

SCIENCES

Ouest

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRÉTAGNE N°214

Les sols

OCTOBRE 2004 / 3 €



EXPOSITION
jeux
sur
je

Mieux
se connaître
par le jeu

du 7 septembre 2004
au 26 février 2005

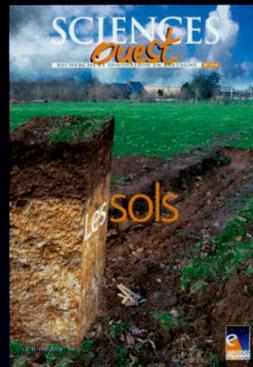
**ESPACE
DES
SCIENCES**

CENTRE COLOMBIA
1^{er} ÉTAGE RENNES



Une exposition conçue et réalisée par la cité des sciences et de l'industrie





Tirage du n°214
5 000 ex.
Dépôt légal n°650
ISSN 1623-7110

La science de phénomène de société

Les recherches scientifiques sur les sols font l'objet du dossier que nous vous proposons ce mois-ci. Merci à Paul Trehen et aux travaux du Conseil scientifique régional de l'environnement qui nous l'ont inspiré.

Il y sera donc question de pédologie, c'est-à-dire la science du sol (description, origine, fonctionnement, évolution) qui prend en compte les nombreuses interactions physiques, chimiques et biologiques caractérisant ce milieu particulier qui est le support de la végétation que nous exploitons tant pour l'agriculture que la sylviculture. Mais nous nous sommes attachés à valoriser dans ce dossier l'intérêt d'une approche pluridisciplinaire qui nous permet de progresser dans la compréhension de ce que sont les sols.

Car aujourd'hui, nous sommes tous bien conscients qu'une problématique telle que celle des nitrates en Bretagne s'inscrit dans un contexte global incluant les sols dans leur environnement avec l'eau, et qu'elle dépasse évidemment le cadre de la sphère des scientifiques.

Un sujet science et société, comme l'Espace des sciences aime à les présenter grâce à différents supports de communication. Je pense bien sûr aux conférences que nous vous proposons chaque semaine - dont le cycle a repris et dont vous trouverez le programme joint dans ce numéro, mais aussi à d'autres manifestations dont nous sommes partenaires :

- La Fête de la science qui a lieu dans quelques jours ;
- Les entretiens scientifiques et éthiques de Brest (voir également plaquette jointe) ;
- Les débats du progrès à Saint-Jacques-de-la-Lande sur le thème "Science et démocratie" les 22 et 23 octobre prochains ; deux jours durant lesquels plusieurs tables rondes seront l'occasion d'échanges sur des thèmes tels que "Culture scientifique, culture citoyenne", "science, médias et médiateurs"...

Bonnes lectures et activités scientifiques ! ■



SCIENCEs OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association) ■ Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - nathalie.blanc@espace-sciences.org - www.espace-sciences.org - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21 ■ Président de l'Espace des sciences : Paul Trehen. Directeur de la publication : Michel Cabaret. Rédactrice en chef : Nathalie Blanc. Rédaction : Boris Vogelgesang. Comité de lecture : Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Philippe Blanchet (sciences humaines et sociales), Michel Branchard (génétique-biologie), Daniel Herman (informatique), Alain Hillion (télécommunications), Christian Willaime (physique-chimie-matériaux). Abonnements : Cédric Laizé, tél. 02 99 35 28 20, cedric.laize@espace-sciences.org. Publicité : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, info@admedia.fr ■ Science Ouest est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine et des Fonds européens ■ Édition : Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bertot création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.

EN BREF 4/5

GROS PLAN Actualité
Le relief virtuel 6

GROS PLAN Laboratoire
Les chercheurs s'attaquent
à la résistance 7

GROS PLAN Actualité
Le Soleil a rendez-vous avec la Lune 8

DOSSIER

Les sols
Les pieds sur Terre 9

Le sol : un système très complexe
et paradoxal 10

Surveillance des sols : ça bouge
en Bretagne 11

Le sol à la carte 12

Le sol au naturel 13

Le sol et l'eau : deux éléments
indissociables 14

Approche globale de la pollution,
les nitrates comme modèle 15

Il y a une vie dans le sol 16/17

Pour en savoir plus 17

GROS PLAN Comment ça marche ?
L'humus 18

ESPACE DES SCIENCES 19

AGENDA 20/21



Les échos de l'Ouest

● Bleu blanc cœur



L'association Bleu blanc cœur, qui organise et contrôle la filière lin pour la nutrition, s'est dotée le 22 juin dernier d'un nouveau conseil d'administration et d'un nouveau président. Jean-Pierre Pasquet, producteur de lait en Ille-et-Vilaine engagé dans la démarche Bleu blanc cœur depuis ses débuts - l'organisation et le contrôle de la filière lin pour l'alimentation -, a ainsi succédé à Pierre Weill, désormais en charge du lien avec les scientifiques. Il sera secondé par Denis Burlaud, de la coopérative Lin 2000 (production et multiplication des semences de lin), vice-président. L'association affiche par ailleurs de bons résultats pour les deux premiers semestres 2004 avec un chiffre d'affaires en hausse de 50%.

→Rens. : www.bleu-blanc-cœur.com

● Pédi-bus



Actuellement en France, un quart des déplacements en voiture fait moins d'un kilomètre. Parmi ceux-ci : les trajets vers l'école. L'opération pédi-bus tente d'enrayer cette tendance. Elle consiste à conduire en toute sécurité des groupes d'enfants encadrés par des adultes sur un itinéraire pré-établi. Cette initiative permet d'améliorer la qualité de l'air à proximité des écoles, mais aussi la sécurité des enfants ; elle favorise par ailleurs l'exercice physique régulier, ainsi que l'apprentissage du déplacement en ville. C'est ainsi que l'Ademe Bretagne organisait du 20 septembre au 1^{er} octobre derniers à Acigné, La Mézière et Rennes (35) un ramassage scolaire pédestre. La mairie de Rennes souhaite poursuivre l'initiative : elle a fait appel à un bureau d'études afin d'aider à l'accompagnement de nouveaux projets portés par des parents d'élèves ou des associations. La mairie du Rheu s'est également dite intéressée.

→Rens. : Ademe, délégation régionale de Bretagne, www.ademe.fr/bretagne/

● Doublé pour l'ENS

Le dixième anniversaire de l'antenne bretonne de l'ENS Cachan⁽¹⁾, fêté le 22 septembre, coïncide avec un changement de directeur : Michel Nusimovici, créateur de l'antenne, vient en effet de prendre sa retraite pour laisser la place à Patrice Quinton (photo). En poste depuis



le 1^{er} septembre dernier, ce diplômé de l'École nationale supérieure d'informatique et de mathématiques appliquées de Grenoble a participé à la réalisation d'un des premiers systèmes de reconnaissance de la parole continue sur ordinateur au Cnet, à Lannion, entre 1974 et 1980, avant de rejoindre l'Irisa à Rennes où il fut notamment directeur d'un programme de recherches coordonnées nationales sur le calcul parallèle, ainsi que directeur de l'Ifsic.

→Rens. : Antenne de Bretagne de l'ENS Cachan, campus de Ker Lann, tél. 02 99 05 93 02.

● Chercheurs à l'hôpital



Le 23 septembre dernier s'est déroulée à l'hôpital sud de Rennes la troisième édition de l'opération "Les chercheurs font rêver les enfants". Lancé en 1999 à l'hôpital Robert Debré (Paris) en collaboration avec le CNRS, décliné à Rennes depuis novembre 2003, cet événement permet à un chercheur de venir à la rencontre des enfants et de parler de ses recherches après visionnage d'un ou plusieurs

documentaires scientifiques. Cette année, Fabrice Odobel, chargé de recherche au laboratoire de synthèse organique de Nantes, a attiré l'attention des jeunes malades sur l'énergie solaire et a évoqué par ailleurs ses travaux sur les interactions matière/lumière.

→Rens. : Cécile Yven, tél. 02 99 28 68 06, cécile.yven@dr17.cnrs.fr

● Véhipôle 2

Les travaux du Véhipôle 2 commenceront en décembre, sur le pôle automobile de Ploufragan. Ce centre, unique en France, a pour vocation de produire de nouveaux outils électroniques et informatiques destinés à faciliter l'acquisition de compétences de tous les professionnels de l'automobile. Développé par la Chambre de métiers de Saint-Brieuc, il sera principalement exploité par le Groupement national pour la formation automobile (GNFA). Le Véhipôle, qui forme déjà 4 500 stagiaires par an, verra ainsi sa capacité d'accueil doublée. L'inauguration du bâtiment de

2 500 m² conçu par le cabinet d'architecture nantais Rocheteau et Saillard est prévue pour janvier 2006.

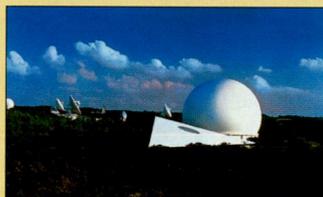
→Rens. : GNFA, tél. 02 96 78 33 33, gasnierf@gnfa-auto.fr, Chambre de métiers des Côtes-d'Armor, tél. 02 96 78 05 70.



● Space

L'Inra et Agrocampus Rennes ont participé au 18^e Salon de la production agricole-carrefour européen (Space) qui avait lieu du 14 au 17 septembre derniers au Parc des expositions de Rennes. L'occasion pour ces deux structures de présenter leurs recherches dans le domaine des systèmes d'élevage durable. Sur leur stand commun, on pouvait découvrir les derniers résultats des études pour la réhabilitation du pâturage dans la production laitière ainsi que les nouveaux systèmes durables de production porcine diversifiés et compétitifs type "porcheries vertes", qui permettent notamment de diminuer les rejets de zinc dans l'environnement.

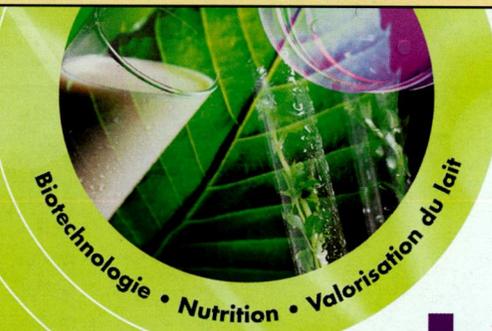
→Rens. : Patricia Marhin, Inra Rennes, tél. 02 23 48 52 64 ; Valérie Le Sabazec, Agrocampus, tél. 02 23 48 55 20.



● Le Radôme à l'Unesco ?

Les journées du patrimoine connaissent chaque année plus de succès : on estime à plus de 12 millions le nombre de visiteurs qui a pu profiter de l'ouverture exceptionnelle des sites historiques nationaux (11,5 millions en 2003). L'édition de cette année a privilégié la culture scientifique et technique. Le Radôme de Pleumeur-Bodou, l'un des éléments du musée des Télécommunications, a donc ouvert gratuitement ses portes pour permettre à chacun de découvrir (entre autres) l'antenne de 340 tonnes construite en 1962 dans le cadre d'un projet international de retransmission de données télévisées en direct outre-Atlantique. Il a reçu le label "Patrimoine du XX^e siècle" et le site va être proposé pour être inscrit au patrimoine mondial de l'Unesco.

→Rens. : www.journeesdupatrimoine.culture.fr, rubrique programme2004, recherche géographique.



Soyez là

où se développe le futur

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

Nous sommes là pour vous accueillir et vous accompagner dans vos activités innovantes au cœur du campus agroalimentaire et agronomique de Rennes.

La matière grise est là : les universités et les écoles d'ingénieurs : Agrocampus Rennes (agroalimentaire et agronomie), ENSP (santé publique), ENSC Rennes (chimie) et les centres de recherche publics : Inra, Cemagref, CNRS, Inserm.



15 rue du Chêne Germain • 35510 Cesson Sévigné
Tél. +33 (0)2 99 12 73 73 • Technopole de Rennes Métropole
www.rennes-atalante.fr

Du côté des entreprises

● Valorisation des molécules marines

Le 28 juillet dernier, le Technopôle de Brest-Iroise a vu s'implanter sur son site la nouvelle entreprise de valorisation des biotechnologies marines, Seadev. Sa création a été permise grâce à une dotation d'un million d'euros libérés notamment par Ouest Ventures, Bretagne jeunes entreprises (deux fonds de capital risque) et Squarcle (réseau d'entreprises). Cette société a pour vocation de développer, produire et commercialiser des produits issus de prélèvements de microorganismes réalisés par Ifremer. Les applications industrielles de telles molécules sont très vastes dans des domaines comme la parapharmacie, la cosmétique ou les polymères biodégradables.

→ Rens. : Actualités Ouest Ventures, www.ouestventures.com/fr/news.php

● Dynamiser les PME locales

Au cours de son assemblée générale qui avait lieu le 22 septembre dernier à Rennes, Bretagne innovation a présenté ses orientations pour l'année 2004-2005. 3 axes directeurs ont été donnés pour soutenir et stimuler la création de richesses et d'emplois dans les PME locales : l'animation régionale de l'innovation, la gestion des connaissances et l'Europe. Parmi les idées fortes, on retiendra : la création d'un portail régional de l'innovation, la plus grande participation à des projets européens tout en défendant les intérêts régionaux, le meilleur transfert des connaissances et des technologies par la mise en réseau, la formation de 120 correspondants innovation dans les entreprises et l'organisation de journées de spécialisation.

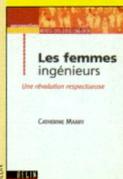
→ Rens. : Bretagne innovation, tél. 02 99 67 42 03, contact@bretagne-innovation.tm.fr

QUI A DIT ?

"On peut douter que beaucoup d'autres animaux aient joué dans l'histoire du monde un rôle aussi important que ces créatures à l'organisation si sommaire."

Réponse page 21

À lire



● Les femmes ingénieurs : une révolution respectueuse...

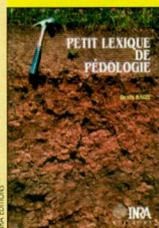
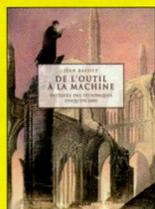
Depuis les années 1920, les femmes affirment leur présence au sein du monde des ingénieurs. Cet ouvrage retrace de manière très approfondie tous les moments de cette "révolution respectueuse", ou comment les femmes se sont imposées peu à peu dans un univers traditionnellement dominé par les hommes. Le livre conclut sur une note encourageante : aujourd'hui encore, l'hégémonie masculine perdure dans les hautes sphères, mais la présence de mieux en mieux acceptée des femmes ingénieurs s'inscrit dans un mouvement d'égalité entre les sexes.

→ Catherine Marry, Belin "perspectives sociologiques", 2004.

● De l'outil à la machine : histoire des techniques depuis 1800

Replaçant les techniques dans l'histoire, Jean Baudet fait dans cet ouvrage le récit d'une évolution, celle qui sépare les premiers silex taillés aux dernières sondes spatiales, de la préhistoire à la révolution industrielle entamée au XVIII^e siècle. Cette chronologie des techniques est en même temps l'histoire du rapport que nous entretenons avec les outils que nous avons forgés.

→ Jean Baudet, Vuibert, 2004.



● Petit lexique de pédologie

Paru en février dernier, ce lexique définit plus de 1 000 termes spécifiques à la science du sol et donne leur équivalent en anglais. Ce livre n'a pas la neutralité des dictionnaires habituels : pour certaines rubriques, l'auteur précise sa propre conception de la pédologie, donnant ainsi matière à débattre.

→ Denis Baize, Inra, 2004.

