

Les statistiques pour voir autrement



La dernière campagne de l'Ifremer en images



Un laboratoire de Brest veille sur nos assiettes



Colza : une culture partagée par la France et le Canada !

De nouvelles compétences à la mesure de vos besoins

ingénieurs Ensai

Les experts de la statistique en

- Economie de la santé
- Gestion des risques et ingénierie financière
- Génie statistique
- Système d'information
- Marketing quantitatif et relation client
- Sciences de la vie



Modeling data, creating knowledge



Campus de Ker Lann
Rue Blaise Pascal - BP 37203
35172 Bruz Cedex
Tél. : 33 (0)2 99 05 32 32
Fax : 33 (0)2 99 05 32 05

www.ensai.com

MICHEL CABARET,
Directeur de l'Espace des sciences

Science et société : la fin de la crise ?

A lors que la majeure partie de l'opinion s'accordait à dire qu'il y avait une grave crise de confiance entre la science et la société, Daniel Boy, chercheur en sociologie au Centre de recherches politiques de Sciences Po (Cevipof)⁽¹⁾, vient de publier une enquête au sein du milieu scientifique qui bouscule les idées du moment. Possédant à son actif une trentaine d'années de recherche sur ces questions, il a sondé plus de 2 000 chercheurs et ingénieurs du CNRS, choisis selon une méthode aléatoire. Résultat : 84 % d'entre eux éprouvent le désir de rendre service à la société, 66 % espèrent contribuer à changer le monde, et seulement 17 % parlent d'une crise grave entre science et société.

Cette bonne nouvelle est confortée par une autre étude du physicien lyonnais Pablo Jensen, qui a récemment relevé 7 000 actions de vulgarisation par an pour l'ensemble des employés du CNRS contre une vingtaine seulement à la fin des années 80. Quelle évolution ! La formidable dynamique qui se développe est également perceptible en Bretagne : je pense en particulier à deux événements récents que sont : le festival des sciences de Rennes Métropole organisé pour la première fois en 2006 et dont la deuxième édition, programmée en septembre prochain, implique encore plus de chercheurs ; et aux journées CNRS Jeunes "Sciences et citoyens" qui se sont déroulées les 11 et 12 mai à Pleine-Fougères et qui ont touché plus de 400 élèves. Les relations entre science et société sont en pleine mutation ! ■

⁽¹⁾ www.cevipof.msh-paris.fr



19



8



7

sommaire



18

En bref.....	4/5
Laboratoire	
Les toxines de notre alimentation peuvent être d'origine naturelle	6
Actualité	
Campagne océanographique et participative à bord du <i>Pourquoi pas ?</i> ..	7
Histoire et société	
Regard sur les statistiques du XIX ^e siècle	8
Dossier	
La statistique s'attaque à toutes les données	9
Les statistiques, c'est quoi ?	10/11
Des spécialités rennaises	12/13
Le challenge des statisticiens du vivant	14/15
Les statistiques inattendues	16/17
Pour en savoir plus	17
Grand angle	
Français et Canadiens s'allient contre le parasite du colza	18
L'actualité de l'Espace des sciences	19
Agenda	20/21



Sciences Ouest est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association)

■ Espace des sciences, Les Champs Libres, 10, cours des Alliés, 35000 Rennes - nathalie.blanc@espace-sciences.org - www.espace-sciences.org - Tél. 02 23 40 66 66 - Fax 02 23 40 66 41 ■ Président de l'Espace des sciences : Paul Trehen. Directeur de la publication : Michel Cabaret. Rédactrice en chef : Nathalie Blanc. Rédaction : Christophe Blanchard, Jérôme Cucarull, Céline Duguey, Alice Vettoretti. Comité de lecture : Louis Bertel (télécommunications), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Philippe Blanchet (sciences humaines et sociales), Jean-Claude Bodéré (géographie), Bernard Boudic (information et communication), Daniel Boujard (génétique-biologie), Michel Branchard (génétique-biologie), Alain Hillion (télécommunications), Jacques Lenfant (informatique), Gérard Maisse (agronomie), Christian Willaime (physique-chimie-matériaux). Abonnements : Marion Romain, tél. 02 23 40 66 40, marion.romain@espace-sciences.org. Publicité : AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, info@admedia.fr ■ Sciences Ouest est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine ■ Édition : Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bertôt création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton. Tirage du n° 243 : 5 000 ex. Dépôt légal n° 650 ISSN 1623-7110



Du côté des laboratoires

Accord entre Rennes 1 et le synchrotron Soleil

■ Le 4 juin 2007, l'Université de Rennes 1 sera la troisième université française après Nancy et Paris VI à signer un accord-cadre avec le synchrotron-Soleil de Saint-Aubin (Essonne). Cet équipement, un accélérateur de particules, qui produit une source de lumière extrêmement puissante, permet d'explorer la matière inerte ou vivante. Cet outil est aujourd'hui incontournable dans le domaine de la recherche et des applications industrielles. La Région Bretagne et Rennes Métropole figurent déjà parmi les partenaires privilégiés de Soleil, mais cet accord-cadre avec l'Université de Rennes 1 permettra à la fois de mettre en place des actions communes et d'utiliser les nouvelles possibilités expérimentales offertes par Soleil.

Rens. → **Clarence Cormier,**
tél. 02 23 23 36 12,
clarence.cormier@univ-rennes1.fr

Deux jeunes chercheurs récompensés au CNRS



Raphaël Métivier. Karine Costuas.

■ La médaille de bronze du CNRS⁽¹⁾ a été décernée le 18 avril à Raphaël Métivier et le 20 avril à Karine Costuas⁽²⁾. Chargée de recherche dans le laboratoire de sciences chimiques de Rennes, Karine Costuas travaille plus sur ordinateur qu'à la paillasse : elle modélise des composés qui présentent un intérêt dans de nombreux domaines comme la catalyse, la luminescence, le marquage biologique. Raphaël Métivier, chargé de recherche dans le laboratoire Interactions cellulaires et moléculaires de Rennes, est récompensé pour ses travaux sur les mécanismes de contrôle de la transcription, l'un des processus qui permet l'expression des gènes.

Rens. → **Karine Costuas,**
tél. 02 23 23 69 73,
karine.costuas@univ-rennes1.fr
Raphaël Métivier, tél. 02 23 23 50 52,
raphael.metivier@univ-rennes1.fr

Pleine-Fougères : des rencontres réussies



■ Plus de 400 élèves ont pris part aux rencontres régionales CNRS Jeunes "Sciences et citoyens", les 11 et 12 mai, à Pleine-Fougères. Ces deux journées d'animations et de conférences sur les thèmes de la biodiversité⁽³⁾ et du paysage ont pour but de favoriser les échanges entre les chercheurs et les jeunes, de proposer une approche plus directe et plus vivante de la science. Pour certaines classes, ces deux jours étaient aussi l'aboutissement et la présentation de projets menés pendant l'année en collaboration avec les chercheurs du Caren⁽⁴⁾ de Pleine-Fougères. Les prochaines rencontres régionales auront lieu les 11, 12 et 13 avril 2008 en Vendée sur le thème du littoral.

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

Découper à l'échelle de la cellule

■ À la faculté de médecine de Rennes, la plate-forme d'histopathologie⁽⁵⁾ dispose désormais d'un outil de microdissection laser. Utilisé dans de nombreux domaines de médecine (notamment en cancérologie), de biologie animale ou végétale (génomique, protéomique...), il permet de cibler et de découper précisément de petits groupes de cellules, voire une seule cellule, dans un échantillon de tissu. En France, une quinzaine d'établissements seulement possèdent déjà ce genre d'équipement. Les laboratoires extérieurs et les entreprises peuvent avoir accès à celui de Rennes sur demande.

Rens. → **Alain Fautrel,**
tél. 02 23 23 47 95,
alain.fautrel@rennes.inserm.fr

Pour paraître dans le prochain **sciences ouest**

→ Tél. 02 23 40 66 66 - Fax 02 23 40 66 41
nathalie.blanc@espace-sciences.org

Du côté de l'Europe

La réflexion sur l'énergie se poursuit

■ Le programme européen EIE2⁽⁶⁾ de financement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique devient une composante du programme cadre compétitivité et innovation (CIP). Doté d'un budget de 727 M€ sur la période 2007-2013, il poursuit les objectifs de EIE1 sur quatre points :

- l'efficacité énergétique dans les bâtiments, l'industrie et les produits (Save) ;
- les énergies renouvelables : électricité, chaleur et froid renouvelables, applications de petites tailles, biocarburants (Altener) ;
- l'énergie dans les transports (Steer) ;
- les actions vers les collectivités territoriales et les actions thématiques spécifiques, variables suivant les appels (Initiatives intégrées).

À noter :

- l'appel devient annuel et le programme de travail sera modifié chaque année pour tenir compte des évolutions du contexte énergétique ;
- le taux de financement de l'UE passe à 75 % (contre 50 % dans EIE1).

Une réunion d'information est organisée pour le grand Ouest à Rennes le 12 juin 2007 sur le campus de Ker Lann.

Vous pouvez consulter le programme et vous y inscrire sur le site → <http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?id=44722&cid=96&m=3&p1=2&ref=17205>

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



Du côté des entreprises

Vialarm sécurise les personnes âgées

■ Coordonnées par le Critt Santé Bretagne, cinq entreprises bretonnes se sont associées pour mettre au point un dispositif d'assistance aux personnes isolées : Vialarm. Conçu pour un usage à domicile ou en maison de retraite, ce dispositif comprend un bracelet électronique détecteur de chutes⁽⁷⁾ (Aphycare technologies), un médaillon d'appel téléphonique (Laudren Électronique), un lit médicalisé (MMO Santé) et un système de vidéosurveillance intelligente (Timeat Vision). Ces données, transmises par un système sécurisé (Etiam), optimisent la communication avec les secours. Grâce au soutien de la ville de Vitré, sept prototypes ont déjà été testés en maison de retraite. L'étape suivante, qui vient de démarrer, est l'industrialisation de l'ensemble des composants.

Rens. → **Jocelyne Golven,**
Critt Santé, tél. 02 23 23 45 25,
jocelyne.golven@univ-rennes1.fr,
www.critt-sante.fr

Méaban bientôt dans un parc "Haute qualité environnementale"



■ Le groupe vannetais Méaban a décidé d'implanter la nouvelle usine de sa filiale Socomor, spécialisée dans les solutions de traitements de surface dans l'industrie des transports, dans le parc "Haute qualité environnementale" du Gohélis, à Elven. Son déménagement de Vannes vers le site d'Elven lui permettra d'accroître ses capacités de production dans un lieu adapté à ses contraintes de sécurité et de respect de l'environnement. Unique dans le grand Ouest, le parc du Gohélis permet en effet d'accueillir des entreprises de haute technicité engagées dans une démarche de qualité en mettant à leur disposition des moyens mutualisés.

Rens. → **www.meaban.com,**
www.vip-expansion.fr
(parc du Gohélis)

Les actus de Bretagne Environnement

■ L'Ille-et-Vilaine coopère au niveau européen sur les énergies renouvelables ■ Bientôt un inventaire des arbres remarquables en Bretagne ■ Les Bretons, leaders des jardins à papillons ? ■ Onema : c'est plus qu'un nouveau nom pour le Conseil supérieur de la pêche
→ www.bretagne-environnement.org/quoideneuf/en_bref/

Les échos de l'Ouest

Un nouveau président pour Rennes Atalante

Les changements continuent à la tête de la technopole rennaise. Après le départ de sa directrice Jacqueline Poussier, remplacée par Frédéric Pauly en février, c'est au tour de Jacques de Certaines. Il laisse la présidence de Rennes Atalante à Claude Labit, actuel directeur de l'Irisa⁽⁸⁾. Celui-ci devient le troisième président de la technopole qui, 23 ans après sa création, fédère plus de 220 adhérents des mondes de l'entreprise, de la recherche et de l'enseignement supérieur.



L'association poursuit ses actions de soutien à l'innovation et se développe sur de nouveaux sites (Rennes Atalante Saint-Malo, Rennes Atalante Ker Lann), mais aussi dans de nouvelles disciplines comme les biotechnologies marines, l'environnement ou la productive.

Rens. → www.rennes-atalante.fr

Des pictogrammes pour communiquer

Axelia est un nouveau logiciel de communication destiné aux personnes éprouvant des difficultés à s'exprimer (paralysie cérébrale par exemple). Il permet de construire des textes dans un français correct à partir de pictogrammes. Plus rapide et moins coûteux que les outils de synthèse vocale existants, Axelia offre la possibilité de communiquer par divers moyens : les messages peuvent être imprimés ou "vocalisés", mais aussi envoyés par messagerie électronique ou instantanée. Résultat de plusieurs années de travaux⁽⁹⁾ menés par le département "Image et traitement de l'information" de l'ENST-Bretagne⁽¹⁰⁾, en collaboration avec l'entreprise brestoise R/D/I+, Axelia est désormais disponible à la vente ou en version d'évaluation gratuite.

Rens. → www.axelia.com

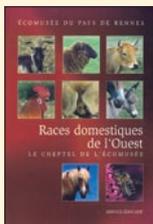
Deux records de vitesse à la voile



Depuis le 4 avril, l'Hydroptère détient deux records du monde de vitesse absolue à la voile. En baie d'Éthel, au sud de Lorient, cet "oiseau des mers" imaginé par Éric Tabarly a atteint les vitesses de 44,5 nœuds sur 500 mètres et de 41,5 nœuds sur un mille nautique (soit 1 852 m). Ces records, homologués par le World Sailing Speed Record Council, ont pu être enregistrés grâce au soutien technique de l'Ifremer et de la société Topo+⁽¹¹⁾, basée à Châteaubriant (44). De la même manière que la force du vent est mesurée en athlétisme, celle du courant doit être prise en compte pour l'établissement d'un record en mer. C'est là qu'interviennent les équipes de l'Ifremer de La Trinité-sur-Mer, avec un courantomètre à effet Doppler. Cet outil particulièrement précis est utilisé également en océanographie côtière, notamment pour valider les modèles de circulation hydrodynamique employés pour prévoir l'état de la mer, comme Previmer (www.previmer.org).

