

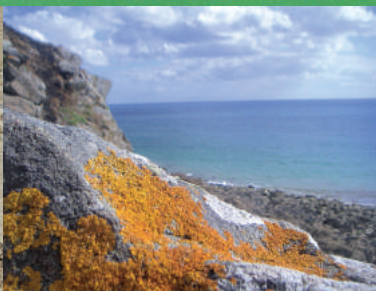
Inra: 60 ans



La filière animale soigne son image.



Une fouille exceptionnelle dans le Morbihan.



Les lichens, rois de la protection solaire ?

Si on vous dit environnement, vous voyez quoi ?

Vous voyez un arbre. Mais paradoxalement, il faut aussi y voir un défi industriel. Parce qu'il faut aujourd'hui savoir concilier activité humaine et environnement. L'augmentation de la consommation d'eau et d'énergie, de la production des déchets et l'encombrement des villes nécessitent une solution industrielle. Une grande entreprise en a fait son métier. C'est le métier de Veolia Environnement.

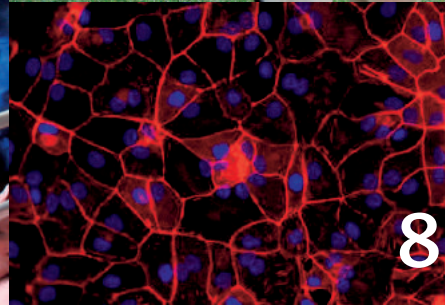
L'environnement est un défi industriel.



MICHEL CABARET,
directeur de l'Espace des sciences

60 ans de l'Inra et festival : la science est en fête !

La science occupe une place prépondérante dans notre environnement quotidien, comme en témoignent les axes de recherche de l'Inra, qui fête cette année ses soixante ans et à qui nous consacrons le dossier de ce numéro de *Sciences Ouest*. L'agriculture, l'environnement et l'alimentation nous concernent tous de près et ces thématiques sont bien sûr étudiées au centre Inra de Rennes. Certains travaux sur l'impact des pesticides dans les milieux aquatiques ou les technologies laitières sont reconnus nationalement voire internationalement. Au fil des pages, vous découvrirez aussi des recherches passionnantes en génomique, qui concernent le puceron ! Une espèce qui est capable d'adapter son mode de reproduction en fonction des saisons et de tout son environnement. Une réactivité rare dans le monde vivant. À ne pas rater non plus les deux pages sur une découverte extraordinaire faite récemment dans le Morbihan : soixante menhirs datant du néolithique ont été sauvés *in extremis* des griffes des pelleteuses et une procédure est en cours pour classer le site. Du jamais vu ! Pour éviter que le fossé ne se creuse plus entre ceux qui savent et ceux qui ne savent pas, nous continuons à l'Espace des sciences à renforcer notre action pour diffuser le savoir, mieux informer et pour mettre la science au cœur de la culture. Avec l'organisation des deux événements de l'automne : le premier festival des sciences de Rennes Métropole et la quinzième édition de la Fête de la science, j'espère que nous contribuons à renforcer ce lien entre la science et la société. ■



sommaire

En bref...	4/5
Actualité	
Soixante menhirs découverts <i>in extremis</i> dans le Morbihan.....	6/7
Laboratoire	
Un nouveau labo et un nouvel outil pour Ouest-genopole®.....	8
Dossier	
L'Inra fête ses 60 ans	9
Le mot du président du centre Inra de Rennes, Gérard Maisse.....	10
Le monde de la recherche vu par des artistes	11
Des recherches d'actualité : pesticides et génome du puceron ..	12/13
Trois métiers à l'Inra	14/15
Élevage et développement durable	16/17
Pour en savoir plus	18
Comment ça marche ? La couleur du vin	19
L'actualité de l'Espace des sciences	20
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 : Alessandra Benuzzi-Mounaïx, Christophe Blanchard, Laëtitia Garlandézec, Nicolas Guillas. 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), 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° 236 : 4 500 ex. Dépôt légal n° 650 ISSN 1623-7110



■ Les échos de l'Ouest

Sécurité high-tech

■ Introduire les technologies de l'information et notamment celles relatives aux réseaux sans fil dans le domaine de la sécurité, tel est le but de la convention de partenariat signée à Brest le 30 août dernier par le Technopôle Brest-Iroise et le Service départemental d'incendie et de secours du Finistère (Sdis 29). L'organisation du montage de projet et la recherche de financements seront assurées par le technopôle, alors que le Sdis 29 participera à la formation des étudiants de l'enseignement supérieur en accueillant des stagiaires.

Rens. → **Éric Vandenbroucke**,
tél. 02 98 05 44 51.

Changement de direction au Critt Santé Bretagne



■ Anne-Claude Lefebvre a pris la direction du Critt Santé Bretagne le 1^{er} septembre dernier. Elle succède à Annie Audic, qui occupait ce poste depuis 1998 et qui est partie à la direction de l'enseignement supérieur et de la recherche au Conseil régional de Bretagne. Ingénieur agroalimentaire de formation, Anne-Claude Lefebvre était

au Critt Santé depuis 2003 en tant que conseiller technologique en nutrition. Elle a notamment participé à la mise en place du Plan nutrition santé Bretagne (PNSB), avec le rapprochement des filières agroalimentaire et santé.

Rens. → **Anne-Claude Lefebvre**,
tél. 02 23 23 45 81, www.critt-sante.fr

Université européenne de Bretagne



■ Les quatre universités, les établissements hospitaliers et les grandes écoles de Bretagne se sont réunis le 1^{er} septembre dernier à l'Université Rennes 2 pour décider de la mise en place d'un Pôle de recherche et d'enseignement supérieur (Pres), dont le but est de valoriser la recherche bretonne au niveau international. Cette réflexion a été menée en application de la loi-programme recherche du 18 avril 2006, qui donne aux établissements des opportunités de développement. Dans

l'attente de la création définitive du Pres (si possible le 1^{er} janvier 2008), un groupement emmené par l'Université de Rennes 1 a été créé. Tous les partenaires s'engagent dès à présent à mettre en œuvre une signature commune des travaux de recherche.

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

Réunion d'experts des logiciels embarqués

■ La 3^e édition de l'école d'été organisée par l'Ensieta⁽¹⁾, le CEA-List et l'Insa de Lyon a eu lieu du 4 au 8 septembre dernier au centre de la mer de l'Aber Wrac'h à Landéda. Elle a réuni une cinquantaine de chercheurs et industriels venus de onze pays. Un rendez-vous important pour la Bretagne qui, avec les pôles de compétitivité "Images et réseaux", "Automobile haut de gamme", mais aussi le "Pôle mer Bretagne" et son thème sur la surveillance maritime, représente une zone développement dynamique de ces nouvelles technologies.

Rens. → **Joël Champeau**,
tél. 02 98 34 88 42,
champeau@ensieta.fr

■ Du côté d'Internet



Planète gène : la génétique et vous

■ Le site "Planète gène" invite à la découverte de la génétique chez tous les êtres vivants, sous toutes ses formes : de son utilisation dans des cas concrets de notre vie : justice, grossesse, maladie, à la naissance de nouvelles disciplines comme les biotechnologies. Les notions clés sont expliquées avant d'attaquer les dossiers, vidéos (extraits) et autres bandes son, sans oublier les quiz pour tester vos connaissances. Attention toutefois, toutes les rubriques ne sont pas encore complètes. "Planète gène" a été créé par le laboratoire de génétique humaine, développement et cancer de l'Université Victor-Segalen à Bordeaux 2.

Rens. → www.planetegene.com



FORMATION CONTINUE

Procédés séparatifs industriels

méthodes de purification industrielle - couplage de procédés

12, 13, et 14 décembre 2006

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes

Public :

Responsables production, R&D, Ingénieurs et techniciens amenés à utiliser ou désirant acquérir une bonne connaissance des techniques de purification en production

Secteurs :

pharmacie, phytochimie, cosmétique, agro-alimentaire, analyses, chimie fine

Inscriptions :

ARCHIMEX
PIBS - CP n° 31
56038 Vannes cedex
Tél : +33(0)2 97 47 06 00
Fax : +33(0)2 97 47 56 90

www-ensc-rennes.fr

Du côté des entreprises

Le point sur Valorial



■ Un peu plus d'une centaine de personnes, essentiellement des chefs d'entreprises encore non adhérentes à Valorial, étaient présentes à la faculté des métiers sur le campus de Ker Lann, pour assister au colloque organisé par le pôle de compétitivité et la Chambre de commerce et d'industrie de Rennes, le 31 août dernier. Le but de cette après-midi était de présenter quelques-uns des premiers projets labellisés (32 sur les 70 soumis), mais aussi d'attirer l'attention sur le fait qu'il reste de la place pour des projets d'envergure. Le manque de gros dossiers serait pour l'instant le point faible de Valorial, qui est pourtant positionné sur le premier secteur industriel breton, avec 40 M€ à l'exportation.