● Dictionnaire des sciences de la Terre

4^e édition de ce dictionnaire spécialisé en sciences de la Terre et en sciences de l'environnement qui, à cette occasion, s'est enrichi de 2 500 nouvelles entrées. Plus de 15 000 mots anglais et plus de 9 000 mots français sont ainsi à disposition des étudiants, chercheurs, ingénieurs ou curieux de sciences... Une mine !

Les auteurs : Jean-Pierre Michel, maître de conférences à l'Université Pierre-et-Marie-Curie, Michael S. N. Carpenter, traducteur professionnel spécialisé en sciences de la Terre et Rhodes W. Fairbridge, professeur émérite de l'université Columbia à New York.

→ Sciences Sup. Dunod, 2004.

Les coups de cœur sont disponibles à la bibliothèque Colombia (Rennes), www.bm-rennes.fr

Du côté des laboratoires



● Anniversaire

Archimex, association de transfert des technologies spécialisée dans les procédés d'extraction et de purification basée à Vannes, a fêté ses 15 ans le 3 septembre dernier. Après une importante crise financière, l'association qui réalise principalement des travaux de recherche et développement pour les industriels a su redresser la barre notamment grâce au soutien des collectivités territoriales. Depuis sa création, Archimex a réalisé 250 études dans ses 7 laboratoires.

→ Rens. : Archimex, www.archimex.com, archimex@archimex.com

● Hommage



Alain Glavieux est décédé le dernier week-end de septembre. Codécouvreur, avec Claude Berrou des célèbres turbocodes, il fut une figure emblématique de la recherche française, récompensé par de nombreux prix internationaux pour ses travaux dans le domaine du codage de l'information. Des recherches qui ont contribué à faire de l'ENST Bretagne où il a travaillé pendant plus de 25 ans, et dont il était le directeur adjoint, un centre de référence en communication numérique.

→ Rens. : www.enst-bretagne.fr

Du côté de l'Europe

● La politique européenne de protection des sols

En 2002, les données disponibles indiquaient qu'environ 16% de la superficie de l'Union européenne, soit plus de 50 millions d'hectares, souffrait de dégradation du sol, tandis que dans les pays candidats ce chiffre était d'environ 35%. La Commission européenne a donc lancé en avril 2002 les premières étapes d'une stratégie en faveur de la protection des sols en publiant la communication intitulée : "Vers une stratégie thématique pour la protection des sols". C'est la première fois que cette question est traitée en tant que telle par la Commission, c'est pourquoi la communication l'aborde par une approche à la fois large et descriptive, tout en posant les bases des travaux qui seront réalisés dans ce domaine.

En 2004, la Commission présentera la stratégie thématique pour la protection des sols. Elle sera composée d'une législation relative à un système communautaire d'informations et de surveillance ainsi que d'un ensemble de recommandations détaillées concernant des mesures et des actions futures. Le système de surveillance se fondera sur les systèmes d'information et les bases de données existants et assurera l'harmonisation des méthodes permettant de déterminer l'état actuel des sols dans toute l'Europe. Ces mesures serviront de base à des travaux plus substantiels visant à assurer la protection des sols à moyen et à long termes.

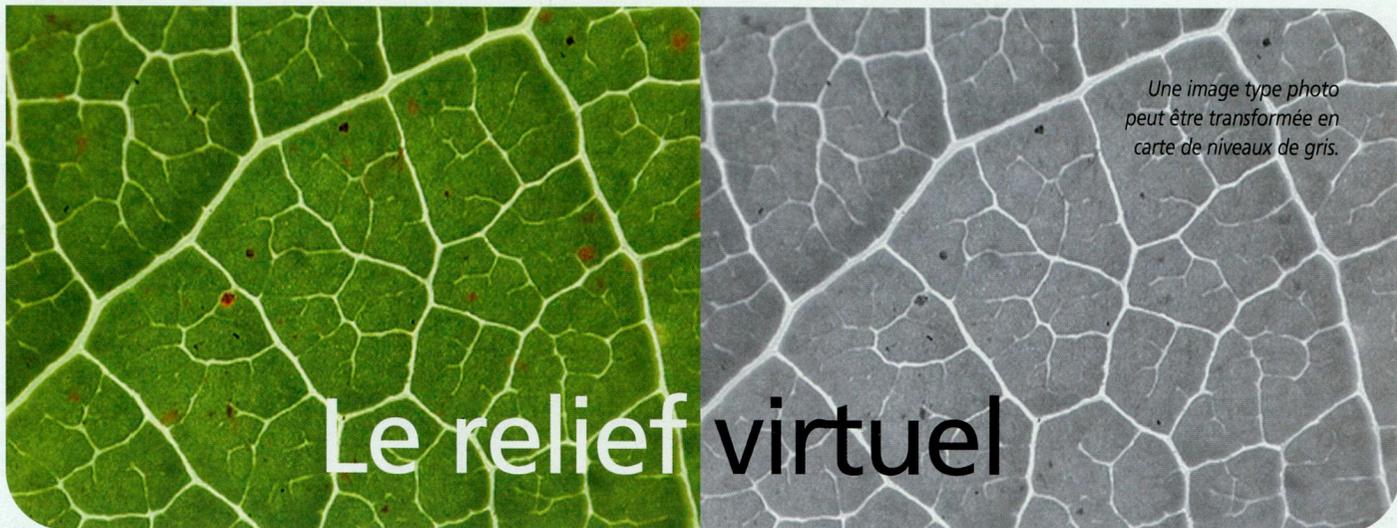
→ Consultez : <http://europa.eu.int/comm/environment/soil/index.htm#2>

→ Rens. : eic@bretagne.cci.fr ou 02 99 25 41 57.



Les actus de Bretagne Environnement

Rendez-vous à la Fête de la science pour les curieux d'environnement / Début en Côtes-d'Armor d'une étude française sur l'imprégnation par les dioxines / Le covoiturage, une solution pour se rendre au travail à Rennes Métropole / Retrouver l'intégralité de ces informations sur le portail www.bretagne-environnement.org/quideneuf/en_bref/



Le relief virtuel

Est-il possible de simuler des sensations tactiles sans avoir d'interface spécialement étudiée ? C'est la question qui sous-tend les recherches d'Anatole Lécuyer, chercheur à l'Irisa⁽¹⁾ de Rennes. Son équipe vient de breveter un algorithme qui permet de ressentir le relief d'une image simplement à l'aide de la souris de l'ordinateur.

→ Dans le dossier de février dernier sur "Les nouvelles technologies dans la cité", *Sciences Ouest* vous faisait part (entre autres) des recherches dans le domaine de l'haptique, ces technologies qui permettent de donner des informations tactiles à des objets virtuels, notamment par des interfaces à retour d'effort. Initialement conçues pour la robotique, la téléopération, ou pour les personnes handicapées, elles sont encore très coûteuses. Pour s'affranchir de ces interfaces, des chercheurs de l'Irisa travaillent au développement de nouvelles techniques sur le concept d'interaction pseudohaptique. L'in-

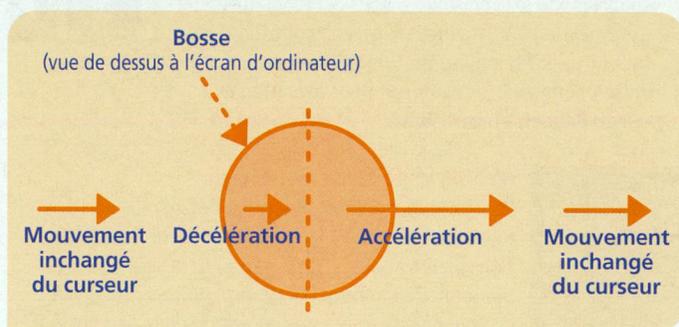


Schéma du principe accélération/ralentissement sur une bosse.

formation visuelle perçue, curseur à l'écran, est ordinairement proportionnelle ou directement liée au mouvement effectué, déplacement de la souris. Dans une interaction pseudohaptique, la vitesse de déplacement varie selon le relief qu'on a virtuellement donné à l'image. "On crée un décalage entre



le mouvement que l'on réalise et la perception visuelle qu'on en a et cela donne une impression tactile", explique

Anatole Lécuyer, chercheur à l'Irisa, issu du petit monde de la réalité virtuelle.

"L'idée était de simuler des creux et des bosses qui sont les deux formes de base de tout relief", explique Anatole Lécuyer. Pour cela, il a développé un algorithme qui fait varier la vitesse du curseur lors de son transit entre des pixels de différentes hauteurs. Pour donner l'impression de relief, le curseur se déplaçant, par exemple, d'un pixel "bas" à un pixel "haut" voit sa vitesse diminuée et le manipulateur a alors l'impression de forcer sur la souris pour faire avancer le curseur comme s'il devait peiner pour monter une pente. Pour appliquer l'algorithme, il faut donc attribuer une hauteur à chaque pixel. Et selon le type de relief, cette hauteur peut être définie de différentes

façons : soit par une fonction mathématique, soit par le niveau de gris de chaque pixel de l'image.

Imaginons que l'on veuille donner la forme d'une bosse à une image. La bosse que l'on veut obtenir peut être définie par une fonction mathématique relativement simple qui détermine précisément la hauteur en chaque point ou pixel. L'algorithme est alors facilement utilisable.

Pour une image de type photo, le problème est un peu plus complexe. Selon la zone de l'image, la plage de couleur est plus ou moins claire. On peut donc extraire de l'image une "carte des niveaux de gris" (une sorte de négatif de l'image) et attribuer à chaque point un ton de gris qui peut fournir une information de hauteur (un point blanc sera bas, un point noir sera haut). Le passage d'un pixel clair à un pixel plus foncé équivaudra à une montée et le curseur sera ralenti.

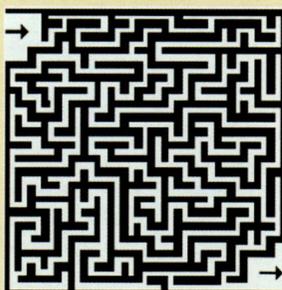
L'aboutissement d'une réflexion

Établir l'algorithme proprement dit n'a duré que 6 mois, mais le temps effectif de réflexion est beaucoup plus long. "C'est en fait l'aboutissement d'une réflexion de plusieurs années sur comment exploiter au mieux les sens de l'utilisateur et les

combinaisons sensorielles", poursuit Anatole Lécuyer. Une réflexion qu'il n'est pas le seul à avoir eue (un chercheur hollandais a développé une technique similaire) mais qu'il est le premier à avoir mise en forme. Une première période de test a même déjà eu lieu en collaboration avec des ergonomes. Les résultats ont montré que les formes sont très bien reconnues. Il reste encore plusieurs validations, mais l'algorithme a sûrement de belles années devant lui car ses applications potentielles sont multiples. On pourrait tout d'abord l'utiliser de manière purement ludique : pour donner du relief à des photos personnelles, à une page Web ou à un objet virtuel dans un décor de jeu vidéo. Plus "pratique", on pourrait rendre un lien Internet ou un bouton du bureau de l'ordinateur plus attractif pour le curseur ou naviguer plus aisément dans un menu déroulant en freinant le déplacement du curseur aux frontières du menu. Pour les logiciels de traitement d'image, avoir un relief virtuel qui guide le curseur permettrait de détourner sans dérapage. Enfin, la technique pourrait faciliter la sélection d'une icône aux personnes malvoyantes en évitant des mouvements trop fins.

Le mieux est que vous alliez essayer vous-même les images tactiles sur le site de l'Irisa !

www.irisra.fr/tactiles ■ B.V.



Le labyrinthe. Faites entrer le curseur de votre souris dans le labyrinthe. Le curseur est stoppé par les murs du labyrinthe et il peut "glisser" dessus. Essayez ensuite de trouver la sortie !

⁽¹⁾ Irisa : Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires. Unité mixte de recherche Inria, CNRS, Université de Rennes 1 et Insa de Rennes.

Contact → Anatole Lécuyer,
tél. 02 99 84 74 83,
anatole.lecuyer@irisra.fr



MATHIEU BLANC



MATHIEU BLANC



Brice Felden, directeur du laboratoire de biochimie pharmaceutique, en compagnie de Christophe Pichon (assis).

Les chercheurs s'attaquent à la résistance

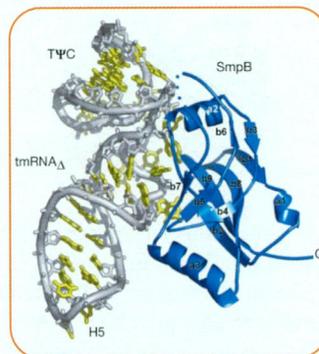
Longtemps délaissées par les scientifiques parce qu'on les considérait comme inutiles, certaines séquences d'ADN font aujourd'hui l'objet d'une attention particulière. Les chercheurs, dont ceux d'une équipe de la faculté de pharmacie de Rennes, espèrent y trouver de nouvelles perspectives de lutte contre certaines bactéries résistantes aux antibiotiques.

→ Le cycle de production d'une protéine à l'intérieur d'une cellule est bien connu des scientifiques. Un gène (un segment d'ADN⁽¹⁾) est transcrit en un ARN⁽²⁾ messager (ARNm) : c'est la transcription. Cet ARNm est lu et traduit en protéines : c'est la traduction. Néanmoins, tout l'ADN des cellules ne code pas pour des protéines : entre les gènes, il existe des séquences non codantes qui représentent 10 à 20% de l'ADN des organismes inférieurs et plus de 90% de celui des organismes supérieurs ! On a longtemps supposé que ces séquences étaient inutiles. Il semble pourtant que certaines aient été maintenues au cours de l'évolution, ce qui suggère qu'elles procurent un avantage sélectif.

duits puis rapidement éliminés après avoir agi, ces ARN permettent aux bactéries de s'adapter à leur environnement. Aussi, des résultats récents suggéreraient leurs implications dans l'expression du pouvoir infectieux de bactéries pathogènes.

C'est sur cet aspect qui revêt une dimension fondamentale et une dimension appliquée que travaille l'équipe de Brice Felden. Mais recherche appliquée n'est pas pour autant synonyme de résultats immédiats. Les ARN régulateurs sont un sujet encore très récent et novateur et s'y intéresser demande de la perspicacité.

Les chercheurs sont partis de deux bactéries dont le génome a été séquencé : *Escherichia coli*, bien connue des bactériologistes, et *Staphylocoque doré*, responsable d'infections hospitalières et résistante à de nombreux antibiotiques. Une fois les modèles définis, il a fallu faire l'inventaire de toutes les séquences intergéniques (il en existe plusieurs milliers chez ces deux organismes) et présélectionner celles qui exprimeraient des ARN régulateurs. Cette étape a nécessité le développement d'un logiciel, travail qui a duré l'année du DEA de Christophe Pichon, un étudiant actuellement en thèse au labora-



Résultat de la collaboration avec un laboratoire de biologie structurale : détermination de la structure cristallographique du domaine pseudo-ARNt de l'ARN transfert-messager en complexe avec la petite protéine B (en bleu). D'après l'article publié dans *Nature*, 2003, 424(6949):699-703.

toire. Les chercheurs ont ensuite comparé des souches pathogènes et non pathogènes de *Escherichia coli*, afin d'identifier les séquences impliquées dans l'expression de la virulence. Il a ensuite fallu déterminer les conditions environnementales dans lesquelles les ARN sont produits (choc thermique, changement de composition chimique du milieu, faible apport en oxygène...), étudier leur structure pour tenter de développer des molécules qui puissent détruire avec affinité et spécificité ces ARN régulateurs. Vaste programme !