Rens. → Ifremer : Patrick Camus, tél. 02 97 30 19 34, patrick.camus@ifremer.fr
Vidéos record → www.hydroptere.com

Mais où est passée la vache armoricaine ?



Mouton avranchin, abeille noire bretonne, poule Coucou de Rennes, ces races menacées de disparition sont préservées depuis 1994 par l'Écomusée du Pays de Rennes. Celui-ci renforce ses missions pédagogiques avec la publication de *Races domestiques de l'Ouest*, un ouvrage destiné essentiellement aux enseignants. Riche en photos et dessins humoristiques, ce livre vous fera découvrir les animaux domestiques, leur élevage, leur histoire et l'intérêt de leur conservation. Il est en vente à l'Écomusée (à l'accueil ou par courrier) au prix de 12,50 €.

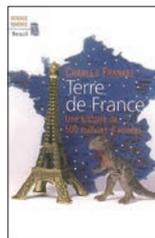
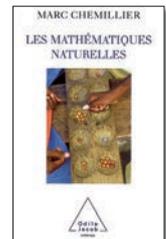
Rens. → Écomusée du Pays de Rennes, tél. 02 99 51 38 15, www.ecomusee-rennes-metropole.fr

À lire Les coups de cœur de la Bibliothèque de Rennes Métropole

Les mathématiques naturelles

Marc Chemillier, mathématicien et musicien, présente des études étonnantes mettant en évidence le contenu mathématique de certaines activités liées à des traditions orales : des arts visuels, en particulier les dessins sur le sable pratiqués au Vanuatu ou en Angola, des jeux, dont le fameux awélé, des techniques de divination et de la musique. C'est un véritable travail d'enquête ethnographique qui nous permet de nous interroger sur le fonctionnement de la pensée et du raisonnement humain.

→ Marc Chemillier, Odile Jacob, 2007.



Terre de France : une histoire de 500 millions d'années

Géologue et spécialiste du système solaire, Charles Frankel déroule, dans un langage non dénué d'humour, l'histoire du territoire national depuis 500 millions d'années. Il raconte comment s'est modelé le paysage de nos régions, aux rivages et aux reliefs insolites, et l'explosion des formes de vie.

L'ouvrage constitue aussi une invitation à explorer les sites les plus marquants. Si d'aventure, "telle une borne kilométrique «zéro» (...), il vous arrive de passer dans le Trégor breton, tout à l'ouest des Côtes-d'Armor, il vous faut descendre sur les plages saluer ces roches fondatrices, premières pierres de l'édifice français..." → Charles Frankel, Seuil, 2007 (Science ouverte).

Le théâtre de sciences

Metteur en scène de pièces de théâtre scientifique, Michel Valmer identifie ici les thèmes et les schémas récurrents de ce genre, comme le fou et le savant. Des analyses de mises en scène et des entretiens avec des praticiens du théâtre contemporain composent cet ouvrage qui a le mérite de décloisonner "la trop grande spécialisation de notre société". → Michel Valmer, CNRS éditions, 2005.



Retrouvez ces ouvrages en prêt au troisième étage de la Bibliothèque de Rennes Métropole - plateau sciences et techniques.

Du côté d'Internet

L'Antarctique à portée de clic !

Galerie de photos, journal de bord, température locale, le nouveau site Internet de la base franco-italienne polaire Concordia nous fait partager le quotidien des scientifiques partis en Antarctique. Les travaux de recherche en glaciologie, biologie humaine, ou astrophysique sont aussi rendus accessibles et mis à jour selon l'actualité par les membres de l'équipe. Le jeune site s'étoffe peu à peu de contributions en français, en italien ou en anglais.

→ www.concordiabase.eu



⁽⁸⁾ La Médaille de bronze du CNRS récompense le travail d'un chercheur, qui fait de lui un spécialiste de talent dans son domaine. Cette distinction représente un encouragement à poursuivre des recherches bien engagées et déjà fécondes. ⁽⁹⁾ Lire l'article "Karine Costuas : la chimie naturellement" dans le n° 235 de Sciences Ouest - septembre 2006 sur www.espace-sciences.org ⁽¹⁰⁾ Lire le dossier sur la biodiversité dans le n° 238 de Sciences Ouest - décembre 2006, sur www.espace-sciences.org ⁽¹¹⁾ Le Caren, Centre armoricain de recherche en environnement, est une fédération de recherches CNRS, Inra, Université de Rennes 1, Université Rennes 2 et Agrocampus Rennes. ⁽¹²⁾ La plate-forme dépend de l'Institut fédératif de recherche génomique fonctionnelle, agronomie et santé ; Université de Rennes 1, CNRS, Inra, Inserm, Agrocampus Rennes, CHU de Rennes. ⁽¹³⁾ EIE2 : Énergie intelligente Europe - deuxième phase. ⁽¹⁴⁾ Lire "Sous la membrane du bracelet, les capteurs veillent" dans le n° 237 de Sciences Ouest - novembre 2006 sur : www.espace-sciences.org ⁽¹⁵⁾ L'Irisa est l'Institut de recherches en informatique et systèmes aléatoires. ⁽¹⁶⁾ Lire l'article "Reconstruire la parole" dans le n° 207 de Sciences Ouest - février 2004, sur : www.espace-sciences.org ⁽¹⁷⁾ ENST : École nationale supérieure des télécommunications. ⁽¹⁸⁾ La société Topo+ a assuré l'installation du GPS et le support technique pour le calcul de la vitesse du bateau.

L'alimentation sous surveillance à Brest

Les toxines de notre alimentation peuvent être d'origine naturelle

Évaluer l'exposition et les risques encourus par le consommateur à la suite de la contamination de denrées alimentaires, tel est le travail de détective effectué par le laboratoire de toxicologie alimentaire de Brest et qui intéresse de plus en plus les industriels.

Mieux vaut un peu de fer dans ses épinards qu'une dose de plomb dans ses huîtres ! Les pesticides, les métaux lourds sont spontanément étiquetés comme dangereux pour la santé. Plus récemment, certains additifs alimentaires ont été mis en cause et les toxicologues traquent aussi d'autres contaminants, moins connus : *"Le but de la toxicologie alimentaire est de protéger les consommateurs contre les effets indésirables de molécules chimiques synthétiques, mais aussi naturelles, présentes dans les matières premières ou les produits finis, comme les céréales par exemple,* explique Dominique Parent-Massin, directrice du laboratoire de toxicologie alimentaire de Brest. *Je pense en particulier aux mycotoxines, les toxines sécrétées par les moisissures et aux phycotoxines, produites par le phytoplancton que l'on retrouve dans les coquillages bivalves. Leur résistance à la cuisson les rend particulièrement dangereuses."*

Septicémies et hémorragies

L'experte internationale⁽¹⁾ étudie depuis plusieurs années l'effet de ces contaminants sur la formation des cellules sanguines d'Homme et de souris cultivées au laboratoire, ainsi que sur les premières étapes de la réaction immunitaire. Au début des années 2000, son équipe a démontré que certaines toxines ont la capacité de les bloquer, ce qui provoque chez l'Homme septicémies et hémorragies. C'est ainsi que le décès des 10 % de la population de la région d'Orenbourg (Sibérie), survenu durant la Seconde Guerre mondiale, a été expliqué : il a été causé par la consommation de céréales (blé, orge, avoine) qui, faute d'avoir pu être moissonnées, avaient séjourné trop longtemps sous la neige, et avaient été contaminées par des moisissures toxiques⁽²⁾.

En complément de cette approche expérimentale, Dominique Parent-Massin participe à des démarches d'accompagnement dans l'évaluation du risque. *"C'est le sens du travail que nous avons réalisé au Liban dans le*



Dominique Parent-Massin (derrière) et son équipe étudient l'effet des contaminants sur des cellules cultivées en laboratoire.

cadre d'une thèse que j'encadrais, précise-t-elle. *L'étudiante a d'abord évalué le contenu du panier de la ménagère libanaise et la quantité de denrées réellement consommées par les Beyrouthins. L'étape suivante a consisté à chercher le taux de métaux lourds contenus dans ces denrées alimentaires pour savoir si les consommateurs libanais étaient exposés à des doses leur faisant courir des risques. Il s'est avéré que non."*

Un nouveau master pour 2008

Encore relativement peu développée dans les laboratoires français, cette meilleure analyse du risque séduit de plus en plus les professionnels de l'industrie pharmaceutique ou du secteur agroalimentaire, qui doivent non seulement répondre à des valeurs toxicologiques de référence, établies par des instances nationales ou internationales, mais aussi faire face aux inquiétudes de la population souvent prompte à tomber dans le fantasme d'un péril alimentaire imminent. Mais Dominique Parent-Massin prévient : *"Vu la rigueur et la qualité des réglementations en*

vigueur, on peut dire que le consommateur européen ne court pas de risque, vis-à-vis des produits que l'on introduit intentionnellement dans l'alimentation, comme les additifs par exemple, dont on connaît bien les dossiers toxicologiques. Par contre, il faut redoubler d'efforts pour se concentrer sur les contaminants naturels pour lesquels les données font encore cruellement défaut." Une démarche qu'elle entend bien poursuivre dans les années à venir en développant de nouveaux rapprochements avec les chercheurs internationaux et avec les industriels et qu'elle concrétise, côté enseignement, par la mise en place de deux masters en toxicologie alimentaire et réglementaire à l'Université de Bretagne occidentale pour la rentrée 2008. ■ **C.B.**

⁽¹⁾ Dominique Parent-Massin est secrétaire générale de la Société française de toxicologie et experte invitée à l'autorité européenne de sécurité alimentaire. Elle a aussi été présidente du comité d'experts "pesticides" de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afsa), de 2000 à 2006. ⁽²⁾ La toxine responsable de cette pathologie (mycotoxine du *Fusarium*) avait été identifiée en 1975, par un chercheur japonais.

Contact → Dominique Parent-Massin,
tél. 02 98 01 79 77, parentm@univ-brest.fr

Plongée en direct

Campagne océanographique et participative à bord du *Pourquoi pas ?*

Les scientifiques de la mission *Serpentine* ont embarqué à bord du *Pourquoi pas ?* pour explorer le fond de l'océan. Mais ils n'avaient pas oublié d'associer à leurs investigations océanographiques d'autres navigateurs - ceux du Web ! - qui ont ainsi pu suivre, en direct, l'avancée quotidienne de leurs recherches.

Les internautes ont pu vivre la dernière campagne océanographique du *Pourquoi pas ?*⁽¹⁾, le navire océanographique de l'Ifremer et de la Marine nationale, dans les palmes des scientifiques ! Partis le 26 février dans le cadre de la mission franco-russe baptisée "Serpentine"⁽²⁾, qui s'est achevée le 5 avril dernier, les chercheurs s'étaient donné pour objectif d'explorer trois sites profonds de la dorsale Atlantique afin de mieux comprendre les interactions entre l'océan profond et l'intérieur du globe (manteau terrestre). "Durant les six semaines de mission, nous avons réalisé des comptes rendus détaillés de nos journées, que nous avons diffusés via le site Internet de l'Ifremer. Le but était que le public découvre la vie à bord et appréhende, en temps réel, la progression des travaux menés par la



Le site Achadze a ravi les scientifiques de toutes les disciplines. Fluides hydrothermaux, roches et animaux, tel ce superbe bouquet d'anémones, étaient au rendez-vous à 4 200 mètres de profondeur.

trentaine de scientifiques qui avaient pris place sur le navire", explique le chef de mission Yves Fouquet⁽³⁾, tout juste rentré.

Descente à 4 000 m de profondeur

Plus qu'un album de voyage ou qu'un journal de bord, le site de la campagne comporte une série de fiches techniques, qui plongent les lecteurs au cœur des problématiques soulevées par cette mission : "Nous avons la chance d'avoir sur le *Pourquoi pas ?* des géologues, des géochimistes, des géophysiciens, des biologistes et des microbiologistes, rappelle Yves Fouquet. Nous sommes attachés à mettre en valeur la richesse de cette pluridisciplinarité, afin que le lecteur saisisse les enjeux de cette mission."



Essaim de crevettes *Rimicaris* sur le site hydrothermal Logatchev.

Comment fonctionne un système hydrothermal ? Comment les espèces voyagent-elles à travers l'océan ? Comment les animaux abyssaux résistent-ils à la pression ?

Des découvertes scientifiques en direct

Les scientifiques s'en sont donné à cœur joie ! S'appuyant bien sûr sur l'ensemble des données, fluides, minéraux, bactéries et animaux, collectés à plus de 4 000 m grâce au submersible *Victor 6000*. Riche en surprises et en émotion, la campagne *Serpentine* a même livré les premières images de deux sites profonds encore jamais échantillonnés par un submersible, que scientifiques et internautes ont découverts quasiment en même temps ! ■ **C.B.**

⁽¹⁾ Voir le dossier consacré au *Pourquoi pas ?* dans le n° 228 de Sciences Ouest - janvier 2006, sur : www.espace-sciences.org ⁽²⁾ Six instituts et organismes français étaient représentés à bord du *Pourquoi pas ?* : l'Ifremer, l'IPG Paris VI, l'ENS Paris XI, l'UMPC Roscoff, l'UBO UMR 7127 et le CNRS. Côté russe, six scientifiques issus de cinq instituts ont participé à la campagne : l'Igem de Moscou (métallogénie, géochimie), l'IGMRO de Saint-Petersbourg (ressources minérales océaniques, géochimie), le Shirshov Institute de Moscou (biologie), le Vernasky Institute de Moscou (géologie, géochimie des roches) et le Winogradsky Institute de Moscou (microbiologie). ⁽³⁾ Yves Fouquet est responsable du laboratoire de géochimie et métallogénie de l'Ifremer à Brest et du programme pluridisciplinaire d'études des milieux extrêmes dans les grands fonds (Geode).

