

RESEAU

Recherche et innovation en Bretagne

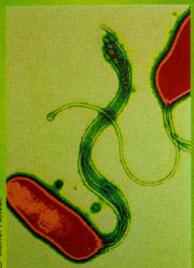
DOSSIER

Les applications de la bactériologie

Mai 2000

N°166 • 20 F/3,05 €





Les bactéries à la une

Ce nouveau numéro de Réseau est consacré à quelques-uns des travaux menés en Bretagne sur les bactéries. Ces micro-organismes unicellulaires qui ne sont ni des végétaux, ni des animaux, sont capables de vivre et de s'adapter à des conditions extrêmes. Les équipes du professeur Daniel Prieur et de Jean Guézennec, à Brest, travaillent sur des bactéries qui vivent dans les grands fonds océaniques à des températures de plus de 80°C. Certaines survivent encore à 113°C : comment, dans ces conditions, les protéines ne sont-elles pas dénaturées ?

Autre sujet passionnant, les sols pollués peuvent être décontaminés grâce aux bactéries, souvent plus efficaces et moins coûteuses que les autres solutions de décontamination. Nous profitons de ce dossier pour vous présenter une rapide synthèse du programme de soutien aux biotechnologies "Britta", qui est financé par le Conseil régional de Bretagne. Ce programme, tout à fait original dans son approche, permet d'obtenir des résultats en matière d'innovation et donc d'emplois, de valeur ajoutée, de richesses pour la Bretagne. L'ensemble de tous ces travaux scientifiques illustre la formidable progression des connaissances dans des domaines aussi variés que la microbiologie, la santé, les process industriels et le génie génétique.

Une nouvelle exposition



Depuis le 19 avril et jusqu'au 3 août prochain, l'Espace des sciences vous présente sa nouvelle réalisation "Un ticket pour les sciences" : 17 questions qui trouveront leur réponse grâce à des observations, manipulations, expérimentations... Vous saurez ainsi pourquoi la mer est salée, pourquoi les yeux du chat brillent la nuit ou encore comment une puce de 3 mm peut sauter 100 fois sa hauteur.

Et enfin, de nombreuses animations sont organisées dans le cadre de l'Année mondiale des mathématiques : conférences, concours de dessins, animations scientifiques, expositions sur les fractales. Tout un programme pour fêter ce printemps 2000 ! ■

Michel Cabaret, directeur de l'Espace des sciences



Les tétraèdres

Vous disposez de tétraèdres réguliers identiques et des 7 couleurs de l'arc-en-ciel. Vous peignez chaque face d'une seule couleur. Sachant que plusieurs faces peuvent être de la même couleur, combien pourrez-vous obtenir de tétraèdres différents ?

La réponse au prochain numéro...

LA VIE DES ENTREPRISES

Créées virtuelles pour l'an 2000 P. 3



HISTOIRE ET SOCIÉTÉ

Les ingénieurs et l'architecture en Bretagne P. 4/5

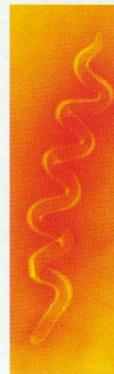


LA VIE DES LABORATOIRES

L'université Rennes 2 joue le futur 2000 P. 6

LES SIGLES DU MOIS P. 7

LE DOSSIER



Bactéries : les frontières de la vie P. 9

Les retombées de 10 ans du programme Britta P. 10

À Brest : bactéries des grands fonds et... de l'espace P. 11

Les bactéries des grands fonds à la conquête de l'industrie P. 12

Les centres de transfert utilisateurs de bactéries P. 13

Les bactéries en entreprise P. 14

Décontamination des sols : les bactéries nettoyeuses P. 15

Pour en savoir plus P. 16

LES BRÈVES P. 18 À 21

L'ESPACE DES SCIENCES EN MAI P. 22

Couverture : *Helicobacter Pylori*, contraste négatif, bactérie des ulcères, fausses couleurs. © Institut Pasteur.



Pour découvrir Réseau, chaque mois, c'est facile...

Abonnez-vous

Tirage du n° 166 : 3 800 ex. Dépôt légal n° 650. ISSN 1281-2749

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

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



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE



Réseau sur Internet : www.espace-sciences.org



Si le débarquement du poisson reste une activité traditionnelle... sa vente à la criée informatique fait appel aux technologies les plus récentes de l'information et de la communication.

Criées virtuelles pour l'an 2000

L'informatisation des criées et leur mise en réseau informatique sont inéluctables. Pionnière en la matière, la criée de Saint-Guérolé (29) vient d'investir plus d'un million de francs dans un nouveau système. Explications de la part de son directeur, Fanch Dorval.

Réseau : *En 1987, vous avez été la première criée bretonne à vous informatiser.*

Fanch Dorval : Oui, cela nous a permis d'automatiser toute la gestion, le convoyage et l'acquisition des données (NDLR : nom du bateau, type de poisson, qualité, date de pêche, poids...). Nous avons pu

ainsi réaliser d'importantes économies sur les coûts de production. Pour les acheteurs, ça a été également un gain de temps considérable.

Réseau : *Peu de criées pourtant ont suivi votre exemple, aujourd'hui encore...*

F.D. : Il ne faut pas oublier que ce sont les acheteurs qui sont les propriétaires de la criée. Ce sont donc eux qui décident des modernisations à faire... Et, quand vous avez travaillé durant des années d'une certaine façon, il n'est pas facile, du jour au lendemain, de changer vos habitudes... Ici, nous l'avons bien vu... Ce sont les plus jeunes qui se sont le mieux adaptés.

Réseau : *Vous venez d'investir 1,2 million de francs pour changer entièrement votre système.*

F.D. : Il y a deux raisons à cet investissement. La première, c'est que notre ancien matériel, conçu vers 84-85 par Cégélec, était devenu obsolète. De plus, il se posait de nombreuses questions de sécurité qu'il fallait résoudre : virus, piratage, malveillance... La deuxième raison, c'est qu'il nous faut préparer l'avenir. D'ici deux ans normalement, toutes les criées de Cor-

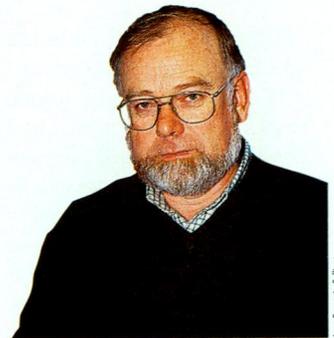
nouaille (Concarneau, Guilvinec, Loctudy, Lesconil) seront en réseau. La Chambre de commerce et d'industrie (CCI) de Quimper investit quelque 200 millions de francs pour les équiper.

Réseau : *Quel est l'intérêt de se mettre en réseau ?*

F.D. : Tous les acheteurs n'habitent pas ici... Chaque jour, il faut donc envoyer quelqu'un, avec un camion. La mise en réseau permettra d'acheter depuis son bureau, de regrouper à plusieurs acheteurs le convoyage... bref, de réaliser de substantielles économies. À terme, je pense que le réseau s'étendra à d'autres criées, hors Comouaille.

Réseau : *Techniquement, comment ce passage au réseau va-t-il se mettre en place ?*

F.D. : En ce qui nous concerne, nous avons opté pour un logiciel fonctionnant sous Windows et entièrement écrit en langage "html". Il a été conçu par la société belge Scheelfhout Computer, qui est leader mondial en matière de marchés informatisés. Nous ouvrirons bientôt le premier site Internet : "w.fish", qui sera hébergé à la CCI de Quimper. Il regroupera deux niveaux d'information : le premier s'adressera à un public professionnel : annonce d'apport, catégorie du poisson, nom des bateaux... bref, une sorte de catalogue de prévente. Le deuxième niveau sera plus personnalisé, pour



▲ Fanch Dorval, directeur de la criée virtuelle : "L'équipement informatique nous permet de gagner du temps à la vente et donc d'améliorer encore la fraîcheur du poisson pour le consommateur."

chaque mareyeur : prix moyen d'achat par taille, catégorie... Si tout va bien, "w.fish" sera en inter-connexion entre les criées pour les poissons hauturiers d'ici un an (deux ans pour la pêche côtière).

Réseau : *Est-ce que toutes les criées auront un système identique de classification des poissons, des catégories... ?*

F.D. : Vous touchez là le point sensible ! Aujourd'hui, il n'y a pas d'uniformisation des descriptifs... L'association "Normapêche Bretagne" y travaille. Mais il faut que tous les acheteurs, y compris les plus réticents, acceptent cette révolution comme une nécessité... ■ J.F.C.

Contact ► Fanch Dorval, tél. 02 98 58 60 19.

Saint-Guérolé en chiffres

La criée est la propriété des 50 acheteurs inscrits. La concession de gestion est confiée à la Chambre de commerce et d'industrie (CCI) de Quimper. En 1999, 12 350 tonnes de poissons ont été traitées, dégageant un chiffre d'affaires de 197 millions de francs, ce qui place Saint-Guérolé au 5^e rang des ports français. La flottille est constituée de 27 navires hauturiers, 40 navires côtiers et 5 bolincheurs (bateaux spécialisés dans la pêche de la sardine et du maquereau). C'est le premier port sardinier français, avec 50 petits fileyeurs-ligneurs, 12 magasins à marée et un personnel d'une trentaine de personnes à la criée. ■

Les ingénieurs et en Bretagne

Le patrimoine des sciences et des techniques n'a pas bonne presse : trop cher, vite oublié, donc énigmatique. À l'heure où renaît l'œuvre de l'abbé Grégoire (le créateur du musée du Conservatoire national des arts et métiers), au moment où le radôme de Pleumeur-Bodou vient d'être classé monument historique, que nous montre ce patrimoine ? Des friches abandonnées, des constructions lézardées, des collections d'objets bizarres ? Non : l'aventure de la société française, tout simplement. Et, en son sein, depuis deux siècles et demi, le travail extraordinaire des ingénieurs. Leur héritage continue de préparer notre avenir.

Réhabiliter le patrimoine industriel

Les monuments légués à la France par les sciences et les techniques ont la détestable réputation de colosses aux pieds d'argile, tout juste bons pour la casse dès que l'innovation ou le profit les ont fuis. Ils passent, au mieux, pour les témoins navrés d'exploits éphémères et, au pire, pour les mausolées vides et coûteux d'époques révolues. Alors, s'interroge l'écu ou le contribuable, que faire de ces monstres froids condamnés à la laideur du fait même de la victoire soi-disant remportée, lors de leur construction, par l'utile sur le beau, par la fonction sur l'esthétique ?

L'histoire des sciences et des techniques, vue au travers du prisme architectural, révèle sa complexité et les fréquentes contradictions de sa pétrification patrimoniale. Cette histoire-là a-t-elle, pour commencer, un sens régional ? Quels peuvent en être les symboles reconnus ou méconnus, susceptibles d'éclairer notre avenir ?

Des images classiques du patrimoine

On pourrait en retenir de nombreuses images. Citons par exemple les églises, qui méritent à elles seules un chapitre entier, ou encore les canaux (Nantes à Brest, 1804-1838 ; Ille-et-Rance, 1804-1843). Mais ceux-ci sont peu représentatifs, au regard du parc français, et, trop tardifs, ils ont été somme toute peu utilisés. Les gares alors ? Mais elles ne sont pas un critère distinctif, même si une carrière comme celle de l'ingénieur Louis Harel de la Noé (auteur du réseau ferré départemental autour de Saint-Brieuc) paraît en tous points exemplaire. Les ponts ? Il en existe de fort célèbres et contestés (Albert-Loupe, 1930, sur l'Élorn, conservé après une belle empoignade), mais là encore, la Bretagne n'est pas terre d'expérimentation ou d'exploit historique (comme le sont le Rhône et l'Auvergne). En dépit de leur intérêt, les fortifications, les forges, les manu-

factures de l'Ancien Régime (malgré la doyenne manufacture des tabacs de Morlaix, construite en 1740) ne sont pas davantage des éléments régionaux saillants, pas plus que les vestiges pourtant rares des tours du télégraphe aérien de Chappe (1763-1805).

Image surprenante du progrès : la mine

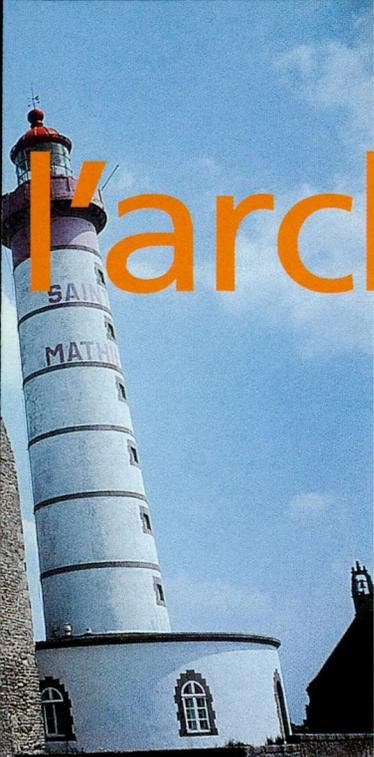
Pour démontrer la place des ingénieurs dans la société bretonne, depuis le 18^e siècle, on fera donc le choix de ne retenir que deux brefs exemples illustrés : un puits de mine et un phare. Le puits de mine pourrait être celui de Huelgoat-Poullaouen (Finistère), quoiqu'il n'en subsiste plus de nos jours que des marques paysagères fréquentées par les seuls randonneurs à cheval. Ce gîte fut exceptionnel : 12 000 hectares de concession, exploitée par la compagnie des mines de Basse-Bre-

tagne, fondée en 1732. Ses installations furent énormes : huit à dix puits (profonds parfois de 200 m), des dizaines de kilomètres de galeries, des machines hydrauliques dantesques. Employant un millier de mineurs, cette mine atteint son apogée en 1765-1780, ne s'interrompt pas pendant les troubles révolutionnaires et continue jusqu'en 1868. Ce fut l'un des établissements les plus connus en France pour ses techniques d'extraction, de traitement minéralurgique et d'évacuation des eaux. Il devint un lieu de référence pour le Corps des Mines, créé en 1783. Ses membres vinrent ainsi se former en Bretagne à leurs quatre missions : surveiller les gîtes, fixer les redevances dues par les entrepreneurs, favoriser le progrès technique, contrôler la métallurgie. C'est sans doute grâce à ce contact précoce que nombre d'ingénieurs de ce corps continuèrent à sillonner la Bretagne pendant un demi-siècle.