Rens. → Valorial, tél. 02 23 48 59 64, valorial@agrocampus.rennes.fr

Rennes Atalante fait salon



■ Pour la deuxième année consécutive, la technopole Rennes Atalante s'est rendue au salon international IBC⁽²⁾, le rendez-vous des professionnels du multimédia, qui s'est tenu à Amsterdam du 8 au 12 septembre dernier. Cet événement a attiré près de 40 000 visiteurs et plus de 1 000 exposants originaires de 120 pays. Sur le stand, mis en œuvre par Bretagne International et partagé avec Rennes Métropole, la technopole rennaise était

accompagnée de cinq jeunes entreprises technologiques locales. D'autres sociétés étaient venues seules : en tout 14 acteurs économiques rennais exposaient leurs produits et savoir-faire devant un public professionnel et ciblé. La société Enensys Technologies, basée à Rennes, était enchantée de sa participation : elle a enregistré une fréquentation de son stand en hausse de 51 % par rapport à 2005. Pour Rennes Atalante et Rennes Métropole, c'est l'occasion de faire la promotion du territoire, ainsi que du pôle de compétitivité "Images et réseaux".

Rens. → Corinne Bourdet, tél. 02 99 12 73 75, www.ibc.org/cgi-bin/displaypage.cgi?pageref=300

La Meito signe un pacte avec les PME



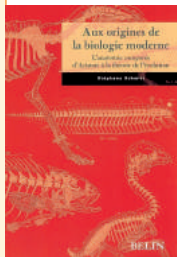
■ Le 21 septembre dernier, la Meito, Oséo Anvar et le comité Richelieu⁽³⁾ ont signé un accord de partenariat dans le cadre du pacte PME. Lancé en septembre 2005 au niveau national, le pacte PME a pour but d'augmenter le chiffre d'affaires des meilleures PME innovantes, afin de faciliter leur émergence au niveau mondial. Dans la continuité de ses actions visant à développer les échanges et les collaborations entre PME et grands groupes dans le domaine de l'électronique, l'informatique et les télécommunications, la Meito participera ainsi à la mise en œuvre de ce pacte dans le grand Ouest.

Rens. → www.meito.org et www.pactepme.org

À lire

Aux origines de la biologie moderne : l'anatomie comparée d'Aristote à la théorie de l'évolution

Coup de cœur de la bibliothèque de Rennes Métropole



■ De nombreux concepts de la biologie moderne sont le fruit d'une discipline qui a joué un rôle considérable dans l'histoire des sciences : l'anatomie comparée. Stéphane Schmitt, chargé de recherches au CNRS, s'est attaché à réunir des textes de savants de l'Antiquité jusqu'au début du XX^e siècle, tout en apportant une analyse chronologique essentielle et passionnante. Son étude met en perspective les travaux d'Aristote, Cuvier ou Darwin... → Stéphane Schmitt, Belin, 2006.

Du côté de l'Europe

Une stratégie de protection des sols européens

■ La dégradation des sols s'accélère dans l'ensemble de l'Union européenne : On estime que 115 millions d'hectares, soit 12 % de l'ensemble de la superficie de l'Europe, sont touchés par l'érosion due à l'eau et 42 millions d'hectares par l'érosion due au vent. Environ 3,5 millions de sites risquent d'être contaminés dans l'UE. Quelque 45 % des sols européens, essentiellement de l'Europe du Sud mais également dans d'autres États membres, possèdent une teneur réduite en matières organiques. Afin d'inverser cette tendance, la Commission a proposé, mi-septembre, un cadre d'action commun au niveau de l'UE destiné à préserver et à restaurer les sols, tout en laissant aux États membres une marge de manœuvre suffisante pour l'appliquer de la manière la mieux adaptée aux conditions locales. Les États membres devront agir contre les glissements de terrain, la contamination des sols, l'érosion et la diminution des teneurs en matières organiques lorsque ces phénomènes se produisent ou risquent de se produire sur leur territoire. La stratégie concernant les sols est la dernière des sept stratégies thématiques présentées par la Commission conformément au sixième programme d'action pour l'environnement.

Consulter → <http://ec.europa.eu/environment/soil/index.htm>

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



Du côté des laboratoires

Une nouvelle maison d'édition scientifique



■ Depuis le 1^{er} juillet dernier, le Cemagref, le Cirad, l'Ifremer et l'Inra ont réuni leurs services d'édition en une maison unique : les éditions Quæ. Ce regroupement répond à un objectif d'optimisation de l'activité de diffusion des quatre instituts de recherche nationaux, qui va dans le sens d'une meilleure visibilité. Le catalogue commun, près de 1 000 titres, est sur le nouveau site Internet, qui permet aussi la commande et le paiement en ligne. Sur le plan éditorial, la création des éditions Quæ se traduit par le développement de nouvelles collections destinées à favoriser : les échanges entre scientifiques, la transmission des savoir-faire, l'aide à la décision et le débat public et la vulgarisation des connaissances. Certains ouvrages seront publiés en anglais.

Rens. → www.quae.com

L'anse Saint-Malo/Paimpol cartographiée



■ Éditée par l'Ifremer, la carte à 1/50 000^e des formations superficielles du domaine

marin côtier de l'anse de Paimpol à Saint-Malo (Côtes-d'Armor - Ille-et-Vilaine) a été réalisée à partir des campagnes de prospection au sonar des analyses de sédiments, prélevés en mer et sur les estrans, et de photographies aériennes.

Rens. → Éditions Quæ, Inra, 15 €, www.quae.com

Le traitement du signal fait des étincelles en Bretagne

■ Professeur au département image et traitement du signal de l'ENST-B⁽⁴⁾ et directeur du Latim⁽⁵⁾, Christian Roux vient de recevoir le prix Inserm 2006, dans la catégorie recherche, pour ses travaux sur la modélisation géométrique des formes biomédicales. Au même moment, un de ses collègues, Jean-Louis Coatrieux, directeur de recherche Inserm au LTSI⁽⁶⁾ à Rennes se voit décerner "l'IEEE Career Achievement Award", la plus prestigieuse distinction de cette société internationale, pour l'ensemble de ses contributions scientifiques dans le domaine des technologies pour la santé.

Rens. → Guy Cazuguel, société française de génie biologique et médical, tél. 02 29 00 13 61, guy.cazuguel@enst-bretagne.fr

Les actus de Bretagne Environnement

■ Les prévisions côtières en mer d'Iroise sur Internet ■ Vente immobilière : le diagnostic de performance énergétique obligatoire ■ Arrachage de la jussie à Redon ■ Nitrates : une amélioration en 2005 liée aux faibles précipitations

→ www.bretagne-environnement.org/quoideneuf/en_bref/

⁽²⁾ Salon IBC : International Broadcasting Convention. ⁽³⁾ Créé en 1989 par six PME, le comité Richelieu représente l'intérêt des PME françaises de haute technologie. ⁽⁴⁾ ENST-B : École nationale supérieure de télécommunications de Bretagne. ⁽⁵⁾ Latim : Laboratoire de traitement de l'information médicale. CHU-Brest/UBO/ENSTB. ⁽⁶⁾ LTSI : Laboratoire de traitement du signal et de l'image : UMR Inserm 642/Université de Rennes 1.

Une fouille exceptionnelle dans les landes de Belz Soixante menhirs découverts *in extremis*

Les archéologues ont découvert soixante menhirs sous terre, à Belz (Morbihan). Le site de deux hectares, où devait être construit un lotissement, est protégé. La fouille préventive, conduite par l'Inrap⁽¹⁾, a fait renaître *in extremis* une histoire millénaire.

Un feu dans la lande, c'est banal. Sauf quand des menhirs apparaissent. Après l'incendie du 22 juin 2003 à Belz (Morbihan), un prospecteur en archéologie locale fait le croquis de dix menhirs

inconnus. Hélas, quand il revient quelques jours plus tard, les blocs, confondus peut-être avec de simples cailloux, ont été déplacés ! Mais le service régional d'archéologie est informé de la découverte. Et en 2005, alors qu'un aménageur prévoit la construction d'un lotissement près de ces menhirs, un diagnostic archéologique est demandé.

Les premières découvertes sont au rendez-vous du diagnostic, mené par les archéologues de l'Institut national de recherche archéologique préventive (Inrap).

"Nous avons fait des sondages et découvert des blocs couchés, enfouis sous 50 cm de terre," explique l'archéologue Stéphan Hinguant, de l'Inrap. *Ils ne semblaient pas correspondre à un chaos rocheux naturel.*" La présomption d'être face à un site exceptionnel se confirme. "En Bretagne, les menhirs sont d'habitude en surface, avec un impact visuel," note Christine Boujot, archéologue à l'UMR 6566⁽²⁾, qui participe aux recherches. *Que font des blocs aussi profondément enfouis ?* Ce sera l'objectif d'une fouille plus détaillée, prescrite⁽³⁾ en mars 2006.

Des menhirs dans tous les sens

Une course s'engage alors contre la montre. La convention avec l'aménageur autorise les archéologues de l'Inrap à fouiller... pendant trois mois. Vaste chantier ! Sur les deux hectares du site, les scientifiques jettent leur dévolu sur un secteur de 3 000 m², où les blocs fourmillent. La terre végétale est arasée à la pelle mécanique, jusqu'aux faces affleurantes des menhirs. "Le sol était parsemé de blocs dans tous les sens, de manière anarchique," décrit Stéphan Hinguant. *C'était impossible de mécaniser les fouilles. Tout le reste s'est fait manuellement, à six personnes, avec des pelles, des truelles, des brouettes et des pioches.*" Pas évident quand il pleut, que le terrain se gorge d'eau et qu'il faut patauger dans la boue !