Contact → Yves Fouquet, tél. 02 98 22 40 05, yves.fouquet@ifremer.fr

Revivez la mission *Serpentine* !

Même si vous avez raté le direct avec les scientifiques pendant la campagne, le site Internet de la mission *Serpentine* est à revisiter ! Il fourmille d'informations sur les données scientifiques (14 fiches techniques détaillées, présentation des outils et engins utilisés, explication du recueil des données), mais aussi sur la vie à bord. La rubrique "Trois questions à..." permet par exemple de découvrir des métiers : vous pourrez y lire le témoignage d'une élève officier, apprendre comment on trie les déchets à bord avec le second capitaine et le premier maître d'hôtel vous dévoilera les secrets permettant de nourrir 75 personnes pendant six semaines ! ■

Pour revivre l'aventure → www.ifremer.fr/serpentine/

Compter pour comprendre Regard sur les statistiques du XIX^e siècle

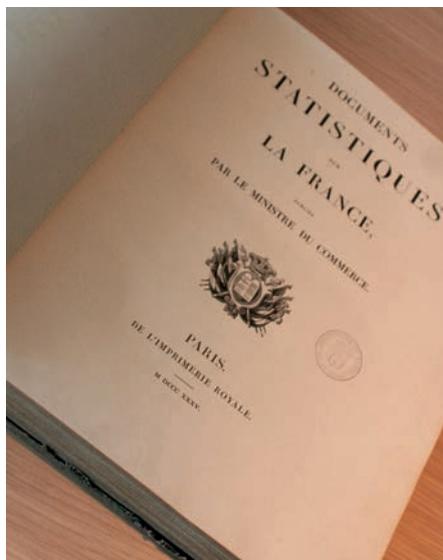
En statistique, l'étape de collecte des données est aussi importante que leur traitement. C'est ce que confirme, *a posteriori*, l'analyse de cet exemple historique sur le recensement des ouvriers en Ille-et-Vilaine dans la seconde moitié du XIX^e siècle.

La mesure de l'activité économique ne date pas d'hier. Si l'on prend l'exemple de l'Ille-et-Vilaine dans la seconde moitié du XIX^e siècle, l'évolution du nombre d'ouvriers recensés semble au premier abord dessiner une courbe claire, qui confirme une certaine désindustrialisation du département. Reste à mesurer la fiabilité des séries qui constituent l'ossature de cette explication historique.

À cette époque, la raison d'être de ces statistiques est avant tout politique : elles sont au service de la politique sociale du second Empire, puis de la III^e République, l'étayant et la justifiant même.

Les statistiques perçues comme une menace

On privilégie les grandes enquêtes, réalisées tous les cinq ou dix ans, car on ne veut pas multiplier les demandes d'information, au risque de ne plus obtenir de réponse de la part d'informateurs lassés ou agacés à force d'être sollicités. Malgré cela, la statistique industrielle disparaît entre 1861 et 1938, avant tout parce que les industriels se méfient de l'État et refusent de répondre aux enquêtes, perçues comme une menace pour la liberté, une possibilité de contrôle des industries dans un contexte économique devenu libéral.



La lettre écrite par le sous-préfet de Redon dans les années 1860 est très représentative : *“Je prévois le moment où la majeure partie des industriels et commerçants de l'arrondissement de Redon refuseront formellement de donner les indications nécessaires pour l'établissement de ce travail, car déjà aujourd'hui, ils le font avec une véritable répugnance, et nourrissent dans leur cerveau les idées les plus absurdes, se figurant par exemple qu'on leur demande des renseignements pour mettre de nouveaux impôts à leur charge. Je ne sais pas en vérité, Monsieur le Préfet, quel sera le moyen d'arriver à détruire de semblables préjugés. Je suis porté à croire qu'il n'y a pas de remède, parce que j'ai la conviction que tous les efforts qu'on pourrait tenter pour tâcher de désabuser les chefs des divers établissements industriels et des principales maisons de commerce n'auraient pour résultat que d'augmenter la défiance de cette classe qui, à Redon surtout, est ombreuse par rapport à Paris.”*

Il semble que le problème ne sera jamais résolu de manière totalement satisfaisante. Les données resteront toujours collectées avec peine jusque dans les années 1930. De nombreuses lettres sont envoyées par les ministres successifs aux préfets d'Ille-et-Vilaine pour leur réclamer des informations. Lorsque les données sont jugées insuffisantes, le ministère renvoie purement et simplement les documents afin qu'ils soient complétés, par exemple en 1877.

Reste alors posée la délicate question de la continuité des données et de leur comparaison : que peut-on en tirer sans entrer dans des spéculations hasardeuses ?

Interprétation des données

Une multitude de facteurs entre alors en jeu. Ces statistiques concernent la totalité des usines et fabriques, sans distinction. Or, l'imprécision de la définition de l'industrie se reflète dans les rapports, en fonction des conceptions individuelles des rédacteurs. Cela amène à homogénéiser des chiffres qui ne se recoupent pas toujours. Centralisés géographiquement par arrondissement et, dans chaque arrondissement, par branches d'industries, les renseignements sont imprécis, donnés sous forme globale, sans distinctions de détail, ce qui rend leur exploitation décevante. Les chiffres sont corrigés au jugé à chaque échelon, parfois sans raisonnement logique. Les documents révèlent des variations : il n'est pas rare de voir une industrie “disparue” pendant un trimestre être à nouveau mentionnée dans le rapport suivant. Comme il n'y a pas corrélation entre chute du nombre d'industries et baisse du nombre d'ouvriers, les causes des évolutions portées sur les tableaux restent le plus souvent mystérieuses.

Les documents sont donc concordants : approximation des sources, difficulté de récolter les informations, de les interpréter... Or, si ces renseignements étaient jugés difficilement exploitables à l'époque de leur rédaction, à plus forte raison le sont-ils pour les historiens un siècle plus tard ! Comme toute source historique, les statistiques doivent donc être confrontées à d'autres documents. Elles offrent des tendances mais en aucun cas un reflet fidèle de l'activité industrielle d'une région. ■

Jérôme Cucarull

Historien du patrimoine, de l'histoire et de la culture techniques et industrielles

Contact → Tél. 06 13 63 02 20,
jerome.cucarull@caramail.com

Histoire & Mesure

Depuis 1986, la revue *Histoire & Mesure* place la mesure au centre de problématiques qui lient deux approches complémentaires. L'“histoire de la mesure” et des statistiques propose une réflexion sur le contenu et la pertinence des données, sur les conditions de leur élaboration, sur leur inscription dans des catégories construites au fil du temps. La “mesure de l'histoire” propose la présentation d'outils de traitement statistique de l'information et d'usage du chiffre pour mesurer des phénomènes historiques de tous ordres (histoire sociale, économique, politique, culturelle...).

La revue propose une réflexion conjointe sur les méthodes, leurs apports et leurs limites, ainsi que sur les sources et l'histoire des outils statistiques. On peut accéder en ligne au texte intégral de plusieurs numéros ainsi qu'aux sommaires et résumés indexés de tous les articles publiés depuis sa création. ■

→ <http://histoiremesure.revues.org>

Vitales, économiques,
sensorielles...

La statistique s'attaque à toutes les données !

Pas assez théorique pour les uns, trop appliquée pour les autres..., la statistique est un peu entre deux eaux et la place du statisticien n'est pas toujours confortable ! "Il doit être communicant et avoir des affinités avec l'expert pour lequel il travaille, explique Pierre Joly, le directeur de l'Ensaï⁽¹⁾. Car la méthode statistique réduit les données d'approche, mais apporte un regard différent par la preuve et le chiffre." Et cette façon différente de voir les choses s'applique à tous les domaines, dès lors qu'il y a un grand nombre d'éléments à quantifier.

À Rennes, les forces vives de la statistique sont réparties entre plusieurs établissements : on trouve de l'enseignement et de la recherche à l'Ensaï, qui fête cette année ses dix ans sur le campus de Ker Lann (Bruz), dans les laboratoires d'Agrocampus et des universités de Rennes 1 et Rennes 2, qui viennent de se regrouper sous une même bannière. Côté utilisation, les champs sont aussi variés : utilisées par des chercheurs de l'Inserm pour faire de la bibliométrie ou des études épidémiologiques, les statistiques s'immiscent dans le calcul de séquences d'image (à l'Irisa), au sein de la filière porcine, pour estimer rapidement la valeur marchande d'une bête, et aussi dans le monde très suggestif de l'analyse sensorielle ! Enfin, on les retrouve à l'hôpital, où elles permettent de sauver des vies.

Parfois complètement inattendues, leurs applications, on le voit, dépassent largement le domaine des sondages, dont nous avons été abreuvés ces derniers mois ! ■

N.B.

⁽¹⁾ Ensaï : École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information.

Sous la loupe des statistiques

Pour décrypter un monde de plus en plus complexe

Les statistiques ont mauvaise réputation. Boudées par les lycéens, elles ne sont pas non plus mises sur le devant de la scène par les mathématiciens, qui les considèrent comme un outil trop appliqué. Et pourtant...

Oubliez les calculs de fréquence de tirage des balles du loto. Les statistiques ne servent pas qu'à ça ! "Les statistiques sont utiles dans tous les domaines dès lors qu'il faut quantifier", commence Pierre Joly, le directeur de l'Ensaï⁽¹⁾, l'école de la statistique basée à Bruz, près de Rennes, sur le campus de Ker Lann. "Elles existent depuis que l'État, les impôts et les armées existent !", complète Jean-Claude Deville, directeur du laboratoire de statistique d'enquêtes dans la même école. César, par exemple, fit faire un recensement."

Les statistiques, ça sert à quoi ?

Le recours aux statistiques est indispensable dès qu'il faut manipuler un grand nombre et une grande variabilité de données. "Quand, dans un système très complexe, il y a beaucoup de variables, les statis-

tiques servent à séparer, à trier l'information afin de trouver une loi ou un modèle qui permettent de leur donner un sens, explique Pierre Joly. Mais elles servent aussi, à l'inverse, quand on n'a pas du tout de données ! Pour faire de la prévision." Le problème, dans ce cas, consiste à trouver comment les collecter. C'est là qu'interviennent les techniques d'échantillonnage (lire ci-contre).

Les domaines d'application sont très vastes : les statistiques sont utilisées depuis longtemps par l'administration pour étudier les phénomènes sociaux (recensement) et économiques (lire page 8). Dès la fin du XIX^e siècle, on réalise des enquêtes par sondage pour évaluer la production agricole (test de plusieurs graines sur différentes parcelles de terrain). Puis elles investissent le domaine de la médecine (essais thérapeutiques). Leur application aux banques et aux assurances (calcul des risques), à l'industrie (suivi de qualité des produits sur une chaîne de production) et au marketing (études consommateurs) date d'une cinquantaine d'années. Aujourd'hui, c'est le traitement de données génétiques qui est en pleine expansion.



Pierre Joly.

Et dans un monde de plus en plus complexe, avec de plus en plus de facteurs à prendre en compte, les statistiques ne risquent pas de s'arrêter de tourner.

Plus juste et moins cher

"Aujourd'hui, tout tourne autour de la circulation d'informations numérisées, c'est-à-dire faciles à stocker et à exploiter, poursuit Pierre Joly. On ne conçoit plus rien sans mesurer, sans tester. Nous vivons une période dans laquelle il y a le choix et où l'esthétique et le ressenti sont très importants. Les entreprises ont besoin de comprendre et d'anticiper les choix des consommateurs. Ça coûte tellement cher de se tromper !" Plus globalement, les statistiques permettent d'optimiser l'accès aux données ; de récolter l'information la plus juste au moindre coût. ■ **N.B.**

⁽¹⁾ Ensaï : École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information.

Contact → Pierre Joly, tél. 02 99 05 32 83, pierre.joly@ensai.fr



Jérôme Pagès.

Un côté très appliqué

"En statistiques, les variables x

Tout ! Ils peuvent tout analyser, tout décortiquer ! Les statisticiens de l'Irmar, Institut de recherche mathématique de Rennes, regroupés il y a tout juste deux ans au sein d'une même équipe, couvrent un très grand champ de compétences.

"On ne peut pas réduire les statistiques aux mathématiques, car le côté appliqué joue un rôle majeur !, commence d'emblée Jérôme Pagès, responsable du laboratoire de mathématiques appliquées d'Agrocampus, composante de l'équipe des statisticiens de l'Irmar, dont il est également le directeur. Les variables x et y ont ici une vraie nature !"