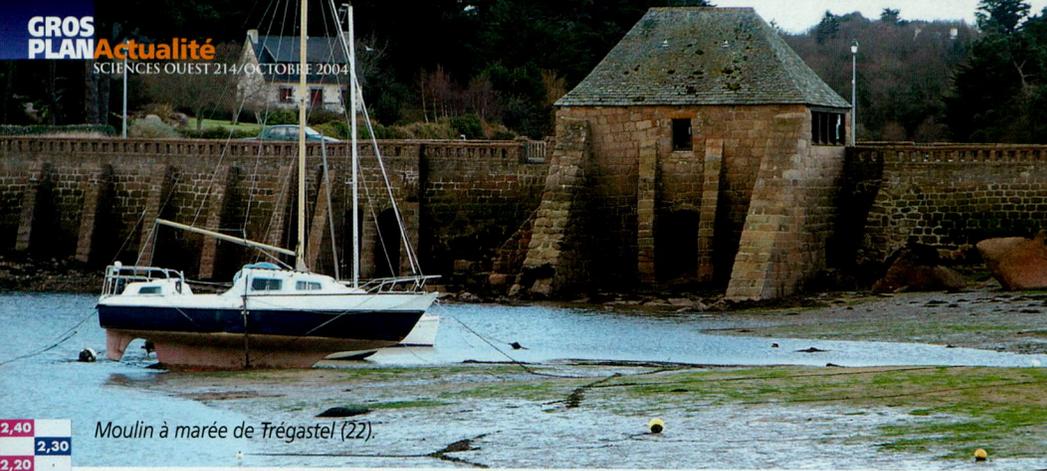
Si l'étude fonctionnelle s'est faite sur place par des techniques de biologie moléculaire et de biochimie, déterminer la structure tridimensionnelle d'un ARN régulateur a nécessité la collaboration d'un laboratoire de biologie structurale. Par la suite,

la coopération d'un laboratoire de chimie organique a permis de proposer des molécules capables de détruire cet ARN régulateur. "Sans ces collaborations nous n'y serions pas arrivés. Ce thème fait appel à beaucoup de compétences et c'est à mon sens comme ça que se construit la science, à l'interface de disciplines complémentaires", remarque Brice Felden.

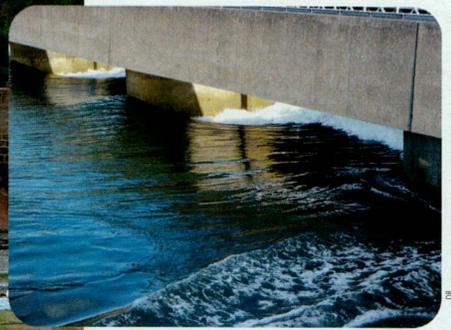
Ces résultats sont prometteurs : à l'heure où les phénomènes de résistance aux antibiotiques inquiètent la communauté médicale et où les infections nosocomiales⁽³⁾ progressent, faute de nouveaux antibiotiques, pouvoir diagnostiquer précocement certaines infections bactériennes sonne comme une réelle avancée. Cependant, les industriels sont encore frileux. "Les ARN régulateurs bactériens sont un sujet en émergence et les industriels préfèrent investir dans le développement de molécules dont le mode d'action est mieux connu et dont la recherche fondamentale est parfaitement maîtrisée", regrette Brice Felden. Mais les institutions publiques font confiance à son équipe. Rennes Métropole devrait bientôt lui attribuer une bourse pour l'achat d'équipements ; une reconnaissance bien méritée qui devrait permettre d'approfondir les recherches en cours. ■ **B.V.**

⁽¹⁾ ADN : Acide désoxyribonucléique. ⁽²⁾ ARN : Acide ribonucléique. ⁽³⁾ Infection nosocomiale : contractée en milieu hospitalier.

Contact → Brice Felden, laboratoire de biochimie pharmaceutique, campus santé de Villejean, tél. 02 23 23 48 51, bfelden@univ-rennes1.fr



Moulin à marée de Trégastel (22).



Barrage de la Rance (35), remplissage amont.

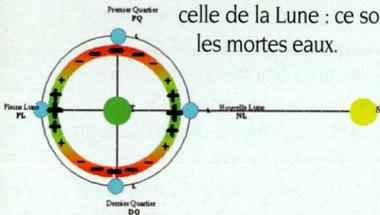
2,40
2,30
2,20
2,10
2 Mètres
1,90
1,80
1,70
1,60
1,50
1,40
1,30
1,20
1 Mètre
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50

Le Soleil a rendez-vous avec la Lune

La Lune et le Soleil, par les forces de gravitation, provoquent les marées. Cette année ont lieu des mortes eaux particulièrement faibles (et notamment la plus petite marée du siècle) qui illustrent la complexité du phénomène. À cette occasion, *Sciences Ouest* vous donne quelques explications.

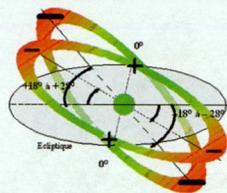
La Lune et le Soleil

→ Les phases de la Lune déterminent l'amplitude de la marée : lors de la pleine et de la nouvelle Lune, Soleil, Terre et Lune sont alignés. Les actions de la Lune et du Soleil s'additionnent, les marées sont fortes : on parle alors de vives eaux. À l'inverse, au moment des premier et dernier quartiers de Lune, Soleil, Terre et Lune forment un angle droit et l'influence du Soleil se soustrait à celle de la Lune : ce sont les mortes eaux.



La Lune

→ Deux paramètres modulent son influence. Tout d'abord sa **déclinaison**, c'est-à-dire l'angle qu'elle forme avec le plan de l'écliptique (plan de l'orbite de la Terre autour du Soleil). Une forte déclinaison diminue l'action de la Lune, et donc la marée. Inversement, une faible



déclinaison renforce l'action de la Lune et donc la marée.

L'autre élément est la **distance Terre-Lune**. L'orbite de la Lune étant elliptique, la Lune se rapproche et s'éloigne successivement de la Terre au cours d'une lunaison (intervalle de temps compris entre deux phases de Lune identiques).

Ces deux paramètres augmentent ou diminuent les forces de marée dues à la Lune au cours des lunaisons, donc selon un rythme qui n'est pas saisonnier.

Le Soleil

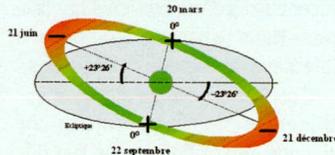
→ Son influence varie avec les saisons.

Sa **déclinaison**, c'est-à-dire l'angle apparent qu'il forme avec l'équateur, est maximale vers les solstices (autour des 21 juin et 21 décembre) :

les vives eaux sont alors plus faibles et les mortes eaux plus fortes. La déclinaison est minimale au moment des équinoxes (autour des 20 mars et 22 septembre) : les vives eaux sont plus fortes et les mortes eaux plus faibles.

La **distance Terre-Soleil** varie aussi au cours de l'année du fait de l'orbite elliptique de la Terre. Cette distance est maximale vers le 3 juillet (l'influence du Soleil est alors plus faible, les mortes eaux sont plus fortes et les vives eaux plus faibles) et minimale vers le 3 janvier (l'influence du Soleil est alors plus grande, les mortes eaux sont plus faibles et les vives eaux plus fortes).

Des deux paramètres, la déclinaison est la plus influente.



L'année 2004

→ Les orbites de la Terre et de la Lune n'étant pas dans le même plan, et l'orbite de la Lune oscillant légèrement, la **déclinaison lunaire est maximale (donc l'action de la Lune diminuée) tous les 18,6 ans**. Par ailleurs, les mouvements propres de la Terre et de la Lune n'étant pas synchrones, la **distance Terre-Lune est maximale en équinoxe (et l'influence de la Lune diminuée) tous les 8,8 ans**. Ces deux phénomènes ont lieu cette année et se superposent aux paramètres "habituels", avec pour conséquences :

La plus petite vive eau du siècle : une nouvelle Lune a eu lieu le 17 juin. C'était là l'élément nécessaire à une vive eau. Mais, la déclinaison du Soleil, la distance Terre-Soleil, la déclinaison de la Lune et la distance Terre-Lune étaient grandes à cette même date, affaiblissant la vive eau au point de provoquer des vives

eaux exceptionnellement faibles les 18 et 19 juin derniers (coefficient de marée⁽¹⁾ de 70). Prochain coefficient 70 : 22 et 23 juin 2062.

La plus petite morte eau du siècle : le 6 octobre, on aura pu observer un dernier quartier de Lune, élément indispensable à une morte eau le lendemain. Mais, la déclinaison lunaire et la distance Terre-Lune étaient grandes, diminuant ainsi l'action de la Lune. La déclinaison solaire était faible, augmentant l'action du Soleil et diminuant aussi le coefficient de marée. La distance Terre-Soleil était moyenne. On a donc observé le 7 octobre une morte eau exceptionnellement faible (coefficient de marée⁽¹⁾ de 22). Prochain coefficient 22 : 30 septembre 2044. ■

À LIRE

Tout savoir sur les marées est un ouvrage qui tient ses promesses : de l'analyse du phénomène par les savants grecs aux oscillations inexplicables en passant par les lois physiques qui régissent le phénomène, Odile Guérin, géologue géomorphologue, chargée de conférences à l'École pratique des hautes études (Laboratoire de géomorphologie) de Dinard et conférencière au planétarium de Pleumeur-Bodou, vous livre tous les secrets de la marée.

Tout savoir sur les marées, Odile Guérin, collection Guide pratique, éditions Ouest-France, 168 p. ■



Laisses de pleines mers successives à Trébeurden (22).

LES COEFFICIENTS DE MARÉE

Inventé par un Français au XIX^e siècle, le coefficient de marée est une valeur sans unité, comprise entre 20 et 120, qui détermine l'amplitude de l'oscillation de la marée. Même si les marées connaissent des amplitudes variant géographiquement en fonction de la profondeur de la mer⁽²⁾ et de l'allure du trait de côte⁽³⁾, le coefficient constitue un repère très pratique, représentatif des marées semi-diurnes (2 marées hautes et 2 marées basses par jour), ce qui est le cas des 2/3 des côtes à l'échelle mondiale. Il n'est cependant utilisé qu'en France. ■

⁽¹⁾ Coefficient de marée : voir encadré. ⁽²⁾ Plus la mer est profonde, moins les marées sont importantes, d'où les marées plus faibles dans le golfe de Gascogne qu'en Manche. ⁽³⁾ Plus le trait de côte est linéaire, plus les marées sont faibles, d'où les marées très fortes dans les fonds de baie comme le golfe normand-breton.

Contact → Odile Guérin,
tél. 02 99 46 10 72,
geomorphologie.dinard@ephe.
sorbonne.fr

2,40
2,30
2,20
2,10
2 Mètres
1,90
1,80
1,70
1,60
1,50
1,40
1,30
1,20
1 Mètre
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50

Les SOIS

LES PIEDS

SUR TERRE

La population urbaine ne cesse d'augmenter : les personnes vivant en ville et foulant du goudron plutôt que de la terre devraient représenter 50 % de la population mondiale en 2007... Le rôle extrêmement important de ce compartiment terrestre "reconnu pour être à l'origine des 2/3 de la production primaire exploitée par l'humanité pour sa nourriture, son habitat, son énergie et qui assure de nombreuses autres fonctions" a cependant trop tendance à être oublié.

Autre paradoxe : à une époque où nombre de satellites sillonnent l'espace sans que cela ne relève plus de la prouesse et où les scientifiques descendent régulièrement dans les profondeurs extrêmes des océans, décrire de façon précise ce qu'il y a à quelques dizaines de kilomètres sous nos pieds reste pratiquement impossible... et seul 50 % du territoire est cartographié.

C'est donc pour en savoir plus sur le sol, et sur le sol breton, pour découvrir toute sa richesse et sa complexité que nous vous proposons d'aller à la rencontre des spécialistes du sol qui sont aussi bien biologistes, microbiologistes, géologues, que physiciens, hydrologues, chimistes, agronomes ou forestiers...

Le sol n'étant pas renouvelable, du moins à l'échelle humaine, la question de sa préservation devient cruciale : mieux la connaître pour mieux la gérer. ■

N.B.

Le SOL

Un système très complexe et paradoxal

Ancien directeur d'un laboratoire associé au CNRS en biologie du sol à la Station biologique de Paimpont, cofondateur de la revue *European Journal of soil biology*, Paul Trehen a aussi été président du Conseil scientifique régional de l'environnement de 1994 à 2003 et, à ce titre, coordonnateur d'un rapport pluridisciplinaire sur le sol et les déchets.

Sciences Ouest : *Tout d'abord, pouvez-vous nous donner une définition du sol ?*



Paul Trehen : Cette question n'est pas aussi simple qu'elle en a l'air ! En effet, qui ne connaît pas le mot ? Il est d'usage très courant bien que paradoxalement encore très mal connu. En effet selon que l'on s'adresse à un urbaniste, un sociologue, un biologiste ou un géologue, il ne désigne pas la même chose. En ville, il a été très longtemps considéré comme un support sur lequel il est, ou il n'est pas, possible de construire ; les fonctions du

sol sont économiques et sociales. Au champ, il s'agit d'un système d'échanges et de libération d'éléments nutritifs pour les plantes, mais aussi d'un milieu de stockage et de réorganisation de la matière organique et des minéraux issus de l'altération des roches sous-jacentes sous les effets combinés du climat et des activités humaines. Ses fonctions sont ici d'ordres écologique, biologique et géochimique. Peu de personnes sont en effet capables de décrire le sol dans toute sa complexité et sa diversité.

Sol profond lessivé dégradé. Les zones blanchies sont caractéristiques d'un appauvrissement en argile et en oxydes de fer dû à la circulation de l'eau.

S.O. : *Comment expliquez-vous cette méconnaissance ?*

P.T. : Cette situation paradoxale vient notamment du fait que les fonctions du sol que l'on vient de citer ne sont pas reprises par la législation française. À la différence de l'air et de l'eau, le sol est exclusivement un accessoire de la propriété privée, n'étant en cela soumis qu'à quelques règles d'usage sans caractères obligatoires. Pour sa dimension territoriale, le sol relève bien du droit public. Mais, à part dans le cadre de la protection de la nature, de politiques de lutte contre l'érosion ou les inondations, cette dimension territoriale n'intègre qu'une partie des caractéristiques du sol.

S.O. : *Mais s'agit-il d'un manque de connaissances ?*

P.T. : Non, pas du tout ! La France a été à la pointe des recherches associant la biologie et la pédologie, sous l'impulsion de grands noms tels Philippe Duchaufour créateur, dès les années 50, d'un centre de pédobiologie près de Nancy ou Louis Emberger, à Montpellier. L'implication des microbiologistes et des biologistes s'est amplifiée dans de nombreux laboratoires à Lyon, Montpellier, Paris.

Cette méconnaissance est plutôt liée au cloisonnement entre les disciplines et les recherches depuis près d'un siècle. Comment concilier et réunir dans un même programme les sciences de la vie et les sciences de la terre, voire au sein des sciences de la vie : les microbiologistes, les botanistes et les zoologistes ? On a buté sur ce point pendant longtemps. Il est aujourd'hui en partie résolu, l'étape suivante consiste à y adjoindre les sciences humaines, les sciences économiques et le droit.

En Bretagne, on peut dire que le problème des nitrates et plus

généralement des polluants déversés sur les sols et se retrouvant dans l'eau de consommation aura été le déclencheur d'une approche plus globale et transdisciplinaire dès 1976, seulement l'état d'esprit n'a vraiment changé dans les applications multiples que depuis moins d'une décennie.

S.O. : *En tant que président du Conseil scientifique régional de l'environnement, vous aviez présenté, l'année dernière, un rapport comportant des recommandations⁽¹⁾. Pourriez-vous nous les rappeler ?*

P.T. : Il serait fastidieux de les énumérer dans cet article. La plus significative sinon la plus importante d'entre elles tend à considérer le sol comme une ressource patrimoniale commune au même titre que l'eau, ce qui se traduirait, dans le droit français, par l'élaboration d'une liste de principes et d'obligations à respecter. Cela nous pousserait à considérer le sol dans son acceptation la plus large et entrerait complètement dans une logique de développement durable.