"C'est la première fois en France qu'un site d'alignement est fouillé en préventif," précise



Après cette première étude réalisée dans l'urgence, le site est protégé et les fouilles seront approfondies.



L'analyse des caractères morphologiques de chaque bloc a été menée par Christine Boujot.

Extrait d'un site néolithique intact Des grattoirs en silex, des cé

Les grandes lignes du monument mégalithique se dévoilent dans un capharnaüm de blocs, de pierres taillées et de céramiques. Une richesse originale, par rapport aux sites à ciel ouvert de Carnac, où la plupart des sols néolithiques ont disparu.

Les menhirs couchés mesurent plus de 50 cm, neuf dépassent 1,50 m. L'un d'eux mesure plus de deux mètres. "C'est la taille moyenne des blocs de Carnac", précise Christine Boujot. Ceux de Belz remontent au néolithique, entre 5000 et 2500 av. J.-C. Ils ne sont pas restés longtemps debout, car d'autres hommes du néolithique les ont abattus. Ce sont ces derniers, ou d'autres encore, qui

ont laissé sur place des centaines de pierres taillées et de céramiques. Les silex, récoltés au bord de mer, sont à première vue des grattoirs, des outils tranchants pour affûter et travailler l'os ou le cuir.

Des céramiques roulées, érodées, fragmentées

Une partie de la céramique, très fine, est de type campaniforme⁽⁵⁾. Ce sont notamment des vases en argile de couleurs orange ou brune. Certains d'entre eux ont pour décor des chevrons, des séries de pointes très fines, sur toute la surface ou en bandeau, des incisions au peigne, à la cordelette ou au coquillage. Mais ces céramiques sont très fragmentées, car elles ont



Christine Boujot et Stéphane Hinguant ont découvert un site archéologique exceptionnel.

Christine Boujot. *Nous devons donc faire vite, tout en étant attentifs à tous les indices. Ces vestiges sont parfois très ténus, très fugaces.* Sur ce site menacé, les stratégies de fouille évoluent en fonction du chantier. Et les trouvailles sont bien là : soixante menhirs et des centaines de fragments de céramiques dans un sol intact (lire ci-dessous), qui confèrent au site une grande valeur. Devant l'importance scientifique de ces découvertes, le ministre de la Culture⁽⁴⁾ lance la procédure pour classer le site monument historique. Aujourd'hui, il reste une propriété privée, mais devrait être protégé définitivement fin juin 2007.

Les chercheurs rédigent leur rapport de fouille pour la fin de cette année. *"Il nuancera et recadrera ce que l'on dit aujourd'hui"*, souligne Stéphane Hinguant. Les questions posées par cette étude seront examinées par des experts, pour orienter la poursuite de la fouille. Une équipe d'archéologues

pourrait ensuite poursuivre les recherches, de manière approfondie.

Il faut aussi laver, dessiner les pierres taillées et les céramiques. L'étude pourrait, par exemple, durer cinq ans ! À terme, pourquoi ne pas imaginer une mise en valeur pour le public ? Car cette première fouille n'est que le début de l'histoire : 3 000 m² ont été diagnostiqués... sur un site de 20 000 m².

Plus de 60 blocs

Il y aurait donc plus de soixante blocs. Comment étaient-ils disposés, en cercles, en files ? Pas facile à dire, car même s'il y a deux files, rien ne dit qu'elles ont le même âge ! *"Ces monuments durent dans le temps, rappelle Christine Boujot. Ils ont été restaurés, agrandis, leur architecture a été remaniée, réorganisée et remise au goût du jour, pendant les 2 000 ans du mégalithisme."* Mais ces blocs finiront bien par livrer leurs secrets. *"Comment les menhirs ont été basculés, enfouis, débités, on pourra le dire, estime Stéphane Hinguant. Mais le pourquoi ?"* À force de creuser, les chercheurs espèrent quand même le savoir. ■ **N.G.**



Les champs de lande, dont le site fouillé ne représente qu'une petite partie, abritent sûrement d'autres mégalithes.

ramiques décorées

été roulées et érodées par les mouvements de la nappe phréatique. D'où une lecture très difficile.

D'autres céramiques, datant cette fois-ci du Moyen Âge, ont également été découvertes. De grands vases, des plats, avec

notamment des décors de lignes ondulées ou des empreintes de doigts. Avec l'enfouissement progressif, dû au dépôt de pente, les blocs couchés ont disparu sous terre, en deux millénaires. Mais ils étaient encore visibles au Moyen Âge : certains ont alors été débités pour la construction de maisons. Puis la parcelle a été mise en culture. Ultime trace de l'activité humaine jusqu'à aujourd'hui, les menhirs, alors enfouis sous seulement 5 à 10 cm de terre, ont été lacérés par des socs de charrues. ■ **N.G.**

⁽⁴⁾ Institut national de recherches archéologiques préventives. ⁽⁵⁾ Civilisations atlantiques et archéosciences. Site Web : www.archeologie.univ-rennes1.fr ⁽⁶⁾ Par le service régional d'archéologie de Bretagne et une commission scientifique. ⁽⁷⁾ Sur proposition de Jean-Yves Le Corre, directeur régional des affaires culturelles, et de Stéphane Deschamps, conservateur régional de l'archéologie de Bretagne. ⁽⁸⁾ Campaniforme : seconde moitié du 3^e millénaire avant notre ère.



Stéphane Hinguant et son équipe ont fouillé à la main un site chaotique, parsemé de fragments de blocs.

Ça date de quand ?

Pour savoir à quand remonte l'érection des blocs, le calcul n'est pas simple. Il faut déjà trouver un bout de charbon de bois, au fond d'une fosse de calage, et le dater au carbone 14. Hélas, la marge d'erreur avec ce procédé est ici de 700 ans ! Et surtout, il faut s'assurer que ce charbon est bien contemporain de la construction des menhirs. Trois charbons de bois sont en cours d'analyse. Mais l'enfouissement dans la terre et la façon dont les couches archéologiques se superposent intéressent aussi les chercheurs. *"La stratigraphie des sols est exceptionnelle, note Stéphane Hinguant. Contrairement à Carnac, où les sols sont érodés."* Les céramiques (voir *Sciences Ouest* n° 234) et les pierres taillées, aux styles datés, font aussi partie du faisceau d'indices. ■

Menhir, vos papiers !

Un menhir, ce n'est pas simplement un gros caillou qui tient debout. À Belz, chaque bloc a été identifié par ses caractères morphologiques. Les bases, les sommets, les faces principales, tout a été passé au crible. Le bloc est-il en boule, en aiguille, trapu, avec des fissures ? *"L'un d'eux aurait été travaillé au néolithique, estime Christine Boujot. Sa surface a été régularisée avec un percuteur en quartz."* L'étude de ces caractères montre que les mégalithes ont été vite enfouis : le vent et la pluie n'ont pas laissé de traces d'érosion. ■

Sous la lande, notre patrimoine

Ce n'est pas vraiment spectaculaire, des menhirs couchés dans la terre. *"Mais nous apprenons dix fois plus de choses quand c'est enfoui, souligne Christine Boujot. Les informations sont dans le sous-sol."* Contrairement à ce qui est à l'air libre, usé et remanié, les traces de vie arrivent ici en droite ligne du néolithique. D'ailleurs, ce qui subsiste à l'extérieur, *"c'est seulement une certaine vision, prestigieuse, de la société, comme les cathédrales et les châteaux."* Sous cette lande inculte, c'est bien une vision inattendue de notre patrimoine qui remonte. Et c'est exceptionnel, car l'Inrap n'effectue, en moyenne, des recherches préventives que sur 5 % des sites en travaux... et une infime partie d'entre eux sont classés ! ■

Pour en savoir plus

→ Inrap, www.inrap.fr, rubrique actualités.

→ Mégalithes du Morbihan

www.culture.gouv.fr/culture/arcnat/megalithes

Contacts

→ Christine Boujot, tél. 02 99 84 59 08,

christine.boujot@culture.gouv.fr

→ Stéphane Hinguant, tél. 02 23 36 00 40,

stephan.hinguant@inrap.fr

Les lichens, rois de la protection solaire ?

Ouest-genopole® élargit son champ de compétences

Les lichens produisent des molécules photoprotectrices qui pourraient bien intéresser les scientifiques pour la lutte contre les cancers de la peau. Ces travaux sont menés par le dernier laboratoire ayant intégré le réseau de recherche Ouest-genopole®.