Et dans les laboratoires rennais, le spectre possible des variables est illimité. Il va de la description d'un rendement agronomique, à la saveur d'un vin (lire page 13), en passant par la puissance électrique d'une éolienne : "Nous partons de données pratiques auxquelles nous cherchons ensuite à appliquer un ou plusieurs modèles statistiques, explique Éric Matzner-Lober, directeur du laboratoire de statistiques de l'Université Rennes 2. Par exemple, le fait d'avoir travaillé sur la fermentation de cuves de fromage, en mesurant un pH toutes les dix secondes ou, plus récemment, d'avoir cherché à estimer le taux d'ozone dans l'air à partir des données de la veille, nous conduit à répondre à la question «Est-ce que les méthodes statistiques de

Vers plus de précision

La question des données de départ

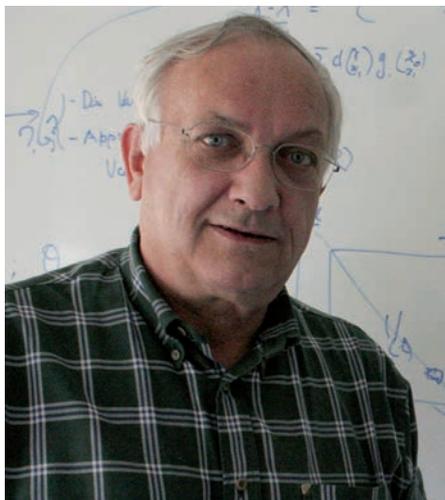
Grand spécialiste de la collecte de données et de l'échantillonnage, Jean-Claude Deville, directeur du laboratoire de statistique d'enquêtes à l'Ensaï, nous livre sa vision.

Sciences Ouest : Pouvez-vous nous donner votre définition des statistiques ?

Jean-Claude Deville : En France les statistiques sont classées dans la discipline des mathématiques appliquées. Mais ceci est réducteur, car avant d'utiliser des données, grâce aux mathématiques, il faut d'abord les récolter. Ce sont deux choses assez différentes mais tout aussi importantes : la réflexion préalable sur les variables et leur mode de collecte, qui relève plutôt du domaine des sciences humaines et sociales, est déterminante. On n'obtient pas la même chose, par exemple, selon que le mode de collecte est déclaratif : "Combien mesurez-vous ?" ou directement mesuré.

S.O. : Mais on ne peut pas mesurer tout le monde !

J.-C.D. : C'est toute la question de l'échantillonnage. Les unités à tester, personnes, entreprises, livres..., sont sélectionnées dans une base de sondage : le recensement, le fichier des entreprises, le catalogue d'une bibliothèque..., selon une



Jean-Claude Deville.

méthode aléatoire. Mais celle-ci est longue à appliquer et donc coûteuse. Par exemple, quand un enquêteur fait ses interviews à domicile, il doit d'abord repérer l'habitation, vérifier l'adéquation entre le nom et le logement, contacter la personne, puis prendre le rendez-vous. Et si la personne n'est pas joignable, le protocole est strict : l'enquêteur ne doit pas sonner à l'appartement d'à côté !

Les méthodes ne sont pas toujours strictement appliquées... mais elles ne sont pas

non plus toujours applicables ! La méthode des quotas, utilisée par les sociétés privées, permet de constituer rapidement un échantillon de qualité incertaine. Cependant, les moyens informatiques permettent d'être plus performants sur l'échantillonnage et le redressement des données. Par ailleurs, les sources et la méthodologie de tout exercice statistique doivent pouvoir être expliquées et le calcul de la précision d'une donnée, sa variance, doit être possible.

S.O. : Reste-t-il encore des choses à faire dans ce domaine ?

J.-C.D. : En ce qui concerne l'analyse des sondages, on peut encore augmenter la précision en enrichissant les données par des informations périphériques. En ce qui concerne la méthodologie de collecte - "l'effet d'enquêteur", les règles à respecter dans la conduite d'un questionnaire, le type de vocabulaire à employer... et bien d'autres paramètres qui peuvent influencer l'enquête - un vaste champ de recherche est ouvert. J'aimerais beaucoup le développer dans mon laboratoire. Cela fait partie des statistiques ! ■

Propos recueillis par Nathalie Blanc

Contact → Jean-Claude Deville, tél. 02 99 05 33 14, deville@ensai.fr

et y ont une vraie nature !"

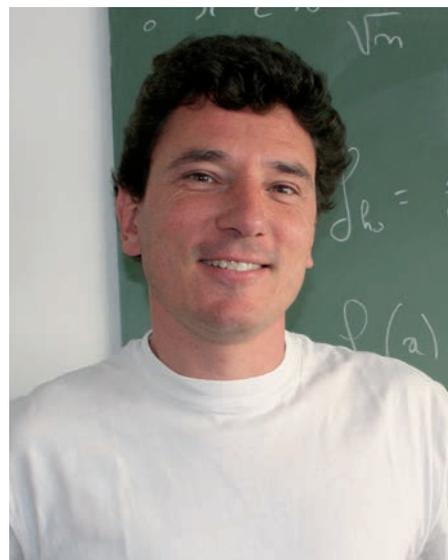
base s'appliquent à des espaces de dimension infinie ?»". La recherche s'enrichit directement des exemples qu'elle traite. Même réaction quand il s'agit des enseignements.

Les étudiants veulent être utiles

"Nous avons constamment la tête dans le marché quand nous préparons nos cours, précise encore Jérôme Pagès. D'une part pour répondre à la demande des étudiants qui veulent se rendre utiles, mais aussi pour pouvoir répondre aux besoins des entreprises. Or beaucoup de ces besoins sont latents. Mais quand par exemple un ingénieur agronome se présente avec une spécialisation en statistiques, il trouve tout de suite à se placer."

Insatiables, les enseignants-chercheurs sont à l'affût de tous les coups. Quand Éric Matzner-Lober regarde du côté de la mer : "Nous ne travaillons pas encore avec l'Ifremer, mais je suis sûr qu'il y a des contacts intéressants à nouer", Jérôme Pagès garde les pieds sur terre, avec le traitement d'enquêtes. "Il existe une grosse demande dans ce domaine. Une des questions qui me préoccupe en ce moment c'est de pouvoir traiter les réponses ouvertes, c'est-à-dire spontanées !" Restera-t-il des données non calculables ? ■

N.B.



Éric Matzner-Lober.

Contacts → Jérôme Pagès, tél. 02 23 48 58 85, pages@agrocampus-rennes.fr
→ Éric Matzner-Lober, tél. 02 99 14 18 26, eml@uhb.fr

Les statistiques au service de la recherche de données textuelles

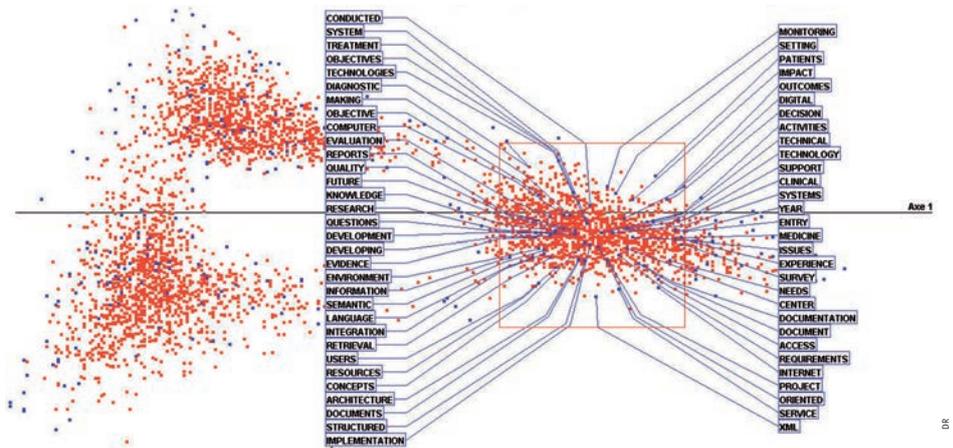
Utilisée couramment par les statisticiens de tous bords, l'analyse factorielle des correspondances a été mise au point dans les années 60, à l'Université de Rennes 1, par Jean-Paul Benzécri, pour faire de l'analyse textuelle. L'outil tourne toujours aujourd'hui dans un laboratoire de l'université.

Dans le dédale des laboratoires du campus de Beaulieu, au 4^e étage de la tour de mathématiques, Jean-Yves Bansard, ingénieur au LTSI⁽¹⁾, peut, en quelques minutes, réaliser une analyse de données textuelles sur plusieurs centaines de milliers de documents. Un mot comme génome peut renvoyer jusqu'à 600 000 publications (résumés ou articles), qu'il est alors possible de classer, sélectionner par thème, par auteur, par pays...

Derrière cette apparente facilité se cache un outil formaté au fil de plus de quarante années de recherche et qui fait appel à une méthode statistique : l'analyse factorielle des correspondances. "Le premier à avoir pressenti l'utilisation de cette méthode pour la recherche textuelle a été Jean-Paul Benzécri, au début des années 60, explique Jean-Yves Bansard. Contrairement à l'école américaine, conduite par Chomsky, qui se basait sur l'étude de la grammaire, Benzécri avait misé sur le sens de l'association des mots."

Marchant dans les traces de leur professeur, Brigitte Escoffier et Michel Kerbaol ont alors continué à développer l'outil à l'Université de Rennes 1, Michel Kerbaol étant le premier à exploiter la technique sur des données médicales.

"C'est Brigitte Escoffier qui, en 1965, lance la première analyse factorielle de données textuelles



Le nuage de documents (points rouges) situé en bas à gauche est caractéristique du domaine de la bio-informatique, celui tout à droite du domaine de l'informatique médicale. Au milieu se trouvent les documents où les deux domaines convergent. Ce mode de représentation permet aussi d'avoir accès aux mots caractérisant un nuage de points. Ici, pour le nuage de l'informatique médicale : semantic, language, diagnostic, patient, decision, Internet...

sur Phèdre, de Racine, et réussit à déduire le sociogramme de chacun des personnages en analysant un vocabulaire restreint à une vingtaine de mots, se souvient Jean-Yves Bansard.

De Racine à Faulkner

À ce stade, la théorie, couchée sur le papier est validée. Dans les années qui ont suivi, les chercheurs ont travaillé sur les interfaces et les progrès de l'informatique ont permis de diminuer de façon significative les temps de calcul. Depuis Phèdre, l'outil a dépassé le stade du test. Il a servi, par exemple, à Nicole Moulinoux, professeur d'anglais de l'Université Rennes 2, qui voulait réaliser une étude comparative de quatre éditions du roman *Sanctuary*, de William Faulkner. Il est régulièrement utilisé au LTSI pour faire des analyses bibliométriques demandées par l'Observatoire des sciences et des techniques (OST), de la veille pour des organismes de recherche (Inserm, Inra...).

Des informations stratégiques

Jean-Yves Bansard vient, par exemple, de participer à un projet européen, dont l'objectif était d'analyser les sujets sur lesquels la bio-informatique et l'informatique médicale sont susceptibles de pouvoir converger, afin d'orienter la stratégie de recherche à l'échelle européenne. Ce travail a commencé par la constitution du dictionnaire des mots utilisés dans chacune des

deux disciplines, soit environ 30 000 mots issus de 60 journaux et 9 000 articles. "De là, nous avons isolé les 911 mots les plus fréquents et occurrents, que nous avons répartis en 60 classes nommées «métaclés», qui sont les regroupements préférentiels des associations de mots", explique-t-il. Ces métaclés peuvent alors être représentées graphiquement sous la forme d'une suite de plans. Le mode de représentation permet de visualiser littéralement les mots, qui sont chacun reliés aux publications dont ils ont été extraits. Une fois la classification des mots et des documents réalisée, la parole est aux experts de la discipline étudiée, qui sauront identifier et nommer les regroupements. Ici, une des premières choses qui saute aux yeux à la lecture des graphiques, ce sont trois nuages de points. Le premier rassemble des mots relatifs au dossier des patients, qui concernent essentiellement le domaine de l'informatique médicale ; le second regroupe du vocabulaire utilisé en bio-informatique dans les algorithmes de calculs génétiques. Le troisième, enfin, regroupe du vocabulaire relatif à des méthodes utilisées dans les deux disciplines. Ce nuage intermédiaire est donc la zone de recouvrement, susceptible de susciter des travaux communs entre le monde de la bio-informatique et de l'informatique médicale. ■ **N.B.**

⁽¹⁾ LTSI : le Laboratoire traitement du signal et de l'image est une UMR Inserm/Université de Rennes 1.

Contact → Jean-Yves Bansard, tél. 02 23 23 44 82, jean-yves.bansard@univ-rennes1.fr



Jean-Yves Bansard et Michel Kerbaol.

À Agrocampus Rennes, les statistiques ont du nez !

Avoir une autre vision des choses : pour Sébastien Lê, statisticien à Agrocampus, c'est tout l'intérêt des outils statistiques, que ce soit dans le domaine de l'analyse sensorielle, qui a fait la réputation du laboratoire, ou, plus récemment, dans le traitement de données génétiques.

Quoi de plus subjectif que le goût ? *"Une personne qui déguste n'est pas fiable ! Mais nous avons réussi à mettre au point un logiciel qui permet d'avoir une idée de la performance du jury"*, explique Jérôme Pagès, responsable du laboratoire de mathématiques appliquées d'Agrocampus, en évoquant les travaux menés par deux de ses collaborateurs : François Husson et Sébastien Lê. Celui-ci s'est spécialisé dans l'analyse de données, qui permet de traiter de grands volumes d'informations, comme la réponse de 1 000 personnes à une centaine de questions ! *"Avant, on avait les idées mathématiques, mais il fallait trois jours de calcul ! Aujourd'hui, grâce à l'informatique, on peut les mettre plus facilement en œuvre, précise Sébastien Lê. On peut tirer relativement rapidement des conclusions à partir de données très subjectives, qui se révèlent être très différentes d'un individu à l'autre."*

La vie en tableaux multiples

Une des spécialités du laboratoire est l'analyse de tableaux dits multiples qui consiste à faire une synthèse de différents points de vue afin de pouvoir les comparer au sein d'un même référentiel. Le but étant de voir si le compromis a un sens ou s'il faut



Sébastien Lê.