L'idée est arrivée comme proposition dans la charte de l'environnement mais elle n'a pas été retenue... Il est vrai qu'elle n'est pas facile à mettre en place et compliquerait bien des démarches aujourd'hui encore trop souvent négligées lors de la réalisation des études d'impact. Il serait alors nécessaire de prendre en compte et de mesurer tous les effets induits par un aménagement, par exemple le tracé d'une autoroute, l'implantation d'une usine, souvent bien au-delà de son emprise au sol. Les cahiers des charges ainsi constitués changeraient selon le contexte local et régional et rendraient possible l'évaluation des effets immédiats, à moyen et à long termes. ■

⁽¹⁾ Le rapport "Gestion des sols et apports de déchets organiques en Bretagne" du Conseil scientifique régional de l'environnement présenté le 25 septembre 2003 au Conseil régional est téléchargeable sur le site de Bretagne Environnement : www.bretagne-environnement.org

Surveillance des sols : ça bouge en Bretagne



Deux programmes nationaux, l'un d'inventaire cartographique, l'autre de surveillance de la qualité des sols, ont été lancés il y a quelques années ; programmes qui doivent être déclinés par chaque région de France. Jusqu'à présent assez statique sur le sujet, la Bretagne devrait se lancer en 2005. Le point avec Blandine Lemerrier chargée du suivi du dossier "Sols de Bretagne".

→ IGCS et RMQS, derrière ces sigles se cachent deux programmes de connaissance des sols : Inventaire, gestion et conservation des sols pour le premier et Réseau de mesures de la qualité des sols pour le deuxième. Coordonnés au niveau national par un Groupement d'intérêt scientifique sur les sols (Gis-Sol) créé en 2001 par les ministères de l'Agriculture, de l'Environnement, l'Ademe, l'Ifen et l'Inra⁽¹⁾, ces programmes ont pour but d'apporter une image globale du type et de la qualité des sols. Ils sont ensuite mis en œuvre par les régions qui peuvent les adapter en fonction du contexte local (pratiques agricoles, demandes des acteurs locaux...).

Si certaines régions se sont rapidement mobilisées, soit qu'elles disposaient déjà d'un certain nombre de données, soit qu'elles avaient des besoins précis d'informations pour régler des problèmes de ressource en eau, par exemple, la Bretagne, en revanche, est restée relativement inactive... "C'est souvent l'agronomie qui a lancé les programmes en région, explique Blandine Lemerrier, ingénieure agronome à Agrocampus Rennes, UMR Sol agronomie et spatialisation⁽²⁾ et chargée du suivi des programmes IGCS et RMQS en Bretagne depuis janvier 2004. En Bretagne, qui est historiquement une région d'éleveurs, ce sont plutôt les problématiques environnementales qui ont déclenché les choses. Et cela a été un peu plus tardif."



La dynamique bretonne est aujourd'hui amorcée : la phase de construction des deux programmes qui ont d'ailleurs été regroupés sous l'intitulé "Sols de Bretagne" est en cours, le budget est estimé à plus d'1 million d'euros sur 5 ans ; et les appels à participation lancés.

Le programme RMQS consiste à mesurer des paramètres chimiques (éléments nutritifs, métaux lourds...) et physiques (granulométrie, densité...), à effectuer des descriptions de sol, ainsi que des prélèvements (qui alimenteront le conservatoire des sols - pédothèque - d'Orléans) à partir de 99 sites de mesure répartis

uniformément dans toute la région (déterminés à partir d'un quadrillage comportant des mailles de 16 km de côté). En Bretagne, le RMQS devrait même comporter une particularité : "En effet, le relevé de paramètres biologiques n'est pas prévu au niveau national, précise Blandine Lemerrier. Des biologistes ont donc lancé une action en ce sens, soutenue par l'Ademe, proposant la mise en place et la validation de l'utilisation de bio-indicateurs comme les lombrics et éventuellement les microorganismes."⁽³⁾

De façon générale, les relevés seront effectués tous les 7 ans afin d'alimenter une base de données et de suivre l'évolution de la qualité des sols. De par leur implantation et leur proximité des agriculteurs, les chambres d'agriculture apparaissent comme des partenaires privilégiés dans la mise en œuvre de ce programme.

Plus qu'un programme de cartographie, l'IGCS doit permettre d'organiser les connaissances des sols et de les relier aux usages qui en sont faits. La cartographie des pédopaysages⁽⁴⁾, au 1/250 000^e sera donc associée à une base de données. L'objectif final étant de créer un outil attractif de consultation et de croiser des données (profondeur, texture...). Il devrait combler un manque certain : "De tels outils existent déjà en météorologie ou en géologie, mais pas pour le sol !", constate Blandine Lemerrier. Bien sûr, nous avons des données, mais elles sont encore dispa-

■ **Acides** - D'un pH compris entre 5 et 8, avec une moyenne de 6, le pH des sols bretons est acide (voir carte page 12). Au départ plutôt défavorable à l'agriculture, cette propriété est facilement modifiée par l'apport d'amendements alcalins.

■ **Limoneux** - Cette granulométrie intermédiaire (entre sable et argile) permet de bien retenir l'eau mais confère au sol une certaine fragilité qui nécessite une gestion adaptée pour éviter les risques de compaction et donc d'asphyxie.

■ **Matière organique (MO)** - Les sols de Bretagne sont globalement riches en matière organique, mais celle-ci est mal répartie. Il existe en effet un gradient décroissant sud-ouest/nord-est avéré (voir carte page 12), ainsi qu'une tendance à l'homogénéisation, c'est-à-dire que les teneurs en MO baissent plus dans les zones où elles sont les plus élevées.

■ **Éléments chimiques** - L'utilisation intensive des sols, notamment dans les zones de culture légumière et dans les zones d'élevage intensif, enrichit les sols en éléments nutritifs (azote, phosphore) et métaux lourds (cuivre, zinc). Cet enrichissement peut avoir des conséquences néfastes sur le fonctionnement des sols et sur la qualité de l'eau.

■ **Variété** - Les sols bretons sont en effet très divers, par la nature de la roche mère, mais aussi par la topographie et des occupations qui en sont faites : agriculture, forêt, marais... ■

rates, peu nombreuses, non organisées... Ces programmes présentent donc un intérêt très fort !, poursuit-elle. Des réflexions existent aussi au niveau européen, afin d'harmoniser les techniques de mesures, de descriptions et d'analyse."

La Bretagne est désormais dans la course, et les campagnes de mesures devraient commencer dès 2005. ■ N.B.



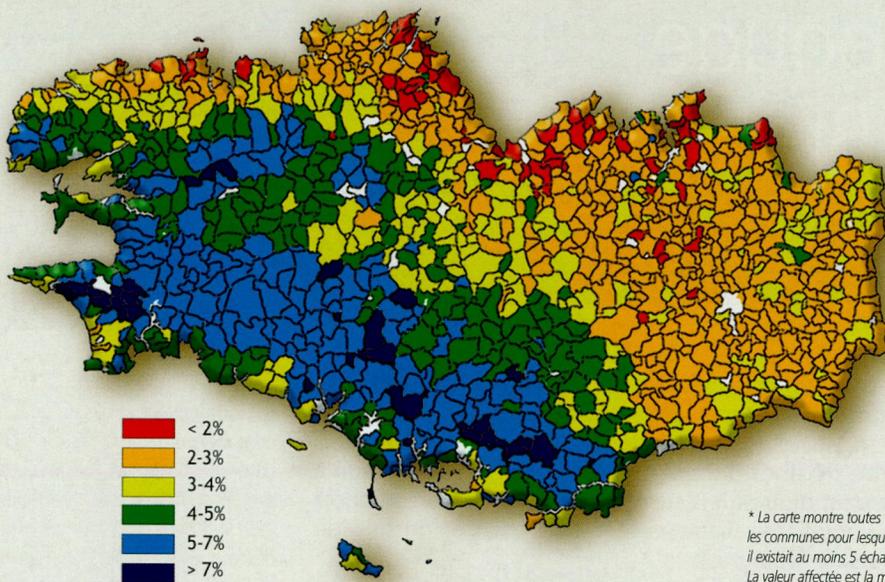
Sol superficiel de 30 cm de profondeur reposant sur un schiste gréseux résistant peu altéré.

⁽¹⁾ Ademe : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie ; Ifen : Institut français de l'environnement ; Inra : Institut national de recherche agronomique. ⁽²⁾ SAS : Sol agronomie et spatialisation est une UMR Inra/Agrocampus Rennes qui fait par ailleurs partie du Caren (Centre armoricain de recherche en environnement) qui est une fédération de recherche : CNRS, Inra, Université de Rennes 1, Rennes 2, Agrocampus Rennes. ⁽³⁾ Daniel Cluzeau, de l'UMR Écobiolo (UMR CNRS/Université de Rennes 1 - Caren) est l'initiateur de cette démarche. Voir article page 12. ⁽⁴⁾ Une unité pédopaysagère est une portion de territoire homogène vis-à-vis d'éléments du paysage intervenant dans la différenciation de sols.

Contact → Blandine Lemerrier,
tél. 02 23 48 52 29,
Blandine.Lemerrier@agrocampus-rennes.fr

Le SOL

MATIÈRE ORGANIQUE

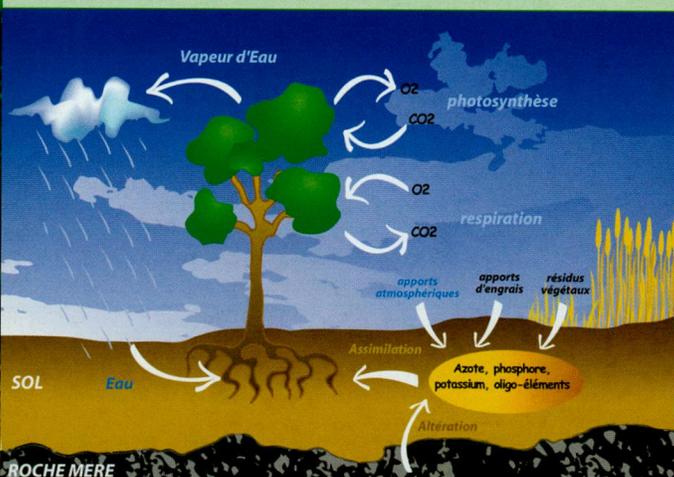


* La carte montre toutes les communes pour lesquelles il existait au moins 5 échantillons. La valeur affectée est la médiane (valeur centrale).

Depuis 30 ans, on constate une tendance à la baisse de la matière organique. Les valeurs mesurées pendant les périodes 1980-85 (76 534 échantillons) et 1990-95 (62 877 échantillons) montrent une baisse moyenne d'environ 0,6 % en 10 ans.

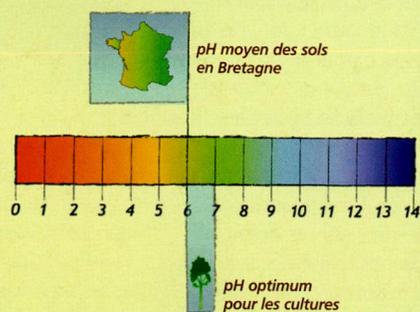
CARTE ISSUE DU LIVRET CHIFFRES CLÉS DE L'ENVIRONNEMENT EN BRETAGNE PUBLIÉ EN 2003 PAR BRETAGNE ENVIRONNEMENT

SOL ET PLANTE



Le sol fournit à la plante les éléments nutritifs. Il est considéré comme fertile quand il correspond aux besoins de la plante et lui apporte le moins de contraintes possibles. La notion de fertilité dépend donc de la plante considérée. Les hortensias apprécient particulièrement les sols bretons.

pH



Le pH acide des sols bretons constitue un handicap pour l'agriculture. Mais il est corrigé par l'apport d'amendements.



Le sol au naturel

Bétonné en ville, travaillé et enrichi dans les champs, le sol est rarement livré à lui-même. Il reste cependant un endroit où il garde son côté naturel : la forêt. Rencontre avec Gilles Pichard, du Centre régional de la propriété forestière de Bretagne (CRPF⁽¹⁾).

→ "En forêt, on prend le sol avec ses qualités et ses défauts !, déclare Gilles Pichard. L'homme y intervient peu et les sols y sont donc presque naturels : ils se lisent à livre ouvert, découvrant leur succession de couches." En effet si, tout comme l'agriculteur, le sylviculteur cherche à rentabiliser l'espace dont il dispose par le biais d'une production, la nature même des végétaux éduqués n'est pas sans incidence sur la façon de concevoir le sol.

Premier exemple : les cycles de la production forestière, couramment de 50 à 120 ans, ne se prêtent pas à l'apport en continu des éléments dont les terrains seraient dépourvus ou carencés, ce qui peut s'envisager dans le domaine agricole où les cycles sont annuels et les rentrées financières régulières. Le forestier appréhende donc les terrains avec leurs atouts et leurs faiblesses, en recherchant la ou les essence(s) et le mode de gestion adaptés au milieu. Ces conditions intègrent bien sûr la nature du sol, mais aussi le substrat géologique, qui induit en partie la richesse minérale du sol ; la végétation d'accompagnement, qui traduit assez finement la fertilité ; le climat local, qui conditionne la possibilité de favoriser ou d'introduire telle essence ou telle autre et enfin l'exposition et la position topographique.

Pour ce qui est du sol lui-même, la profondeur compte parmi les paramètres importants pris en compte en sylviculture. Alors que les agriculteurs ne travaillent que les trente premiers centimètres du sol, les forestiers sont amenés à tenir compte de la profondeur, car les arbres prospectent généralement plus loin que les plantes agricoles pour s'ancrer dans le sol et résister au vent. La texture (c'est-à-dire la composition granulométrique en sable, limon et argile) ainsi que la structure du sol (c'est-à-dire la manière dont sont agencées entre elles les différentes particules qui composent le sol), sont également regardées avec attention en forêt, ainsi que le drainage et la richesse minérale. Ces études du sol revêtent d'autant plus d'importance que les terrains qui sont dévolus à la forêt sont globalement pauvres. "En schématisant, on peut dire que les sols les plus fertiles ont été conquis par l'agriculture et ce, dès les temps les plus reculés. C'est une des raisons pour lesquelles les essences frugales comme le pin maritime et le pin sylvestre marquent fortement les paysages forestiers bretons."

En Bretagne, la forêt est en effet minoritaire : avec environ 330 000 hectares, elle ne représente que 12 % du territoire, contre 27 % à l'échelle nationale. Mais, au-delà de ces chiffres qui

la relèguent loin derrière l'agriculture, elle est tout de même en constante progression : le taux de couverture boisée n'était en effet que de 7 % au début du XIX^e siècle et il a progressé de 2 % durant la seule période 1980-1998. Soulignons d'ailleurs que cette extension est largement le fait de la colonisation naturelle de parcelles délaissées par l'agriculture, essentiellement en centre-ouest Bretagne, à laquelle s'ajoute le boisement artificiel, action humaine d'initiatives individuelles bénéficiaires ou non d'aides publiques pour ces réalisations.

"Oui, la forêt a sa place en Bretagne, ajoute Gilles Pichard. Car en plus de son rôle producteur de bois qui induit une filière économique, elle constitue une véritable source de services dont bénéficie la collectivité tout entière : elle joue un rôle protecteur des sols vis-à-vis de l'érosion, contribue à préserver les ressources en eau et la qualité de l'air, piège le carbone dans son bois luttant ainsi contre les gaz à effet de serre, réduit les risques d'inondation, offre un espace riche au plan biologique, participe à l'identité des paysages, et est enfin susceptible de proposer des lieux de détente et de loisir aux populations citadines."

