Internet <http://www.espace-sciences.org>



L'Espace des sciences



● **Du 18 au 24 octobre/**

Cette manifestation nationale vise à apporter au plus grand nombre une véritable information sur la science, son évolution et ses implications pour la société. La Bretagne compte encore cette année un nombre record de projets, puisqu'ils atteignent une centaine sur les quatre départements (voir programme complet sur Internet). Citons quelques exemples : à Trébeurden (22), un chercheur du Cnet (Centre national d'étude des télécommunications) parlera du fameux "rayon vert", une manifestation solaire aussi populaire que l'éclipse du 11 août dernier ! À Brest, la faculté de médecine (Université de Bretagne occidentale), l'hôpital La Cavale Blanche et l'ENST Bretagne (École nationale supérieure des télécommunications) présenteront "Histoire d'os", cédérom multimédia sur le thème des os et des articulations, créé en collaboration avec l'Espace des sciences dans le cadre de Nectar. À Vannes, l'Espace enfance ouvre ses portes (Caisse d'allocations familiales du Morbihan) et offre l'accès à son exposition "rampes de lancement" et aux manipulations sur le thème de la physique, ainsi qu'à l'atelier informatique.

Enfin à Rennes, l'université de Rennes 2 et l'Espace des sciences organisent une rencontre scientifique sur le thème "La Bretagne des savants et des ingénieurs - Questions d'histoire, questions d'aujourd'hui", à l'occasion de la publication du tome III de la "Bretagne des savants et des ingénieurs" consacré au 20^e siècle.

► Rens. : Hervé Antoine, coordinateur régional Bretagne, tél. 02 96 46 60 50, <http://www.education.gouv.fr/Science/accueil.htm>

Retrouvez notre programme complet sur : <http://www.espace-sciences.org>

Pour être en lien direct avec la recherche en Bretagne

Contactez-nous !
Tél. 02 99 35 28 22, fax 02 99 35 28 21,
e-mail lespace-des-sciences@wanadoo.fr
Prochains dossiers : La biodiversité, l'arbre et la forêt, l'année des mathématiques...



Le Conseil Régional de Bretagne et vous

Votre rendez-vous d'information avec le Conseil Régional - N°2 - octobre 1999

LYCÉE

Les "bons points" de la rentrée

Le 6 septembre, plus de 150 000 jeunes ont fait leur rentrée dans un des 272 lycées publics ou privés de Bretagne. Après avoir concentré ses efforts sur la création de places nouvelles dans les établissements, le Conseil régional, en charge de la construction, de l'équipement et du fonctionnement des lycées, s'attache désormais à donner aux jeunes un cadre de vie et de travail de qualité.

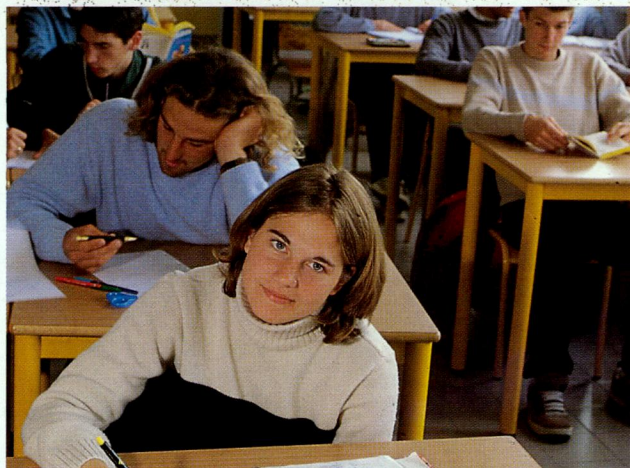
Au lycée La Fontaine des Eaux de Dinan, le Conseil régional a refait à neuf l'internat, un des plus importants de Bretagne avec plus de 130 lits. Il a aussi profité de ce vaste chantier pour lancer une nouvelle formule : informatiser l'internat pour faciliter le travail individuel des internes sur des postes en libre accès et afin qu'ils puissent, comme les externes, étudier dans les meilleures conditions. Cet exemple d'aménagement illustre les nouvelles priorités du Conseil régional : si les dernières grosses restructurations et les travaux de sécurité mobilisent encore une grande part des crédits, la collectivité porte ses efforts sur la qualité de l'accueil et l'amélioration du cadre de vie et de travail des jeunes, dans les salles de classe, mais aussi dans les selfs, les internats, les ateliers, les centres de documentation et d'information et les espaces de détente.