Les statistiques permettent de tirer des conclusions à partir de données très subjectives, qui se révèlent être très différentes d'un individu à l'autre.

plutôt regarder les différents points de vue séparément. *"Cette méthode n'est finalement qu'une façon particulière de voir les choses. Elle peut s'appliquer à de nombreux domaines d'étude. Et quand j'examine les données d'un problème, je les vois souvent en tableaux multiples !"*

C'est ce qui s'est passé quand Sébastien Lê a rencontré des chercheurs de la faculté de médecine de l'Université de Rennes ⁽¹⁾, qui travaillent sur le glioblastome, un cancer rare et fulgurant du cerveau.

Question de distance

Les 20 000 informations de départ, des données génétiques et biologiques extraites des tumeurs de cerveaux, se sont retrouvées traduites, par le statisticien, en des graphiques simples sur lesquels on pouvait y voir apparaître une interprétation biologique ! Or cette façon différente de

décrire la maladie n'est pas toujours facile à faire passer auprès des biologistes. *"Pour eux, tout est un cas particulier, tout est différent. Pour nous, les statisticiens, tout est à peu près pareil : nous essayons de résumer l'information en regroupant au mieux les individus en fonction de leur proximité. On n'a pas la même distance sur les objets. On leur apporte une autre vision de leurs données."* Mais au final, statisticiens et biologistes sont unis pour la même cause : tenter de comprendre la maladie grâce à des données génétiques, de cibler les gènes qui pourraient caractériser ce terrible cancer. La publication des résultats est en cours. ■ **N.B.**

⁽¹⁾ Équipe de régulation transcriptionnelle et oncogénèse, dirigée par Jean Mosser.

Contact → Sébastien Lê, tél. 02 23 48 58 81, sebastien.le@agrocampus-rennes.fr

L'analyse sensorielle à portée de clic

Les chercheurs du laboratoire de mathématiques appliquées d'Agrocampus diffusent volontiers leurs travaux de recherche. Ils ont réalisé deux logiciels libres directement téléchargeables sur le site Internet du laboratoire. Le premier, SensoMineR, est dédié à l'analyse des données sensorielles (la sensométrie) ; le second, FactoMineR, rassemble les méthodes classiques d'analyse de données et celles issues des recherches les plus récentes du laboratoire. Sébastien Lê et ses collègues organisent régulièrement des sessions de formation, notamment à destination des industriels. ■

“Nous créons nos propres données”

La statistique est au service de l'épidémiologie depuis bien longtemps. Mais à l'heure où les outils de calcul se perfectionnent et permettent de tenir compte de l'immense variabilité des êtres vivants, la question de la récolte des données est toujours une étape clé.

Les différences font la richesse du monde du vivant. *“On a tous à l'esprit la variabilité entre individus. Mais en épidémiologie, il faut aussi tenir compte de la variabilité intraindividuelle, qui peut être très aléatoire. Par exemple, le résultat d'une prise de sang d'un individu ne sera pas le même selon l'heure ou le laboratoire dans lequel elle a été faite”*, explique Sylvaine Cordier épidémiologiste dans l'unité Inserm 625⁽¹⁾, sur le campus de l'Université de Rennes 1. Résultat : *“Différent ne veut pas dire anormal. Or pour observer la variabilité biologique, on ne peut pas se passer des statistiques.”*

Suivi de 3 500 grossesses à Rennes

En épidémiologie, l'outil statistique permet d'arriver à dégager une loi pour répondre à une hypothèse ; de faire un lien entre une cause et une maladie, par



Sylvaine Cordier.

exemple. Et si ce lien est avéré, les résultats de l'étude permettent de mettre en place des campagnes de prévention du risque.

Ce sera peut-être le cas de Sylvaine Cordier qui, depuis 2002, étudie l'exposition des individus à des produits toxiques. Entre 2002 et 2005, elle a “recruté”, en Bretagne, 3 500 femmes qu'elle a suivies depuis le début de leur grossesse. L'objet de son étude est de voir si ces femmes ont été en contact avec différents produits toxi-

ques (solvants, chlore contenu dans l'eau du robinet, pesticides), pour analyser ensuite un impact éventuel de cette exposition sur la durée de leur grossesse, le poids de naissance et la santé de leur bébé. L'étude prend en compte le développement des enfants jusqu'à leur quatrième année, grâce à deux visites médicales à deux et quatre ans. *“Comme vous pouvez le constater, ce genre de suivi est très long et lourd à mettre en place, poursuit-elle. Rien que pour trouver des femmes acceptant de participer. J'ai commencé par me rapprocher de médecins gynécologues, mais tous n'étaient pas prêts à collaborer.”* Une autre difficulté, caractéristique en épidémiologie environnementale, est la mesure des expositions, qui est rarement chiffrée. Bref, on le voit, la mise en place du protocole et la collecte des données constituent ici une étape longue et cruciale. Elle peut aussi passer par une méta-analyse, c'est-à-dire une confrontation avec d'autres études, menées dans d'autres pays, avec des méthodologies différentes. *“Contrairement à d'autres domaines d'applications des statistiques, nous, épidémiologistes, avons à créer nos propres données.”*

Un facteur peut en cacher un autre

Et quand vient la phase d'analyse, le problème est loin de se simplifier ! Il s'agit bien sûr de prendre en compte les facteurs que l'on pense être directement liés à la maladie, mais ce n'est pas toujours évident... Par exemple, une exposition à des solvants sur le lieu du travail peut être corrélée à une catégorie socioprofessionnelle peu élevée, une alimentation de moins bonne qualité, une consommation de tabac et une situation personnelle moins stable... *“Tout l'enjeu consiste, dans ce cas, à déterminer la part réelle de risque dû à l'exposition aux solvants sur la santé de cette femme et de son bébé.”* En statistiques, cela s'appelle la prise en compte des covariables ! Et les statisticiens arrivent à en venir à bout avec le modèle multivarié. *“La modélisation épidémiologique est plus facile aujourd'hui. Mais attention, la sophistication des outils statistiques ne pourra jamais influencer la qualité de ces données de départ”*, prévient Sylvaine Cordier. ■ **N.B.**

⁽¹⁾ L'unité Inserm 625 est le Groupe d'étude de la reproduction chez l'homme et les mammifères. Il est dirigé par Bernard Jégou.

Contact → Sylvaine Cordier, tél. 02 23 23 59 29, sylvaine.cordier@univ-rennes1.fr

Au secours des études cliniques

La recherche clinique s'appuie sur des cas concrets : des malades soignés à l'hôpital. Appliquées à ce domaine, les statistiques permettent de sauver des vies !

La localisation du Centre d'investigation clinique (CIC) du CHU de Rennes illustre parfaitement sa fonction : non loin des laboratoires de recherche de la faculté de médecine et au pied de l'hôpital, proche des malades. Sa création à Rennes en 2002⁽¹⁾ est l'aboutissement d'une démarche initiée il y a maintenant plus de dix ans par le professeur Éric Bellissant. Le CIC rennais se structure autour de cinq équipes, dont une, celle de biométrie, nouvelle et transversale, est dévolue au traitement des données générées par les autres unités. "Avant, les études cliniques ne répondaient pas à des protocoles aussi stricts et les statistiques étaient peu utilisées, tant les bénéfices obtenus par les avancées thérapeutiques étaient importantes, explique Éric Bellissant. Aujourd'hui, l'unité de biométrie est le dénominateur commun d'assurance qualité de toutes les activités du CIC."

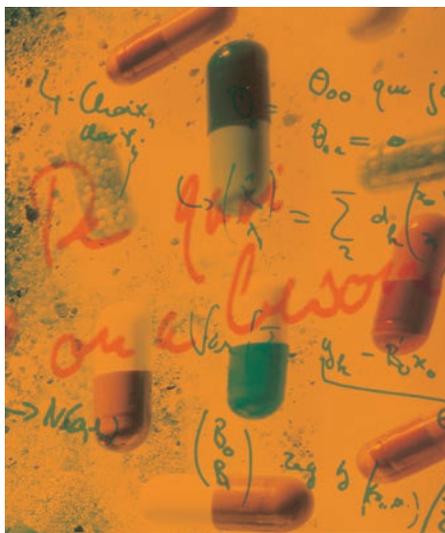
300 patients en choc septique

Spécialisé en biomathématiques et en pharmacologie, Éric Bellissant a bâti son parcours autour de cette façon quantitative de voir les choses : comprendre la relation entre dose, concentration et effet des médicaments. Dès 1994, il lance un grand essai thérapeutique sur 300 patients en choc septique. Cette infection, qui se traduit par de nombreux dysfonctionnements, est traitée historiquement par l'administration d'un seul corticoïde à forte dose sur une période courte. Mais le taux de patients qui décédaient était supérieur à 50%. "Rien qu'en tenant compte d'un autre facteur - l'insuffisance surrénale -, et en administrant deux corti-



Audrey Lavenu et Éric Bellissant.

coïdes à doses plus faibles sur une période plus longue, nous avons réussi à augmenter le taux de survie, poursuit-il. Simultanément, sur une cohorte de 189 patients, nous avons mis en évidence l'importance pronostique de l'insuffisance surrénale."



C'est en adoptant une approche statistique multivariée, qu'Éric Bellissant a réussi à identifier des facteurs indépendants prédictifs de la mortalité du choc septique. Il a ensuite travaillé sur les seuils, les doses et l'efficacité des méthodes d'administration des médicaments. Ce dernier point fait l'objet de tests toujours en cours. Au final, il a mis au point une nouvelle méthode de classement des malades en choc septique, qui se traduit par une façon totalement différente de les prendre en charge.

Un personnel à haute valeur ajoutée

"Dans ce genre d'études, les statistiques sont omniprésentes et très sophistiquées. Les méthodes de modélisation utilisées nécessitent un personnel à haute valeur ajoutée." C'est le cas d'Audrey Lavenu, maître de conférences, statisticienne spécialisée dans les sciences de l'Homme. Elle est arrivée en septembre dernier, d'abord pour aider à la mise en place d'un nouveau "master recherche en pharmacologie clinique et épidémiologie" (voir encadré) ; puis, quand l'enseignement sera lancé, pour développer de nouvelles méthodes statistiques applicables à la recherche clinique.

"Deux méthodes statistiques peuvent avoir en théorie les mêmes applications, mais en pratique, on ne sait jamais comment elles vont se comporter, reprend Éric Bellissant. L'avantage au CIC, c'est qu'on est en contact direct avec les problèmes concrets générés par les patients accueillis à l'hôpital. On est à l'interface entre la recherche universitaire et la médecine. Personne ne peut faire cela à notre place." Éric Bellissant compte bien développer ses travaux en agrandissant encore son équipe (une quarantaine de personnes aujourd'hui). Mais quand il s'agit de sauver des vies, on ne lésine pas ! ■ **N.B.**

⁽¹⁾ Les premiers Centres d'investigation clinique (CIC) datent du début des années 90. Éric Bellissant a proposé d'en créer un à Rennes dès 1994, mais l'idée n'a fait son chemin qu'à partir de 1997. Il en est le coordinateur avec Yves Deugnier.

Contact → Éric Bellissant, tél. 02 99 28 37 15, eric.bellissant@chu-rennes.fr

Un nouveau master

Le master recherche "Modélisation en pharmacologie clinique et épidémiologie" a accueilli ses premiers étudiants en septembre 2006. Ceux-ci sont issus des facultés de médecine, pharmacie, odontologie et écoles vétérinaires ou des cursus mathématiques, avec une spécialisation en biostatistiques. La date limite de dépôt des candidatures pour la rentrée prochaine dans les universités de Rennes 1, Angers et Nantes est fixée au 29 juin 2007. ■

Rens. → Isabelle Merrien, laboratoire de pharmacologie expérimentale et clinique, tél. 02 23 23 47 13, pharmaco.clinique@univ-rennes1.fr, <http://mpce.univ-rennes1.fr>

Le cochon passe à la moulinette

Le grand Ouest produit plus de 70 % de la production de porcs français. Pas étonnant, donc, que la méthode d'évaluation de la valeur marchande des carcasses en quelques secondes soit née à Rennes. Un domaine où se cachent les statistiques !



Avant d'arriver dans votre assiette, filets mignons ou côtes de porc subissent plusieurs traitements, dont un à base de statistiques ! Cela se passe à l'abattoir, au moment où les carcasses doivent être classées en fonction de

David Causeur.

leur teneur en viande maigre. Rendue obligatoire il y a une dizaine d'années par la communauté européenne, cette mesure a nécessité quelques adaptations. Car déterminer la teneur exacte de viande maigre d'une bête demanderait onze heures de travail manuel à un boucher... Une chose bien évidemment impossible à réaliser dans un abattoir de taille moyenne où les cadences sont plutôt de 1 000 cochons abattus en moyenne toutes les heures !

Quelques secondes pour agir

Les carcasses défilent et la chaîne ne s'immobilise que quelques secondes pour le classement. "La mesure est effectuée grâce à des appareils : sonde invasive, scanner..., qui permettent de calculer rapidement, mais de façon

indirecte, l'épaisseur en viande et en graisse de l'animal", explique David Causeur du laboratoire de mathématiques appliquées d'Agrocampus. Statisticien de formation, David Causeur s'est spécialisé dans les applications des statistiques aux sciences animales et travaille depuis plus de dix ans sur cette question avec l'Institut de la filière porcine, basé au Rheu.