À vos cabanes... ! ■ N.B.

⁽¹⁾ Le CRPF est un établissement public qui comporte 18 centres en France. Avec ses missions régies par le code forestier, il est au service des propriétaires privés, qui détiennent 73 % du territoire forestier national (90 % du territoire en Bretagne). L'Office national des forêts (ONF) étant au service des propriétaires publics.

Contact → Gilles Pichard,
CRPF de Bretagne, tél. 02 99 30 00 30,
gilles.pichard@crpf.fr

LES STATIONS BRETONNES

La Bretagne compte une vingtaine de stations... forestières ! Définies comme étant des zones sur lesquelles le sol, le relief, la géologie, la végétation naturelle et le climat sont homogènes, elles peuvent être de surface très variable et comporter des sous-types. Elles permettent aux forestiers de déterminer les orientations sylvicoles les mieux adaptées au contexte local.

Des guides très pratiques les décrivent précisément (photos, et schémas à l'appui). Le dernier en date étant celui de Moyenne Vilaine. ■



Ce sol brun acide est plus riche et sera apprécié des feuillus.

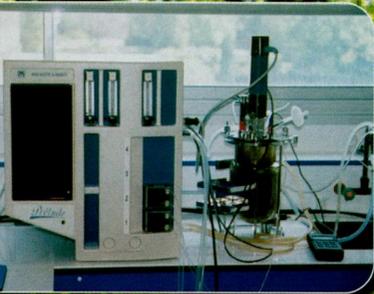


Ce sol brun est caractérisé par un engorgement en eau temporaire en profondeur qui sera tolérée par des espèces tels que le chêne Rouvre ou Sessile ou encore le pin Laricio de Corse.



Sol très acide et très pauvre, de type podzolisé (caractérisé par la ligne grise) adapté au développement des pins.

Le sol et l'eau, deux éléments indissociables



Chimie de l'eau

Le bioréacteur permet de faire varier automatiquement des paramètres comme la température, les conditions d'oxygénation, la présence ou l'absence de microorganismes... Les expériences sont réalisées sur 3 à 4 semaines.

En circulant, l'eau construit le paysage, sculpte les contours des bassins versants, des rivières, façonne les sous-sols... De son côté, le sol permet à l'eau d'acquiescer ses caractéristiques chimiques...

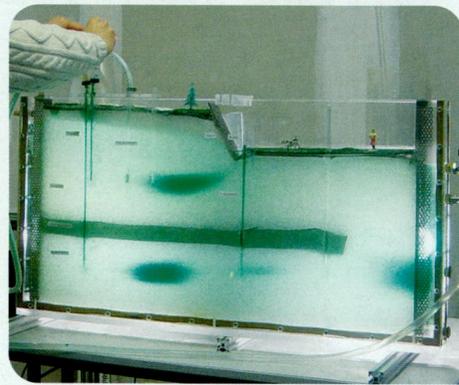
→ La ville de Ploemeur (près de 20 000 habitants) dans le Morbihan est alimentée par un aquifère naturel situé à plus de 100 m de profondeur. Et si pour l'instant l'eau coule à flots (1 million de m³/an) avec une qualité irréprochable, la question de l'évolution de la ressource peut néanmoins se poser. Le transfert des polluants ou encore le stockage des déchets souterrains sont également des thèmes d'actualité, aux répercussions sanitaires, économiques, sociales... pour lesquels une bonne connaissance de la circulation et des caractéristiques de l'eau dans les sous-sols peut être utile.

Mais il s'avère que notre connaissance de ce milieu, sans même parler de profondeurs extrêmes, est, encore aujourd'hui, très limitée.

Et pour cause : "On ne voit pas ce qu'il y a dans le sol !"; cette phrase de Jean-Raynald de Dreuzy, chargé de recherche CNRS dans l'UMR Géosciences⁽¹⁾,

n'est pas une lapalissade, mais le simple constat de nos limites dans ce domaine. "Il est évidemment possible d'acquiescer des données sur le terrain, mais l'inspection d'un puits au niveau d'un affleurement, par exemple, reste très localisée. Et puis cela coûte cher." Nous n'avons en fait accès qu'aux grandes caractéristiques - sols formés par l'altération de schistes ou de granites -, les détails, l'hétérogénéité du sol nous échappent complètement. Comment prédire alors un écoulement dans un milieu inconnu ? La modélisation vient au secours des hydrologues mais là encore, l'immensité et l'hétérogénéité du sol ne leur facilitent pas la tâche.

"L'action de modéliser consiste à partir d'une unité de référence pour pouvoir ensuite changer d'échelle, poursuit le chercheur. Le problème, dans le domaine de l'environnement, c'est que l'on ne dispose pas d'une telle unité, car le milieu présente des



Circulation de l'eau
Créée à l'occasion d'une "Fête de la science", cette maquette réalisée par les chercheurs de l'UMR Géosciences, montre les relations entre le cycle superficiel de l'eau et ses écoulements souterrains et permet de tester différentes vitesses de transit de l'eau.

hétérogénéités sur une très large gamme d'échelle ; on ne sait donc pas à partir de quoi réaliser le changement d'échelle⁽²⁾..." Les sorties sur le terrain sont toutefois essentielles au recueil de données et trois sites sont ainsi régulièrement visités par Jean-Raynald de Dreuzy et ses collègues : Ploemeur (56), Cadarache (près de Montpellier) et Poitiers. Leurs travaux s'inscrivent dans le cadre d'un projet d'observation et de recherche en environnement (ORE), lancé par le CNRS il y a 2 à 3 ans, et dont l'objectif est de réaliser des observations qualitatives et quantitatives sur une période longue, afin de tester le modèle et d'avoir une idée de l'évolution des milieux naturels sur du long terme.

→ Les travaux d'Aline Dia, chargée de recherche au CNRS, entrent également dans le cadre



d'un ORE, mais portent non plus sur l'hydrologie mais sur la chimie de l'eau. Sur le bassin versant de Naizin, près de Pontivy, la géochimiste s'intéresse en effet aux variations spatio-temporelles des facteurs climatiques qui vont conditionner la circulation de l'eau et donc influencer sur ses caractéristiques chimiques : état d'oxydoréduction, teneurs en nitrates, matière organique ou éléments traces métalliques (cuivre, zinc, cadmium, plomb...).

Le bassin versant du Naizin a été choisi parce qu'il est étudié depuis plus de 20 ans par différents organismes (Cemagref, Inra, BRGM, CNRS...) pour ses caractéristiques hydrologiques et pédogéologiques - maintenant bien connues -, ce qui facilite le prélèvement d'échantillons

nécessaires à des études plus ciblées grâce à un suivi régulier du site. Mais la plupart des expériences sont réalisées en laboratoire dans un bioréacteur, qui permet de faire varier précisément différents paramètres plus difficilement décomposables sur le terrain et donc de tester un plus large panel de conditions bioclimatiques. "Nos mesures se situent encore à une très petite échelle qui est celle de l'adsorption et la désorption des éléments traces métalliques piégés sur des oxydes de fer et manganèse vers l'eau, explique Aline Dia. Nous commençons à étendre nos études en travaillant avec les microbiologistes pour comprendre le rôle de la microfaune sur ces processus."

Cependant, comparés à des approches beaucoup plus appliquées comme celles de l'Inra, plus focalisées sur les nitrates (voir article ci-contre), "ces travaux sur les éléments traces métalliques sont encore assez marginaux, poursuit-elle. Ils s'inscrivent sur le long terme et restent pour le moment très mécanistiques : nous cherchons à comprendre l'origine des variations de teneurs de ces éléments potentiellement toxiques dans l'eau !"

Le sol vivant et minéral, l'eau... Un triptyque qui est encore loin d'avoir livré tous ses secrets ! ■ **N.B.**

⁽¹⁾ Géosciences est une UMR CNRS/Université de Rennes 1 - dirigée par François Guillocheau - qui fait partie du Caren (Centre armoricain de recherche en environnement), fédération de recherche : CNRS, Inra, Université de Rennes 1, Rennes 2, Agrocampus Rennes. Jean-Raynald de Dreuzy et Aline Dia font partie de l'équipe Transferts, dirigée par Philippe Davy.

⁽²⁾ Le changement d'échelle : en physique, on peut, par exemple, passer à la modélisation du comportement d'un groupe d'atomes car on connaît l'entité atome. En sciences humaines et sociales, on part de l'individu seul...

Contacts → Jean-Raynald de Dreuzy, tél. 02 23 23 60 89, jean-Raynald.de-Dreuzy@univ-rennes1.fr ; Aline Dia, tél. 02 23 23 56 50, aline.dia@univ-rennes1.fr



L'une des volontés de Philippe Davy, directeur de l'équipe Transferts de l'UMR Géosciences, a été de développer les travaux de terrain. Ici sur le site de Ploemeur.

Approche globale de la pollution

Les nitrates comme modèle

Le problème des nitrates en Bretagne a été l'élément déclencheur d'une prise en compte globale du système sol-eau dans la circulation des polluants. Dans cette logique, les chercheurs essaient aujourd'hui de développer des modèles afin de simuler le trajet des intrants et de proposer des solutions alternatives à l'agriculture intensive.

→ Deux raisons expliquent les forts taux de nitrates des eaux bretonnes : une couche géologique peu perméable (granite et schiste notamment) qui a pour conséquence des nappes d'eau très superficielles et donc sensibles à la pollution, à quoi s'ajoutent des pratiques agricoles intensives. Comme il est impossible d'agir sur la géologie, le seul moyen de réduire la pollution est de modifier les pratiques agricoles. "Or cette démarche

demande de simuler l'effet des changements de pratiques et donc de connaître le chemin de transit de l'eau", explique Patrick Durand hydrobiogéochimiste à l'UMR SAS⁽¹⁾.

Les projets de modélisation ont commencé dans les années 1990 avec le programme Cormoran⁽²⁾. Il s'agissait alors de comprendre le trajet de l'eau et des polluants dans les bassins versants. Aujourd'hui, grâce à l'apport des agronomes, les chercheurs essaient de modéliser l'ensemble du cycle de l'azote. Pour construire un tel modèle, ils ont travaillé sur un bassin précis : celui de Naizin (56). "La modélisation est un travail multidisciplinaire, reprend Patrick Durand, nous avons dû réaliser des analyses hydrologiques, hydrochimiques, pédologiques ou encore agronomiques et faire ensuite appel à des compétences en mathématiques, informatique ou géochimie." Le but : simplifier un système tout en restituant la complexité avec comme élément clé, le sol.

Un modèle efficace

Après plus de 5 ans d'études, les chercheurs de l'UMR SAS sont parvenus au modèle appelé

TNT-2 (pour Transfert nitrates et topographie). Son originalité est de prendre en considération à tout moment les échanges qui existent entre sol et nappe et pas seulement ce qui est déversé dans la nappe au cours du transit de l'eau (le modèle est à la fois additif et soustractif). Mais pour être validé, il a dû être appliqué à un autre bassin que celui de Naizin. C'est celui de Saint-Léger-des-Prés (35), où les caractéristiques sont différentes mais les pratiques agricoles assez bien connues, qui a servi de bassin test. "L'objectif était de répondre à deux questions : parmi l'éventail de méthodes alternatives dont on dispose, lesquelles seraient les plus efficaces ? En adoptant des pratiques moins polluantes, en combien de temps obtiendrait-on des résultats ?", explique Patrick Durand. Et le modèle a livré ses conclusions : tout d'abord, ce bassin présentant une faible pluviométrie, même en optimisant l'agriculture intensive qui y est pratiquée, on aurait beaucoup de mal à obtenir des concentrations en nitrates acceptables. Il faudrait parvenir à une agriculture plus extensive. Par ailleurs, les effets du changement de pratiques ne seraient visibles qu'au bout de 3 à 5 ans et définitifs après plusieurs décennies.

Mais l'approche à l'échelle d'un bassin versant montre aussi combien la résolution du problème des nitrates est complexe. Ne changer que les pratiques agricoles ne suffira sans doute pas. Il faudra revoir l'aménagement du paysage et surtout celui du sol dont la capacité de filtration est aujourd'hui saturée. Parmi les solutions, l'aménagement des zones humides, à l'interface entre milieux aquatique et terrestre,

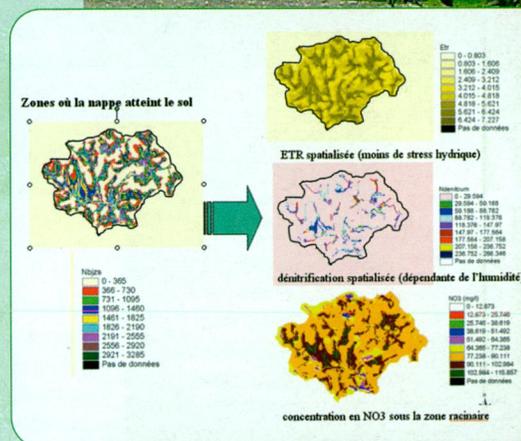
ainsi que la réhabilitation du bocage dont la végétation possède une importante capacité d'épuration.

Simplifier l'utilisation

Opérationnel depuis 6 mois, le modèle TNT-2 doit encore être affiné et pour cela, les chercheurs essaient de l'appliquer au bassin du Yar (22) où la problématique est sensiblement différente : "Nous sommes confrontés à un bassin beaucoup plus grand dont l'embouchure est plus étroite et donc plus facilement envahie par les algues vertes", reprend le chercheur. Le modèle n'est encore utilisable que par les scientifiques mais, à terme, il doit permettre la mise au point d'outils de routine à l'aide desquels, à partir d'indicateurs simples (morphologie, caractéristiques du sol, répartition de la végétation...), on pourra analyser rapidement la capacité d'épuration et les effets potentiels des changements de pratiques. En outre, les chercheurs espèrent développer des modèles similaires applicables à d'autres polluants. Le cas des pesticides est à approfondir car leur cycle est très différent et le modèle sera difficilement transposable. En revanche, il semble exister une assez bonne corrélation entre la dynamique du carbone organique dissout et les nitrates, la passerelle serait donc possible. Un travail encore long, qui demandera l'étude d'un grand nombre de bassins versants. ■ B.V.

⁽¹⁾ SAS : Sols, agronomie et spatialisation est une UMR Inra/Agrocampus Rennes qui fait par ailleurs partie du Caren (Centre armoricain de recherche en environnement) qui est une fédération de recherche : CNRS, Inra, Université de Rennes 1, Rennes 2, Agrocampus Rennes. ⁽²⁾ Cormoran : Caractérisation, observation, modélisation des transferts de masse et d'énergie en milieu agricole intensif.

Contact → Patrick Durand,
tél. 02 23 48 54 27,
patrick.durand@roazhon.inra.fr

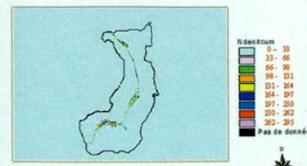


Le modèle permet de spatialiser différents paramètres.

profondeur moyenne de la nappe



Dénitrification moyenne par an kg/ha/an



LE VER DE TERRE SOUS TOUTES SES COUTURES

Les vers de terre constituent le groupe le plus important de la faune du sol. Il en existe 2 500 espèces dont une certaine en France qui se distinguent par leur taille, leur pigmentation et des niches écologiques différentes. Trois grandes catégories ont cependant été définies, d'après des critères morphologiques, physiologiques et des impacts fonctionnels différents et largement complémentaires :

- Les **épigés** sont les plus petites espèces (1 à 5 cm) ; ils évoluent dans les premiers centimètres du sol, brassent et fractionnant la matière organique.