Résultats de la symbiose entre un champignon et une algue, ou une cyanobactérie, les lichens sont des organismes très originaux (voir *Sciences Ouest* n° 200 - Comment ça marche ?). Mais en quoi les activités de l'équipe de recherche "Substances lichéniques et photoprotection"⁽¹⁾ de l'Université de Rennes 1 peuvent-elles être liées aux travaux menés au sein d'un réseau tel que Ouest-genopole® ? "Nous travaillons au niveau du métabolome !", explique Joël Boustie, directeur de l'équipe. Si la génomique s'intéresse aux gènes et la protéomique aux protéines, la métabolo-

mique cible les transformations moléculaires et notamment l'étude des petits métabolites secondaires, souvent très spécifiques et très actifs. "L'originalité des lichens est qu'ils arrivent à survivre dans des conditions extrêmes. On en trouve, par exemple, au sommet des montagnes ou sur des rochers du littoral, où ils résistent à des insulations extrêmes. Ils possèdent donc des systèmes de protection voire de réparation particulièrement efficaces. Ce sont ces petites molécules impliquées dans ces systèmes, que nous recherchons." Dans l'équipe de Joël Boustie, où se côtoient une vingtaine de personnes, il y a donc essentiellement des chimistes et des phytochimistes qui synthétisent, extraient, purifient et testent la toxicité de ces produits sur des lignées cancéreuses ou des systèmes spécifiques de photoprotection. L'activité pluridisciplinaire de l'équipe, soutenue depuis 2004 par l'Université de Rennes 1, vient très récemment d'être reconnue par le ministère⁽²⁾.



La recherche de molécules photoprotectrices a malheureusement de l'avenir : les cas de mélanomes sont en augmentation. En intégrant le réseau Ouest-genopole®, ce laboratoire porte à 53 le nombre d'unités de recherche de la génopole des régions Bretagne et Pays de la Loire. ■ **N.B.**

⁽¹⁾ Laboratoire de pharmacognosie et de mycologie - UFR sciences médicales et pharmaceutiques de l'Université de Rennes 1. ⁽²⁾ Équipe d'accueil 4090.

Contact → Joël Boustie, tél. 02 23 23 47 11, joel.boustie@univ-rennes1.fr

Des cellules analysées à la chaîne

L'Ouest s'est doté d'un outil "high-tech"

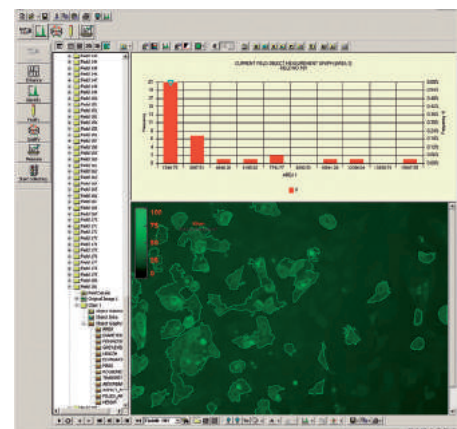
La plate-forme "Imagerie - puces à cellules" partagée par les chercheurs de Ouest-genopole® et du Cancéropôle grand Ouest est opérationnelle depuis près d'un an. Un outil d'analyse haut débit qui permet de traiter de grands échantillons de cellules.

Localisée dans l'unité Inserm 522 à l'hôpital Pontchaillou (Rennes), la plate-forme "imagerie - puces à cellules" n'a pas encore atteint son débit maximum, mais constitue déjà un outil hors pair pour qui doit travailler sur un grand nombre d'échantillons de cellules. "Il nous reste encore un peu de robotique à acquérir, mais la distribution

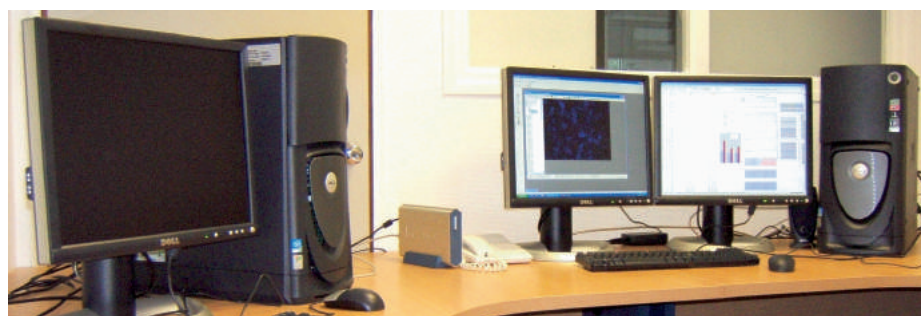
des cellules et des produits dans de tout petits volumes est déjà complètement automatisée, explique Rémy Le Guevel, responsable de la microtechnologie de la plate-forme. Avant, cette opération était manuelle."

L'autre nouveauté, c'est l'acquisition des images, réalisée *in situ* et en temps réel, puis leur analyse, qui est informatisée. "La plate-forme répond à une forte demande, en particulier des chimistes du Cancéropôle grand Ouest, qui ont besoin de tester un grand nombre de molécules à visées thérapeutiques anticancéreuses", poursuit Christiane Guillouzo, la responsable scientifique. Mais les tests toxicologiques ne sont pas sa seule finalité. L'installation permet aussi de suivre l'expression du

génomique ou la production de protéines. "Nous envisageons déjà de travailler avec les chimistes et les physiciens de l'Université de Rennes 1 et les bio-informaticiens de l'antenne bretonne de l'ENS Cachan, pour équiper la plate-forme avec des capteurs qui permettraient de quantifier les données biologiques par des procédés électroniques extrêmement efficaces." Une sorte de "minilabo intelligent." ■ **N.B.**



Contact → Christiane Guillouzo, tél. 02 99 54 37 37, christiane.guillouzo@rennes.inserm.fr



L'Inra fête 60 ans de recherche

De la fourchette à la fourche

L'Inra⁽¹⁾ est le premier centre de recherche agronomique en Europe. Créé après guerre, en 1946, pour répondre à un besoin urgent, celui de nourrir la population, ses missions ont évolué en soixante ans. "Avant, c'était la fourche qui commandait ; aujourd'hui, c'est la fourchette", résumait Madame Crolay, éleveur de porcs, lors d'un colloque sur l'innovation organisé à Rennes par l'Académie des technologies au printemps dernier. "Le fait de partir de l'attente des consommateurs est récent, confirme Gérard Maisse, président du centre Inra de Rennes. On appelle cela l'«ingénierie reverse». Il faut pouvoir répondre à ces nouveaux besoins dans les filières."

Le centre de Rennes suit bien sûr cette nouvelle tendance. Mais si l'alimentation a pris une grande place dans les recherches, l'Inra n'en oublie pas pour autant ses deux autres chevaux de bataille : l'agriculture et l'environnement. À Rennes, l'Agrocampus abrite un équipement expérimental unique en France pour étudier l'impact des pesticides dans les milieux aquatiques. Agriculture et environnement sont même parfois intimement liés, comme en témoigne la création récente d'un nouveau groupement de recherche, piloté par une équipe rennaise, sur l'adaptation des filières animales au développement durable. Le centre Inra de Rennes possède aussi de grandes compétences dans le domaine de la génomique, qui se développent notamment via le réseau interrégional Ouest-genopole®. Les travaux concernent aussi bien les plantes que les animaux, comme ceux menés sur le puceron, un organisme génétiquement extraordinaire !

Enfin, le centre, qui s'étend de Brest au Pin (Normandie), compte 665 personnes, dont 235 chercheurs et ingénieurs et 430 techniciens et administratifs. En quoi consistent ces métiers ? Certains membres du personnel ont été filmés et photographiés pour la journée anniversaire organisée sur le site du Rheu en juin dernier et trois d'entre eux ont été interviewés dans ce dossier. Susciteront-ils des vocations pour les soixante prochaines années ? ■

N.B.

⁽¹⁾ Inra : Institut national de recherche agronomique.

Gérard Maisse, petit poisson devenu grand

Président du centre Inra de Rennes depuis septembre 2003, Gérard Maisse a commencé sa carrière dans l'institut en 1977 à Jouy-en-Josas, dans le domaine de la physiologie des poissons. Il arrive à Rennes au début des années 80 suite à la délocalisation de l'activité sur le campus de Beaulieu. Directeur de ce laboratoire de 1995 à 2000, il crée la station Scribe⁽¹⁾ suite à l'arrivée de deux autres équipes Inra - écotoxicologie aquatique et faune sauvage - sur le site. Il travaille encore trois ans sur la cryoconservation des ressources génétiques des poissons, avant de succéder à Pierre Thivend à la présidence du centre de Rennes.



Gérard Maisse

Nathalie Blanc

Sciences Ouest : L'Institut national de recherche agronomique fête cette année ses 60 ans mais ses missions ont bien changé depuis 1946 ?

Gérard Maisse : À sa création, la mission de l'Inra était dédiée à l'agriculture, avec un but précis à la sortie de la guerre : nourrir la population. La recherche était donc très axée sur la production ; on visait la quantité plutôt que la qualité. Le contexte a bien sûr évolué et de nouvelles préoccupations sont apparues, comme l'environnement ou l'alimentation humaine. L'Inra en a tenu compte pour se

restructurer : deux nouveaux départements de recherche⁽²⁾ ont été créés en 2004. Même si nous n'avons pas attendu cette date pour commencer à travailler sur ces thématiques, c'était un geste politique fort. Par exemple : les chercheurs du site Inra de Saint-Gilles travaillent sur le modèle du porc. Avant la création du département de recherche "Alimentation humaine", l'application à l'Homme ne constituait qu'un axe parmi d'autres dans leurs travaux en nutrition animale. Aujourd'hui, cela devient la finalité majeure.

S.O. : L'Inra n'est-il pas aussi confronté à une nouvelle tendance qui est celle du travail en interdisciplinarité ?