Spécial cochons français

Il connaît parfaitement chacun des quatre appareils de mesure répandus sur le marché français, puisqu'il a participé à la mise au point des logiciels de calcul qui les font tourner, à partir d'une méthode créée à Agrocampus Rennes avec Thierry Dhorne⁽¹⁾. "Tous les appareils doivent être homologués par

Les statistiques reines de la postproduction

Les images sont au centre de la convergence de la télévision, d'Internet et des téléphones portables de dernière génération. Leur quantité, grandissante, et leur variabilité, quand il s'agit de séquences animées, en font des données de choix pour le traitement statistique.

La scène se passe à Rennes, à l'Irisa dans le bureau de Patrick Pérez. Dans une séquence de quelques minutes du film "Coffee and cigarettes", un carré entoure le verre ou la cigarette de l'acteur dès que celui-ci touche l'objet pour boire ou fumer. Loin d'être anodin, cet extrait est le résultat de plusieurs mois de travail, mené au sein de l'équipe Vista dans le but d'annoter des contenus, sons et images, issus de la télévision ou d'Internet. "Nous avons construit un modèle statistique capable de reconnaître spécifi-

quement une forme et une action, ici celles de boire et de fumer. Il ne détecte rien quand l'acteur porte simplement sa main à son visage, sans verre ni cigarette... Cela a nécessité une phase d'apprentissage du modèle. En amont, nous avons entièrement visionné le film afin de caractériser toutes ces scènes. C'est notre façon de récolter les données de départ."

Deux jours entiers de calcul

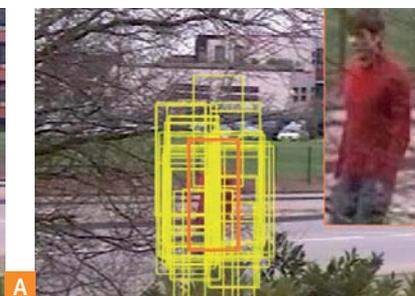
La puissance des statistiques vient ici du fait qu'elles permettent d'affirmer ou non la présence d'un objet, de détecter un mouvement, de caractériser une déformation, bref, d'extraire l'information utile, préalablement déterminée, parmi un grand nombre de données. En théorie, l'application des statistiques au traitement d'images et à la vision assistée par ordinateur existe depuis les années 70. Mais elle était inexploitable

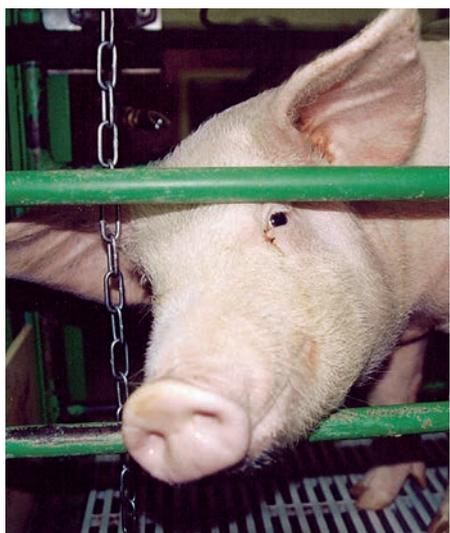


Patrick Pérez.

par les moyens informatiques de l'époque. Aujourd'hui encore, l'apprentissage d'un modèle dans une très grande base de données consomme énormément de mémoire et peut prendre deux jours !

Un autre outil statistique, le filtrage, permet le suivi d'objets dans les vidéos. Si l'outil est encore loin d'être utilisé en





la Communauté européenne, poursuit-il. Car estimer la valeur marchande d'une bête représente un enjeu économique important."

La recette peut-elle s'exporter ? Cette question a fait l'objet d'un projet européen

mené entre 2001 et 2004. Mais la réponse est sans appel : calibrées sur des porcs élevés en France, les équations ne sont pas directement adaptables à d'autres marchés. Le savoir-faire breton sert toutefois à la mise en place de la méthodologie au Danemark, aux Pays-Bas, en Allemagne et en Belgique. "Les pays nouvellement entrés dans la Communauté européenne, dont la Slovaquie, la Lituanie et Chypre sont aussi sur la liste." "Tout est bon dans le cochon !", on en convient, mais cela se mesure... ■ **N.B.**

⁽¹⁾ Thierry Dhome est aujourd'hui professeur de statistiques à l'Université de Bretagne sud.

Contact → David Causeur, tél. 02 23 48 58 84, david.causeur@agrocampus-rennes.fr

routine sur n'importe quel film, des idées d'applications concrètes émergent déjà : "C'est un début qui montre que l'on peut suivre n'importe quoi : un joueur au cours d'un match, par exemple, poursuit Patrick Pérez. Cette partie sélectionnée de l'image peut ensuite être isolée pour être transmise vers un téléphone portable. Mais la technique du filtrage peut aussi être utile en postproduction pour effacer, coloriser une image, ou rendre un objet flou. Car ces pratiques sont encore très manuelles et se font quasiment image par image."

Un secteur concurrentiel

Dans le contexte très concurrentiel de la convergence de la télévision, d'Internet et des téléphones portables, ces sujets de

recherche sont traités par plusieurs équipes de l'Irisa et les collaborations avec des sociétés telles que France Télécom R&D, Thomson R&D, Vidéométrix, débouchent souvent sur des appels d'offres nationaux ou européens. "L'analyse d'images biologiques ou météorologiques, plus fluides, est moins médiatique mais constitue un domaine d'application également très intéressant. Nous travaillons, par exemple, avec une équipe du Cemagref sur le déplacement de tourbillons⁽¹⁾" ! ■ **N.B.**

⁽¹⁾ Lire l'article "Avis de turbulence au Cemagref", dans le n°235 de Sciences Ouest - septembre 2006 sur : www.espace-sciences.org

Contact → Patrick Pérez, tél. 02 99 84 22 24, perez@irisa.fr

Cette séquence d'images illustre la difficulté à suivre un objet en mouvement, surtout quand celui-ci disparaît ! Ici, quand la personne passe derrière l'arbre B, la zone des carrés jaunes (zone de probabilité de présence de l'objet) "explose", puis se recentre quand l'objet devient de nouveau visible C.



Pour en savoir plus

ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE

Une école à Bruz (35)

■ Créée en 1994 à Paris et implantée à Bruz en 1996, l'École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information, Ensaï, accueille environ 300 étudiants (200 ingénieurs et 100 fonctionnaires). Après un tronc commun de deux ans, l'Ensaï propose six filières de spécialisation : marketing, biostatistiques, ingénierie financière (gestion du risque dans la banque et l'assurance), génie statistique, économie de la santé, système d'information statistique. L'Ensaï possède également deux laboratoires de recherche sur la statistique de modélisation et la statistique d'enquête.

Rens. → www.ensai.com/

Un IUT à Vannes

■ Le DUT "Statistique et information décisionnelle" (Stid) de l'IUT de Vannes accueille une centaine d'étudiants en première année. Environ 60% des diplômés de deuxième année s'orientent ensuite vers l'une des trois licences professionnelles de statistique dans les domaines de l'informatique, du marketing et de la santé.

Rens. → www.iu-vannes.fr/Formations/stid/

Des laboratoires de recherche

■ L'équipe de statistique de l'Institut de recherche mathématique de Rennes (Irmarr) est composée de chercheurs issus de trois composantes : Agrocampus, Université de Rennes 1 et Université Rennes 2.

Rens. → www.math.univ-rennes1.fr/irmarr/

Un nouveau "master Recherche"

■ En pharmacologie clinique et épidémiologie : voir page 15.

COLLOQUE

■ Chaque année depuis 2004, les journées de la statistique rennaise (Star) permettent aux chercheurs d'échanger sur un thème choisi. Les conférenciers viennent de toute la France. La prochaine édition aura lieu en octobre prochain.

Rens. → www.math.univ-rennes1.fr/irmarr/

À LIRE

Les chemins de l'aléatoire

■ La science du hasard ou théorie mathématique des probabilités intervient dans la vie de tous les jours et dans bien des domaines autres que les jeux de hasard. Le propos de ce livre qui s'adresse au lecteur néophyte est donc d'examiner l'usage de la théorie des probabilités dans la société contemporaine et d'en préciser les notions essentielles.

→ Didier Dacunha-Castelle, Flammarion, janvier 2000.

Le mois prochain : Les nanotechnologies

Français et Canadiens s'allient contre le parasite du colza

Venu du pays de la feuille d'érable pour travailler sur un parasite du colza, Randy Kutcher achève son séjour d'un an dans l'unité Biologie des organismes et des populations appliquée à la protection des plantes (UMR Bio3P), au centre Inra du Rheu. Il nous révèle ce qu'il rapporte dans ses bagages.

Sciences Ouest : Pouvez-vous nous expliquer comment le colza vous a conduit jusqu'en France ?

Randy Kutcher : Je suis chercheur dans un organisme public similaire à l'Inra : l'"Agriculture et Agroalimentaire Canada". Je suis basé dans une petite ville qui s'appelle Melfort, à 175 km de Saskatoon, dans la province de Saskatchewan à l'ouest du Canada. Cette région est relativement plate, avec deux fois moins d'eau qu'en Bretagne et propice à la culture du colza. Et, comme en Europe et aussi un peu en Australie, nous sommes confrontés à un champignon ravageur, *Leptosphaeria maculans*, responsable de la nécrose du collet du colza. Je suis spécialisé dans l'étude des interactions plante-champignon et cela fait maintenant plus de cinq ans que je focalise mes recherches sur ce pathogène du colza. Je l'étudie d'un point de vue génétique.



Randy Kutcher.



Les dernières plantations de Randy Kutcher dans les serres du centre Inra du Rheu. Ces plants de colza d'une semaine seront bientôt inoculés par différentes souches de champignon.

S.O. : Les maladies sont-elles identiques d'un côté à l'autre de l'Atlantique ?

R.K. : Oui et non ! Il s'agit de la même espèce de champignon, mais les races sont différentes car, au fil du temps, les gènes se recombinent. Le champignon arrive à contourner la résistance du colza. Je suis venu en France avec 100 souches différentes du champignon !

À l'heure actuelle, entre 10 et 14 gènes de résistance à ce champignon ont été identifiés chez le colza. On différencie la résistance spécifique, liée à un seul gène, d'une résistance quantitative, liée à plusieurs gènes. Dans ce dernier cas, il est plus difficile pour le champignon de déjouer le piège, c'est-à-dire de rendre la résistance de la plante inefficace.

Si je suis venu ici à l'Inra du Rheu, c'est que les chercheurs de l'unité Bio3P travaillent sur l'adaptation des populations de *Leptosphaeria maculans* aux résistances du colza dans une optique de gestion durable des résistances. Ils maîtrisent les outils et méthodes de caractérisation des populations de cet agent pathogène. J'ai pu tester mes 100 souches sur des gènes de résistance différents. Au Canada, on est peut-être moins avancé sur ces questions des résistances spécifiques. Auparavant, mon travail de lutte contre le champignon était plutôt axé sur la rotation des cultures. C'est une stratégie différente.

S.O. : Vous repartez donc avec des idées ?

R.K. : Oui, et la collaboration avec l'équipe du Rheu va se poursuivre. Maintenant que j'en sais un peu plus sur la diversité des caractéristiques du pouvoir pathogène de mes souches, je vais étendre mon étude aux souches récentes que je vais récolter dans différents endroits du pays. L'idée est d'arriver à bâtir une carte de la structure génétique des populations du champignon au Canada, afin de pouvoir adapter une stratégie de lutte basée sur la gamme des résistances variétales disponibles. C'est important car il faut savoir que la culture du colza se développe, aux États-Unis, pour répondre à la demande de production de biodiesel.

S.O. : Quel souvenir garderez-vous de votre séjour en France ?

R.K. : Je m'en souviendrai longtemps ! Vue du Canada, la France paraît petite. Mais je vais pouvoir dire à mes compatriotes que ce n'est pas vrai ! Je n'ai pas eu le temps de tout voir. Il faudra que je revienne. Ce que je compte bien faire d'ailleurs, peut-être dans le cadre d'un autre transfert comme celui-ci. ■

Propos recueillis par Nathalie Blanc

Exposition



Espace des sciences

Des cailloux qui racontent des histoires

Un silex, du calcaire, du sable ? Il n'y a pas que du granit en Bretagne ! Et pourquoi existe-t-il tant de roches différentes ? Comment les reconnaître ? Venez le découvrir avec l'animation "Petit géologue". Cette aventure vous conduit au fond des océans, le long des fleuves ou au cœur des volcans. Un médiateur scientifique vous apprend à reconnaître et classer les cailloux, à décrypter l'histoire cachée dans chacun. Des éléments qui vous aideront ensuite à identifier les indices dont fourmille l'exposition "Roches armoricaines". Sous la loupe, elles révèlent leurs secrets : des traces de volcans à Saint-Brieuc, de requins à Rennes ou de mamouths à Dol. Une autre façon de découvrir l'histoire de la Bretagne ! ■

Rens. → Retrouvez les informations pratiques sur les animations et toute l'actualité de l'Espace des sciences sur notre site Web www.espace-sciences.org

Expo itinérante

Énergie, une exposition dans le vent !