Bâtiment des bureaux de l'ancienne mine argentifère de Pont-Péan (Ille-et-Vilaine, 1895).



◀ Viaduc de Souzain à Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) : cet ouvrage de l'ingénieur Louis Harel de la Noé (1852-1936) allie brique, béton et pierre.



L'architecture

◀ **Phare de la pointe de St-Mathieu (Finistère).** Ce promontoire rocheux haut de 30 mètres porte également deux menhirs christianisés et les ruines d'une abbaye bénédictine du 13^e siècle.

La Commission des phares, instaurée par Arago en 1811, en fut à la fois le maître d'œuvre et d'ouvrage. Elle bénéficia des inventions optiques d'Augustin Fresnel, entré en son sein en 1819, décédé prématurément en 1827, mais après avoir eu le temps de valider ses anneaux catadioptriques sur le phare de Cordouan (1823). Ce système, adopté dans tous les pays, conduisit l'industrie optique française à une véritable suprématie mondiale : quinze cents appareils fournis dans l'ensemble de la planète, dans les années 1880.

Question pour l'avenir

L'éclairage des côtes est le produit d'une alliance de facteurs : l'obligation de l'État, la collaboration avec l'entreprise privée, la prise en charge par la collectivité, la mise à disposition gratuite pour les usagers. Autant d'aspects originaux d'une culture propre à la France et que la conscience contemporaine désigne sous le nom de "service public". Mais rien n'aurait été possible sans la foi en la mission civilisatrice et salvatrice de la science, relayée par une technique conqué-

rante. Par ses réalisations accessibles à toute la population, l'ingénieur du 19^e siècle acquiert un statut social éminent.

C'est pourquoi les ingénieurs, ces hussards de la technique immergés dans les sociétés régionales, mériteraient une large enquête d'histoire sociale, du 18^e siècle à nos jours. On aurait le souci de mesurer leur influence, leur osmose avec le pays, leur partenariat avec la citoyenneté, leur rôle dans le dialogue social prôné par la République. Peut-être comprendrait-on alors un peu mieux le pourquoi du grand champignon blanc posé sur la lande de Pleumeur-Bodou, car celui-ci fut tout sauf un Ovni. Peut-être d'autres questions, plus globales, s'éclaireraient-elles également. En voici quelques-unes. Quel est l'impact culturel de la science, ainsi popularisée par l'exploit, depuis 1945 ? Quel rôle ont joué les grands établissements de l'État (manufactures et autres) et comment la France peut-elle apprendre à gérer leur effacement programmé ? L'histoire est-elle en mesure de suggérer des pistes à cet égard ? Quelle influence l'ingénieur a-t-il exercé sur le tissu industriel ? L'essaimage des arsenaux ou des centres de recherche en télécommunications a-t-il été concluant ?

En résumé, l'héritage des sciences et des techniques est quadruple. C'est d'abord celui du lieu de travail et celui du matériau industriel (en étant attentif à ne pas confondre l'un et l'autre : l'espace de l'usine est une

◀ **Manufacture des tabacs à Morlaix (Finistère) :** le corps central, articulé d'un fronton et surmonté d'un clocheton, signale la première construction (1736-1740) de l'architecte Blondel, maintes fois agrandie au cours des deux siècles suivants.



▲ **Usine Fleetguard à Quimper (Finistère).** Œuvre de l'ingénieur Peter Rice et de l'architecte Richard Rogers, l'architecture de cette usine "high-tech" est une métaphore, presque publicitaire, de l'innovation.

chose, la mise en œuvre des matériaux fabriqués en série en est une autre). C'est ensuite celui de l'outil productif ou innovant. C'est enfin celui de la pensée et du concept appliqué, mais aussi celui des groupes sociaux et professionnels qui les ont portés, acteurs essentiels de l'évolution résumée sous le terme trop vague de "progrès". Voilà ce que recèle le patrimoine scientifique et technique : une histoire des hommes et non pas seulement une collection d'objets désuets et taciturnes. En cela, il est irremplaçable. ■

Contact ▶ Jean-Yves Andrieux, professeur des universités, tél. 02 99 14 15 25.



Ce texte est extrait d'une conférence prononcée à l'université

Rennes 2, le mercredi 20 octobre 1999, dans le cadre de la "Semaine de la science", à l'initiative de l'Espace des sciences, sous la présidence du professeur Jean Dhombres. ■

Le thème des ingénieurs bretons a déjà fait l'objet d'un feuillet paru dans Réseau en 1996. Intitulé "L'École polytechnique et la Bretagne", ce recueil de huit articles est l'œuvre de Christian Delaunay, polytechnicien, ancien directeur régional de l'équipement. ■

Contact ▶ Rédaction, tél. 02 99 35 28 22.



L'université Rennes 2 joue le futur 2000

Interrogé à son tour, Jean Brihault, président de l'université Rennes 2, replace les projets communs évoqués par Patrick Navatte⁽¹⁾ dans un contexte de logique "à la fois polaire et de réseau". Le pôle Rennes, capitale européenne, se veut plus lisible, plus efficace en l'an 2000. Quant au réseau, il dépasse largement les limites de la ville, puisque par le biais des télécommunications rapides, Rennes 2 participe à l'université virtuelle de Bretagne, mais aussi aux "Amphis de la 5^e" (voir encadré) et étend son influence jusqu'à l'université du Tohoku au Japon, avec laquelle elle vient de signer une convention.



La remise de la distinction "Docteur honoris causa" à Mary Robinson, présidente de la République d'Irlande, par Jean Brihault.

Rennes 1 et 2 ont évolué parallèlement ces 30 dernières années. Il est vrai que les spécialités de Rennes 2 lui ont valu des remises en cause précoces, qui l'ont contrainte à intégrer très tôt les notions de «relations internationales», de «nouvelles technologies» et de «vie étudiante». Pour d'autres universités, ces priorités sont plus récentes et c'est pourquoi elles peuvent aujourd'hui s'appuyer sur notre expérience", explique Jean Brihault.

Réseau : Parmi les nouvelles formations envisagées, lesquelles répondent aux demandes de professionnalisation des étudiants ?
Jean Brihault : Les DESS⁽²⁾ et les DEUST⁽³⁾, en particulier... Mais là encore, nous avons pris ce virage en avance sur les directives du ministère, ce qui pose parfois des problèmes. Notre IUP⁽⁴⁾ "Communication" fut l'un des premiers de Bretagne, nos DEUG⁽⁵⁾ et nos licences comportent déjà tous des modules d'insertion professionnelle.

Réseau : Puisque nous avons déjà évoqué les projets communs aux deux universités, quels grands projets propres à Rennes 2 vont se réaliser dans les prochaines années ?

J.B. : Nos campus de Villejean, La Harpe et Saint-Brieuc vont considérablement changer de visage : pour Villejean, après l'extension de la bibliothèque (en cours), nous allons remplacer les bâtiments préfabriqués, qui prennent beaucoup de place au sol, par des bâtiments en dur situés à d'autres emplacements sur le campus. La priorité sera de reloger les Sciences humaines, une UFR⁽⁶⁾ qui se développe beaucoup, tant au niveau de la recherche que de l'enseignement, ce qui nécessite des aménagements informatiques importants. Un autre bâtiment sera consacré à la vie étudiante, comportant des lieux associatifs, des lieux de convivialité et une galerie de services (poste, billetterie SNCF, papeterie, distributeur de billets...).

Réseau : Qu'allez-vous faire de la place gagnée au sol par la suppression des bâtiments préfabriqués ?

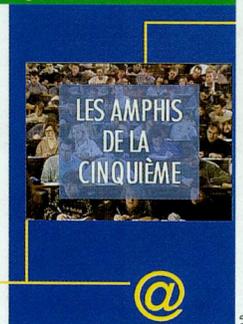
J.B. : Nous allons aménager des espaces verts, ouverts aux habitants du quartier. Située en pleine ville, notre université ne doit plus être

Quelques propositions de futures formations professionnalisantes à Rennes 2

- **Trois nouveaux DEUST :** "Nouvelles technologies éducatives", "Métiers de la ville, métiers des loisirs (nautisme)", "Métiers de l'édition et de l'informatique musicale".
- **Trois licences :** "Activités physiques adaptées", "Documentation (Lettres modernes ou Langues)", "Langue bretonne et médias".
- **Une MST (Maîtrise des sciences et techniques, Bac + 4) "Métiers de l'audiovisuel".**
- **Dix demandes d'habilitation de DESS :** "Métiers de l'éducation et de la formation", "Cartographie et gestion de l'espace", "NTIC et applications", "Production de documents audiovisuels empruntant aux archives", "Adaptation et intégration sociale", "Ingénierie du sport", "Commerce international : pays de l'Est", "Économie sociale et développement solidaire", "Développement social", "Travail-organisation-emploi".
- **Un DRT (Diplôme de recherche technologique, Bac + 5) "Métiers de la communication".**



Les amphis de la 5^e



5^e

@

L'université Rennes 2 participe à l'organisation de ces vidéocours, diffusés à la télévision sur la Cinquième, du lundi au vendredi de 5 h 30 à 6 h 30, et via Internet (haut débit) sur <http://www.univ-nancy2.fr/Amphis>. Un catalogue de plus de 400 titres est disponible au centre de documentation de l'université. La programmation s'effectue en fonction de la demande des étudiants (mardi : sciences, mercredi : sciences humaines et sociales, jeudi : maths, vendredi : langues et lettres). ■

perçue à l'extérieur comme un ghetto, mais comme un lieu de vie, de promenade et de loisirs : nos programmes de concerts et de cinéma⁽⁴⁾ attirent déjà beaucoup de monde ! ■

Propos recueillis par H.T.

⁽¹⁾ Président de l'université Rennes 1 (Réseau n° 163).
⁽²⁾ DEUG (Bac + 2) : Diplôme d'études universitaires générales ; DEUST (Bac + 2) : Diplôme d'études universitaires scientifiques et techniques ; IUP (Bac + 5) : Institut universitaire professionnalisé ; DESS (Bac + 5) : Diplôme d'études supérieures spécialisées. ⁽³⁾ Unité de formation et de recherche. ⁽⁴⁾ Le festival "Travelling Le Caire" est organisé par une association de l'université Rennes 2 : Clair Obscur.

Contact ▶ Thérèse Ollivier, Service communication, tél. 02 99 14 10 35.

QUI A DIT ?

"La science fournit à l'homme le seul moyen qu'il ait d'améliorer son sort..."
 Réponse page 20



IFRTP Institut français pour la recherche et la technologie polaires

Statut juridique : Créé en janvier 1992, l'IFRTP est un groupement d'intérêt public (GIP).

Structure : Dans le GIP participent le ministère en charge de la Recherche, et celui en charge des Départements et Territoires d'outre-mer. Participent également plusieurs organismes publics : CNRS (Centre national de la recherche scientifique), Cnes (Centre national d'études spatiales), Ifremer (Institut français pour la recherche et l'exploitation de la mer), Taaf (Territoire des terres australes et antarctiques françaises), Météo France, EPF (Expéditions polaires françaises, missions Paul-Émile Victor).

En interne, l'IFRTP est dirigé par Gérard Jugie, aidé par un conseil scientifique (20 personnes, pour moitié composé d'utilisateurs élus de l'IFRTP, et pour moitié de personnes nommées par le ministère de la Recherche). Ce conseil se réunit trois fois par an (octobre : missions antarctiques • décembre : missions arctiques • juin : missions océanographiques).

Budget : En 1999, le budget a été de 160 MF.

Missions : L'IFRTP est un organisme de logistique pour la recherche polaire, et ceci, de façon contractuelle. Plus de vingt nations font appel à ses services. L'IFRTP dispose pour travailler de trois navires (*Marion Dufresne*, *Astrolabe* et *La Curieuse*). Il a construit et entretient plusieurs bases scientifiques. La dernière en construction est la station Concordia en Antarctique. Cet ensemble permet d'organiser une soixantaine de missions scientifiques par an.

Nombre de salariés permanents : 45 personnes. Mais l'IFRTP faisant appel à de nombreuses entreprises en sous-traitance, ce sont plusieurs centaines d'emplois induits.

Correspondant : Gérard Jugie, directeur.

Adresse : Technopôle Brest Iroise, BP 75, 29280 Plouzané, France, tél. 02 98 05 65 00, fax 02 98 05 65 55, e-mail : infoifrt@ifrt.ifremer.fr, site : <http://www.ifremer.fr/ifrt>

RÉSEAU MAI 2000 - N° 166

MAÎTRISE DES MALADIES INFECTIEUSES

Action clé n° 2 du programme "Qualité de la vie et gestion des ressources du vivant"

PROGRAMME EUROPÉEN

Dans le cadre du 5^e PCRD, programme "Qualité de la vie et gestion des ressources du vivant", une action clé spécifique "maîtrise des maladies infectieuses" a été arrêtée (Jocé C361 du 15.12.1999).

Les enjeux sont multiples : De société d'abord (17 millions de morts par an dans le monde), économiques ensuite (marché à forte croissance représentant des milliards d'euros • Plus d'1/2 million de salariés dans l'industrie pharmaceutique européenne • Très important potentiel de croissance des PME de biotechnologie), européens enfin (la nécessité d'une approche européenne s'est déjà largement imposée dans le domaine de la recherche médicale, ex : études multicentriques).

Date limite de soumission : Les propositions doivent être envoyées avant le 11 octobre 2000.

Montant : À titre indicatif, le budget s'élève à 70 millions d'euros pour cette action clé (1999-2002).

Objectif : Cette action clé a pour but de lutter contre les maladies infectieuses établies, émergentes ou ré-émergentes, y compris les zoonoses dues à des agents anciens, nouveaux ou mutants, chez l'homme ou l'animal.