G.M. : Ce n'est pas une tendance, mais une réalité ! Une grande partie des demandes de financement doivent être construites comme cela. Il existe en effet aujourd'hui de nouvelles questions de recherche, qui se posent à l'interface de plusieurs disciplines et nécessitent leur rapprochement. Mais à Rennes, le centre Inra a été créé dès le départ en relation avec l'école d'agronomie et est de ce fait multidisciplinaire. On traite "toutes les disciplines nécessaires pour faire un bon agronome" !

Et puis il y a le Caren⁽³⁾ qui regroupe des compétences dans le domaine de l'environnement. Deux de nos équipes, les UMR Sol et Paysage y sont impliquées et l'Inra fait partie des organismes de tutelle. Mais je souhaite renforcer encore notre participation. La thématique de l'eau est pour l'instant traitée au Caren principalement par le biais de la chimie. Or, nous avons à l'Inra de Rennes de réelles compétences en écologie aquatique qui complèteraient très bien le dispositif, dans l'esprit de la directive européenne sur l'eau.

S.O. : Vous avez je crois d'autres projets pour le centre Inra de Rennes ?

G.M. : Oui, ils concernent les filières animales et végétales pour lesquelles notre centre est reconnu. Avec Michel Renard et Didier Andrivon⁽⁴⁾, nous réfléchissons à la création au Rheu d'un campus végétal qui permettrait de rassembler les chercheurs et enseignants-chercheurs de trois de nos unités de recherche et de deux équipes de l'Université de Rennes I⁽⁵⁾. Côté animal, je viens de signer un protocole d'accord inter-établissements pour la mise en place prochaine d'un groupement de recherche sur l'adaptation des filières agro-industrielles animales aux enjeux du développement durable. Cinq partenaires nationaux⁽⁶⁾ sont impliqués et l'Inra Rennes en est le pilote⁽⁷⁾ avec Jean-Louis Peyraud. Et puis j'aimerais aussi conforter le pôle nutrition humaine et animale sur le site de Saint-Gilles.

S.O. : Qu'en est-il des interactions de l'Inra avec le réseau Ouest-genopole[®] et le pôle de compétitivité Valorial ?

G.M. : L'évaluation de Ouest-genopole[®] était très positive. C'est un réseau de plateformes qu'il faut continuer à entretenir et à faire évoluer, mais il reste au service des programmes des différents organismes qui le constituent. Je ne l'envisage pas comme un espace de programmation de la recherche. En ce qui concerne Valorial, l'Inra assume pleinement ses responsabilités dans le domaine de l'innovation agroalimentaire qui naît de la rencontre entre les chercheurs, les industriels et les consommateurs. À l'Inra de Rennes, nous avons déjà cette habitude, notamment avec l'UMR Science et technologie du lait et de l'œuf, qui entretient depuis longtemps des relations avec les industriels. Mais Valorial nous ouvre des perspectives plus larges, tout particulièrement en ce qui concerne les ingrédients. ■

Propos recueillis par Nathalie Blanc

⁽¹⁾ Scribe : Station commune de recherche en ichtyophysiology, biodiversité et environnement. ⁽²⁾ Les deux départements de recherche créés en 2004 sont : Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques (Ejpa) et Alimentation humaine. ⁽³⁾ Caren : Centre armoricain de recherche en environnement. ⁽⁴⁾ Les directeurs des UMR Amélioration des plantes et biotechnologies végétales et Biologie des organismes et des populations appliquée à la protection des plantes. ⁽⁵⁾ Voir page 18. ⁽⁶⁾ Les cinq partenaires sont : l'Inra, l'Alfssa, le Cemagref, Agrocampus Rennes et l'école nationale de vétérinaires de Nantes. ⁽⁷⁾ Lire pages 16-17. Jean-Louis Peyraud est le directeur de l'UMR Production du lait. ⁽⁸⁾ Enitiaa : École nationale d'ingénieurs des techniques des industries agricoles et alimentaires. ⁽⁹⁾ DGER : Direction générale de l'enseignement et de la recherche.

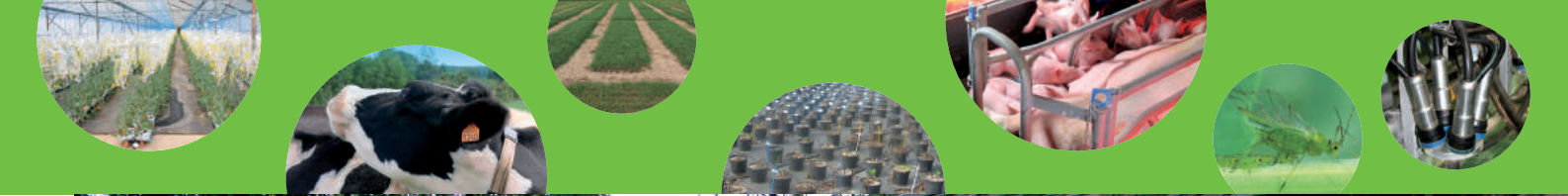
Contact → Gérard Maisse, gerard.maisse@rennes.inra.fr

Rapprochement de l'enseignement et de la recherche

Le ministère de l'Agriculture désire rapprocher les structures d'enseignement et de recherche sous sa tutelle, au sein de sept grands pôles régionaux, afin de renforcer leur visibilité à l'échelle européenne et internationale. L'Institut national d'horticulture (INH) d'Angers, Agrocampus Rennes, l'école de vétérinaire et l'Enitiaa⁽⁸⁾ de Nantes feront ainsi partie du pôle grand Ouest et seront liés, côté recherche, aux centres Inra d'Angers pour la filière végétale, de Rennes pour la filière animale et de Nantes pour les biopolymères (aliments). Les pôles doivent s'inscrire dans la politique des pôles de compétitivité et la DGER⁽⁹⁾ souhaite que les projets démarrent dès le 1^{er} janvier 2007. ■

Sens → L'enseignement agricole au cœur de la modernité, rapport de François Grosrichard à Dominique Bussereau, ministre de l'Agriculture - juin 2006.





Les 60 ans du centre Inra de Rennes

Découverte des œuvres, le 29 juin dernier, au Rheu.

Le monde de la recherche vu par des artistes

Soixante ans, ça se fête ! Le président du centre Inra de Rennes avait convié tout le personnel à une journée d'animation, le 29 juin dernier, au Rheu. La viande cuite au barbecue ce jour-là venait évidemment de l'Inra. Et pour sortir des sentiers battus, certains se sont transformés en artiste en herbe.

“**À** l'occasion de cet anniversaire, je souhaitais avoir un regard décalé sur la science et convier le personnel à réaliser une œuvre collective”, note Gérard Maisse. Il a alors fait appel à un professeur d'art plastique, Philippe Pengrech, qui s'est lui-même entouré d'un photographe, Rodolphe Marics et d'un réalisateur, Corto Fajal. Ils ont proposé trois ateliers au personnel du centre Inra de Rennes. Et l'alchimie a fonctionné. “L'image que j'avais de la recherche correspondait à ce que j'avais pu en lire dans la presse. Elle comportait beaucoup de clichés, avoue Philippe Pengrech. Mais ce que j'ai découvert après mon immersion était tout simplement génial ! Les chercheurs sont des livres vivants - j'ai été très impressionné - et en même temps, ils ont su nous faire partager leur passion.” Pourtant, l'exercice n'était pas forcément évident : il fallait qu'ils s'approprient les images, le son... “Pour parler de leur métier, il n'y avait qu'à allumer la mèche et

après c'était le feu d'artifice ! Ils ont plus de mal à se montrer eux.”

Résultat de ce travail d'artiste qui a duré plusieurs mois : douze portraits photos, douze clips vidéo et une sculpture :

- Accrochés au mur d'une ancienne bâtisse du centre Inra du Rheu, les portraits en noir et blanc, tirés en format carré se détachent admirablement. Ils sont tous accompagnés d'une autre photo en couleurs, de même format, illustrant l'outil ou l'environnement de travail du technicien de recherche, de l'ingénieur ou du chercheur.
- Une minute chrono ! C'est le temps que se sont donné Philippe Pengrech et Corto Fajal pour mettre en boîte les chercheurs. Ceux-ci présentent leur métier avec humour et passion : on rencontre, par exemple, une sportive de haut niveau, championne de kayak qui, à l'Inra, étudie l'envasement des cours d'eau.
- Transparente et aérienne, la sculpture ne dévoile pas tout de suite son secret. Il faut s'en approcher pour découvrir qu'elle est constituée de plaques de plexiglas sur lesquelles chacun est venu coller sa matière première : des grains de blé, des écailles de poissons, des lames d'observation au microscope...

Si la sculpture n'a pas encore trouvé sa place dans un des centres bretons, les



portraits (photos et clips vidéo) seront peut-être présentés au public aux Champs Libres, au printemps 2007, dans le cadre des conférences proposées par l'Espace des sciences. ■ **N.B.**

Contact → Patricia Marhin, tél. 02 23 48 52 64, patricia.marhin@rennes.inra.fr

L'actualité de la recherche

Traque des pesticides en milieu aquatique Une équipe Inra a le bon traitement

L'actualité les a rattrapés, mais les chercheurs du laboratoire d'écotoxicologie des milieux aquatiques du centre Inra de Rennes n'ont pas attendu la crise du chikungunya pour travailler sur l'impact environnemental des pesticides. Unique en France, leur méthode expérimentale a fait ses preuves.