Énergie : cette nouvelle exposition itinérante, disponible à la location, aborde d'un œil scientifique un thème qui nous concerne tous. En quinze panneaux pédagogiques et colorés, trois physiciens rennais expliquent, par exemple, comment convertir de l'énergie, ou nous dévoilent le fonctionnement d'une centrale nucléaire. L'actualité n'est pas oubliée : du projet Iter⁽¹⁾ aux panneaux solaires, les recherches avancent pour développer de nouveaux modes de production, plus efficaces et moins polluants. Dans un contexte où les énergies fossiles, comme le pétrole et le charbon, se raréfient et coûtent cher, cette exposition nous rappelle qu'on ne pourra pas toujours produire plus d'énergie et nous propose des solutions pour l'économiser au quotidien. ■

Rens. → Patrick Le Bozec, tél. 02 23 40 66 46, patrick.lebozec@espace-sciences.org

Conférences

Les prochains mardis de l'Espace des sciences

■ Le 5 juin / La Lune à portée de rêves



Des croyances d'hier à l'astronomie moderne, la Lune a-t-elle livré tous ses secrets ? Bruno Mauguin et Priscilla Abraham, du planétarium de l'Espace des sciences, nous emmènent à la découverte de notre satellite naturel.

■ Le 12 juin / L'âge de l'eau

L'eau ne reste que quelques jours dans l'atmosphère mais elle peut résider plusieurs années dans le sous-sol. Peut-on dater l'eau que l'on puise pour comprendre son chemin, son histoire et mieux la protéger ? Cette conférence est donnée par Luc Aquilina et Jean de Brémond d'Ars, chercheurs au Caren⁽²⁾.



■ Le 19 juin / L'eau en Bretagne : risques naturels et développement durable

L'eau est source de vie mais aussi à l'origine de catastrophes multiples. Une dimension économique et sociale qui est développée à travers des exemples, par Paul Trehen, professeur honoraire à l'Université de Rennes 1 et président de l'Espace des sciences.

Rens. → Aux Champs Libres, salle Hubert-Curien, à 20 h 30. Entrée libre.

La conférence d'Hubert Reeves sera mise en ligne

Toutes les places pour la conférence d'Hubert Reeves "Un peu de tourisme du côté des trous noirs", le 3 juillet, ont été réservées. Ceux qui ne pourront y assister auront l'occasion de se rattraper : elle sera filmée et mise en ligne sur notre site Web www.espace-sciences.org

Au Pays de Morlaix

■ Le 22 juin / L'eau en Bretagne : risques naturels et développement durable



Par Paul Trehen, professeur honoraire à l'Université de Rennes 1 et président de l'Espace des sciences (lire ci-dessus).

Rens. → Dans l'amphithéâtre de l'IUT Gaco, à 20 h, entrée libre.

Café des sciences

■ Le 14 juin / Les rencontres du planétarium

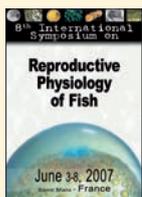
Un planétarium, comment ça marche ? Venez en discuter avec Bruno Mauguin et Priscilla Abraham, du planétarium de l'Espace des sciences.

Rens. → Au café des Champs Libres, à 18 h 30.

⁽¹⁾ Iter (International Thermonuclear Experimental Reactor) est un projet international de réacteur expérimental à fusion nucléaire.

⁽²⁾ Le Caren, Centre armoricain de recherche en environnement, est une fédération de recherche CNRS, Inra, Université de Rennes 1, Université Rennes 2 et Agrocampus Rennes.

Colloques



Du 3 au 8 juin/Reproduction des poissons

■ Saint-Malo - Ce congrès international réunit tous les quatre ans, les spécialistes de la reproduction des poissons. Trois cents scientifiques sont attendus pour faire le point sur des sujets tels que : la neuroendocrinologie, le déterminisme et la différenciation des sexes, la biologie des gamètes, les stratégies de reproduction. Cette édition est coordonnée par l'Inra - Rennes.

Rens. → Yann Guiguen, tél. 02 23 48 50 02, yann.guiguen@rennes.inra.fr, http://rennet.rennes.inra.fr/isrpf

7 et 8 juin/La maîtrise des populations d'étourneaux

■ Alfort (94) - L'Institut scientifique et technique de l'animal en ville propose une réflexion novatrice qui permettra aux villes de connaître de nouvelles méthodes écologiques, validées par des scientifiques, pour optimiser leur gestion des étourneaux.

Rens. → Roselyne Michaux, tél. 01 43 62 67 82, contact@istav.net, www.istav.net

11 juin/Réunion du club optique et micro-ondes

■ Lannion - La technopole Anticipa accueille la réunion annuelle du club appartenant à la Société française d'optique. Cette journée est organisée par l'Enssat⁽¹⁾ en collaboration avec l'Agence de développement industriel du Trégor.

Rens. → Pascal Besnard, tél. 02 96 46 90 53, pascal.besnard@enssat.fr, Agnès Roumiguère, tél. 02 96 05 82 58, agnes.roumiguere@technopole-anticipa.com

Du 11 au 13 juin/Conférence internationale "Information Hiding"

■ Saint-Malo - L'Irisa⁽²⁾ de Rennes, l'University College London, et le Laboratoire image et réseau de l'INPG organisent la 9^e édition de cette conférence ayant pour thème la dissimulation d'information. Elle sera suivie du Wavila Challenge, un atelier sur le tatouage numérique⁽³⁾ le 14 juin.

Rens. → Édith Blin, edith.blin@irisa.fr, tél. 02 99 84 75 01, http://ih07.irisa.fr/

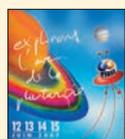
14 juin/Prairiales de Normandie



■ Le Pin - Cet événement, organisé par le centre Inra de Rennes (domaine expérimental du Pin, Orne) en partenariat avec les Chambres de Normandie, rassemble de nombreux spécialistes de la recherche, des instituts techniques, des organismes de développement et des fournisseurs liés à l'élevage et à la production fourragère.

Rens. → Tél. 02 33 81 77 80, www.orne-agri.com/Prairiales_Normandie_du_Pin.asp

Du 12 au 15 juin/Go Plast



■ Angers - Salon de la plasturgie et des composites du grand Ouest - 3^e édition. Cet événement organisé par la société Idice en partenariat avec l'ensemble de la filière réunit de nombreux professionnels dans le grand Ouest, seconde région plasturgiste française.

Rens. → www.go-plast.com

14-15 juin/Nantes Actualités Transplantation



■ Nantes - L'édition 2007 de ce congrès qui réunit chaque année les spécialistes dans le domaine de l'immunologie appliquée à l'allo et à la xénotransplantation⁽⁴⁾ sera consacrée aux "Marqueurs précoces de la survie du greffon".

Rens. → Valérie Châtellier, tél. 02 40 08 74 10, www.nat.nantes.inserm.fr

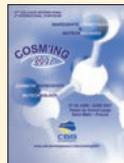
Du 25 au 29 juin/1^{er} semaine de l'innovation en Bretagne



■ Bretagne - Quarante rendez-vous : conférences, ateliers pratiques, journées portes ouvertes... seront proposés dans huit villes de la région au cours de cette semaine. Cette opération, coordonnée par Bretagne Innovation, doit permettre aux dirigeants des PME/TPE bretonnes de s'informer sur les thématiques clés de l'innovation.

Rens. → Nathalie Liva, tél. 02 99 67 42 00, semaine@bretagne-innovation.fr, www.innovons.fr

Du 27 au 29 juin/Cosm'ing : Ingrédients cosmétiques et biotechnologies



■ Saint-Malo - Santé, alimentation, énergie..., nombreux sont les secteurs qui bénéficient des biotechnologies.

En cosmétique, elles permettent aux industriels de créer des produits inédits, d'améliorer leurs procédés de fabrication ou encore de développer de nouveaux tests. Ce colloque international est organisé pour la quatrième année par CBB⁽⁵⁾ Développement.

Rens. → Roland Coanec, tél. 02 99 38 33 30, roland.coanec@cbbdeveloppement.com, www.cbb-developpement.com/cosming2007

3, 4 et 5 juillet/Congrès national sur les éléments transposables



■ Rennes - Les éléments transposables sont des séquences mobiles d'ADN, et concernent divers secteurs de recherche tels que la vie, l'agronomie, la santé, la biodiversité, la génomique, et la bio-

informatique. Ce congrès est organisé par l'unité mixte de recherche Ecobio du Caren⁽⁶⁾.

Rens. → Abdelkader Aïnouche, tél. 02 23 23 61 19, kader.ainouche@univ-rennes1.fr, http://adnmobile2007.univ-rennes1.fr/

Du 4 au 6 juillet/Les étés Tic de Bretagne



■ Rennes - Trois jours de rencontres et d'échanges autour des usages d'Internet et du Web 2.0 organisés par la Région Bretagne, qui présentera, à cette occasion, les lauréats de son appel à projets sur le développement des Technologies de l'information et de la communication.

Rens. → bretagne20@region-bretagne.fr, www.bretagne20.fr/?q=lesetestic

Du 9 au 13 juillet/Calcul scientifique et équations différentielles

■ Saint-Malo - 9^e édition de cette conférence internationale sur le calcul scientifique (SciCADE).

Rens. → Erwan Faou, tél. 02 99 84 74 22, Erwan.faou@inria.fr, http://scicade07.irisa.fr/

Formations



Adria

■ 12 et 13 juin, Quimper/Les bases pratiques en microbiologie alimentaire ■ 19 et 20 juin, Quimper/Restructuration-texturation des produits alimentaires, intérêt, principes et technologie ■ 19 et 20 juin, Paris/Stabilité et interactions des arômes dans les aliments Rens. → Séverine Pierre, tél. 02 98 10 18 49, www.adria.tm.fr



Archimex

■ 19 et 20 juin, Vannes/Conduite de projet en recherche et développement, stage pratique ■ 26 et 27 juin, Vannes/Constitution des dossiers de spécification et de suivi qualité d'un extrait végétal : du laboratoire à la recherche industrielle Rens. → Ghislaine Bouesnard, tél. 02 97 47 97 32, sales@archimex.com, www.archimex.com



Cedre

■ 11 au 22 juin, Brest et Marseille/Séminaire international d'initiation à la lutte antipollution ■ 25 au 29 juin, Brest/Formation à la lutte contre les pollutions par les hydrocarbures Rens. → Centre de documentation de recherche et d'expérimentations, tél. 02 98 33 10 10, www.cedre.fr



Irpa

■ 5 juin, Belle-Isle-en-Terre (22)/Inventaire botanique d'une zone humide, en partenariat avec le Centre régional d'initiation à la rivière ■ 13 et 14 juin, La Chapelle-des-Marais (44)/Villes et bourgs durables : repérer les critères d'un développement urbain durable et les analyser à la lumière de l'expérience d'une petite ville Rens. → Institut régional du patrimoine, tél. 02 99 79 39 31, www.irpa-bretagne.org

9 juin/Journée du mégalithisme

■ Locmariaquer (56) - Une matinée consacrée à des conférences parmi lesquelles "Les alignements de pierres couchées à Belz (Morbihan)", donnée par Christine Boujot du SRA⁽¹⁾ de Bretagne et Stéphan Hinguant de l'Inrap. Au programme l'après-midi : visites guidées des principaux monuments mégalithiques de Locmariaquer avec la participation de l'Inrap.

Rens. → **Loïc Langouët, langouet.loic@wanadoo.fr, www.inrap.fr**



10 juin/La tonte des moutons

■ Rennes - À l'occasion de la tonte annuelle du cheptel de l'Écomusée du pays de Rennes se tiendra le 19^e concours national des moutons d'Ouessant. Démonstrations commentées de tonte, du travail de chien de troupeau, du filage, du tissage et de la teinture de la laine sont également au programme.

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

Conférences

5 juin/Pecten le Grand, la conquête d'une archive marine

■ Brest - Par Laurent Chauvaud, chargé de recherche CNRS à l'Université de Bretagne occidentale/Institut universitaire européen de la mer (IUEM).

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

5 juin/Bien manger pour bien vivre

■ Nantes - Cette conférence est donnée par Martine Champ, directrice du centre de recherche en nutrition humaine à l'Inra. Dans le cadre des mardis Muséum. À 20 h 30 dans l'amphithéâtre du muséum de Nantes. Entrée libre.

Rens. → **Muséum d'histoire naturelle de Nantes, tél. 02 40 99 26 20, www.museum.nantes.fr**

16 juin/Tous les peuples ont-ils la même conception du temps ?

■ Rennes - Notre perception occidentale du temps n'est pas universelle. Certaines cultures l'appréhendent d'une façon qui surprend et interroge. Cette conférence organisée par le Bureau des Temps de la ville de Rennes sera animée par Charles MacDonald, ethnologue. À 15 h 30 aux Champs Libres.

Rens. → **Le Bureau des Temps, tél. 02 23 62 20 95, bdt@ville-rennes.fr, www.rennes.fr/temps**

19 juin/Les économies d'énergie à bord des navires

■ Lorient - Conférence donnée par



Dominique Paulet, architecte naval retraité, Benoît Vincent, ingénieur hydrodynamicien et Pascal Lamaud, responsable du laboratoire de technologie des pêches à la station Ifremer de Lorient, dans le cadre des mardis de la Thalassa. À 18 h 30.

Rens. → **CCSTI de Lorient "Maison de la mer", tél. 02 97 84 87 37, www.ccstilorient.org**

19 juin/Médicaments : une marchandise comme les autres ?

■ Rennes - Cette conférence sera donnée par Messieurs Le Corre et Le Duff, dans le cadre des mardis santé du CHU à 18 h, amphithéâtre Bretagne, centre des congrès, hôpital Pontchaillou.

Rens. → **www.chu-rennes.fr**

28 juin/Protection des données

■ Bruz - Cette Matinale de Rennes Atalante a lieu au Celar⁽⁸⁾, de 8 h 15 à 10 h 15.

Elle sera suivie d'une présentation des activités du Celar. Inscription obligatoire avant le 27 juin.