- Les **endogés** (1 à 20 cm) ne viennent jamais à la surface. Vivant constamment dans le sol, ils créent des réseaux de galeries horizontaux très ramifiés et se nourrissent de matière organique déjà dégradée.

- Les **anéciques** (dont le lombric commun fait partie) sont les plus grosses espèces : 10 à 110 cm. Ils évoluent verticalement, creusant des galeries pouvant descendre jusqu'à 3 m. Ils mélangent la matière organique à la matière minérale et rejettent leurs déjections à la surface du sol, sous forme de turricules.

Hermaphrodites protandres (c'est-à-dire mâles puis femelles), les vers de terre se reproduisent entre mai et juin dans les régions tempérées. Notons que les grandes espèces peuvent vivre 2 à 3 ans mais que leur temps de génération est comparativement assez long puisqu'il est de 18 mois. Leurs lieux de vie préférés sont les sols mixtes de type limon (entre sable et argile) qui présentent une bonne stabilité d'humidité et sont faciles à creuser. ■

Il y a une vie dans le sol

Plus que des appâts que l'on accroche au bout des hameçons, les lombrics possèdent beaucoup d'autres fonctions, pour la plupart méconnues, et pourtant essentielles à la vie du sol et au maintien de sa biodiversité. Rencontre.

→ La faune du sol est un sujet qui occupe plusieurs équipes de recherche en France depuis plus de 20 ans. En Bretagne, tout a commencé au cœur de la forêt de Brocéliande, à la station biologique de Paimpont, au début des années 80. Aujourd'hui enseignant-chercheur dans l'UMR Ecobio⁽¹⁾, Daniel Cluzeau fut un des premiers membres de l'équipe à travailler sur ceux que l'on a surnommé les ingénieurs du sol : les lombriciens.

culture, conférences destinées aux professionnels (comme Agrofutur en juin à Bignan (56) ou les journées techniques du festival national du non-labour en septembre en Lozère), rédaction d'articles dans les revues spécialisées... font donc partie du quotidien de l'enseignant-chercheur. "Transférer nos connaissances vers les agriculteurs est quelque chose d'essentiel, car ce sont eux - à 90% - qui mettront en œuvre les politiques de conservation des sols,

déclare Daniel Cluzeau. Notre but est de réveiller la part d'agronome qui sommeille en chacun d'eux ! Et ils commencent à nous entendre. Car il y a vingt ans, le sol était vraiment considéré comme un élément uniquement minéral, poursuit-il, et quand je commençais à leur parler ver de terre, cela faisait sourire. Aujourd'hui, il existe une véritable prise de conscience du fait que le sol est une ressource non renouvelable à l'échelle humaine et aussi un milieu complexe, interactif et... vivant !"

Des études ont en effet démontré que les pratiques intensives de travail du sol sont dommageables pour les populations de lombrics : les

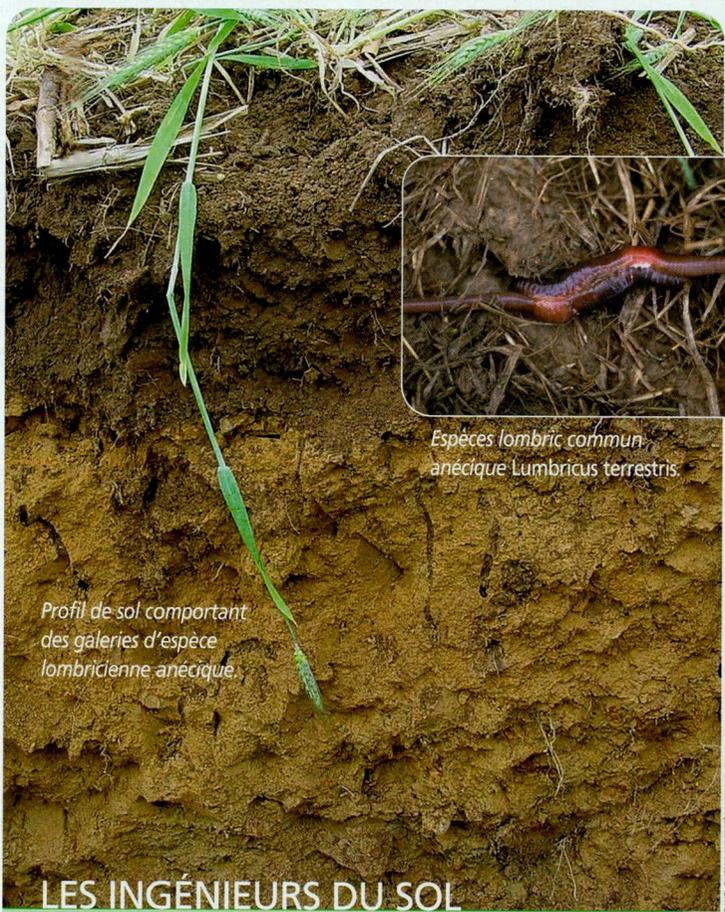


Espèce endogée *Aporrectodea icterica*.

Étudiés en laboratoire dans des bioréacteurs (ou microcosmes : des colonnes de sol d'une vingtaine de centimètres de diamètre) ou sur des parcelles représentatives de l'ordre du demi-hectare, les vers de terre se sont laissés "croquer" par les chercheurs qui ont fini par en dresser un portrait fonctionnel précis et les classer en trois grands groupes (voir ci-contre). Véritables régulateurs du fonctionnement du sol, de par le creusement de leurs galeries et leur activité de digestion de la matière organique, ces animaux sont des acteurs clés de la fertilité des sols. Un message que Daniel Cluzeau et ses collègues s'appliquent à transmettre aux professionnels. Formation des agriculteurs ou des techniciens des chambres d'agri-



Espèces épigée corticole (vivant sous les écorces de bois mort) *Eisenia Eiseni*.



Profil de sol comportant des galeries d'espèce lombricienne anécique.

Espèces lombric commun-anécique *Lumbricus terrestris*.

LES INGÉNIEURS DU SOL

Les vers de terre peuvent avaler jusqu'à 40 tonnes de terre par hectare et par an ! Un travail colossal et régulier dont les impacts sur les sols sont aussi bien physiques que chimiques et biologiques.

Tout d'abord, le réseau de galeries qu'ils créent facilite les échanges gazeux, permet une bonne respiration du sol, ainsi qu'une meilleure pénétration de l'eau et un bon drainage. Les cultures tirent également plein bénéfice de ces galeries qui offrent des zones de passages facilitées, qui plus est, sont tapissées de déjection et donc riches en éléments disponibles pour leurs racines. Ces lombriciens digèrent, brassent et incorporent la matière organique, participant ainsi à la répartition des éléments du sol.

Enfin, les vers de terre constituent une source de protéines très appréciée des oiseaux, mais aussi, des renards, des blaireaux et des sangliers. Ils ont donc un rôle essentiel dans le maintien de la biodiversité. ■



Les lombriciens avec les microorganismes et les racines agissent sur la structure du sol (porosité du sol et stabilité) et aussi sur la biodiversité. On peut observer ici des déjections déposées à la surface du sol, associant des résidus végétaux.

lames des engins blessent ou tuent les animaux ; et le fait de retourner la terre les expose aux prédateurs. Enfin, l'utilisation de produits phytosanitaires leur est également dommageable. Des relations de cause à effet qui font que les vers de terre sont utilisés comme indicateurs de l'état du sol, mais aussi des usages et des pratiques qui y sont faits. Les premières parcelles expérimentales à avoir bénéficié de ce suivi ont été des parcelles viticoles, dans les années 90. "Le vin est un produit à haute valeur ajoutée dont la qualité est étroitement liée au terroir, explique Daniel Cluzeau, et les viticulteurs ont vite compris l'intérêt de bien connaître et gérer leurs sols. Aujourd'hui, ces réflexions se généralisent aux systèmes de grandes cultures et de polyculture-élevage."

Après l'évolution côté recherche : après la fraction de parcelle représentative et homogène du point de vue pédologique, les scientifiques essaient maintenant de travailler à une échelle supérieure et beaucoup moins homogène qui est celle du champ entier ou même du versant dans le but de réaliser des modèles visant à évaluer la part du biologique dans des fonctions essentielles des sols agricoles. "Cette approche est nouvelle pour nous, poursuit le chercheur, car en plus des données fonctionnelles dont nous disposons, elle nécessite des données très diverses, allant de la biologie du comportement fouisseur aux facteurs régulant les activités microbiennes et de la distribution spatiale des communautés lombriciennes dans des espaces hétérogènes du point de vue pédologique et agronomique." Et c'est tout un nouveau pan de recherche qui s'ouvre... Encore de quoi remuer ciel et terre ! ■

N.B.

⁽¹⁾ *Écobo* : Écosystèmes biodiversité évolution est une UMR CNRS/Université de Rennes 1 qui fait par ailleurs partie du Caren (Centre armoricain de recherche en environnement) qui est une fédération de recherche : CNRS, Inra, Universités de Rennes 1 et Rennes 2, Agrocampus.

Contact → Daniel Cluzeau,
tél. 02 99 61 81 80,
daniel.cluzeau@univ-rennes1.fr

Pour en savoir plus

Sur le Web

■ www.bretagne-environnement.org
Le b.a.-ba du sol ; Pourquoi les hortensias se plaisent-ils en Bretagne ? Ou comment



les pratiques agricoles ont-elles évolué dans la région ? Un dossier sur les sols très complet et très

■ www.sciences-ouest.org
Sciences Ouest avait consacré un de ses dossiers aux zones humides de Bretagne. N° 179 - juillet/août 2001.



Publications



Trois nouvelles thèses viennent d'être publiées au Caren sur le thème des sols :

■ **Mémoires du Caren - N°5**

Modélisation de transport réactif dans les milieux poreux hétérogènes.

Application aux processus d'adsorption cinétique non linéaire.

La thèse de Katia Besnard (Caren - Laboratoire de Géosciences UMR 6118 - Équipe Transferts) vise une meilleure compréhension du devenir des contaminants dans les milieux souterrains, notamment dans le cadre de la gestion de la ressource en eau ou de l'aménagement de sites de stockages de déchets sûrs.

■ **Mémoires de Géosciences - N°s 107 et 108**

Rotations tectoniques et déformation de l'avant-arc des Andes centrales au cours du cénozoïque.

Dynamique des paléoenvironnements à huitres du crétacé supérieur nord-aquitain (SO France) et du mio-pliocène andalou (SE Espagne) : biodiversité, analyse séquentielle, biogéochimie.

Thèses de César Arriagada et Blaise Videt (Caren - Laboratoire de Géosciences UMR 6118 - Équipe Géologie sédimentaire).

Les documents sont disponibles en version papier, mais également en ligne, en texte intégral, téléchargeable gratuitement sur le site du Caren et du Centre de la communication scientifique directe (CCSD) du CNRS :

→ <http://www.caren.univ-rennes1.fr/doc/memoires.htm>

→ <http://tel.ccsd.cnrs.fr/>

Bibliographie (réalisée par la bibliothèque Colombia à Rennes)

■ **Petit lexique de pédologie**

Denis Baize, Inra, 2004. (Voir aussi la rubrique "À lire" page 5)

■ **Le sol, la terre et les champs**

Claude Bourguignon, Sang de la terre, 2002.

■ **Le monde secret du sol :**

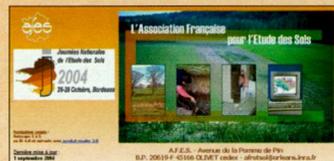
de la "roche-mère" à l'humus

Patricia Touyre, Delachaux et Niestlé, 2001.

■ **Sol : interface fragile**

Pierre Stengel, Inra, 1998.

Colloque



■ Du 26 au 28 octobre/

Journées nationales de l'étude des sols

Bordeaux - Cette sortie organisée dans le Libournais, sur les appellations de Saint-Émilion et de Pomerol, permettra de découvrir les différents aspects physiques et paysagers des appellations concernées et de combiner étude des sols et dégustation de produits viticoles !

Rens. → Association française

pour l'étude des sols (Afes),

www.inra.fr/Internet/Hebergement/afes/

L'Afes publie également une lettre d'information trimestrielle sur les sols.

L'humus

Octobre arrivant, les feuilles des arbres nous offrent un spectacle magnifique en se parant des couleurs chaudes de l'automne : jaune doré et rouge flamboyant. C'est le moment idéal pour aller faire une balade en forêt. Bottes, blouson, paniers à champignons, tout le monde s'équipe pour aller fouler l'épais tapis feuillu qui se dépose aux pieds des arbres. Des feuilles qui bientôt se transformeront en humus. Explication.

→ L'humus provient de la matière organique fraîche (MOF). En forêt, la MOF est constituée des débris d'animaux et de végétaux qui se déposent sur le sol ou qui en font partie intégrante, comme les racines mortes. Dans le langage du sol, cet horizon (ou couche) se nomme la litière. Feuilles mortes, brindilles, aiguilles de pins ou autres éléments de la MOF sont formés de grosses molécules, comme la cellulose ou la lignine. Sous l'action des organismes vivants du sol, ces macromolécules subissent une décomposition qui a pour effet de produire des molécules plus simples. Ces composés simples peuvent ensuite suivre deux voies : celle de la minéralisation primaire qui libère des composés minéraux (sulfates, phosphates, CO_2 ...) ou celle de l'humification qui produit des molécules organiques nouvelles, plus complexes, dont l'ensemble forme l'humus *stricto sensu*. À la fin, ces composés humiques se minéralisent à leur tour. Cette minéralisation, dite secondaire, est beaucoup plus lente que la minéralisation primaire.

L'humus se lie généralement à des argiles, ou autres minéraux fins du sol, pour former des complexes argilo-humiques qui se matérialisent par de petits agrégats. Ces complexes jouent un rôle essentiel sur la structure du sol, sur ses propriétés mécaniques, physiques, hydriques et chimiques.

Les "techniciens" de l'humification

Les bactéries, les champignons et l'ensemble de la faune du sol (acariens, lombrics...) participent activement, directement ou non, aux processus d'humification. Les bactéries et les champignons s'activent à

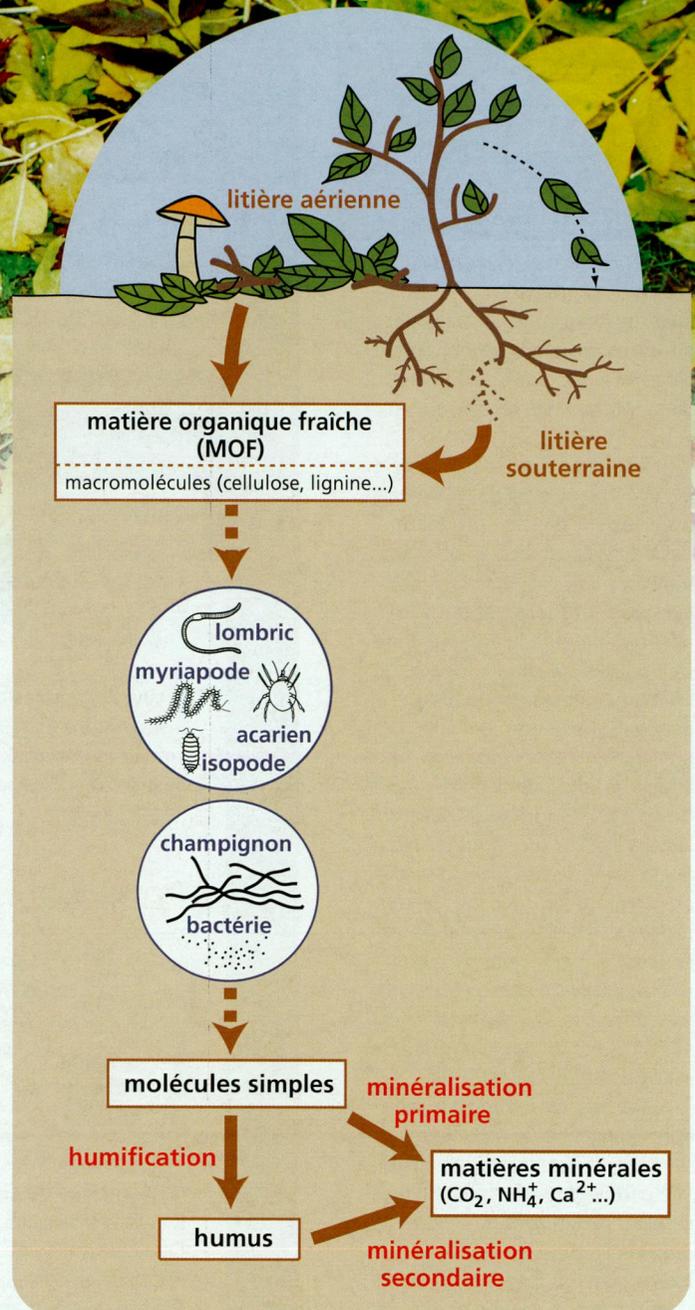
décomposer les macromolécules de la MOF. Comme ni les uns, ni les autres ne sont capables d'ingérer ces grosses molécules, ils produisent des enzymes qui réalisent le travail. À partir des composés simples obtenus, certaines bactéries fabriquent des composés humiques.