Laurent Lagadic

Utiliser des pesticides pour désherber son jardin ou les coins de rue n'est pas une opération anodine... C'est un des messages que délivre la Cellule d'orientation régionale pour la protection des eaux contre les pesticides (Corpep) au plus grand nombre, notamment via les jardineries. Car les pesticides ne sont pas seulement utilisés par les agriculteurs. *"Des usages non agricoles comme le désherbage ou la démoustication, souvent réalisés par des non-professionnels, sont une source non négligeable de contamination des milieux aquatiques,"* confirme Laurent Lagadic, directeur de recherche dans l'unité EQHC⁽¹⁾ du centre Inra de Rennes. *Et les infrastructures actuelles, en particulier les surfaces bétonnées qui favorisent le ruissellement, font que ces usages comportent des risques élevés."*

Longtemps centrée sur l'aquaculture et la gestion des populations de poissons migrateurs, l'étude des systèmes aquatiques à



Une quarantaine de mares expérimentales de 7 à 18 m² ont été construites sur le site Agrocampus Rennes.

l'Inra s'est tournée plus récemment vers l'impact de l'utilisation des pesticides. *"En 1996, l'Inra a clairement montré son intérêt pour ce sujet en investissant dans une plate-forme expérimentale."* C'est ainsi que le centre de Rennes abrite un équipement unique en France, qui a tout juste dix ans. *"Nous aussi nous fêtons un anniversaire !"* Il s'agit d'une quarantaine de mares artificielles destinées à étudier l'impact des pesticides dans des conditions les plus naturelles possible (voir encadré ci-dessous).

Du Morbihan à La Réunion

"Notre première intervention sur le terrain était régionale, poursuit le chercheur. Nous avons été sollicités en 1997 par le Conseil général du Morbihan pour évaluer les impacts écologiques des insecticides utilisés contre les moustiques. Au même moment, une étude similaire était lancée sur la côte méditerranéenne. En 2003, nous avons regroupé

nos forces afin d'harmoniser, à l'échelle nationale, les méthodes d'évaluation du risque lié à l'utilisation des produits de démoustication." En Bretagne, les effets de deux produits sont étudiés pendant quatre ans par les chercheurs de Rennes et la méthode fait ses preuves. Les travaux de l'équipe rennaise sont reconnus, ce qui vaut à Laurent Lagadic un voyage à La Réunion ! *"En mai dernier, nous avons répondu à un appel d'offres de l'ANR dans le cadre du programme santé et environnement⁽²⁾. Le cas de La Réunion, avec la transmission du virus du chikungunya par un moustique nous interpelle, car une campagne de démoustication pluriannuelle est en train d'être mise en place."*

Les pesticides entre deux eaux

En attendant la réponse de l'ANR, Laurent Lagadic et son équipe sont impliqués dans un autre projet régional qui est l'étude de l'impact des pesticides sur les organismes vivant dans la zone de passage de l'eau douce à l'eau salée, dans l'estuaire de la Vilaine. Un projet qui concerne de près la Bretagne dont les activités agricoles sont très présentes sur la bande littorale. Peut-être ce nouveau sujet trouvera-t-il lui aussi un écho par-delà les frontières, même si : *"malgré l'augmentation de notre effectif - deux recrutements de statutaires permanents en 2006 - nous devons refuser de nombreuses sollicitations ! Mais cet intérêt pour nos recherches est positif. Il veut dire que la santé des écosystèmes aquatiques devient une préoccupation majeure."* ■ **N.B.**

⁽¹⁾ EQHC : Écologie et qualité des hydrosystèmes continentaux. ⁽²⁾ Coordonné par Laurent Lagadic, le projet "EnviroChik" concerne 18 partenaires. Il est actuellement en attente de réponse.

Contact → Laurent Lagadic, tél. 02 23 48 52 37, laurent.lagadic@rennes.inra.fr

Du bocal à la mare, la complexité augmente

Lorsqu'il parvient dans le milieu aquatique, un pesticide commence par toucher un individu. Ce phénomène, les chercheurs peuvent l'analyser au laboratoire. Les perturbations physiologiques engendrées peuvent alors se répercuter sur toute la population, puis toucher l'ensemble de la communauté. Cette réaction en chaîne peut commencer par s'observer dans des aquariums contenant des sédiments, des plantes et quelques animaux aquatiques, puis, en extérieur, dans des mares expérimentales, qui permettent de reproduire des conditions écologiques proches de la réalité. *"La mise en place des mares artificielles s'étale sur une année, le temps que l'écosystème se constitue et acquière une certaine maturité,"* explique Laurent Lagadic. *Puis nous ajoutons les pesticides."* Au chevet de ces mares se réunissent écophysiologistes, biologistes des populations et écologistes des communautés : trois types de compétences pour trois niveaux de complexité du vivant. ■

Le puceron a une sexualité débridée

Les chercheurs tentent de déjouer les ruses de l'insecte ravageur

Petit, mais rusé ! C'est le moins que l'on puisse dire sur le puceron, qui est capable d'adapter son mode de reproduction en fonction des saisons et des conditions environnementales. Des particularités qu'il est pratiquement le seul à posséder et qui intéressent au plus haut point les chercheurs.

Le puceron du pois est friand de fève. Imaginez une belle feuille bien verte, sur laquelle s'est installée confortablement une femelle puceron. Quand arrivent le printemps et l'été, elle se reproduit par parthénogenèse, c'est-à-dire qu'elle donne naissance à de petites larves qui portent exactement le même patrimoine génétique qu'elle. *"La femelle peut pondre jusqu'à 150 descendants, qui, à leur tour, vont se reproduire de la même façon..."*, explique Denis Tagu, chercheur dans l'équipe insectes de l'UMR Bio3P⁽¹⁾, basée à l'Inra du Rheu. *Ce mode de reproduction permet une expansion très rapide de la population. À cette saison, c'est en effet le nombre d'individus qui prime, plus que le brassage génétique.* Le puceron pompe la sève de la plante et les petits se nourrissent dès leur naissance. Les ravages sont rapides.

Les pucerons comptent les jours

Cela n'a pourtant rien d'exceptionnel : la parthénogenèse du puceron est un phénomène qui a été décrit par l'entomologiste suisse Charles Bonnet en... 1745 ! Mais la petite bête a d'autres secrets. Toujours installée sur sa feuille de fève, la femelle puceron est entourée de ses petits qui muent et grossissent de jour en jour.

Cette femelle ailée donne naissance à des larves sans ailes qui vont coloniser la même plante qu'elle. Elle ne donnera naissance à des individus ailés que quand la place manquera sur la plante.



Denis Tagu

L'espace et la nourriture commencent à manquer. Quand les larves se touchent, des signaux moléculaires, de nature encore inconnue, sont transmis jusqu'au tractus génital de la maman pondeuse, qui donne alors naissance à des individus ailés, capables d'aller s'installer sur une autre feuille pour survivre ! *"Cette réactivité est très rare dans le monde vivant, et est particulièrement développée chez le puceron. On appelle cela la plasticité phénotypique"*, poursuit le chercheur. Mais ce n'est pas terminé... Le puceron a encore des ressources : il peut "calculer" la longueur des jours. *"Comme beaucoup d'insectes, le puceron est sensible au froid et est capable de détecter la diminution de l'ensoleillement sur plusieurs jours, signe que l'automne arrive. Mais sa spécialité, c'est qu'il est capable d'adapter son mode de reproduction."* En automne, les femelles parthénogénétiques vont en effet donner naissance à des femelles sexuées et des mâles, qui vont s'accoupler et les femelles fécondées pourront pondre des œufs, résistants au froid, qui pourront passer l'hiver. Au printemps suivant, lorsque la température augmente, les œufs éclosent, donnant naissance à des femelles parthénogénétiques et le cycle recommence !

Des gènes séquencés en 2006

Cette capacité à passer d'un mode de reproduction à l'autre intéresse beaucoup les chercheurs, qui tentent d'aider les agriculteurs à lutter contre ces ravageurs. Car en pompant la sève, les pucerons

affaiblissent dangereusement les plantes, et de plus, favorisent la transmission des virus qui y circulent. En 2003, l'UMR Bio3P a initié la création d'un consortium regroupant les forces d'une douzaine de laboratoires⁽²⁾ pour travailler sur la génomique du puceron. Le séquençage du génome de l'insecte - six fois plus petit que celui de l'Homme -, est en cours aux États-Unis, alors qu'en France, l'équipe rennaise (en collaboration avec d'autres équipes, notamment le Géoscope à Évry) a déjà séquencé plusieurs gènes actifs courant 2006. *"Nous essayons de trouver des gènes qui fonctionnent différemment selon le mode de reproduction. Outre l'intérêt fondamental de ce phénomène, notre but est aussi de comprendre comment cela se passe pour bloquer le passage à la parthénogenèse et stopper la prolifération des pucerons au printemps"*, précise Denis Tagu. *Mieux nous connaissons le système, plus il nous sera facile d'organiser une lutte ciblée.* Certains pesticides sont en effet en cours d'interdiction et en attendant, les pucerons installés sur vos rosiers sont en train de guetter l'arrivée de l'automne... ■ **N.B.**



Ça se bouscule sur la feuille de fève ! La femelle peut pondre jusqu'à 150 descendants. La croissance de la population est extrêmement rapide.