Les nouveautés 1999

Avec un taux de réussite de 83,7% au Bac, la Bretagne est en tête sur le tableau d'honneur des régions

françaises. Parmi les actions qu'il mène pour préserver le haut et bon niveau de formation des Bretons, le Conseil régional développe le parc informatique et généralise l'accès aux Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC). Cette année, près de 3000 micro-ordinateurs - soit 3 fois plus que les années précédentes - et 900 imprimantes seront ainsi livrés dans les lycées publics et privés.

Très concrètement encore, la Région apporte une aide qui intéresse directement les familles des enfants qui entament un cycle d'études professionnelles : une participation à l'achat des premiers outillages ou équipements personnels. Apprendre à réparer des voitures ou à cuisiner nécessite un lourd investissement. Dorénavant, et dans les filières les plus coûteuses, le Conseil régional adresse directement aux familles un chèque - de 200 à 1 100 francs - pour aider les jeunes à constituer leur "boîte à outils". Cette année, 10 000 jeunes Bretons devraient être concernés.



Priorité aujourd'hui au cadre de vie et de travail.

Autre initiative marquante de cette rentrée, la réalisation et la diffusion par le Conseil régional du "Guide du lycéen breton", pour aider les 43 000 élèves de Seconde à mieux connaître leur nouveau cadre de vie.

Des moyens à la mesure des besoins

Quant aux crédits mis en œuvre pour répondre à ces objectifs de qualité, ils restent tout aussi importants qu'auparavant, malgré le fléchissement des effectifs lycéens confirmé cette rentrée : -2400 élèves dans l'enseignement général et professionnel. En 1999, le Conseil régional consacra près d'un milliard de francs aux lycées. Un budget conséquent qui sera de moins en moins utilisé pour créer des places nouvelles - Combourg, le 8^e lycée construit par le Conseil régional a ouvert ses portes le 6 septembre - mais bel et bien pour offrir aux jeunes Bretons un cadre de vie qui leur apporte les meilleures chances de réussite.

B R E T A G N E

Un guide pour lycéens

Comment est organisé mon lycée ? Quels sont mes droits et mes devoirs ? Qui peut m'aider dans mon orientation professionnelle ou pour monter un projet ?... Vie au lycée, orientation, initiatives mais aussi santé et bien-être : le "Guide du lycéen breton" répond à toutes les questions des jeunes et les accompagnera utilement tout au long de leurs années lycée. Il sera distribué dans les jours qui viennent à tous les élèves de Seconde qui entrent dans un des 272 établissements de Bretagne. Créé à l'initiative des lycéens, ce document a été réalisé par le Conseil régional de Bretagne avec le concours du Rectorat de l'académie de Rennes et en collaboration avec des délégués du Conseil des lycéens de Bretagne.



Bordeaux Brest Bruxelles Budapest Caen Clermont-Ferrand Cologne Copenhague Cork Dijon
 Dortmund Dubin Düsseldorf Edimbourg Florence Francfort Genève Glasgow Hambourg Hanovre La Rochelle Le Havre
 Rome Southampton Stockholm Strasbourg Stuttgart Toulon Toulouse Turin Venise Vienne Zurich
 Bologne Billund Bilbao Biarritz Béziers Berlin Barcelone Avignon Luxembourg Lyon Madrid Manchester Marseille Milan Montpellier Mulhouse
 Munich Naples Nice Nuremberg Paris Charles De Gaulle Paris Orly Pau Porto
 Lille Limoges Lisbonne Londres Athènes Amsterdam Athènes Athènes
 Aberdeen Amsterdam Athènes Athènes Athènes
 Lille Limoges Lisbonne Londres Athènes Avignon Barcelone Berlin Béziers Biarritz Bilbao Billund Birmingham Bologne



70 destinations

parce que nous allons là où vous allez

L'Aéroport de Rennes est la porte ouverte idéale pour la France et l'Europe. Une porte qui vous donne un accès simple ou direct à de nombreuses destinations.

Avec des horaires adaptés, des vols directs et des correspondances rapides*, vous y gagnez en temps, vous y gagnez en commodité.

*UNE CORRESPONDANCE RAPIDE, C'EST : moins de 30 mn de transit pour les destinations en France, moins de 1H30 de transit pour les destinations en Europe aux meilleurs horaires.

www.rennes.aeroport.fr
 3615 RENNAIR (1,29F TTC/mn)



AÉROPORT DE RENNES

Chambre de Commerce et d'Industrie de Rennes

Contact Aéroport : 02 99 29 60 00



* POULE BLEUE