Domaines ciblés de recherche : Mise au point de vaccins, plus spécialement contre les maladies virales. Vaccins contre les maladies infectieuses et autres maladies associées à des agents infectieux • Vaccins contre les agents pathogènes animaux • Création de réseaux européens pour les essais cliniques et sur le terrain des vaccins et médicaments. Stratégies nouvelles d'identification et de contrôles des maladies infectieuses. Mécanismes de protection contre les agents infectieux, de résistance aux médicaments et contrôle des réponses immunitaires • Techniques permettant des vaccins et une immunothérapie plus sûrs et plus efficaces • Facteurs de risque spécifiques susceptibles de favoriser la propagation des maladies infectieuses et l'apparition de nouvelles souches résistantes • Tests diagnostiques • Système d'alerte précoce et réseau de suivi des maladies infectieuses • Méthodes améliorées de détection précoce et précise des réactions indésirables aux médicaments et aux vaccins. Amélioration des systèmes de santé publique et de délivrance des soins. Aspects organisationnels et économiques des systèmes de santé publique et de soins de santé • Méthodes de surveillance, de suivi et d'évaluation (prévention, traitement) • Méthodes de surveillance de l'innocuité des produits sur le marché.

Participants : Il s'agit de promouvoir la coopération entre organismes de l'Union européenne et de pays tiers associés, ainsi que de faciliter l'interface entre recherche universitaire, prestataires de soins et industries de la santé humaine et animale.

Pour toute information complémentaire, n'hésitez pas à contacter

Alexandre Colomb au 02 99 25 41 57 ou par e-mail : eic@bretagne.ccf.fr



RÉSEAU MAI 2000 - N° 166

IUEM Institut universitaire européen de la mer

Statut juridique : Université (école interne de l'Université de Bretagne occidentale, UBO), créée en 1997.

Budget 1999 : 2,7 millions de francs (enseignement + fonctionnement), sans compter les budgets propres des laboratoires de recherche.

Effectifs : 148 permanents + 345 étudiants (1999).

Missions : Recherche et enseignement marins de 2^e et 3^e cycles universitaires (maîtrises, DEA, thèses) • Sept laboratoires de recherche • Une école doctorale des sciences de la mer • Formation continue • Valorisation de la recherche et transferts de technologie.

Ses activités, pluridisciplinaires en recherche marine, balayent les sciences de la vie, de l'univers, de l'homme et de la société, du droit et de l'économie.

L'IUEM organise également de nombreuses manifestations, comme le très important colloque sur les longitudes (4-6 mai, renseignements <http://www.univ-brest.fr/colloque/longitudes>).

Équipes de recherche : 1/ Pascal Tarits, Domaines océaniques, UMR CNRS 6538 • 2/ Didier Le Morvan, Centre de droit et d'économie de la mer (Cedem), EA 2221 • 3/ Pierre Le Corre, Océanographie chimique, UPR 9042 (Roscoff) • 4/ Pascal Morin, Chimie marine, UPR CNRS 9042 • 5/ Jean-Yves Floc'h, Écophysiologie et biochimie des algues marines (Lébam), EA/MENRT 1797 • 6/ Paul Tréguer, Flux de matières et réponses du vivant, UMR 6539 • 7/ Jean-Claude Bodéré, Géolittomer Brest, UMR CNRS 6554 • 8/ François Cuq, Géosystèmes Brest, UMR CNRS 6554 • 9/ Christian Deniel, Ressources halieutiques-poissons marins, UBO • 10/ Jacques Clavier, Laboratoire des sciences de l'environnement marin, UMR 6539.

Outre ses laboratoires de recherche, l'IUEM travaille en coopération avec 14 universités européennes et est partenaire du Réseau bleu (20 organismes marins de l'ouest de la France).

Contacts : Paul Tréguer, directeur et/ou Maria Élard, chargée de communication.

Adresse : Technopôle de Brest Iroise, site de la Pointe du Diable, place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, tél. 02 98 49 86 00, fax 02 98 49 86 09, e-mail : direction.iuem@univ-brest.fr, site : <http://www.univ-brest.fr/IUEM/>

Signes : UMR Unité mixte de recherche, UPR Unité propre de recherche, EA Équipe d'accueil, CNRS Centre national de la recherche scientifique, MENRT Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie.

RÉSEAU MAI 2000 - N° 166

La Bretagne en chiffres

Budget primitif 2000 de la Bretagne Conseil régional de Bretagne



Le budget 2000 des dépenses d'intervention progresse de 7,8 % par rapport à celui de l'an passé, sans augmenter les taux de fiscalité régionale, grâce à l'emprunt. Parmi les secteurs bénéficiant de la plus grande augmentation figure la recherche et l'innovation (+ 125 %), un thème qui fera l'objet du dossier du prochain numéro de Réseau.

Les crédits de paiement (dépenses d'intervention)

(sommes arrondies en millions de francs)

	Budget primitif 2000	Rappel 1999	Variation
Formations initiales	903	846	+ 6,7 %
Formation professionnelle et apprentissage	653	648	+ 0,8 %
Développement économique et recherche	703	530	+ 33 %
Dont : Recherche et innovation	287	128	+ 125 %
Agriculture	86,5	86	+ 1 %
Activités économiques liées à la mer	82	65	+ 28 %
Soutien à l'investissement des entreprises	247	251	- 1,7 %
Énergie	1	1,4	- 29 %
Aménagement du territoire et transports	491	543	- 10 %
Qualité de la vie	230	211	+ 9 %
Actions culturelles, sportives et sociales	151	128	+ 18 %
Études et promotion	26	30	- 11 %
Autres interventions	28	21	+ 37 %
Total des dépenses d'intervention	3185	2956	+ 7,8 %



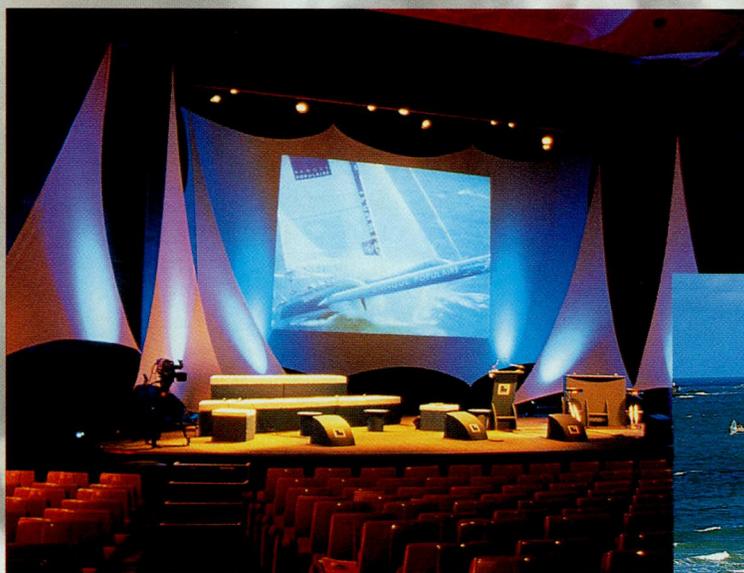
RÉSEAU MAI 2000 - N° 166

S A I N T - M A L O



CONGRÈS, RÉUNIONS, ÉCOLES SCIENTIFIQUES (50 à 700 personnes)
FORFAIT HÉBERGEMENT-RESTAURATION à partir de 400 FTTC par personne et par jour.

Travaillez au palais



PALAIS DU
GRAND LARGE



I, quai Duguay-Trouin
B.P. 109 - 35407 Saint-Malo Cedex

Tél. 02 99 20 60 20
Fax 02 99 20 60 30

e.mail : contact@pgl-congres.com
Internet : www.pgl-congres.com

Respirez au grand large

Bactéries

les frontières de la vie

Elles sont partout. Elles résistent à (presque) tout. Certaines résistent même au temps... en se transformant en spores que l'on est parvenu à "réveiller" après plusieurs siècles d'attente. Il y en a au fond des mers, vivant sous des pressions phénoménales ; certaines vivent à des températures de plus de 100°C (113°C, "record" actuel), d'autres survivent dans du méthane ou dans des lieux totalement privés d'oxygène. On en trouve dans les glaces des pôles, au sommet des montagnes, dans les sols, dans l'air... et même au cœur des organismes vivants !

Elles, ce sont les bactéries. Des organismes unicellulaires de dimension microscopique (0,2 à 0,3 mm de diamètre et de 0,3 à 100 mm de long, voire 100 fois moins chez les nanobactéries), caractérisés par l'absence de noyau défini. On les appelle cocci lorsqu'elles sont sphériques, bacilles lorsqu'elles sont cylindriques, vibrions pour les incurvées ou spirilles quand elles se présentent sous forme de petites spirales. Une molécule principale d'ADN programme leur vie. Une vie étrange et fascinante, car ces petits êtres sont capables de prouesses inouïes. Certaines peuvent synthétiser (fabriquer) des molécules organiques à partir de composés inorganiques comme des métaux lourds par exemple (synthèse par photosynthèse ou chimiosynthèse) ; on les dit alors autotrophes. Elles sont hétérotrophes, lorsqu'elles ne synthétisent que des composés organiques déjà transformés par d'autres organismes. Ce sont, par exemple, les bactéries de la "flore intestinale", ou celles qui sont responsables des caries dentaires.

Cette propriété de synthèse en fait des alliées formidables pour l'industrie, la pharmacologie, la dépollution des sols ou des eaux, l'alimentation... C'est pourquoi elles font depuis une vingtaine d'années l'objet de recherches très poussées et de nombreux dépôts de brevets. Leurs capacités à résister aux radiations, à des températures élevées, à des pressions colossales, à l'absence de lumière ou d'oxygène... sont en effet bien utiles pour travailler dans des milieux extrêmes, comme les fours, les boues de stations d'épuration, les sols pollués... Des capacités qui intéressent également les généticiens qui voient là un inépuisable réservoir de gènes.

À côté de ces enjeux économiques, les bactéries passionnent également ceux qui tentent de comprendre les origines de la vie. Car les bactéries sont parmi les premiers êtres à avoir peuplé la Terre (cf. ci-contre).

Réseau a voulu savoir où en étaient les recherches et leurs éventuelles applications. L'occasion de faire un point, un peu plus de dix ans après son lancement, sur le programme Britta. Visite guidée (un glossaire des mots techniques est disponible page 16). ■

J.F.C.

Image en microscopie électronique de *Spiroplasma melliferum*, une bactérie pathogène des abeilles.

L'arbre du vivant

Tout part de l'idée de Darwin : les espèces vivantes descendent d'espèces plus anciennes qui descendent elles-mêmes... Et ce, jusqu'à un ancêtre commun. Durant des décennies, on a donc tenté de classer les espèces, par l'étude morphologique, et ce que l'on supposait être une évolution. L'étude génétique vient de balayer l'arbre "classique". En effet, en étudiant les "chronomètres moléculaires", notamment l'ARN ribosomal (les ribosomes sont des organites intracellulaires fabriquant les protéines des cellules), que l'on rencontre chez tous les êtres vivants, on peut classer ces êtres selon une complexification qui témoigne de leur évolution. C'est ainsi qu'un nouvel arbre du vivant voit le jour depuis peu. À la place d'un ancêtre commun, apparaît en fait un ensemble de cellules primitives, ayant évolué simultanément, jusqu'à l'apparition de trois grandes lignées distinctes. D'un côté, il y a les procaryotes (cellules sans noyau) que sont les bactéries et les archéobactéries (dont la structure moléculaire - lipides des membranes, ARN messenger... - est plus proche de celle des eucaryotes que de celle des bactéries) ; et de l'autre côté, les eucaryotes (cellules avec un noyau : animaux, champignons, plantes...). ■

Les retombées de 10 ans du programme Britta

Si les biotechnologies existent depuis que l'homme a opéré une sélection animale ou végétale, elles ont été bouleversées par la découverte de la fermentation par Louis Pasteur, puis par les travaux de Mendel sur l'hérédité, qui donneront naissance à la génétique. Avec ces révolutions, les biotechnologies sont devenues particulièrement complexes et donc coûteuses. Afin de limiter ces freins économiques, le Conseil régional de Bretagne a lancé en 1988 le programme Britta, qui vise à "aider les projets industriels innovants en matière de biotechnologie, afin de créer des valeurs ajoutées".

En fait, tout débute en 1987, quand Jean-Pierre Curtes, président de l'université Rennes 1, et Claude Guérillot, professeur de chimie, ont proposé au CES (Conseil économique et social) d'examiner l'intérêt que pouvait avoir, pour la Bretagne, la création d'un programme sur les biotechnologies. Le terme "biotechnologies" était à l'époque venu de la côte ouest des États-Unis. Là-bas, ce mot désigne un ensemble de recherches de très haute technologie, regroupant principalement tout ce qui touche au génie génétique. Ces recherches étant coûteuses et de longue haleine, les Américains ont fait appel à des sociétés de capital-

risque pour financer leur programme. Mais cela n'a pas arrêté le Conseil régional de Bretagne qui décidait de lancer le programme dès l'année suivante.

Un bilan satisfaisant

Les responsables du programme se disent aujourd'hui satisfaits du bilan. C'est qu'en effet chaque année, ce sont 30 à 35 dossiers qui sont présentés, et en moyenne 10 MF d'aide accordés. En douze ans, un peu moins de 200 entreprises ont bénéficié de cette aide, qui a contribué à faire passer la Bretagne du 9^e au 5^e rang des régions françaises, en 10 ans, en matière de

dépôts de brevets. Et pour 1 F de subvention, ce sont 5 F d'investissement industriel qui sont réalisés.