⁽¹⁾ Bio3P : Biologie des organismes et des populations appliquée à la protection des plantes est une UMR Inra/Agrocampus. Rens. : <http://w3.rennes.inra.fr/umrbio3p> ⁽²⁾ Les douze laboratoires sont répartis sur quatre continents : Américains et Chiliens, Australiens et Japonais et, pour l'Europe : Allemands, Britanniques, Espagnols et Français.

Contact → Denis Tagu, tél. 02 23 48 51 65, denis.tagu@rennes.inra.fr

Portraits ans de l'Inra

Directrice de l'UMR Science et technologie du lait et de l'œuf

Sylvie Lortal veut faire connaître son labo et les bactéries !



Sylvie Lortal

Nathalie Blanc

L'Inra, pourquoi ? Comment ?

"Je suis ingénieur agronome de formation et j'ai toujours eu un grand intérêt pour les bactéries. Savez-vous qu'on a dix fois plus de bactéries que de cellules dans notre corps ? On les connaît souvent pour leurs aspects négatifs,

parce qu'elles sont la cause de maladies, alors qu'elles ont plein d'autres rôles utiles mais moins médiatisés, dans la fabrication des aliments fermentés : fromage, pain, saucisson, dans la digestion ou la dépollution.

Après mes études, je suis partie faire mon stage d'ingénieur au Québec dans un laboratoire privé. J'ai eu besoin de faire des recherches en biblio, je me suis sentie isolée. C'est ce qui m'a orientée vers la recherche publique !"

Son métier : un parcours de recherche dans la même unité de recherche, jusqu'à la direction

Recrutée en 1987 dans l'UMR Science et technologie du lait et de l'œuf, du centre Inra de Rennes, Sylvie Lortal commence par y faire sa thèse. Elle part ensuite plusieurs fois en mission à l'étranger. Son thème de recherche : le rôle d'une bactérie⁽¹⁾ dans l'affinage de certains fromages : les pâtes

pressées cuites. "Quand on commence sa carrière de chercheur, on se focalise sur un point ; on creuse sa galerie ! Il faut quatre à cinq années pour se faire reconnaître dans son domaine, à l'international." Elle prend alors la responsabilité de l'équipe de microbiologie en 1991, puis la direction de l'UMR en 2004. "Ce poste m'a intéressée par curiosité, mais je n'aurais pas pris la direction de n'importe quelle unité. Simplement, j'aime ce labo avec ces chercheurs et ces techniciens-là et j'ai envie de les faire connaître !"

Son cheval de bataille : la maîtrise de l'anglais !

"La France a dix ans d'avance sur les États-Unis en matière de recherche laitière, mais cela passe complètement inaperçu car les Français ne sortent pas assez ! Ils publient en anglais, mais cela ne suffit pas. Pour se faire connaître, rien ne vaut les conférences et le contact direct avec les gens. En tant que directrice d'UMR, un de mes buts actuels est de mettre au point un système de formation de proximité, mais pas de façon théorique. L'idéal serait de pouvoir travailler l'oral juste avant une conférence, avec une personne anglophone ou de partir quelques semaines dans un labo anglosaxon."

Comment trouve-t-elle l'Inra au bout de 60 ans ?

"Ces dernières années, il y a eu un recentrage plus marqué des thématiques de recherche, pour répondre à une économie de moyen. On sent que



Nathalie Blanc

l'on doit entrer dans les priorités de l'Inra et cela peut être vécu comme une perte de liberté. Mais l'espace d'expression du chercheur existe quand même ! Ce qui pèse peut-être plus qu'avant ce sont les démarches administratives. Aujourd'hui, les chercheurs sont amenés à trouver des cofinancements pour leurs travaux de plus en plus tôt dans leur carrière. Avant, ils étaient plus préservés." ■

Propos recueillis par Nathalie Blanc

⁽¹⁾ Lactobacillus helveticus.

Contact → Sylvie Lortal, tél. 02 23 48 53 22, sylvie.lortal@rennes.inra.fr

Directeur du domaine expérimental de l'Inra du Pin

Yves Gallard connaît les vaches jusqu'au bout



Yves Gallard

Nathalie Blanc

L'Inra, pourquoi ? Comment ?

Baccalauréat en poche et dispensé d'armée, Yves Gallard entre à l'Inra à Clermont-Ferrand, en tant que stagiaire. Il est embauché en 1973 sur le centre Inra du

Pin, d'abord comme technicien, il s'occupe des chevaux, puis comme responsable des mesures expérimentales sur un troupeau de vaches allaitantes.

Son métier : entré comme responsable d'élevage il est maintenant directeur du site

"J'ai vraiment commencé par le terrain. Je récoltais les données : poids de l'animal, contrôle laitier, suivi de la consommation, puis je les transmettais aux chercheurs. Je suis devenu chef d'élevage en 1981. Je suivais la mise en place des expérimentations sur les troupeaux. J'étais vraiment à l'interface entre le labo et le terrain." Yves Gallard devient l'adjoint du directeur à partir de 1991, tout en gardant la responsabilité des élevages. Il est directeur du domaine expérimental à temps plein depuis 2005. "Je garde un œil sur les élevages, mais je suis surtout occupé par le

management, la gestion administrative et financière et l'évolution et les orientations stratégiques du domaine. J'ai pris un risque en prenant ce poste mais il est passionnant. J'apprécie particulièrement le fait d'être en contact, d'un côté avec les chercheurs, de l'autre avec les responsables régionaux."

Son cheval de bataille : faire évoluer le domaine expérimental du Pin

"Le domaine est relativement éloigné des équipes de recherche : cinq heures et demie de Rennes aller-retour. Mais nous devons rester à l'écoute des chercheurs. Nous avons acquis dans certains domaines une expertise qui suscite leur intérêt et qu'il faut valoriser. Aujourd'hui, nous

Technicien au domaine de Ploudaniel

François Monot, une reconversion réussie dans la pomme de terre



François Monot

L'Inra, pourquoi ? Comment ?

L'histoire qui unit François Monot et l'Inra est celle d'une rencontre fortuite, il y a près de vingt ans, entre un ancien ouvrier du bâtiment et un institut de recherche : "Suite à un licenciement économique, je me suis retrouvé au chômage. Ma mère avait repéré dans le journal l'annonce d'un concours que j'ai passé et que j'ai réussi. J'avais entendu parler du centre de Ploudaniel⁽¹⁾, mais je ne le connaissais pas vraiment. Je ne savais même pas qu'on appelait ce centre l'Inra, parce qu'à l'époque, les gens du coin parlaient plutôt de la «ferme modèle»."

Son métier : un travail d'équipe et de terrain

"Quand j'ai commencé sur le domaine, je m'occupais des bovins et du ramassage des pommes de terre. Après quelque temps, Jean-Paul Dantec, le technicien responsable des serres, m'a demandé d'intégrer son équipe. Depuis, je travaille sous sa direction. Nous faisons de la création variétale, c'est-à-dire que nous produisons des pommes de terre capables de résister aux parasites comme le mildiou, par exemple. Je travaille principalement sur le terrain où j'effectue le suivi cultural des collections d'espèces apparentées⁽²⁾, de la plantation à la récolte."

Les relations entre techniciens et chercheurs

"Je connaissais bien le milieu agricole car mes parents tenaient une ferme, mais pas la recherche... J'ai appris à travailler en étroite collaboration avec les chercheurs. C'est un travail en équipe indispensable, sinon ça ne pourrait pas fonctionner. Les programmes de la station sont établis en début d'année par les chercheurs en fonction des contrats qu'ils obtiennent, puis nous nous réunissons pour établir un calendrier commun. Cela est impératif car il ne suffit pas de claquer des doigts et réclamer tant de bulbes ou tant de places en serres pour que les choses se produisent. Les techniciens qui s'occupent des pommes de terre ont en effet besoin de temps pour que les programmes de recherche prévus puissent effectivement aboutir."



Christophe Blanchard

Comment trouve-t-il l'Inra au bout de 60 ans ?

"Vingt ans après mon arrivée à l'Inra, on peut dire que les choses ont drôlement évolué. La mécanisation est passée par là. Du coup, presque toute la main-d'œuvre occasionnelle a été supprimée. À l'époque, la station de Ploudaniel embauchait en effet vingt-cinq ou trente saisonniers alors qu'il n'y en a plus qu'un aujourd'hui. L'autre grande évolution, c'est que tout se passe désormais par concours. En 1987, lorsque je suis rentré à l'Inra, c'était le début de cette pratique. Beaucoup de ceux qui étaient embauchés ici avaient fait des périodes occasionnelles comme saisonniers. Aujourd'hui, les profils des candidats sont plus ciblés et les gens viennent maintenant de partout !" ■

Propos recueillis par Christophe Blanchard

⁽¹⁾ Créée en 1949, la station d'amélioration de la pomme de terre et des plantes à fibres de Ploudaniel (29) est située sur le domaine de Kéraiber. ⁽²⁾ Il existe près de 200 espèces apparentées à la pomme de terre, c'est-à-dire qui produisent des tubercules. La collection de la station de Ploudaniel en comprend 27.