Le rôle de la faune est multiple : fragmenter la litière, creuser des galeries (très importantes pour l'aération du sol), organiser le brassage des particules minérales et organiques en enfouissant la MOF et en remontant des éléments minéraux. Par exemple, pour le creusage d'un nid de fourmis *Atta* (Amérique), jusqu'à 40 tonnes de terre peuvent être remuées. Enfin, certains animaux, dont les lombrics, jouent un rôle essentiel dans la fabrication des complexes argilo-humiques. En ingérant des particules de terre avec leur nourriture, ils mélangent particules minérales et organiques dans leur tube digestif et rejettent ensuite l'ensemble dans la nature sous forme d'agrégats (voir article pages 16 et 17).

Les différents types d'humus

Prudence, il y a humus et humus ! Parfois, le terme "humus" peut être pris dans un sens plus large que celui décrit précédemment, et notamment lorsque l'on parle des "types d'humus". L'humus désigne alors l'ensemble des couches du sol colorées par la matière organique. On distingue les humus formés en milieux bien aérés (*mull*, *mor* et à un degré moindre *moder*), des humus formés en milieux mal aérés (*tourbe*, *anmoor*).

Le *mull* ou "humus doux" caractérise les sols peu acides, sur lesquels s'observe une végétation amélio-



rante (ormes, tilleuls). L'activité biologique, et notamment celle des lombrics, y est très efficace. La litière se décompose rapidement (environ un an). Les complexes argilo-humiques sont abondants et confèrent au sol une structure grumeleuse et douce.

Le *mor* ou "humus brut" s'observe sur les sols très acides à faible activité biologique, essentiellement celle de champignons. La litière s'accumule à la surface et se décompose très lentement (plus de 10 ans). Les composés minéraux et organiques se superposent mais ne s'associent pas. Les humus bruts caractérisent des milieux difficiles : climat froid et humide (haute montagne), roche mère sableuse, MOF difficile à décomposer (aiguilles, bruyère). Le plus connu est la "terre de bruyère".

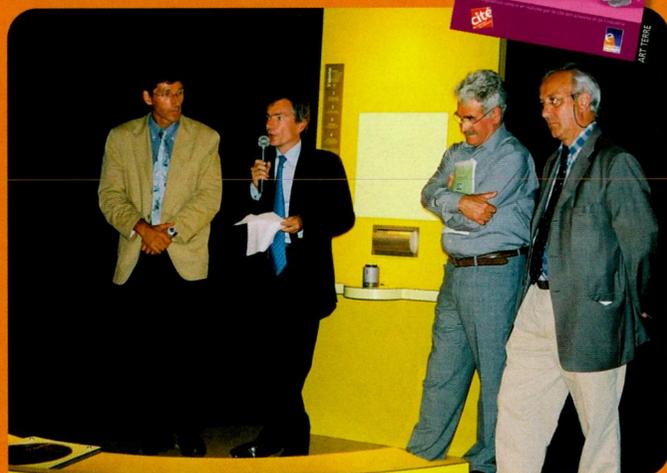
Enfin, la *tourbe* et l'*anmoor* se rencontrent dans des milieux dépourvus d'oxygène de façon quasi

permanente (*tourbe*) ou temporaire (*anmoor*). Dans de tels milieux, les conditions de vie sont rudes et freinent l'activité biologique. La matière première a un rôle essentiel sur la nature de la tourbe formée. S'il s'agit de débris de mousses (sphaignes), la tourbe est très acide. En revanche, s'il s'agit de roseaux, la tourbe formée est caractérisée par un pH neutre.

Conseil aux jardiniers : vous pouvez rendre une terre plus acide en lui incorporant de la tourbe blonde ou de la terre de bruyère. Bonnes plantations ! ■

→ Texte rédigé par Angéline Blais du Centre de Vulgarisation de la Connaissance, Université Paris-Sud XI, <http://www.cv.u-psud.fr>

Inauguration de l'exposition "jeux sur je"



Michel Cabaret, Thomas Grenon, Paul Trehen et Daniel Delaveau lors de l'inauguration de "jeux sur je".

FAITES VOS JEUX !

Le jeu est bien entendu au cœur de cette exposition inaugurée le 7 septembre dernier, en présence de Thomas Grenon, directeur général de la Cité des sciences, et Daniel Delaveau, vice-président de Rennes Métropole et maire de Saint-Jacques-de-la-Lande, mais un type de jeu qui invite à la réflexion sur soi et à la prise de conscience de ses propres compétences. "Cette exposition est aussi l'occasion de parler et de faire de la sociologie de façon originale, autrement qu'avec des panneaux, en passant un moment convivial", explique encore Orna Cohen, la conceptrice de "Jeux sur je". Les sciences humaines et sociales sont en effet rarement

vulgarisées, comme l'a souligné Thomas Grenon et le fait qu'elles soient le sujet principal d'une exposition est aussi une première pour l'Espace des sciences. Autre nouveauté en ce mois de septembre : le lancement de la dynamique des Champs Libres. "Jeux sur je" a été l'occasion d'un travail en synergie avec la bibliothèque qui a réalisé la bibliographie et le Musée de Bretagne qui présente ses collections en rapport avec le jeu via une borne interactive consultable sur le lieu de l'exposition. Les collaborations dépassent même le cadre de Rennes, avec la commune de Saint-Jacques-

de-la-Lande dont l'Épi^{III} Condorcet accueille plusieurs modules de "Jeux sur je" et propose, de même que la médiathèque Lucien-Herr, d'autres animations autour de la thématique du jeu. "Les Champs Libres ont commencé à vivre ; ils constituent un équipement phare destiné à rayonner dans l'agglomération", a souligné Daniel Delaveau.

de-la-Lande dont l'Épi^{III} Condorcet accueille plusieurs modules de "Jeux sur je" et propose, de même que la médiathèque Lucien-Herr, d'autres animations autour de la thématique du jeu. "Les Champs Libres ont commencé à vivre ; ils constituent un équipement phare destiné à rayonner dans l'agglomération", a souligné Daniel Delaveau.



Jeu mettant en évidence les capacités de communication.

→ "Jeux sur Je" : une exposition interactive conçue et réalisée par la Cité des sciences et de l'industrie. À partir de 8 ans. Jusqu'au 26 février 2005 au centre commercial Colombia (Rennes) → Du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30 et le samedi de 10 h 30 à 18 h 30. Accueil des groupes et scolaires sur réservations. Animations tout public : tous les jours à 16 h et 17 h. → Plein tarif : 2 € ; réduit : 1 € ; 25 € pour les groupes ; gratuit pour les enfants de moins de 12 ans accompagnés. → Renseignements et réservations : Tél. 02 99 35 28 28.

Les Champs Libres

ACCUEIL DU NOUVEAU DIRECTEUR



● Jacques Terrière est depuis le 1^{er} septembre dernier le directeur des Champs Libres. Un poste à la mesure de ce Rennais d'origine, qui vient de passer 18 ans à la Cité des sciences où il fut le chef du département "Accueil et relations publiques" après avoir participé à l'ouverture de l'établissement en 1986.

Être réactif à l'actualité ; mettre le public au centre des préoccupations ; faire vivre Les Champs Libres dans toute la métropole sans oublier de tisser des liens avec les circuits nationaux, tels sont les premiers défis qu'il a lancés et pour lesquels il apporte "toutes ses compétences, mais aussi tout son enthousiasme" !

Itinérance



NOUVEAU

L'EAU H₂O

● Cette toute nouvelle exposition sur l'eau, conçue par l'Espace des sciences en relation avec les chercheurs du Caren et cofinancée par le Conseil régional de Bretagne, permet de faire le point sur cet élément hors du commun qu'est l'eau : en même temps extraordinaire et banal ; indispensable et si fragile ; naturel et tellement contrôlé... Les propriétés de l'eau douce et sa place dans la vie quotidienne sont ainsi déroulées au fil des 17 affiches. Une maquette interactive présentant une méthode de mesure de la qualité des eaux à partir de la faune d'invertébrés aquatiques est également disponible.

→ Renseignements et conditions de location : Patrick Le Bozec.

→ Tél. 02 99 31 79 10, patrick.lebozec@espace-sciences.org

→ www.espace-sciences.org

Conférences

Voir plaquette jointe à ce numéro.



Colloques

● **Du 11 au 13 octobre/ Les productions animales en Europe : comment s'adapter ?**



Saint-Malo - L'Afssa, l'Inra, le Cémagref et l'Isipaia⁽¹⁾ organisent cette année le congrès de la société internationale pour l'hygiène animale (Isah), réservé aux scientifiques et professionnels de la chaîne de production alimentaire. Au programme, un cycle de conférences sur "Productions animales et société", "Santé animale" et "Élevage, productions animales et santé publique". Inscriptions soumises à conditions.
→Rens. : Geneviève Clément, tél. 02 96 78 61 30, isah2004@zoopole.asso.fr

● **Le 14 octobre/ Journée régionale des infirmiers anesthésistes**



Brest - Les journées régionales des infirmiers anesthésistes, organisées par le département d'anesthésie du CHU de Brest, en collaboration avec l'école Iade⁽²⁾ et l'association des Iade, se dérouleront à l'auberge de jeunesse du Moulin Blanc.

● **Du 18 au 22 octobre/ Sea Tech Week**



Brest - Pour sa 4^e édition, la Sea Tech Week propose un ensemble de conférences sur des thèmes variés et inédits, parmi lesquels la corrosion, la fatigue en

milieu marin, la sécurité maritime ou les énergies renouvelables. Autre nouveauté : une conférence à caractère économique et prospectif sur l'océanographie avec la participation de Jean-François Minster, président directeur général de l'Ifremer.

→Rens. : Communauté urbaine de Brest, Marylène Faure, tél. 02 98 33 50 62, seatechweek-brest.org

● **Le 19 octobre/ Patrimoine scientifique et technique**



Nantes - Dans le cadre de la "Rencontre sur la sauvegarde du patrimoine scientifique et technique", le groupement d'intérêt public Atlantech présentera le site Web "Patrimoine" développé en Pays de la Loire. Un débat sur les enjeux et réalisations du patrimoine scientifique clôturera la journée qui aura lieu dans les locaux de l'Institut de l'homme et de la technologie.

→Rens. : Atlantech, tél. 02 51 25 06 10, atalntech@atlntech.fr

● **Le 22 octobre/Nutrition**

Brest - Le groupement d'intérêt scientifique "Avenir-recherche-nutrition" organise à la faculté de médecine le 5^e symposium nutrition intitulé "L'intervention nutritionnelle : de la prévention à la thérapeutique".

→Rens. : Pr Jacques Delarue, Jacques.Delarue@univ-brest.fr

● **22 et 23 octobre/ Les débats du progrès**



Saint-Jacques-de-la-Lande (35) - L'Épi⁽³⁾ Condorcet organise un forum citoyen pour débattre de la question des rapports entre science et société. Au programme, tables rondes, conférences et expositions sur les thèmes "Culture scientifique, culture citoyenne", "Sciences, médias et médiateurs" et "Le citoyen, un individu rationnel ?", réunissant des acteurs très variés de la médiation scientifique.

→Rens. : Épi Condorcet, tél. 02 99 35 36 10, contact@epi-condorcet.fr

● **Du 22 au 24 octobre/ Sciences et citoyens**



Poitiers - Edgar Morin, sociologue, présidera les 14^{es} rencontres CNRS Sciences et citoyens, manifestation qui se veut être un lieu de réflexion et d'échanges entre jeunes et chercheurs sur les thèmes que sont, par exemple, la nécessité de la recherche scientifique, la commercialisation du vivant ou les nanotechnologies.

→Rens. : Martine Roche, tél. 01 44 96 46 31, inscriptions sur le site du CNRS, www2.cnrs.fr/jeunes/

● **Jusqu'au 23 octobre/ Développement durable**



Brest et Lorient - Depuis le 14 septembre, le Tour de l'énergie sillonne la Bretagne. Organisées par le réseau des Espaces info énergie avec le soutien de la région Bretagne et de l'Ademe, ces journées proposent expositions, visites d'installations, conférences, journées techniques et animations pédagogiques sur le thème de la maîtrise de l'énergie et du développement des énergies renouvelables. Prochaines étapes : Brest jusqu'au 17 octobre et Lorient du 19 au 23.

→Rens. : www.bretagne-environnement.org

● **26 et 27 octobre/ Végétal et médiation culturelle**

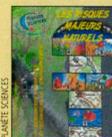


Angers - Un colloque national organisé par le pôle végétal européen pour débattre des enjeux sociaux et culturels des plantes, jardins et autres collections botaniques. La première journée sera consacrée à

des visites de sites, la matinée du 27 permettra plus d'échanges au cours d'ateliers sur des thèmes comme les pratiques dans les jardins pour le grand public ou le développement touristique, culturel, et artistique autour du végétal.

→Rens. : Terre des sciences, tél. 02 41 72 14 21.

● **Du 25 au 29 octobre/ 7^{es} Rencontres nationales sciences et techniques de**



l'environnement

Nîmes (30) - Destinées aux animateurs, enseignants et membres d'associations à l'éducation en environnement, ces journées qui ont pour but de mettre en relation les acteurs de la recherche scientifique et de l'éducation, sont consacrées cette année aux risques majeurs naturels.

→Rens. : Planète sciences, tél. 01 69 02 76 23, jean-christophe.doublier@planete-sciences.org

Conférences

● **Le 14 octobre/ Halte aux absurdités technologiques**

Lorient - Internet et les Tic restent des outils à adapter. C'est du moins l'avis d'Yves Lasfargue, directeur de l'observatoire des conditions de travail et de l'ergostress, que l'association Futuroouest invite le temps d'une conférence.

→Rens. : Futuroouest, tél. 02 97 64 53 77, www.futuroouest.com



● **Le 15 octobre/ Les PME sur la toile**

Vitré (35) - "Petites entreprises : un site Internet pour quoi faire ?", tel est le thème de l'atelier-conférence proposé par la Chambre de commerce et d'industrie de Rennes, dans le cadre des petits déjeuners des Tic.

→Rens. : CCI de Rennes, tél. 02 99 33 63 04.

● **Le 21 octobre/ Ouest-France et les Tic**

Rennes - Rennes Atalante consacre une Matinale (devenue pour l'occasion une Vespérale) à l'utilisation des Tic dans une structure de presse quotidienne.