Pour Jean-Luc Grosbois, responsable du service Recherche et Développement du Conseil régional de Bretagne, le nombre de 200 entreprises en 12 ans est loin d'être "faible". En effet, selon lui, "L'innovation est un risque énorme. Le fait de disposer d'un procédé techniquement au point, ne signifie en rien qu'il y a un marché pour le produit ! Et puis, si l'on met 10 F en recherche, il faut 20 F pour une unité de production et 100 F pour le lancement industriel... Si l'on n'a pas la garantie de succès commercial, on freine souvent au moment du lancement..." Ainsi raconte-t-on l'histoire de cette entreprise bretonne, qui avait trouvé un moyen radical pour éviter le pourrissement des salades, légumes hautement fragiles. Dans ce dessein, elle contrôlait à l'aide de bactéries, le pH du milieu de conservation, en faisant descendre ce dernier en dessous de 4. Le système était parfait, et les salades se conservaient merveilleusement bien. Pourtant, ce procédé parfaitement fiable n'a jamais eu de prolongement commercial : les salades ainsi traitées devenaient... acides et imangeables !

Un monde qui bouge

Parfois, c'est l'évolution du marché lui-même qui bloque l'innovation. Ainsi en est-il de la valorisation des sous-produits de boucherie. Il y a dix ans, plusieurs

▲ Voici quelques exemples de produits courants dont certains constituants (souvent à base d'algues ou d'extraits animaux), pourraient être remplacés par des polysaccharides bactériens. Les deux grands domaines d'application sont l'industrie agroalimentaire et la cosmétique, deux secteurs très développés en Bretagne.

projets de valorisation de ces produits avaient été engagés, employant des bactéries pour les traiter. Mais à l'époque, le prix de revient de ces traitements était bien supérieur au prix de vente des produits traités... D'où abandon des projets. En effet, à l'époque, les équarrisseurs achetaient ces produits. Aujourd'hui, les boucheries doivent payer 450 F la tonne pour s'en "débarrasser". Du coup, l'idée de reprendre les projets de traitements bactériologiques a été ressortie des tiroirs. Où elle est retournée de suite pour cause d'ESB (Encéphalopathie spongiforme bovine, ou maladie dite "de la vache folle"). Mais voici que ces derniers mois, les équarrisseurs ont annoncé que le prix de la tonne allait monter à 900 F environ d'ici la fin de l'année... de quoi s'interroger, pour les entreprises bouchères, sur l'intérêt d'investir dans le traitement bactériologique. ■ J.F.C.

Contact ► Service Britta, tél. 02 99 27 12 76.



Quelques chiffres

La Bretagne regroupe aujourd'hui :
 2.555 chercheurs du secteur public (6^e région française).
 2.200 chercheurs du secteur privé dont 66 % travaillent dans l'électronique et les télécommunications (3,3 % de la recherche privée nationale, 5^e rang en France), 12 % travaillent dans les biotechnologies (72 % en agroalimentaire).
 Chercheurs publics et privés représentent 4 % de la population active bretonne.
 2.905 MF dépensés pour la recherche privée dont 34 % dans le secteur de l'électronique, 14 % dans le secteur médical et 8 % dans celui de l'agroalimentaire (6^e rang en France).
 13 % des entreprises industrielles bretonnes ont un service interne de Recherche et Développement. ■



À Brest

Bactéries des grands fonds et... de l'espace

Rencontre avec Daniel Prieur, professeur à l'Université de Bretagne occidentale (UBO), et coresponsable du DEA de microbiologie fondamentale et appliquée (avec Carlos Blanco de l'université Rennes 1, et Yannick Auffray de l'université de Caen).

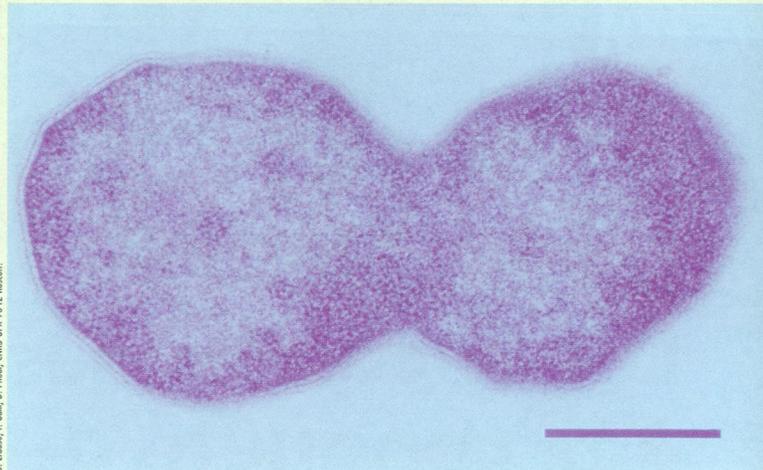
Réseau : *Quels sont aujourd'hui les axes de recherche de l'UBO, en matière de bactéries ?*

Daniel Prieur : Nous travaillons essentiellement sur les bactéries des grands fonds océaniques. Et ceci, selon trois axes de recherche. Le premier est la connaissance de la diversité biologique. C'est plus que de la systématique ! Il s'agit en effet de connaître le plus précisément possible les différents métabolismes. Devant l'immensité de cette tâche, nous nous sommes spécialisés d'un côté dans les bactéries thermophiles (adaptées à la vie au-delà de 60°C) et les hyperthermophiles (plus de 80°C). D'un autre côté, sur les bactéries barophiles, c'est-à-dire vivant sous haute pression. Le deuxième axe, c'est l'étude des mécanismes adaptatifs. Cette étude repousse sans cesse les limites de la vie. On ne sait pas jusqu'à quelle température peu-

vent vivre des bactéries, ni jusqu'à quelle pression... Cette étude est particulièrement intéressante quant aux applications possibles. Nous espérons, par exemple, comprendre un jour comment il se fait qu'à de telles températures, les protéines des bactéries ne soient pas dénaturées ! Enfin, un troisième axe porte sur les échanges génétiques de ces organismes à hautes températures. Nous sommes d'ailleurs sur le point de publier un travail qui est une première au monde avec ce type de bactéries (cf. encadré).

Réseau : *Peut-on aujourd'hui préciser l'étendue de la vie sur terre ?*

D.P. : Non. Chaque jour, on découvre de nouvelles bactéries, capables de vivre dans des conditions extrêmes. Les limites sont sans cesse repoussées ! En Méditerranée, par exemple, des forages ont été réalisés. Les plus profonds (748 m de sédiments) contiennent encore des bactéries (1,8 x 10⁶ par gramme de sédiment à cette profondeur) ! Il y a vingt ans, on ne connaissait pas d'organisme capable de vivre à plus de 80°C, aujourd'hui on en connaît qui survivent à 113°C ! Chaque limite repoussée, indépendamment de toute recherche de l'exploit, est une information sur les origines mêmes de la vie. C'est pourquoi, d'ailleurs, je participais la semaine passée (NDLR : fin mars) à une réflexion conjointe avec le Cnes et la Nasa, sur l'analyse des futurs échantillons qui seront ramenés de Mars. En tant que spécialiste des hautes pressions et des hautes températures, il est possible que notre laboratoire soit choisi pour réaliser ces analyses. L'étude des organismes des grands fonds, c'est une introduction extraordinaire à l'exobiologie, c'est-à-dire l'étude de la vie extraterrestre.



G. Ferrero, F. Gall, D. Prieur, CNRS UPR 9042 Roscoff.

Réseau : *D'autres projets ?*

D.P. : Oui, il y en a un qui me tient tout particulièrement à cœur. C'est la création d'une souchothèque, qui réunira les collections de bactéries des sources hydrothermales de l'Ifremer, les collections de l'UBO, et les collections d'Yves Tirelli et d'Adrien Binet (UBO Quimper). Le but de cette création sera premièrement de conserver ces souches très délicates, venant de partout ; et de les mettre à la disposition des scientifiques et des industriels. Bien entendu, tous les travaux qui seront menés sur ces collections se feront de manière contractuelle et payante. ■

J.F.C.

▲ Cellules en division de l'archaébactérie hyperthermophile *Pyrococcus abyssi* (température optimale 96°C), isolée d'une source hydrothermale profonde. (la barre représente un micron = 10⁻⁶ m).

Contact ▶ Daniel Prieur, tél. 02 98 49 86 00, www.univ-brest.fr/IUEM

Pour cultiver et étudier les bactéries sous haute pression, l'équipe encadrée par Daniel Prieur a mis au point un appareil tout à fait performant : "Dans des cylindres de métal capables de résister à des pressions de 100 MPa (1000 fois la pression atmosphérique), nous plaçons des seringues classiques. L'aiguille est enfoncée dans un bouchon de liège, qui les maintient droites et obture l'aiguille. Dans la seringue, nous plaçons la souche à étudier. L'ensemble est ensuite placé dans de l'eau que nous chauffons par thermorésistance à la température choisie. Le cylindre est alors hermétiquement fermé et un compresseur nous permet d'obtenir la pression choisie, l'eau poussant sur le piston des seringues.



Jean-François Collinet

Un nouveau vecteur de clonage

L'équipe du professeur Prieur devrait publier dans les semaines à venir les résultats d'un travail exemplaire. Elle est en effet parvenue à isoler chez une bactérie hyperthermophile, un plasmide, c'est-à-dire un ADN qui a la particularité d'être un vecteur de clonage. Autrement dit, lorsqu'on souhaite répliquer un gène en très grand nombre, il "suffit" de le placer en présence de ce plasmide, qui va se charger de le reproduire, par clonage, jusqu'à plus d'un million de fois. Cette technique, parfaitement maîtrisée aujourd'hui, n'avait encore jamais été employée avec ce type de bactéries. ■





Jean Guézennec, Ifremer Brest.

◀ Réalisée en polysaccharides d'origine bactérienne, cette bouteille de shampooing se dégrade entièrement sous l'action d'autres bactéries naturellement présentes dans le sol (au bout de quelques semaines = flacon du milieu, au bout de quelques mois = flacon de droite).

Les bactéries des grands fonds à la conquête de l'industrie

Présentes en abondance près des sources hydrothermales océaniques⁽¹⁾, les bactéries des grands fonds possèdent des propriétés intéressantes : dans certaines conditions de croissance, elles peuvent, pour certaines d'entre elles, produire des polymères : Il s'agit, par exemple, de polyesters biodégradables ou encore d'exopolysaccharides (longues chaînes de sucres). À Brest et à Nantes, le laboratoire de "Valorisation des produits" (Département des ressources vivantes) de l'Ifremer collectionne ces bactéries dans une souchothèque comportant, à ce jour, près de 1200 isolats microbiens et qui continue de s'enrichir au fil des campagnes menées par l'Ifremer dans toutes les mers du monde grâce notamment au sous-marin *Nautille*.

Jean Guézennec : "Parmi toutes ces bactéries, seules quelques-unes réaliseront le pari d'être économiquement rentables. Ainsi, les polyesters biodégradables d'origine bactérienne présentent sans nul doute de très sérieux atouts par rapport à leurs homologues synthétiques (bouteille de shampooing ci-dessus), mais leur développement se heurte actuellement à un coût de production trop élevé. À Brest et à Nantes, nous étudions plus spécifiquement les exopolysaccharides biosynthésés, en conditions de laboratoire, par les bactéries issues des écosystèmes hydrothermaux et nous évaluons leurs applications dans différents domaines : l'environnement, l'industrie agroalimentaire, la cosmétique, la pharmacologie... Ces polymères bactériens présentent un certain nombre d'avantages par rapport à leurs homologues d'origine animale ou végétale, comme une plus grande diversité, l'absence de dépendance climatique et politique, ou encore un contrôle plus aisé de leur biosynthèse et des processus de fermentation. Ils pourraient, considérant les propriétés rhéologiques (épaississants, gélifiants, stabilisants...) observées, se substituer

à ces polysaccharides et trouver des applications dans l'agroalimentaire, l'agrochimie ou encore la cosmétologie. Nous travaillons également sur les substituts à certains médicaments, dont l'origine ou encore les effets secondaires peuvent poser problèmes, comme par exemple l'héparine, un anticoagulant et antithrombotique très utilisé et extrait de la muqueuse intestinale du porc."

Les enjeux de la valorisation

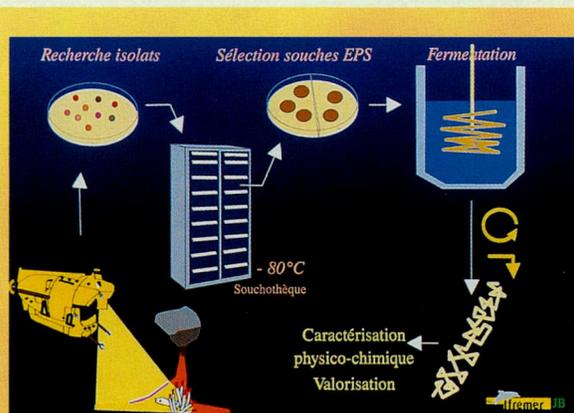
Pour conclure, Jean Guézennec estime que bien que présentant de réelles potentialités, la limite actuelle au développement de ces molécules dans la grande consommation se situe principalement au niveau des coûts, encore élevés (environ 10 fois à 100 fois plus chers que les polysaccharides actuels, toute origine confondue). Mais pour des applications à haute valeur ajoutée, notamment dans le domaine de la santé, certains résultats sont d'ores et déjà extrêmement encourageants : "Nous menons actuellement des études approfondies dans le domaine des anticoagulants et des antithrombotiques, ainsi que dans celui, très prometteur, de la régénération tissulaire et cicatrisation osseuse. D'autres activités biologiques ont été

démonstrées chez ces molécules et un de ces polysaccharides est actuellement en phase de développement industriel avec, comme domaine d'application, la cosmétologie."

D'autres travaux portent sur la libération progressive dans l'organisme, de médicaments encapsulés dans ces polysaccharides. "On parle ainsi d'hydrogels intelligents ou encore de microsphères à diffusion contrôlée qui réagiraient à l'acidité, à la lumière, à la température, pour ne libérer que progressivement le principe actif ou au moment où l'organisme en a réellement besoin (exemple : libération automatique d'insuline en cas de crise de diabète)." Ces travaux tendent vers une médecine plus spécifique, plus efficace et moins risquée. Il reste encore beaucoup à découvrir, mais sans oublier que la manipulation des bactéries doit être sévèrement contrôlée pour éviter tout risque de contamination de l'homme ou de l'environnement. ■ H.T.