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

Appel à projets

6^e rencontre technologique "Mobilité, objets communicants, haut débit"

■ Brest - Les technopôles de Brest et de Quimper et leurs partenaires Jessica France et l'Afeit⁽⁹⁾ s'associent, dans l'organisation d'une Rencontre Technologique, qui sera focalisée cette année sur les objets communicants. Les présentations retenues permettront de constituer les ateliers de l'après-midi. Retour des résumés pour le 15 juin - envoi à veronique.leloup@tech-brest-iroise.fr. Retour des contributions le 26 octobre (format Power Point).

Rens. → **http://www.artesi.artesi-idf.com/**

Expositions

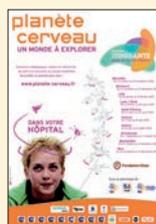
Jusqu'au 30 juin/En quête de nos ancêtres



■ Vannes - Pour partir à la recherche des traces du passé et découvrir nos lointains ancêtres et leurs modes de vie. Cette exposition retrace l'évolution de l'Homme, depuis les australopithèques jusqu'à l'*Homo sapiens*. Présentée à l'Espace enfance de la Caisse d'allocations familiales du Morbihan, pour les enfants de 6 à 12 ans.

Rens. → **Caf du Morbihan, Espace enfance, espace.enfance-caf@wanadoo.fr, www.espace-enfancecaf56.com**

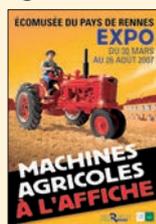
Jusqu'au 15 juillet/Planète Cerveau : un monde à explorer



■ Nantes - L'exposition proposée par la fondation du groupe pharmaceutique japonais Eisai s'offre un tour de France dans les Centres hospitaliers universitaires. Adaptée spécialement à ces lieux d'accueil, elle offre au grand public comme aux professionnels de santé un voyage initiatique au cœur de cet organe complexe et mystérieux qu'est le cerveau.

Rens. → **www.planete-cerveau.fr**

Jusqu'au 26 août/Machines agricoles à l'affiche



■ Rennes - Destinées à convaincre le paysan de l'intérêt de la mécanisation, les affiches publicitaires vantent les mérites de la modernisation des matériels. La machine agricole est alors présentée magnifiée, en pleine

action dans une campagne idéalisée. En participant à la modification des mentalités en milieu rural, l'affiche réussit à rendre familière la présence des machines dans les campagnes.

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

Jusqu'au 2 septembre/ Microbes et vaccins en question



■ Laval - Pourquoi est-on malade ? Qu'est-ce qu'un microbe ? À quoi servent les bactéries ? Comment agit un vaccin ? Vous trouverez des réponses en partant à la découverte des micro-organismes avec Juliette, une petite fille de 10 ans. Des séances d'animation sont programmées autour de cette exposition.

Rens. → **Musée des Sciences de Laval, tél. 02 43 49 47 81, http://www.ccsti-laval.org**

Jusqu'en septembre/La mer pour mémoire - Archéologie sous-marine des épaves atlantiques

■ Saint-Malo - À travers les recherches menées sur les épaves du Ponant, cette exposition dévoile l'histoire maritime du grand Ouest Atlantique.

Rens. → **Musée d'histoire de Saint-Malo, tél. 02 99 40 71 57.**

Jusqu'au 5 novembre/ Les ouvrières du thon

■ Groix - Cette exposition retrace l'histoire de chacune des cinq conserveries de l'île de Groix. Elle est en grande partie axée sur les ouvrières et leur travail.

Rens. → **Écomusée de Groix, tél. 02 97 86 84 60, ecomusee.groix.free.fr**

⁽¹⁾ École nationale supérieure des sciences appliquées et de la technologie. ⁽²⁾ Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires. ⁽³⁾ Lire l'article sur Teddy Furon, lauréat du prix Bretagne jeunes chercheurs en sciences de l'information et mathématiques : Sciences Ouest n° 229 - février 2006 sur www.espace-sciences.org ⁽⁴⁾ Allotransplantation : transplantation entre deux organismes d'une même espèce. ⁽⁵⁾ Xénotransplantation : transplantation entre deux organismes d'espèces différentes. ⁽⁶⁾ CBB développement : Centre de biotechnologies en Bretagne. ⁽⁷⁾ Centre armoricain de recherche en environnement, le Caren est une fédération de recherche du CNRS, de l'Inra, et des universités de Rennes 1 et Rennes 2. ⁽⁸⁾ Service régional d'archéologie. ⁽⁹⁾ Centre électronique d'armement. ⁽¹⁰⁾ Association des filières de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications de Bretagne occidentale.

Abstracts for the international issue

SPOTLIGHT ON LABORATORIES P.6

Food surveillance in Brest

What contaminating molecules can hide in our food? *"The aim of food toxicology is to protect consumers from the undesirable effects of synthetic and natural chemical molecules,"* explains Dominique Parent-Massin, Director of Food Toxicology Laboratory in Brest⁽¹⁾. Known, stringently-controlled products such as additives do not present risks but, on the other hand, there is a need *"to concentrate on natural contaminants for which there is very little data available."*

With her team, she studies the effect of these contaminants on the formation of blood cells and she has shown that certain toxins can block the immune reaction, leading to septicaemia and haemorrhaging in humans. In the industrial sector, increasingly rigorous controls and the concerns of the general public are encouraging pharmaceutical or food-processing companies to undertake more detailed risk analysis. Toxicology is therefore a sector undergoing expansion and this trend is reflected in the creation of two Master's degrees, in Food Toxicology and Regulatory Toxicology, at the UBO (University of Western Brittany) beginning in October 2008. ■



FEATURE P.9/17 Statistics

Vital, economic, sensory statistics - Data to suit all purposes!

Some say statistics are not theoretical enough; others find them too much of an applied science. In fact, statistics lie somewhere between two stools and statisticians sometimes find themselves in uncomfortable positions! *"A statistician must be a good communicator and get on well with the expert for whom he or she is working,"* explains Pierre Joly, Director of Ensaï⁽³⁾. *"A statistical method reduces the data used to approach a subject but it also provides a different look, based on proof and figures."* And this different way of looking at things applies in every field where there is a large amount of information to be quantified. In Rennes, the driving forces in statistics are divided between a number of

SPOTLIGHT ON THE NEWS P.7

An open oceanographic survey on board the *Pourquoi Pas?*

Ifremer's latest mission on board the *Pourquoi Pas?*⁽²⁾ could be followed live on the Web from 26th February to 5th April 2007. Called Serpentine, the aim of the Franco-Russian survey was to explore three sites along the Atlantic Ridge to gain greater understanding of the interactions between the deep ocean and the Earth's interior. To give the public an insight into life on board and the work carried out with contacts ashore, the scientists (geologists, geochemists, geophysicists, biologists and microbiologists) filed reports of their days online, with detailed technical details. They described the working of a hydrothermal system, the ability of abyssal animals to withstand pressure etc., all of them problems to which the mission supplied answers thanks to data collected at depths of more than 4,000 metres by the submersible, *Victor 6000*. Even better, regular visitors to the Ifremer website saw the first images of two deep ocean sites that had never before been sampled by a submersible, at the same time as the scientists!

If you missed the live reports, a huge amount of information is still available on the Serpentine mission website: www.ifremer.fr/serpentine/ ■

SPOTLIGHT ON HISTORY AND SOCIETY P.8

Counting helps understanding A look at some 19th-century statistics

Statistics can only reflect the working life of a society if the data collected is reliable and this was not always the case. One historical example is shown by analysing the censuses of workers in Ille-et-Vilaine in the second half of the 19th century. Based on major surveys undertaken every five or ten years, the figures of the day served political power and this aroused distrust in the industrialists questioned. As a consequence, between 1861 and 1938, industrial statistics tended to disappear because of lack of data. In addition to the rarity of the statistics, it is the inaccuracy of the data that poses a problem. The information was centralised and standardised and it shows very little detail. Some figures were corrected by guesswork on certain levels, producing flagrantly inconsistent results.

Interpreting the information, which was already difficult when the censuses were carried out, remains problematical for historians today. Hence the need to compare and contrast it with information from other documents to obtain, perhaps not a reflection of the region's industrial activity, but at least some trends pointing the way towards change. ■

institutions - Ensaï provides teaching and research and is celebrating its tenth anniversary this year; the laboratories in Agrocampus and the Universities of Rennes 1 and Rennes 2 also serve the same purposes and are all grouped under the same heading. The uses of statistics are equally varied. Researchers in Inserm use them for bibliometry purposes or epidemiological studies. At Irisa, statistics are used in calculating image sequences. In the pig industry, they provide a quick means of calculating an animal's monetary value and they are also used in the highly suggestive world of sensory analysis! Last but not least, they are used in hospitals, where they help to save lives.

Some of their applications are totally unexpected, as we have seen, going far beyond the field of surveys like the ones that have been in the news so frequently in the last few months, leading up to the presidential election! ■

⁽¹⁾ The Food Toxicology Laboratory was set up within the Microbiology and Food Safety Laboratory in 1992, when the college of microbiology and food safety (École supérieure de microbiologie et sécurité alimentaire, Esmisab) first opened its doors. In September 2006, the laboratory moved to the Faculty of Science in Brest. ⁽²⁾ The oceanographic survey vessel belonging to Ifremer and the French Navy. There was a special feature on the *Pourquoi Pas?* in No. 228 of *Sciences Ouest - January 2006*, available at www.espace-sciences.org ⁽³⁾ Ensaï : École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information (national statistics and data analysis college).

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 23 40 66 41, E-mail: nathalie.blanc@espace-sciences.org



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.

sciences ouest

L'info scientifique et technique du grand Ouest

■ **Tarif normal** : 2 ANS 54 € (au lieu de 66 €*) soit 4 numéros gratuits / 1 AN 30 € (au lieu de 33 €*) soit 1 numéro gratuit ■ **Tarif étudiant** (joindre un justificatif) : 2 ANS 27 € (au lieu de 66 €*) soit 13 numéros gratuits / 1 AN 15 € (au lieu de 33 €*) soit 6 numéros gratuits ■ **Tarif étranger ou abonnement de soutien** : 2 ANS 76 € / 1 AN 50 €

BULLETIN D'ABONNEMENT

▲ Nom

▲ Prénom

▲ Adresse

▲ Code postal

▲ Ville

▲ Tél.

▲ Fax

désire recevoir une facture

souhaite un abonnement de : 1 AN (11 N°) 2 ANS (22 N°)

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, Les Champs Libres, 10, cours des Alliés, 35000 Rennes.



Créateurs d'entreprise technologique

Augmentez vos chances de réussite
Faites-vous accompagner !



Nous vous aidons à :

- Structurer votre projet
- Trouver vos financements
- Installer votre entreprise
- Trouver des partenaires

Contactez-nous !

Tél. 02 99 12 73 73

www.rennes-atalante.fr

Technopole de Rennes - Saint-Malo



FORMATION CONTINUE - UNIVERSITÉ DE RENNES 1

Construire son projet, se former à son rythme.

Des formations diplômantes, professionnalisantes

67 mentions de master, 26 licences professionnelles, des diplômes d'université... en gestion, économie, droit, informatique, environnement...

Des formations à distance par internet

À ce jour, 12 formations en ligne.

Reprise d'études et validation des acquis de l'expérience

Le bureau REVA pour vous conseiller, vous accompagner.

Vous voulez élargir vos connaissances et acquérir une double compétence ?

- Master système d'information et contrôle de gestion
- Master compétence complémentaire en informatique
- Master services en réseaux
- Master politiques européennes
- ENVAM - environnement et aménagement par internet
- Master environnement et droit



<http://sfc.univ-rennes1.fr>

Service Formation Continue - Université de Rennes 1
4, rue Kléber - 35000 Rennes - tél. : 02 23 23 39 50

écoutez-vous:

technologie
créativité
ingénierie
recherche

Jeunes ingénieurs diplômés, l'INRIA, vous offre un cadre professionnalisant, tourné vers la recherche informatique et ses applications industrielles. Vous développerez vos connaissances dans les STIC et vous progresserez au sein d'une communauté scientifique ouverte.

Évoluez dans la recherche, à l'INRIA

Selon vos profil et expérience, votre projet professionnel, plusieurs choix s'offrent à vous :

■ **Bénéficier d'une formation professionnelle par la recherche scientifique : votre thèse constituera pour vous un point d'entrée valorisant sur le marché des STIC.**

Consultez la liste globale des **140 offres de thèse** proposés par l'INRIA et postulez en ligne.

Temps fort de publication de sujets : de mars à mai 2007.

■ **Profiter d'une première expérience dans la recherche pour débiter votre carrière dans un environnement de recherche, proche de l'industrie, et utiliser ce tremplin pour rejoindre ensuite le monde de l'entreprise**

L'INRIA propose actuellement **50 postes d'ingénieurs R & D** à des jeunes diplômés en CDD dans ses équipes de recherche.

Consultez la liste des postes et postulez en ligne avant le 23 mai 2007.

■ **Faire carrière à l'INRIA :**

L'INRIA recrute sur concours pour des postes permanents **18 ingénieurs informaticiens** :
- développement d'applications et de plateformes expérimentales,
- administration réseaux et systèmes,
- systèmes d'information.

Date limite de retrait et dépôt des dossiers : 10 mai 2007.

L'INRIA est l'institut de recherche spécialisé dans les sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC). 3600 personnes dont 2800 scientifiques (INRIA et partenaires) travaillent dans ses unités de recherche implantées dans 7 régions.

Ça commence ici et maintenant...
www.inria.fr/travailler

INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
EN INFORMATIQUE
ET EN AUTOMATIQUE