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



● **24, 27 et 31 octobre/Cidre au pressoir**



Rennes - L'écomusée du Pays de Rennes vous propose de découvrir tous les secrets du cidre : variétés cidricoles, techniques, mise en fûts et en bouteilles...

→Rens. : Écomusée du Pays de Rennes, tél. 02 99 51 38 15, www.ecomusee-rennes-metropole.fr

● **Énergies renouvelables**

Le réseau des Espaces info énergie de Bretagne organise des visites d'installations utilisant les énergies renouvelables. Ces visites ont lieu régulièrement dans toute la Bretagne, en octobre et novembre 2004. Sur inscription 15 jours avant la date de la visite.

→Rens. : Brest Ener'gence (Brest), tél. 02 98 33 15 14 ; Alecob (Carhaix), tél. 02 98 99 27 80 ; Héol (Morlaix), tél. 02 98 15 18 08 ; Clé (Rennes), tél. 02 99 35 23 50 ; Progener (saint-Brieuc) ; tél. 02 96 52 15 70 ; Aile (Rennes), tél. 02 99 54 63 15.

● **Fleur et toile**

Saint-Thélo (22) - Ouverte depuis le mois de juillet dernier, la Maison des toiles de Saint-Thélo propose des animations, vidéos, circuits découvertes, jeux de piste pour les enfants, sur le lin en Bretagne. La plante aux petites fleurs bleues faisait en effet vivre 35 000 Bretons entre les XVI^e et XVIII^e siècles ! Ses usages sont aujourd'hui multiples, à vous de les découvrir...

→Rens. : Maison des toiles, tél. 02 96 56 38 26.

⁽¹⁾ Afssa : Agence française pour la sécurité sanitaire des aliments ; Inra : Institut national de recherche agronomique ; Cémagref : Institut de recherche pour l'agriculture et l'environnement ; Isipaia : Institut supérieur des productions animales et des industries agroalimentaires. ⁽²⁾ École Iade : école des infirmiers anesthésistes diplômés d'État. ⁽³⁾ Épi : équipement public intégré.



ADRIA

● 16 au 18 novembre, Quimper/Conduite de l'autoclave
● 17 et 18 novembre, Rennes/Comment étiqueter les produits alimentaires
→Rens. : Céline Trévien, tél. 02 98 10 18 50, www.adria.tm.fr

ARCHIMEX

● 18 et 19 octobre, Vannes/Les procédés d'extraction-purification et leurs applications
→Rens. : Service formation, tél. 02 97 47 97 35, formation@archimex.com, www.archimex.com

CRIR

● 19 et 20 octobre, Belle-Isle-en-Terre/Qualité physique et biologique des milieux humides : quels outils d'évaluation ? (en collaboration avec l'Irpa)
● 19 au 21 octobre, Belle-Isle-en-Terre/Les mammifères de Bretagne
● 16 et 17 novembre, Belle-Isle-en-Terre/Gestion alternative et économies d'eau
● 18 et 19 novembre, Belle-Isle-en-Terre/La protection de la nature : un atout pour l'agriculture
→Rens. : Centre régional d'initiation à la rivière, tél. 02 96 43 08 39.

IRPA

● 17 au 19 novembre, Rennes/Gestion conservatoire des zones humides
→Rens. : Institut régional du patrimoine, tél. 02 99 79 39 31.

ISPAIA

● 16 et 17 novembre, Saint-Brieuc Ploufragan/Caractéristiques des microorganismes pathogènes
● 17 et 18 novembre, Saint-Brieuc - Ploufragan/Métrologie appliquée en laboratoire
→Rens. : Ispaia, tél. 02 96 78 61 30, ispaia@zoopole.asso.fr

SUPÉLEC

● Du 15 au 18 novembre, Rennes/Techniques de la vie artificielle
Le catalogue Formation continue 2005 vient de paraître. Tome 1 : Sciences de l'information et de l'énergie (123 stages dont 12 nouveaux) ; tome 2 : Management pour l'industriel (27 stages, 2 nouveaux).
→Rens. : Catherine Pilet, tél. 02 99 84 45 40, catherine.pilet@rennes.supelec.fr
→Catalogue disponible sur demande à : formation.continue@supelec.fr

Appels à projet

● Bourses déclics jeunes



Chaque année, depuis 30 ans, la Fondation de France décerne une vingtaine de prix "Bourses déclics jeunes" à des jeunes de 18 à 30 ans qui ont un projet dans le domaine de l'art, de l'artisanat, des sciences et techniques, de l'humanitaire et bien d'autres encore. Pour faire partie des candidats, télécharger le questionnaire de présélection avant le 15 novembre sur le site de la Fondation de France.

→Rens. : Fondation de France, tél. 01 44 21 31 00, www.fdf.org, bretagne@fdf.org



● Prix Afas

L'Association française pour l'avancement des sciences (Afas) décernera cette année 4 prix pour récompenser des travaux en philosophie des sciences, biologie générale, prévention des pollutions et hydrologie. Les candidatures, à remettre avant le 1^{er} décembre 2004 au secrétariat de l'Afas, seront accompagnées d'illustrations, d'un résumé, d'éventuelles appréciations de personnalités compétentes et d'une note de travaux.

→Rens. : Afas-CNRS, tél. 01 45 07 59 40, avancement-sciences@wanadoo.fr

Expositions

● Jusqu'au 30 décembre/ **Contraception**

Rennes - L'espace santé de la Caisse primaire d'assurance maladie d'Ille-et-Vilaine propose une exposition pour resituer la contraception dans l'aventure humaine. Les visites sont complétées d'animations et de débats (la contraception aujourd'hui ; les relations garçons - filles ; la contraception d'urgence...) en présence de médecins et animateurs de prévention.
→Rens. : CPAM d'Ille-et-Vilaine, tél. 02 99 78 15 03, CPAM35.ESPACESANTE@wanadoo.fr

● Jusqu'au 31 décembre/ **Des gènes et des hommes**

Laval - Il y a 50 ans, Watson et Crick découvraient la structure de l'ADN, ouvrant ainsi l'ère de la génétique. Cette discipline qui suscite autant d'espoirs que d'inquiétudes reste souvent mystérieuse. Pour la démystifier, le musée des Sciences de Laval propose une exposition pour en apprendre et



comprendre les enjeux. Elle sera accompagnée d'ateliers au cours desquels vous vous transformerez en apprenti généticien.
→Rens. : CCSTI de Laval, tél. 02 43 49 47 81, sciences@agglo-laval.fr

● Jusqu'au 31 décembre/ **Audubon, peintre naturaliste aventurier**

Nantes - Le musée de Nantes rend hommage à Jean-Jacques Audubon, peintre naturaliste parti en 1806 pour les États-Unis, un voyage duquel il a ramené "Birds of America", un ouvrage remarquable de précision qui recense 435 gravures en couleurs représentant la plupart des oiseaux d'Amérique du Nord.
→Rens. : Muséum de Nantes, tél. 02 40 99 26 20, museum-sciences@mairie-nantes.fr



QUI A DIT ? Réponse de la page 5
Charles Darwin (1809-1882), naturaliste anglais, a dit cela des vers de terre en 1881.

FORMATION CONTINUE - UNIVERSITÉ DE RENNES 1
INSTITUT DE FORMATION SUPÉRIEURE EN INFORMATIQUE ET COMMUNICATION (IFSIC)

UNIVERSITÉ DE RENNES 1

Diplôme d'Université
GÉNIE LOGICIEL
FORMATION MODULAIRE

L'IFSIC propose de nouveaux parcours de formation **modulaires qualifiants et optionnels**, suivant deux axes :

un parcours orienté sur le développement,
"Algorithme et programmation"
6 modules - 220 h

un parcours orienté sur le Web,
"Techniques avancées pour le Web"
8 modules - 240 h

INFORMATIONS / CONTACT :
Service Formation Continue - Université de Rennes 1
4, rue Kléber - 35000 Rennes - Web : <http://sfc.univ-rennes1.fr>
Tél. : 02 23 23 39 50 - Fax : 02 99 63 30 33
calendrier, programmes détaillés des modules :
<http://sfc.univ-rennes1.fr/parcours/>

SCIENCES *Ouest*

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

SPOTLIGHT ON THE NEWS P.6 VIRTUAL REALITY

A researcher with Irisa⁽¹⁾ in Rennes, Anatole Lécuyer, and his team have recently patented an algorithm that enables users to feel the 3D elements in an image without using any haptic interfaces such as force-feedback joysticks or haptic gloves, simply through the computer mouse. While the visual information perceived with a cursor moving across the screen is usually proportionate or directly linked to the movement made i.e. the displacement of the mouse, this algorithm makes it possible to adjust the speed of displacement to reflect the 3D relief virtually given to the image. "We create a lag between the movement made and the visual perception of this movement, producing a tactile impression," explains Anatole Lécuyer. He is not the only person to have thought of this (a Dutch researcher has developed a similar technique) but he is the first person to have actually developed it.

The potential uses of the technique are many and varied, ranging from the purely entertaining (introducing a sense of reality into personal photographs, a web page or a videogame background) to more practical uses such as providing the visually-impaired with an easier means of selecting a computer icon without the need for very precise movement. The best way of appreciating the technique is to try it yourself, using the tactile images available on the Irisa website! www.irisa.fr/tactiles ■

SPOTLIGHT ON LABORATORIES P.7 RESEARCHERS ARE STUDYING RESISTANCE

Intergene DNA sequences (i.e. sequences located between two genes) have been ignored for a long time by scientists because they were not considered to be of any use; now they are the subject of very special attention. In fact, they can represent 10 to 20% of DNA in lower organisms and more than 90% of higher organisms! Some of them even seem to have been maintained during the course of evolution, suggesting that they have some selective advantage. These regulator RNAs enable bacteria to adapt to their environment. They are easily produced but rapidly eliminated after use. Recent research results suggest that they are involved in a pathogen's ability to cause

infection. This is precisely the area of study of the biochemistry laboratory in the Faculty of Pharmacy at the University of Rennes 1 which has recently become part of Inserm. The laboratory is directed by Brice Felden and has already produced some promising results. Resistance to antibiotics is a subject of great concern to the medical community at the present time and nosocomial⁽²⁾ infections are on the increase because of a lack of new antibacterial agents. This being so, the early diagnosis of certain bacterial infections looks like being a very real advance. ■

SPOTLIGHT ON THE NEWS P.8 WHEN "ORBÈD MAIDEN" MEETS "ORBED CONTINENT"

Gravitational pull from the moon and sun create the tides. This year, 2004, will have been a record year. The lowest spring tide of the century occurred on 17th June and an exceptionally low neap tide occurred on 7th October. *Sciences Ouest* has dedicated a whole page to an explanation of these

phenomena by Odile Guérin from the geomorphology laboratory in Dinard (Ille-et-Vilaine). She is a Lecturer at the *École Pratique des Hautes Études* and she also gives talks at the planetarium in Pleumeur-Bodou (Côtes-d'Armor). In fact, this scientist has recently published a work entitled "*Tout savoir sur les marées*" (All you ever wanted to know about tides) which covers topics ranging from the analysis of tides by Greek scientists to unexplained oscillations and the laws of physics as applied to this phenomenon. The book is illustrated with some very fine photographs and includes explicit diagrams that will help you understand why the next record neap tide will occur in September 2044!

Tout savoir sur les marées by Odile Guérin, "Guide Pratique" collection, pub. by Éditions Ouest-France, 168 pages. ■

⁽¹⁾ Irisa : Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires, a combined research unit with staff from Inria, CNRS, University of Rennes 1 and Insa de Rennes.

⁽²⁾ Nosocomial infection: an infection contracted in a hospital environment.

AN IN-DEPTH LOOK AT LAND

KEEPING YOUR FEET ON THE GROUND! P.9/17

The urban population is constantly on the increase and, by 2007, 50% of the world's population will be used to walking on asphalt rather than striding across open ground. Yet the extremely important role of this part of our world, which is "acknowledged to provide two-thirds of all primary production and to be used by humans for food, shelter and energy as well as fulfilling many other functions" is too often forgotten.

Another paradox to consider: at a time when countless satellites are travelling through Space without this being seen as a technical prowess and when scientists regularly descend into the extreme depths of the oceans, it is still almost impossible to give a detailed description of just what is to be found only a few dozen kilometres below our feet... and only 50% of landmasses have been mapped.

To find out more about land in general, and about the ground in Brittany with all its richness and complexity, we have met with a number of experts including biologists,

microbiologists, geologists, physicists, hydrologists, chemists, agronomists and forestry experts.

This is a non-renewable resource, at least on a human level, and the question of its conservation is becoming crucial. What better time, then, to improve our knowledge and, perhaps, improve our management of this precious resource. ■

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

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



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.



**Recherche & Développement ENSIETA,
3 pôles d'expertise et d'innovation au service
de la formation et des entreprises**

Mécanique des Structures Navales

Fatigue, choc, matériaux, structures, chargement hydrodynamique

Extraction et Exploitation de l'Information en Environnements Incertains

Modélisation de l'environnement, traitement du signal, aide à la décision

Développement des Technologies Nouvelles

Systèmes embarqués, validation logicielle, conception mécanique, robotique

LES PROCHAINS RENDEZ-VOUS SCIENTIFIQUES DE L'ENSIETA

15 au 17 octobre 04
19 octobre 04

Fête de la Science, Village des Sciences - Ifremer - Brest
Symposium sur la fatigue en milieu marin organisé dans
le cadre de la Sea Tech Week 2004 - Brest

15 au 18 mars 05
20 au 23 juin 05

Conférence européenne Propagation et Systèmes - Brest
Oceans'05 Europe - Brest

www.ensieta.fr - ds@ensieta.fr

Direction Scientifique : 02 98 34 88 11 - 2 rue F. Verny - 29806 Brest cedex 9

Rencontres Thématiques de Chimie

17 et 18 Novembre 2004

Ecole de Chimie de Rennes

L'Ecole de chimie de Rennes,
en collaboration avec NOVASEP,
propose un colloque scientifique
de deux jours autour du thème suivant :

**Procédés de purification innovants
pour la pharmacie et la chimie fine :**

**Chromatographie industrielle,
technologies associées**

Inscrivez-vous sur notre site :
www.rtc.ensc-rennes.fr

Information / Contact :

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes
Campus de Beaulieu
Avenue du Général Leclerc
35700 Rennes
contact : aurelie.thouet@eleves.ensc-rennes.fr



SCIENCES OUEST

**L'info
scientifique
et technique
du grand Ouest**

BULLETIN D'ABONNEMENT

▲ Nom _____
▲ Prénom _____
▲ Organisme/Société _____
▲ Secteur d'activité _____
▲ Adresse _____
▲ Code postal _____
▲ Ville _____
▲ Tél. _____
▲ Fax _____

désire recevoir une facture

souhaite un abonnement de :

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

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



SC 214

Ailleurs n'a jamais été si proche



Marseille

2 vols directs par jour

A PARTIR DE

212€

Strasbourg

2 vols directs par jour

A PARTIR DE

202€

Bordeaux

2 vols directs par jour

A PARTIR DE

196€

Montpellier

1 vol direct par jour

A PARTIR DE

172€*

*Tarif aller-retour taxes aéroportuaires incluses soumis à conditions. Disponible en aller-retour uniquement. Renseignements et réservations dans votre agence de voyages.

Inutile d'aller loin pour aller ailleurs. Aujourd'hui, depuis Rennes Aéroport, envolez-vous vers plus de 70 destinations et profitez d'horaires adaptés, de vols quotidiens directs et de correspondances rapides. Avec Rennes Aéroport, la vie est décidément plus simple, le monde est décidément plus proche.



**RENNES
AÉROPORT**



Chambre de Commerce et d'Industrie de Rennes