⁽¹⁾ Cheminées émettant des fluides hydrothermaux et entretenant autour d'elles tout un écosystème spécifique, sans oxygène, ni lumière, avec un fort gradient de température (parfois 100°C d'écart sur de courtes distances), sous des pressions élevées (autour de 100 à 300 fois la pression atmosphérique) et des hautes teneurs en métaux lourds et autres éléments toxiques.

Contact ▶ Jean Guézennec, tél. 02 98 22 45 26.



▲ Le travail de criblage et de mise en évidence d'exopolysaccharides bactériens se déroule en plusieurs étapes : identification de la bactérie, culture, extraction et purification du polysaccharide, caractérisation (chimique, rhéologique...), valorisation. Cette dernière partie peut être réalisée en collaboration avec un industriel.



Cet article a été rédigé suite à la conférence donnée par Jean Guézennec à Rennes, le 5 avril dernier, dans le cadre des "Mercredis de la mer", cycle organisé par l'Espace des sciences en collaboration avec l'Ifremer.

Les centres de transfert utilisateurs de bactéries

Mis en place ou renforcés dans le cadre du programme Britta, plusieurs centres d'étude et de transfert de technologie ont joué un rôle important dans la valorisation industrielle des bactéries en Bretagne. Nous en avons rencontré trois : l'Isamor, le Ceva et CBB Développement.

L'Isamor : une pépinière de recherches

Rencontre avec Adrien Binet, directeur de l'Isamor⁽¹⁾, qui nous fait le point sur les recherches entreprises dans ses laboratoires.

Un peu dans le même domaine, nous travaillons également, en collaboration avec l'Ifremer et l'IUEM (Institut universitaire européen de la mer), sur les conditions de contamination des palourdes par un vibron (bactérie ayant la forme d'une virgule). Enfin nous travaillons à la détection des bactéries par anticorps monoclonaux : on utilise un anticorps du sang de souris (lymphocyte-B), qui va réagir de manière spécifique contre un unique déterminant antigénique. Par ce biais, nous cherchons à détecter certaines bactéries non pathogènes mais qui lorsqu'elles sont présentes dans le lait, produisent des défauts dans la fabrication du fromage de gruyère." ■

⁽¹⁾ Isamor : Institut des sciences agroalimentaires et du monde rural.

Contact ► Adrien Binet, tél. 02 98 90 85 48, binet@iutquimp-univ-brest.fr



▲ La fabrication de l'emmental nécessite l'action de bactéries spécifiques, dites "propioniques". D'autres bactéries naturellement présentes dans le lait sont essentielles à l'élaboration des yaourts : toutes ces bactéries sont utiles à l'homme.



► Le Centre d'étude et de valorisation des algues utilise des bactéries pour produire des alginates en grande quantité (production par fermentation). L'objectif est de mettre au point de nouvelles molécules thérapeutiques pour remplacer certaines molécules d'origine animale dans les médicaments et les produits cosmétiques.

Ceva : alginates et fucanes

Le Ceva travaille dans deux domaines :

La production d'alginates lyse par fermentation. Les alginates sont des polysaccharides extraits d'algues, dont le pouvoir épaississant et gélifiant est utilisé dans de nombreux secteurs de l'industrie (textile, agroalimentaire...). Ils sont extraits de l'algue *Laminaria digitata*. Les bactéries utilisées sont du genre *Pseudomonas azotobacter*. Le Ceva qui travaille en collaboration sur ce projet avec l'Ifremer, depuis 1990, et a reçu le soutien de l'Anvar, a déposé un brevet européen ainsi que la souche bactérienne.

Isolement de bactéries à activité fucanolytique. Les fucanes sont des polysaccharides sulfatés, présents dans les parois des algues brunes

(*Fucus serratus*, *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*). Ces polysaccharides possèdent une structure analogue à celle de polysaccharides d'origine animale, comme l'héparine et les chondroïtines sulfates qui ont de nombreuses applications médicales (anticoagulant, anti-thrombotique, cytostatique (traitement des métastases cancéreuses), antiviral, traitement de la maladie d'Alzheimer (blocage des réponses immunitaires)). Cette recherche est menée en collaboration avec l'Unité de recherches marines n° 2 (LRM/CNRS, université de Paris XIII, Ifremer Nantes). Une thèse est en cours de réalisation au Ceva. ■

Contact ► Vincent Lognone, tél. 02 96 22 93 50, algue@ceva.fr

CBB Développement

Centre de biotechnologies en Bretagne, CBB Développement met à la disposition des entreprises une veille documentaire (la veille Britta), des conseils technologiques, des expertises, des audits en environnement, des recherches sous contrat et participe au montage des dossiers financiers. ■



Contact ► Nathalie Letacconoux, tél. 02 99 38 33 30, cbb-devt@univ-rennes1.fr



Les bactéries en entreprise

Grâce au soutien de l'Anvar et du Conseil régional de Bretagne, plus d'une trentaine d'entreprises utilisent aujourd'hui les bactéries dans leurs procédés industriels, procédés souvent mis au point avec l'aide du centre de transfert CBB Développement (voir page 13). Mais la plupart de ces entreprises sont toujours en phase expérimentale, et ne souhaitent pas communiquer sur leurs travaux, pour des raisons évidentes de secret industriel. Réseau en a cependant visité quelques-unes particulièrement représentatives : Bio Armor, HTL et Labo Bugs.

Bio Armor : des bactéries à la place d'antibiotiques !

Créée en 1984, la société Bio Armor de Plaintel (22) a développé et commercialise un mélange très intéressant de bactéries à ajouter dans l'alimentation des porcs, afin de protéger ceux-ci des germes pathogènes. Vers la fin des antibiotiques ?

On le sait, à force de consommer des antibiotiques, nous favorisons les résistances des virus et bactéries à ces produits... Ce qui n'est pas sans poser de problème, puisque rares sont les molécules capables aujourd'hui de remplacer lesdits antibiotiques. Or, sans le savoir toujours, nous avalons quotidiennement ces médicaments, en consommant viandes et poissons... C'est que les animaux d'élevage ont, eux aussi, besoin d'être protégés contre les maladies. Un cercle vicieux ? Pas sûr...

Spécialiste de l'alimentation animale, la société Bio Armor propose en effet une solution originale, en tout cas, en ce qui concerne les porcs. L'idée est "simple" (elle a

quand même nécessité 20 MF d'investissement !) : on prend une bactérie *Lactobacillus farciminis*, qui est naturellement présente dans la flore intestinale des porcs. Sa fonction : inhiber le développement des flores pathogènes. Ensuite, par un procédé dit de "nébullisation-séchage", classiquement utilisé pour fabriquer des poudres, les bactéries sont cultivées, concentrées puis englobées dans une matière grasse (sa nature est un secret industriel), qui va protéger la bactérie des stress thermiques, hydriques et mécaniques. Il ne reste plus ensuite qu'à intégrer le tout dans les aliments, et le tour est joué... Cet inhibiteur de pathogènes du porcelet est commercialisé sous le nom de Biacton. ■

Bio Armor
Biotechnologie Animale

Contact ► Hélène Perrigaud,
tél. 02 96 32 04 33, bioarmor@wanadoo.fr,
www.bioarmor.com

HTL : algues et cosmétiques

HTL s'inscrit dans un groupe avec deux autres sociétés : Javenech, spécialiste de l'extraction de matières premières à partir de produits marins, et Labo Caref, contrôle de production et prestation de services.

Par fermentation bactérienne, HTL synthétise une molécule polysaccharide qui est utilisée en cos-

◀ Culture de macroalgues en mer : les entreprises de valorisation de molécules extraites d'algues sont très intéressées par la production de ces molécules en fermenteur (action des bactéries), car la ressource naturelle est fragile (climat, pollutions...).

métologie, pharmacologie et dans certains dispositifs médicaux comme par exemple, un substitut visco-élastique pour la chirurgie de l'œil. ■

Contact ► Michèle Ranson,
tél. 02 99 99 37 37, 02 99 99 05 36,
contact@javenech.com,
www.javenech.com

Labo Bugs : traitement de l'environnement

Créé en 1996, le Labo Bugs s'est spécialisé dans l'utilisation des micro-organismes pour les traitements spécifiques de l'environnement. Il commercialise aujourd'hui plus de 65 produits allant du traitement des rejets vinicoles, au détachant enzymatique pour tapis, moquettes, tissus, sols de garages et parkings... En passant par le traitement des hydrocarbures, des systèmes aquatiques (piscicultures, lagunes, plans d'eau...), des fumiers et déchets de l'élevage, des stations d'épuration... ■

Contact ► Labo Bugs,
tél. 02 96 45 54 54.



▲ Le "Bugs Farm" fonctionne comme un incubateur biologique : aisément transportable dans une fourgonnette, il est utilisé pour traiter les colonnes d'eaux usées des immeubles.



Décontamination des sols : les bactéries nettoyeuses

La décontamination des sols pollués, tout le monde sait le faire ! Pas si évident que ça : un grand groupe international, ENSR, a créé une filiale HPC autour de cette spécialité. À Rennes, HPC Envirotec est dirigée par Franck Karg. Sa mission : aider l'Europe à traiter ses sols pollués, notamment en stimulant l'activité bactérienne naturelle des sols. Géologue et géochimiste de formation, Franck Karg dirige HPC Envirotec à Rennes depuis sa création en 1992. L'entreprise compte aujourd'hui 12 collaborateurs, pour un chiffre d'affaires d'environ 10 MF.



Helène Tatinon

Il existe quatre types de traitement des sols (voir encadré). La solution bactérienne est l'une des moins coûteuses et des plus efficaces, mais elle nécessite des études préalables très poussées. *"Il faut savoir que 90 % des bactéries présentes naturellement dans le sol ont une action efficace en matière de dépollution. Le seul problème est qu'elles sont difficiles à cultiver en laboratoire. Plutôt que de chercher, à prix d'or, de nouvelles souches de bactéries cultivables, nous privilégions la flore microbiologique naturelle, pour des raisons tout autant écologiques qu'économiques"*, explique Franck Karg.

Comment ça marche ?

Les bactéries sont les actrices de la biodégradation (détérioration de matériaux par des organismes vivants). Utilisées principalement pour dégrader les composés organiques (hydrocarbures, pesticides et dérivés, solvants chlorés...), les bactéries servent aussi à transformer et à récupérer certains métaux. À chaque type de polluant correspond un ou plusieurs micro-organismes (voir encadré).

De l'étude aux travaux de décontamination

Avant toute intervention et selon une méthode validée par le ministère de l'Environnement, HPC Envirotec procède à une étude très complète des mécanismes naturels

de dépollution, allant jusqu'à identifier des séquences génétiques de bactéries, de manière à déterminer les meilleurs moyens de stimuler l'action de dépollution. Pour beaucoup de contrats, l'activité d'HPC s'arrête à cette étude, transmise ensuite à d'autres opérateurs. Mais pour les clients dits "sensibles", comme l'industrie de l'armement, HPC Envirotec assure une maîtrise d'œuvre complète, avec traitement du sol "in situ" jusqu'à décontamination totale. *"La prise en charge complète évite de mauvaises surprises, comme par exemple de retrouver dans un sol traité, des produits transformés plus toxiques que ceux éliminés"*, explique Franck Karg, qui compare l'art de la dépollution à celui de la vinification : *"Selon la technique, on obtient soit du champagne, soit du vinaigre."*

Des besoins hélas croissants...

En matière d'environnement, les technologies du vivant sont efficaces, mais complexes. Leur maîtrise vaut à Franck Karg d'être expert, non seulement au tribunal de grande instance de Rennes, mais aussi au ministère de l'Environnement à Paris. Franck Karg voyage beaucoup, se rendant notamment en Israël pour y installer et y diriger une nouvelle agence de HPC. Intervenant jusqu'en Russie pour le traitement d'anciens sites industriels, HPC Envirotec est aussi consulté

GESTION DES SITES (POTENTIELLEMENT) POLLUÉS
LA POLITIQUE NATIONALE EN MATIÈRE DE PRÉVENTION ET DE RÉMÉDIATION DES SITES ET SOLS POLLUÉS
LE PRÉ-DIAGNOSTIC
LE CADRE ETUDIÉ DES SOUS-STRATÉGIQUES INDIVIDUELLES
LA STRATÉGIE NATIONALE D'ÉVALUATION NATIONALE DES RISQUES

▲ Franck Karg a participé à l'élaboration du guide de gestion des sites potentiellement pollués, édité par le ministère de l'Environnement.

pour la gestion des déchets de la marée noire de l'Erika... La technique d'HPC Envirotec, plutôt globale et favorisant les mécanismes naturels au lieu de les contrer, séduit de plus en plus les scientifiques et politiques penchés au chevet des sols malades. ■ H.T.

Contact ▶ Franck Karg, tél. 02 99 41 61 68, HPC.FRANCE@wanadoo.fr



Qu'est-ce qu'un sol pollué ?

L'appellation "site pollué" recouvre les sites dont le sol, le sous-sol ou les eaux souterraines ont été pollués par d'anciens dépôts de déchets ou par l'infiltration de substances polluantes.

Quatre types de traitements sont envisagés :

Le confinement

Mise en place d'une barrière empêchant les transferts entre la source de pollution et le milieu environnant.

Le traitement "ex situ"

Les terres polluées sont excavées et traitées dans un centre extérieur au site.

Le traitement "on site"

Les terres polluées sont excavées, traitées par une unité mobile sur le site et remises en place.

Le traitement "in situ"

Mis en place dans le sol pollué, il peut être biologique (action de bactéries), chimique ou physique (combustion, ventilation...).

À chacun son remède...

Quelques correspondances entre polluants et bactéries dépolluantes

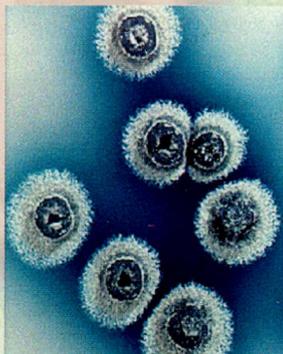
- Nitrates *Comamonas, Hyphomicrobium*
- Phosphates *Acinetobacter, Moraxella*
- Pesticides *Enterobacter*
- Dioxines *Brevibacterium*
- Cyanures *Thiobacillus, Rhizoctonia*
- Composés soufrés *Thiobacillus*
- Caoutchoucs *Sulfolobus, Rhodococcus, Thiobacillus*
- Huiles, graisses *Pseudomonas, Xanthomonas, Bacillus*
- Hydrocarbures *Acinetobacter, Flavobacterium, Bacillus, Pseudomonas, Achromobacter, Arthrobacter*
- Métaux lourds *Saccharomyces, Rhizopus, Chlorella, Thiobacillus, Zoogloea*



Pour en savoir plus

La théorie des endosymbiotes

Depuis quelques années, les biologistes avancent l'hypothèse suivante : aux origines de la vie, les procaryotes (organismes sans noyau) initiaux auraient évolué en eucaryotes primitifs, c'est-à-dire avec un noyau, pour protéger leur ADN des bactéries dont ils se nourrissaient. On pense que ces eucaryotes ont progressivement absorbé puis conservé ces cellules dites alpha-protéobactériennes. Ces dernières auraient progressivement perdu leur autonomie et auraient transféré une partie de leurs gènes au noyau de leur hôte, se transformant en mitochondries. De même, chez les plantes eucaryotes porteuses de mitochondries, ce serait l'absorption de cyanobactéries qui aurait donné naissance aux chloroplastes. ■



John Innes Centre

▲ Image en microscopie de *Streptomyces coelicolor*. Ces bactéries filamenteuses sont impliquées dans la décomposition du sol. Leur intérêt en industrie tient à la diversité des produits qu'elles fabriquent, notamment de nombreux antibiotiques.

Les bactéries des grands fonds

Température, lumière, concentration d'oxygène et de matière organique, salinité et acidité sont des paramètres clés qui définissent l'hospitalité d'un milieu aux êtres vivants. C'est tout du moins ce que l'on croyait avant 1980, et la découverte, par plus de 5 000 m de fond, d'une vie étrange qui s'agglutine autour de "sources hydrothermales", véritables cheminées volcaniques, crachant des fluides à plus de 350°C. En fait, on soupçonnait déjà l'existence d'animaux barophiles, après que l'on ait isolé à la fin des années 70, des bactéries vivant dans l'appareil digestif d'invertébrés des abysses (amphipodes, holothuries...). L'une des bactéries les plus remarquables, étudiée par l'équipe de Daniel Prieur, est *Thermococcus barophilus* qui est à la fois barophile et hyperthermophile (voir glossaire). Une surprise, les bactéries barothermophiles sont mieux adaptées, en laboratoire, à des pressions supérieures à celles de leur environnement d'origine. Cela pourrait signifier qu'elles viennent de régions encore plus profondes ? ■

Les effets des antibiotiques sur les bactéries

Les effets des antibiotiques sont extrêmement divers puisqu'ils dépendent de l'antibiotique, du germe étudié, de l'état physiologique de la bactérie ou du champignon inférieur, de l'environnement d'étude (*in vitro*, conditions physiques et chimiques, *in vivo*, organe considéré). En pratique on étudie l'effet des antibiotiques essentiellement *in vitro* et dans des conditions normalisées de culture. Pour les bactéries, le milieu de culture est le milieu dit de Mueller-Hinton dont la composition est maintenue aussi constante que possible par les fabricants, le pH d'étude est 7,2, la température d'étude est de 35 à 37°C, l'atmosphère (aérobie/anaérobie) dépend des exigences du germe. L'effet des antibiotiques n'est que rarement étudié au niveau cellulaire, c'est l'effet sur la population bactérienne qui est analysé. Le résultat final est donc statistique et

ne reflète pas les réactions d'un individu microbien donné. ■

Source : Faculté de médecine de l'université de Lyon sud.

◀ Grâce aux bactéries anaérobies des grands fonds océaniques, une faune exubérante (ici des vers géants) a pu se développer dans des conditions où la vie semblait impossible.

7 juin 2000/ Colloque de microbiologie

Quimper : Le laboratoire de microbiologie appliquée de Quimper et le Laboratoire de microbiologie marine de l'IUEM organisent le troisième colloque de microbiologie. Comme pour les deux précédents colloques (1997 et 1998), les microbiologistes du Finistère (Université, CNRS, Ifremer, Inra, Museum, Collège de France, centres techniques, industriels...) se retrouveront pour exposer leurs travaux. ■

Glossaire

- **Anaérobie** : sans oxygène.
- **Antibiotiques** : substances ayant la propriété d'empêcher la croissance des micro-organismes ou de les détruire.
- **Autotrophes** : capables de se développer à partir d'éléments non organiques (minéraux, métaux, gaz...).
- **Barophile** : adapté aux grandes pressions.
- **Hétérotrophes** : se dit de bactéries qui ne peuvent vivre qu'à partir d'éléments organiques.
- **Plasmide** : élément d'ADN extrachromosomique.
- **Thermophile** : adapté aux températures supérieures à 60°C.

Quelques sites web...

- De l'atome à l'organisme : <http://christian.combettes.free.fr/delatomelorgan/>
- Une liste complète des noms de bactéries (recense 1 247 bactéries différentes) : <http://www-sv.cict.fr/bacterio/>
- Sites du programme Britta : <http://www.cbb-developpement.com/abonnes/frames.htm> et <http://www.regionbretagne.fr/french/recherche/soutiens/3e6.htm>
- Dictionnaire de bactériologie vétérinaire : <http://www.cict.fr/bacterio/baccico/garde.html>
- Le monde des Procaryotes : <http://members.aol.com/avallet03/microbio/procaryotes.htm>
- Service "Valorisation des produits" de l'Ifremer : <http://www.ifremer.fr/francais/org/drvvp.htm>
- Centre de biotechnologies en Bretagne : <http://www.cbb-developpement.com/>
- Centre de compétences en agroalimentaire : <http://www.adria.tm.fr>
- Centre d'étude et de valorisation des algues : <http://www.ceva.fr>
- Laboratoire de microbiologie et sécurité alimentaire de Brest : <http://www.univ-brest.fr/Recherche/Laboratoire/MSA/>

Du côté des entreprises

● Bretagne ressources humaines "BRH+"

Rennes : La société IDP (Ingénierie et développement en pédagogie) a été retenue par la Chambre régionale de commerce et d'industrie de Bretagne pour mettre en place un dispositif d'accompagnement à distance des PME bretonnes dans le domaine des ressources humaines. Cette action prend place dans le cadre du programme BRH+, qui doit aider les entreprises à s'adapter aux évolutions technologiques et économiques, notamment dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication (Stic).

► Rens. : Didier Chauvin, tél. 02 99 12 73 90, www.idp9001.com

● Mémoire et métal



Prothèses à mémoire de forme (pour les osselets des oreilles).

Bruz (35) : L'entreprise Memométal Industries, née en Savoie, va s'installer sur le campus de Ker Lann en décembre 2000. Cette entreprise maîtrise la technologie des alliages métalliques à mémoire de forme dont les applications industrielles (automobile, spatial, robotique) et médicales (prothèses, agrafes...) sont très

variées. Cette délocalisation devrait faire passer l'effectif de l'entreprise de 20 à 51 personnes et le chiffre d'affaires de 14,5 MF à 36 MF en 2002.

► Rens. : Bernard Prandi, tél. 04 79 36 18 79.

● Les lauréats Isogone

Isogone, association d'étudiants du pôle d'enseignement supérieur et de recherche agronomique de Rennes, encourage les efforts d'innovation des PME. Elle a remis vendredi 31 mars dernier, les prix 2000 de l'innovation agroalimentaire bretonne. Le prix "innovation produit" a été décerné à la laiterie de Saint-Malo pour son fromage frais à la menthe ; le prix "innovation emballage" à Alremer pour ses moules marinières à la crème et le prix "encouragement" à la Crêperie morbihannaise pour ses "Récrêp".

► Rens. : Isogone, tél. 02 99 59 48 22, isogone@agrorennes.educagri.fr

● Singapour s'intéresse aux nouvelles technologies bretonnes



Rennes : Invités par le Medef international, dix responsables économiques de Singapour ont récemment visité France Télécom R&D et cinq autres sociétés innovantes dans le domaine des technologies : Siradel, AQL, Etiam, groupe RDC/Weather World Productions et Teamlog. L'objectif de ces rencontres est d'établir des partenariats technologiques entre Singapour et la Bretagne.

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

● Une nouvelle remorque ergonomique



Montée sur vérins hydrauliques, la nouvelle remorque se place au niveau des cueilleurs pour une meilleure ergonomie.

Cléder (29) : Pour éviter le tassement des sols et faciliter le travail des cueilleurs, André Méar, producteur de légumes du Léon et Pierre Le Saout, son fournisseur de matériel agricole, ont mis au point un nouveau type de remorque, trois fois plus légère que les autres, équipée pour la première fois de roues arrières directionnelles téléguidées et de plateaux de cueillette sur vérins réglables en hauteur. La conception et la fabrication de la remorque ont bénéficié d'une aide financière publique destinée aux petites entreprises innovantes, la Prestation technologique réseau.

► Rens. : Adeline Le Marec, tél. 02 99 67 42 03 ; Pierre Le Saout, tél. 02 98 69 41 67 ; André Méar, tél. 02 98 69 40 78 ; contact@bretagne-innovation.tm.fr

● Presse à boues itinérante

Langueux (22) : L'agence Armor de Générale des eaux a imaginé une solution pour faire face aux nouvelles contraintes engendrées par la législation récente sur l'épandage des boues d'épuration. Il s'agit d'une presse qui sèche les boues afin

de permettre leur transport jusqu'aux centres de traitement. Montée sur un semi-remorque, la presse se déplace de station en station en fonction des besoins locaux.

► Rens. : Vincent Gouesbet, tél. 02 96 62 75 77.

● La Sicamob se lance sur Internet



La Sicamob a vendu près de 90 000 bovins en 1999, ce qui représente un chiffre d'affaires d'environ 24 millions de francs.

Guerlesquin (29) : Face à la régression constante du cheptel laitier, la Société d'intérêt collectif agricole des marchés organisés de Bretagne (Sicamob) vient d'annoncer qu'elle lancerait cet été un marché sur Internet, le "Channel Food", en collaboration avec l'Agromarché international (AMI), une société internationale spécialisée dans les ventes aux enchères. Quatre sections de vente seront proposées : bovins, œufs, poissons et céréales.

► Rens. : Jean-François Gourlaouen, tél. 02 98 63 59 11, www.sicamob.com

● Médaille de bronze

Brest : Le 22 mars dernier, le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) a remis une médaille de bronze à Olivier Ragueneau, 32 ans, chercheur à l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM). Cher-

RECRUTER

un travail collectif

cpc
Consultants

Une exigence d'exigences
depuis 1980

Pour réunir toutes les conditions de réussite, un recrutement ne doit pas être une tâche solitaire.

Cette **nécessité** a pour corollaire que le consultant qui suit votre dossier n'est jamais seul.

Derrière lui, il y a **toute une équipe qui travaille** : psychologues, graphologues, consultants spécialisés, aidés par leurs assistantes ; c'est toute l'expertise collective d'équipes expérimentées (moyenne : onze ans de recrutement) formées (cinq ans après le Bac minimum) mûres (30 ans au moins).

Recruter c'est un travail d'équipe où chacun, utilisant des outils déterminés **confronte sans cesse ses conclusions à celles de ses équipiers**.

CPC Consultants - Centre Alphaxis - 35769 Rennes Saint-Grégoire Cedex - Tél. 02 99 23 19 78 - Fax. 02 99 23 46 70.

cpc



Marcelle Piau

cheur au CNRS depuis 1995, il travaille sur le cycle du silicium dans les océans. Cet élément, composant naturel des diatomées (algues microscopiques), joue un rôle fondamental dans l'activité biologique des milieux côtiers perturbés, tel la rade de Brest.

► Rens. : Olivier Raguenau, IUEM, tél. 02 98 49 86 00.

● L'IFRTP à l'honneur



Marcelle Piau

Brest : Le 7 avril dernier, Gérard Jugie a reçu des mains de Jean-Marie Bertrand, trésorier à la Cour des comptes, la médaille de l'ordre national du Mérite. Corrézien d'origine, Gérard Jugie est docteur en chimie structurale et docteur ès sciences physiques. Il a passé l'essentiel de sa carrière au CNRS, où il est entré comme chercheur juste après guerre. En 1982, il devient le premier chargé de mission "industrie" de cet organisme.

► Rens. : Gérard Jugie, tél. 02 98 05 65 00, <http://www.ifremer.fr/ifrtp>

● Grand prix Inserm



M. Desgouttes, Inserm

Paris : L'Inserm a décerné le premier grand prix de la recherche médicale à Arnold Munnich pour l'ensemble de ses recherches sur les maladies génétiques de l'enfant. Chef du service de génétique de l'hôpital Necker (enfants malades) à Paris, Arnold Munnich a toujours privilégié la continuité entre la recherche fondamentale et la recherche clinique, en ayant cessé d'appliquer à l'enfant malade les retombées des formidables avancées de la génétique.

► Rens. : Claire Roussel, tél. 01 44 23 60 85, roussel@tolbiac.inserm.fr

● Éradication des rats

Molène (29) : Lancé en 1994 sur huit îles bretonnes, le programme d'éradication des rats (surmulots ou rats d'égoût) est un succès complet. Introduits il y a environ trois siècles par l'homme, les rats avaient provoqué la disparition de plus de 40% des espèces d'oiseaux nichant traditionnellement dans les îles. Michel Pascal, directeur de recherche à l'Institut national de la recherche agronomique (Inra), dresse un premier bilan : "Depuis l'éradication,



Inra

Il n'y a plus un seul rat sur Trielen (archipel de Molène) : les oiseaux vont pouvoir recommencer à y nicher en toute sécurité !

le nombre de couples d'oiseaux marins reste stable, mais les nicheurs terrestres ont triplé, voire quadruplé. Les sternes sont revenues et on assiste à une explosion des musaraignes, de petits insectivores."

► Rens. : Michel Pascal, tél. 02 99 28 53 79.

● La Société géologique redémarre...



J. Piau, Institut de géologie

Après une période d'inactivité de plusieurs années, la Société géologique et minéralogique de Bretagne (SGMB), créée en 1920, renaît de ses cendres. Ses objectifs sont focalisés sur la connaissance, la préservation et la mise en valeur du patrimoine géologique armoricain. Une attention particulière est portée à l'évaluation et à la mise en valeur des sites géologiques remarquables. Un programme d'excursions et de conférences sera très prochainement proposé.

► Rens. : jean-jacques.chauvel@univ-rennes1.fr

Les échos de l'Ouest

● Ozone à Brest



Brest : Depuis un an, Air Breizh surveille l'air brestois. Sans être alarmant, le bilan n'est pas parfait. Du fait d'une pollution à l'ozone (O₃), un gaz très toxique produit par la combustion de carburants fossiles, l'air de Brest serait "meilleur que celui de Paris, mais moins bon que celui de Rennes". Ceci dit, pas de panique, avec une moyenne de 50 à 70 mg/m³ on est encore loin de la cote d'alerte qui est de 180 mg/m³ d'air !

► Rens. : Air Breizh, tél. 02 23 20 90 90.

Du côté d'Internet

● Les entreprises de l'Ouest recrutent sur Internet



Automobile, mécanique, logistique, chimie... 11 000 postes sont à pourvoir rapidement, tous en Bretagne ! Pour recruter rapidement, les entreprises utilisent de plus en plus les sites web : dépôt d'offres d'emploi en ligne, consultation de profils professionnels... Site gratuit, Bretagne Compétences reçoit 600 curriculum vitae par mois et aide régulièrement 250 entreprises de l'Ouest à recruter de nouveaux collaborateurs.

► Rens. : www.bretagne-competences.com

● Les Nets d'Or 2000



Rennes : Pour la deuxième année consécutive, France Télécom organisait cette année un concours afin de récompenser les meilleures "pages perso" des internautes de l'an 2000. Franc succès puisque plus de 6 500 personnes se sont inscrites en ligne dans l'une des six rubriques proposées : Tourisme et régions, Les inclassables, Sport et loisirs, Art et culture, Sciences et techniques, les PME s'affichent. Deux des vainqueurs régionaux ont reçu une récompense au niveau national : l'un a remporté le Net d'or dans la catégorie "Sciences et techniques" (notre photo : Boris Gourevitch - www.multimania.com/bgourevitch), le second a remporté le Net d'argent dans la catégorie "Arts et culture".

● Une porte sur le Japon



Rennes : Créé par la société Ystel, le site du Centre franco-japonais de management (CFJM) offre l'accès à de nombreux liens sur la culture, l'économie ou la technologie japonaise. Vous y trouverez en particulier, les pages de l'association des anciens diplômés du CFJM, qui regroupe environ 100 personnes depuis 1994, dont un tiers vit et travaille au Japon. Avec son moteur de recherche "spécial Japon", ce site est utile à toute entreprise ou laboratoire de recherche situé en Bretagne et cherchant à développer des partenariats avec le Japon. La société Ystel a aussi mis en ligne l'association Air Breizh (mesure de la qualité de l'air en Bretagne) et le guide du Petit Fûté (comportant de très nombreuses rubriques, dont un guide des 1 001 meilleurs vins à moins de 40 FF la bouteille).

► Rens. : Marina Chanu, tél. 02 99 53 11 11, www.cfjm.org
www.airbreizh.asso.fr/ - www.petitfute.com

À lire

● Le guide des Télécoms nouveau est arrivé

La 9^e édition du guide des Télécoms, du Multimédia, du Câble et du Satellite comporte une nouvelle étude sur les fusions et les acquisitions dans le secteur des télécommunications, trois grandes rubriques Télécoms, Multimédia, Câbles et Satellite et vingt sous-rubriques plus détaillées. Il propose en outre un chapitre sur les activités annexes autour des télécoms et deux index pour trouver un contact rapidement (disponible également en support informatique et électronique).

► Rens. : Agnès Heydari, tél. 01 42 17 47 00, www.novamedia.fr



● "Des chaluts et des hommes" est le titre du bulletin n° 7 du CCSTI/Maison de la mer de Lorient

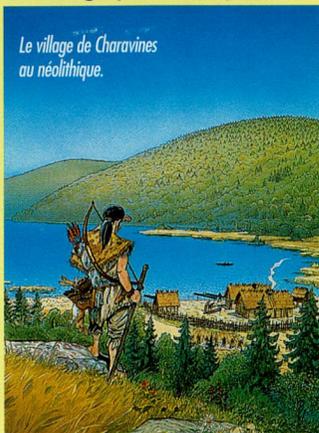


Cet ouvrage tente de présenter sereinement et objectivement les contraintes et les conséquences de l'emploi du chalut, une technique vieille de plusieurs siècles. Il fournit des éléments permettant une réflexion sur l'évolution et la réalité complexe de ce type de pêche. 40 pages, 50 illustrations, 50 F + 12 F de frais de port.

► Rens. : Pierre-Yves Dahirel, tél. 02 97 84 87 37.

Expositions

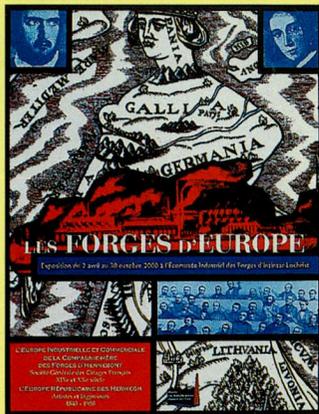
● Jusqu'au 30 septembre/ Un village préhistorique



Dessin Aurèle Hilar, musée de préhistoire de Carnac.

Carnac (56) : Le musée de préhistoire de Carnac vous invite à découvrir le quotidien de Charavines, un village situé dans le Dauphiné, contemporain des hommes qui ont érigé les mégalithes de Carnac ; découvrez leurs outils, leur habitat et des objets prouvant que nos ancêtres commerçaient déjà avec d'autres régions d'Europe.

► Rens. : Brigitte Richart, tél. 02 97 52 66 35.



D.R.

● Jusqu'au 30 octobre/ Les forges d'Europe

Inzinzac-Lochrist (56) : L'écomusée industriel des Forges présente une nouvelle exposition sur le thème "Les forges d'Europe", qui comporte deux parties : l'une sur l'Europe industrielle et commerciale de la compagnie mère "les forges d'Hennebont", aux 19^e et 20^e siècles, l'autre sur la famille de Camille-Horace Herwegh, directeur des forges d'Hennebont entre 1912 et 1938, ancien maire d'Hennebont et vice-président du Conseil général du Morbihan.

► Rens. : Écomusée, tél./fax 02 97 36 98 21.

Formations

Chez Archimex

● 23 et 24 mai/ Extraction liquide/liquide

 Vannes : Organisée par Archimex, cette session intéressera les ingénieurs et techniciens utilisant les procédés d'extraction liquide/liquide au niveau industriel.

► Rens. : Nora Monthuis, tél. 02 97 47 97 35, www.archimex.com

À l'Adria

● En mai

 L'Adria (centre de transfert pour les industries agroalimentaires) propose deux sessions de formation : l'une sur la "Biologie moléculaire et ses applications", les 16, 17 et 18 mai 2000, à Paris ; l'autre sur la "Date limite de consommation (DLC) : détermination et optimisation", les 23 et 24 mai 2000, à Rennes.

► Rens. : Jean-René Geoffroy, tél. 02 98 10 18 18.

Formation en technologie

● 30 et 31 mai

 Présence Bretagne propose six stages de formation à l'innovation, pour les conseillers technologiques bretons ainsi que pour les entreprises. Les 30 et 31 mai, à Groix (56), les thèmes abordés seront le marketing et les projets innovants. Pour les autres stages : prospection commerciale ; prédiagnostic technologique ; analyse financière ; créativité et innovation et concevoir juste, les dates et lieux seront décidés en fonction de la demande.

► Rens. : Bretagne Innovation, tél. 02 99 67 42 05.

QUI A DIT ?

Réponse de la page 6
Ernest Renan (1823-1892)
écrivain breton.



Les formations du patrimoine



Organisées par l'Institut régional du patrimoine (Irpa), ces formations sont accessibles au prix de 300 FF par jour pour les individuels, et de 430 FF par jour pour les professionnels. Sur réservation, dans la limite des places disponibles.

● 10 et 11 mai à Guéméné-sous-Scorff (56)/ Le patrimoine architectural

quotidien en Bretagne

● 23, 24 et 25 mai à Brest/ Faune remarquable et/ou protégée des milieux littoraux

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

tous, au Conservatoire national des arts et métiers de Paris. Voici les thèmes abordés en mai : Production et circulations des richesses ; Visages de l'association : sociétés, identités et groupes ; Famille et génération : tribu et âge de la vie ; Demain : quel travail ? ; Nouveaux visages de l'entreprise : de l'innovation aux risques ; Nation, violence, communication et sport. Programme détaillé sur les sites web.

► Rens. : Agnès de Waregha, tél. 01 55 04 20 28, www.2000enfrance.com, www.telerama.fr

Tous les savoirs en ligne

Paris : Tous les jours à 18 h 30 (à 11 h le samedi et le dimanche), l'"Université de tous les savoirs" propose une conférence ouverte à

Vous organisez une exposition ou une formation scientifique ?

Contactez-nous pour paraître dans le prochain Réseau !

Tél. 02 99 35 28 22, fax 02 99 35 28 21, lespace-des-sciences@wanadoo.fr



FORMATION CONTINUE

UNIVERSITÉ DE RENNES 1

INFORMATIQUE

Institut de Formation Supérieure en Informatique et Communication (IFSIC)

FORMATIONS DIPLÔMANTES

- DESS COMPÉTENCE COMPLÉMENTAIRE EN INFORMATIQUE
- DESS INFORMATIQUE ET SES APPLICATIONS
- DU GÉNIE LOGICIEL
- IUP MIAGE

FORMATIONS QUALIFIANTES

- JAVA (5 j) **juin 2000***
- PROGRAMMATION PAR OBJETS EN C++ (5 j) **mai 2000***
- PERL (2 j) **juin 2000***
- JAVASCRIPT (2 j) **juin 2000***
- HTML (2 j) **juin 2000***
- LANGAGE C (5 j) **juin 2000***
- PRODUCTION DE SITES ET DE CONTENUS POUR DES PAGES WEB MULTIMÉDIA INTERACTIVES (14 j)
- INTRODUCTION A UNIX (5 j) **mai 2000***
- LINUX : INSTALLATION ET ADMINISTRATION **juin 2000***

* Pour les dates précises ou pour des stages intra-entreprises : nous consulter

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

CONTACT : Françoise HAMON Tél. 02 99 84 39 50

Colloques

● 3 et 4 mai/ Unir recherche et entreprises pour l'innovation

Ploufragan (22) : Les "Rencontres du troisième cycle", organisées par les étudiants en thèse de Rennes, ont pour objectif de faire se rencontrer le monde de l'industrie et celui de la recherche publique. Les étudiants en thèse, les directeurs de laboratoire, les responsables d'entreprises de Bretagne et les organismes d'appui à l'innovation sont particulièrement conviés.

► Rens. : Pascale Gérard, tél. 02 96 01 62 66, www.univ-rennes1.fr/vas/R3C2000/

● Du 4 au 6 mai/ Calcul des longitudes

Brest : L'université de Bretagne occidentale (UBO) rend hommage aux mathématiques en se penchant sur le passionnant problème du calcul des longitudes, un défi à la fois pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation.

► Rens. : Vincent Jullien, tél. 02 98 01 62 75.

● 10 et 11 mai/ Convention MET Télécom



Ligne d'implantation de composants électroniques chez Alcatel.

Brest : Organisées par la Cub (Communauté urbaine Brest), le comité Richelieu et l'École nationale supérieure des télécommunications (ENSTB), les journées Brest Télécom seront l'occasion pour les professionnels de se rencontrer et de présenter leurs activités au grand public. La convention d'affaires Met télécom (Marché européen de la technologie) devra inciter les entreprises extérieures à rechercher des partenaires sur le pôle brestois.

► Rens. : François Bernez, Cub, tél. 02 98 33 50 62, www.cub-brest.fr/telecom/

● 12 mai/ Existe-t-il un droit au développement local ?

Mûr-de-Bretagne (22) : Ce colloque est destiné aux femmes et aux

hommes soucieux de développement local :



les relations avec l'environnement et la notion de "développement durable", le droit à l'expérimentation afin de générer des initiatives innovantes, les risques de développement à deux vitesses (ville-campagne) et l'impact des systèmes d'échanges locaux... sont au programme de cette journée.

► Inscriptions : Futuroouest, tél. 02 97 64 53 77, www.futuroouest.com

● Du 13 au 17 mai/ Endocrinologie du testicule

Saint-Malo (35) : Accueilli par le palais du Grand Large, ce colloque européen sur l'endocrinologie moléculaire et cellulaire du testicule a lieu tous les deux ans et est considéré comme un événement majeur par les scientifiques du monde entier dans le domaine fondamental et clinique.

► Rens. : Bernard Jégou, tél. 02 99 28 69 11.

● Conférences et congrès du Centre hospitalier de Brest



● 12 et 13 mai/ 41^{es} Journées de la Société française d'odontologie

► Rens. : François Predine-Hug, tél. 02 98 22 35 44.

● 25 mai/ Journée Radioprotection

► Rens. : Odile Bornhauser, tél. 02 98 34 75 40.

● Du 24 au 26 mai 2000/ Sea Mer



Paris : Plusieurs secteurs d'activité liés à la mer seront représentés lors de ce grand salon international. Le Centre d'étude et de valorisation des algues (Ceva) y sera présent dans les secteurs de la pêche maritime, de l'environnement et de l'océanographie. Quant à l'Union des océanographes de France (UOF), elle organise trois manifestations liées à Sea Mer : une journée "océan et effet de serre", un forum des jeunes océanographes et un colloque sur les techniques marines.

► Rens. : Dominique Brault (Ceva), tél. 02 96 22 93 50 ; UOF, tél. 01 46 53 16 90, www.seamer.com

● Du 1^{er} au 9 juin/ Printemps de l'environnement 2000

Rennes : Pilotée par la Diren (Direction régionale de l'environnement), l'opération "Printemps de l'environnement" regroupe de nombreuses manifestations, dont la Journée mondiale de l'environnement (le 5 juin) et la présentation des projets de jeunes labélisés "1 000 défis pour ma planète". Cette opération réunit en moyenne 50 000 personnes sur l'ensemble de la Bretagne.

► Rens. : Annick Hélias, tél. 02 99 65 35 36, www.environnement.gouv.fr

Conférences



Soirées Thalassa

Mis en place par le CCSTI-Maison de la mer de Lorient, ce cycle de conférences se déroule le premier mardi de chaque mois, de 18 h 30 à 20 h 30, à bord du *Thalassa* sur le quai de Rohan. Entrée libre.

● 2 mai/Les marées vertes en Bretagne

Lorient : Chaque été, la chaleur entraîne une prolifération d'algues vertes dans certaines baies abritées. Quel rôle jouent les excédents de nitrates d'origine agricole ? Quelles sont les formes d'extension de ce phénomène ? De quels moyens de lutte disposons-nous ? Autant de questions auxquelles répond Michel Merceron, chercheur au département d'écologie côtière du centre Ifremer de Brest.

● 6 juin/Pêche à pied et risques sanitaires

Lorient : Pêcher et déguster ses propres coquillages est un plaisir d'été recherché. Mais on leur reproche souvent de provoquer des intoxications alimentaires. Jean-Pierre Allenou, chercheur au laboratoire côtier du centre Ifremer de Brest, expliquera les risques encourus, et comment les éviter. Il parlera aussi de la réglementation.

► Rens. : Pierre-Yves Dahirel, tél. 02 97 84 87 37.

Cycle "NTIC : nouveaux usages, nouveaux métiers"



● 18 mai/ Presse locale en ligne

Lannion (22) : Organisé par l'IUT Infocom de Lannion, ce séminaire fera le point sur le devenir et la rentabilité des quotidiens régionaux français mis en place sur Internet. Eric Klinenberg, sociologue, chercheur à l'université de Berkeley (USA), témoignera de son expérience aux États-Unis.

► Rens. : Sylvie Brichet, tél. 02 96 05 82 50.

Les rencontres d'Ecoforum

● 19 mai et 16 juin/ Découvrir Internet pour tous



Rennes : Situé au 4 de la rue d'Orléans, Ecoforum est un lieu d'accueil et d'information multimédia organisant régulièrement des débats-forums sur les sujets les plus divers, comme l'immobilier, le droit, les services bancaires ou les nouvelles technologies.

► Rens. : Ecoforum, tél. 02 99 78 40 55, www.ecoforum.com

Au musée de préhistoire

● 18 mai/ Fortifications du Moyen Âge

Carnac (56) : Le musée de préhistoire vous propose une conférence sur les fortifications du Moyen Âge en Bretagne, animée par Philippe Guignon, docteur en archéologie. Horaire : 20 h 30.

► Rens. : Brigitte Richart, tél. 02 97 52 66 35.

**Vous organisez
un colloque ou une
conférence ?
Vous souhaitez faire
connaître vos travaux
de recherche,
vos innovations ?**

**Contactez-nous pour paraître
dans le prochain Réseau !**

Tél. 02 99 35 28 22,
fax 02 99 35 28 21,
lespace-des-sciences@wanadoo.fr

Année mondiale des mathématiques



● 9 mai/L'ordinateur et les nombres premiers

Jean-Paul Delahaye est agrégé de mathématiques, professeur d'informatique et auteur de "Le fascinant nombre Pi" (Belin/Pour la science 1997), "Jeux mathématiques et mathématiques des jeux" (Belin/Pour la science, 1999), "Merveilleux nombres premiers" (Belin/Pour la science 2000). Conférence à la maison du Champ-de-Mars à 20 h 30, entrée libre.

● 13 mai/Tournoi de l'APMEP

L'Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public organise un tournoi de jeux mathématiques, dans la salle des examens de Beaulieu, de 14 h à 16 h. L'inscription coûte 10 F et de nombreuses calculatrices sont à gagner (dont une TI 89).

► Rens. : Philippe Bardy, APMEP, tél. 02 97 75 72 39.

● 15 mai/One zero show

Mathématicien, professeur d'histoire des sciences, auteur entre autres de "La gratuité ne vaut plus rien et autres chroniques mathématiciennes" (Le Seuil 1997), "Le Théorème du Perroquet" (Le Seuil 1998), "Génis ou le bambou parapluie" (Le Seuil 1999), Denis Guedj interprète une pièce de théâtre dont il est l'auteur. Au Triangle le 15 mai à 20 h 30.

● 20-21 mai/Les maths au Thabor

L'association Jacques Binet vous invite à venir découvrir le monde ludique des mathématiques, dans le cadre superbe du kiosque du Thabor, de 14 h à 18 h : lancer de dés, puzzles et pavages, stratégies gagnantes, découpage de gâteaux... Venez manipuler, jouer, lire et partager la passion de futurs chercheurs.

► Rens. : binet@maths.univ-rennes1.fr

● 27 mai/Les maths au campus

10 h 30 : Mathématiques en "Diagonales". Deux enfants imaginatifs ont découpé un échiquier en enlevant les cases a1 et h8. Est-il possible de paver le reste de l'échiquier en utilisant des dominos ? C'est ce genre de problèmes qui figure dans la revue "Diagonales", éditée par le Cned (Centre national d'enseignement à distance). Conférence par Jean-Michel Le Laouenan.

14 h : Les mathématiques discrètes et la protection des secrets. Conférence de Jean-Marc Couveignes, université de Bordeaux.

15 h 30 : Dessine-moi un "A". Conférence de Jacques André, chercheur à l'Irisa (Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires, Rennes).

Conférences sur le campus de Beaulieu, à l'amphi de l'Irem, bât. 32.

● 30 mai/Mathématiques et développement : le cas du Niger

Rennes : Le débat portera sur la situation de l'enseignement au Niger, où le taux de scolarisation est particulièrement faible : environ 30 % en primaire, 12 % en secondaire et 1 % en enseignement supérieur. Différents projets de coopération sont en cours... Sur le campus de Beaulieu (amphi de l'Irem, bât. 32, à 20 h 30).

► Rens. : François Hébert, tél. 02 99 85 50 17.

Programme complet sur <http://www.math2000.univ-rennes1.fr> ou sur la plaquette disponible sur simple demande à l'Espace des sciences.

Prochains dossiers dans Réseau : Les entreprises issues de la recherche, Océanopolis 2000, l'astronomie en Bretagne, la bio-informatique...

Expositions

● Rennes Colombia du 15 au 17 mai/ La galerie des mathématiques

Rennes : Pendant trois jours, les mathématiques mettent de l'animation dans la galerie du centre Colombia : exposition d'images fractales, atelier de construction de fractales géantes, pavages, polyèdres et autres belles figures, défis, vidéos... Ces animations se destinent à un large public, avec l'assistance des professeurs de l'APMEP (Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public).

► Rens. : Philippe Bardy, APMEP, tél. 02 97 75 72 39.



● Jusqu'au 3 août/ Un ticket pour les sciences

Rennes : Comment se forme une tornade ? Pourquoi chez les hippocampes, ce sont les mâles qui accouchent ? Cette nouvelle création de l'Espace des sciences explore les sciences à l'aide de 17 manipulations pédagogiques et amusantes. C'est une réalisation de l'Espace des sciences, en collaboration avec le Centre de vulgarisation de la connaissance et avec le concours du Conseil général d'Ille-et-Vilaine et du ministère en charge de la Recherche.

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

Les conférences de la mer

● 18 mai/La politique publique maritime

Par Danielle Schirmann-Duclos, Ifremer

Rennes : Les rapports à la mer ont été profondément transformés au cours du dernier demi-siècle, favorisant l'émergence d'une maritimité moderne, qui associe les liens socio-culturels et environnementaux à l'approche économiste classique de la mer. À la maison du Champ-de-Mars à 20 h 30, entrée libre.

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

Abonnez-vous

2 ANS (22 N^{os})

Tarif normal

360 F au lieu de 440 F*

soit 4 numéros gratuits

Tarif étudiants (joindre un justificatif)

180 F au lieu de 440 F*

soit 13 numéros gratuits

Tarif étranger ou abonnement de soutien

500 F

1 AN (11 N^{os})

200 F au lieu de 220 F*

soit 1 numéro gratuit

100 F au lieu de 220 F*

soit 6 numéros gratuits

300 F



BULLETIN D'ABONNEMENT RÉSEAU

Je souhaite un abonnement de 1 AN 2 ANS

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

Nom _____ Prénom _____

Organisme/Société _____

Secteur d'activité _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ Fax _____

Je désire recevoir une facture

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

EMPLOI

La Bretagne toujours en tête

Depuis vingt ans, la Bretagne fait partie des régions françaises les plus créatrices d'emplois. En 1999, les effectifs salariés ont augmenté de 3,6 % contre 3,3 % pour la moyenne française. Pour accompagner et amplifier cette évolution, le Conseil régional de Bretagne prépare actuellement un nouveau dispositif d'aides prenant en compte le développement et l'internationalisation des entreprises bretonnes.

L'activité industrielle bretonne a atteint, fin 1999, son meilleur niveau depuis dix ans, grâce au dynamisme de la demande intérieure et à la reprise du commerce extérieur. Sur le marché du travail, l'embellie se confirme : le taux de chômage breton est passé sous la barre des 10 % pour la première fois depuis 1992. En Bretagne, la baisse du nombre de demandeurs d'emploi est plus sensible qu'au niveau national (-14,7 % contre -11,7 %*). La réduction du chômage des jeunes y est également plus importante : -22,5 % contre -16,8 %.

Soutenir les initiatives des entreprises

La Bretagne dispose d'atouts économiques majeurs : elle occupe une place déterminante dans les échanges agro-alimentaires mondiaux et est devenue une région phare, en Europe, pour les technologies de l'information et les télécommunications. Ce secteur bénéficiera du déploiement du réseau régional de télécommunications à haut débit, initié par le Conseil régional de Bretagne, en entraînant l'émergence de nouvelles pratiques. Un large dispositif d'aides permet au Conseil régional de Bretagne de favoriser l'innovation et le développe-

ment des entreprises dans tous les secteurs, l'internationalisation de l'économie bretonne et la bonne gestion des ressources humaines. Ce dispositif d'aides est actuellement réétudié afin de mieux prendre en compte les nouvelles règles communautaires et nationales, mais surtout l'intensification de la concurrence internationale.

Entreprises cherchent jeunes

Certains secteurs créateurs d'emplois connaissent, depuis quelques mois, une pénurie de main d'œuvre. Le Conseil régional a signé, avec ces branches professionnelles, des "contrats d'objectifs de formation" afin de résoudre ce type de dysfonctionnement. Il s'agit d'une part, de mieux faire connaître les métiers dont l'image de marque est ternie notamment auprès des jeunes et d'autre part, d'adapter l'offre de formation aux besoins des entreprises. La Bretagne est la Région qui a engagé, à ce jour, le plus grand nombre de contrats



Le secteur des télécommunications et des nouvelles technologies, très développé en Bretagne, est un des principaux moteurs de la croissance actuelle.

d'objectifs : 12 au total depuis 1994. Un treizième sera signé prochainement pour l'animation socioculturelle et sportive.

* Source : Direction régionale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle de Bretagne.

Les chiffres clés

141 entreprises industrielles ont été aidées par le Conseil régional de Bretagne, en 1999. Cette aide à l'investissement de 109,5 millions de francs s'accompagnait d'un projet de création de 4 146 emplois.

56 entreprises artisanales ont reçu 6,3 millions de francs d'avances remboursables pour 78 millions de francs d'investissement et 132 emplois à créer.

12 contrats d'objectifs signés en Bretagne : BTP, nettoyage industriel, plasturgie, transports et logistique, carrières et matériaux de construction, hôtellerie et restauration, commerce et réparation automobile, métallurgie, commerce et distribution, agriculture, industrie agro-alimentaire et tourisme.

B R È V E S

Jardiniers amateurs

Près d'un quart de la pollution de l'eau en Bretagne provient d'un mauvais usage des désherbants dans les jardins. Quelques gouttes ou un gramme de trop déversé et c'est plusieurs kilomètres de fossés pollués ! Pour vous aider à utiliser les désherbants, à reconnaître les zones "à risque" autour de votre maison, Bretagne Eau Pure a édité un guide pratique : "Le bon usage des désherbants". Recevez ce guide gratuit en écrivant à : Bretagne Eau Pure - B.P. 50532 - 35005 Rennes Cedex.

Se former en Europe

Le lycée agricole d'Auray est le premier établissement, en Bretagne, à procurer un Europass-Formation à ses élèves. Les étudiants en "BTS environnement" viennent de partir en stage, durant 6 semaines, dans 14 pays européens. A leur retour, ce document communautaire leur servira d'attestation auprès de leur futur employeur puisqu'il apportera la preuve et le détail de leur formation à l'étranger. C'est leur lycée qui a fait la recherche d'établissements d'accueil en Europe. Ce passeport communautaire s'adresse à tous ceux qui suivent une formation par alternance.



Pour 2 centimes* environ, vous achetez un litre
d'eau puisée, purifiée, contrôlée et
transportée jusque chez vous. Puis nettoyée.



UNE SOCIÉTÉ DE



Ouvrir un robinet chez vous et voir l'eau couler vous paraît naturel. Et pourtant, ce simple geste nécessite des pompages, des usines de traitement de l'eau, des contrôles, des centres de recherche pour améliorer sans cesse la qualité, des milliers de kilomètres



de canalisations, la dépollution des eaux usées... Ajoutez à tout ceci une disponibilité 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, et vous comprendrez pourquoi le service de l'eau a un prix : 2 centimes* environ le litre (*prix moyen taxes et redevances comprises).