Contact → François Monot, tél. 02 29 62 63 10, francois.monot@rennes.inra.fr

de leurs chromosomes

démarrons trois nouveaux projets de recherche, sur l'utilisation et la valorisation de l'herbe par des vaches laitières et sur des thématiques génétiques en bovins laitiers et vaches allaitantes. À titre d'exemple, nous travaillons depuis plus de dix ans sur un troupeau de 180 vaches laitières, que nous croisons afin de détecter des portions de chromosomes liées à des paramètres mesurables tels que la qualité et la quantité de lait, le taux d'acides gras ou encore l'aptitude du lait à la transformation fromagère. Ce projet a demandé plus de 700 vèlages, ce qui correspond à ce qu'un éleveur voit dans sa carrière ! Aujourd'hui, nous sommes prêts pour passer de la recherche de portion de chromosomes à des recherches plus fines au niveau du gène."

Comment trouve-t-il l'Inra au bout de 60 ans ?

"Les métiers et la formation des agents ont évolué ! L'arrivée de l'informatique a eu de grosses conséquences sur l'acquisition des données comme la production laitière, et la génétique ouvre des perspectives de travaux dans des domaines aussi variés que les systèmes de production, l'alimentation des animaux, la qualité des produits, qui répondent à des attentes sociétales." ■

Propos recueillis par Nathalie Blanc

Contact → Yves Gallard, tél. 02 33 39 61 04, yves.gallard@rennes-inra.fr

Les 180 vaches laitières du site expérimental du Pin constituent le seul élevage dans lequel deux races, Normande et Holstein, sont croisées depuis plus de dix ans, afin de détecter des portions de chromosomes.



Nathalie Blanc

Un nouveau champ pour l'élevage

L'Inra mise sur une approche globalisée de la filière animale

On aura toujours besoin de manger ! Les filières animales lait, porcs et volailles ne sont pas prêtes de disparaître. Mais elles doivent se remettre en question. Les chercheurs planchent sur des solutions où élevage pourrait être compatible avec développement durable.



Jean-Louis Peyraud

“Il n'existe que peu de labels qualité pour les produits issus de l'élevage breton. L'économie prime, la concurrence est rude et l'intensification des systèmes a fini par poser des problèmes environnementaux sérieux même si des progrès ont déjà été réalisés”, explique Jean-Louis Peyraud, directeur de l'UMR Production du lait à l'Inra Saint-Gilles. Les

filières porcine et avicole, et dans une moindre mesure bovine, souffrent par ailleurs d'un problème d'image par rapport au bien-être des animaux. “Aujourd'hui, si l'on veut maintenir ces activités dans le grand Ouest - dans cette région, elles représentent plus d'emplois que la filière automobile seule -, il faut arriver à vendre au consommateur le produit et l'image du produit. Or, de ces nouveaux enjeux naissent de nouveaux objets de recherche, qui consistent à analyser une filière dans sa globalité et ses relations avec le développement des territoires.”

Remettre les vaches au pré

Vue sous cet angle, la production de lait ne se limite pas, par exemple, à la salle de



traite. Elle nécessite les compétences de spécialistes de l'animal (alimentation, bien-être), de technologues (qualité du lait en vue de sa transformation), d'agronomes (étude des rejets, traitement et valorisation du lisier), de nutritionnistes (effets des acides gras insaturés des produits laitiers sur la santé de l'homme). “Aujourd'hui ces rouages sont partiellement connus mais surtout de manière sectorielle, car chacun reste dans sa discipline. Maintenant il faut tout mettre ensemble”, poursuit Jean-Louis Peyraud. C'est par exemple important pour mieux connaître les effets des pratiques de conduite des troupeaux sur l'environnement ou sur la qualité des laits.

Cela a commencé et les chercheurs tentent de concilier finalité économique et développement durable. Le tableau de la vache nourrie dans le seul but d'accroître sa production de lait et ne sortant pratiquement plus de son étable laisse de nouveau la place à celui, plus bucolique, de l'animal qui va au pré, qui est peut-être moins productif mais qui utilise au mieux tous les fourrages produits sur l'exploitation. Jean-

Louis Peyraud mène en ce moment des travaux sur la valorisation de l'herbe par des vaches laitières avec la station expérimentale du Pin⁽¹⁾. Son intérêt : les conséquences de cette alimentation sur les coûts de production et sur l'amélioration de la qualité du lait, tout en sachant qu'au début de la chaîne, la réintroduction de la prairie participe à l'entretien du territoire et au maintien de la biodiversité.

Une recherche intégrative

Il ne s'agit pourtant pas de convertir tout le monde à cette approche écologique. Il y aura toujours une demande pour de l'élevage plus intensif, mais un intensif pensé dans le sens de la durabilité : un agriculteur qui récupère des quotas laitiers sera, dans certains cas, tenté de le faire sans forcément augmenter le nombre de ses bêtes et cherchera donc à les rendre globalement plus efficaces. “Il faut arrêter de ne considérer que la production instantanée des animaux et passer à la production à l'échelle de la vie de l'animal donc sur l'ensemble de ses lactations. Nous devons nous orienter vers une recherche plus intégrative, qui doit permettre de développer des outils de réflexion pour aider les agriculteurs à raisonner leur choix au sein de systèmes qui seront de plus en plus variés et en considérant les réponses économiques, environnementales, sociales et de qualité du produit. Et cela doit aller dans les deux sens, car l'innovation naît souvent dans la cour de la ferme !” ■

N.B.

⁽¹⁾ Lire l'interview d'Yves Gallard, pages 14-15.

Contact → Jean-Louis Peyraud, tél. 02 23 48 50 94, jean-louis.peyraud@rennes.inra.fr

Quand élevage rime avec développement durable

Cela a été acté le 14 septembre dernier au Space, à Rennes : le centre Inra de Rennes, Agrocampus Rennes, l'Afssa de Ploufragan, le Cemagref de Rennes et l'École vétérinaire de Nantes s'engagent à créer le groupement de recherche “Adaptation des filières agro-industrielles animales aux enjeux de développement durable” à partir du 1^{er} janvier 2007. Jean-Louis Peyraud, directeur de l'UMR Production du lait à l'Inra Saint-Gilles, en sera le responsable scientifique. ■

Produire du cochon propre

Les systèmes d'élevage passés au crible du diagnostic environnemental

Calculer le coût environnemental d'un système de production agricole, voici de quoi sont capables les chercheurs de l'UMR Sol, agronomie et spatialisation de l'Inra de Rennes. Une approche qui trouve un écho au moment où l'institut s'engage dans des démarches de développement durable.

Tout le monde connaît les problèmes causés par les élevages de porcs : les rejets de nitrates et les odeurs ! Hayo van der Werf ne

s'en cache pas. Se focaliser par contre sur la réduction de ces deux seuls facteurs serait une erreur, pour qui fait du diagnostic environnemental. Car en tentant de régler ces deux problèmes, on peut en engendrer d'autres."

Arrivé au centre Inra de Rennes en 1997, le chercheur venu des Pays-Bas travaille sur ce thème depuis 2000 au sein de l'UMR

Sol, agronomie et spatialisation. Les méthodes de diagnostic environnemental, ou écobilans, ont été développées il y a plus de dix ans dans l'industrie. Mais leur application en agriculture est plus récente, surtout en France. "C'est une approche nouvelle, reprend Hayo van der Werf, qui consiste à choisir dès le départ plusieurs critères environnementaux, et pas seulement les nitrates et les odeurs pour reprendre l'exemple des porcs. L'autre spécificité de cette méthode est que l'on prend en compte le cycle de vie complet." Une exploitation porcine sera ainsi évaluée en calculant non seulement l'impact environnemental de l'exploitation elle-même, mais également l'impact causé par la production des intrants qu'elle utilise : du diesel du tracteur utilisé par l'agriculteur, au transport de la nourriture des animaux et des flux de polluants sortants : production de fumées, d'effluents, de déjections. "Comme dans un bilan." Plusieurs dizaines de substances polluantes et ressources utilisées peuvent



être listées dans cet inventaire. Elles sont alors regroupées par problèmes environnementaux : indicateur de changement climatique, indicateur d'eutrophisation, d'utilisation d'énergies non renouvelables... "L'analyse du cycle de vie est très utile lorsque l'on veut tester différents scénarios", illustre le chercheur. Les premières études menées par Hayo van der Werf et ses collègues ont porté sur la truite, le bar, le chanvre textile et le porc, avec la comparaison de trois types d'élevage : conventionnel, label rouge et biologique. Et surprise : aucun système n'est parfait, tous comportent des points à améliorer.

Des travaux de ce genre ont déjà été menés en Allemagne, en Grande-Bretagne ou en Suisse, corrélés à l'importance des

sujets environnementaux dans ces contrées. "La France est un pays qui fait traditionnellement confiance à la technologie. Mais petit à petit, l'idée que la production animale puisse être liée au développement durable fait son chemin. Mon projet était critiqué au début, mais aujourd'hui on est sollicité. Une troisième personne vient même d'être embauchée dans l'équipe, preuve que nos travaux sont reconnus !" Donner aux plantes les nitrates produits par les porcs et éviter ainsi l'apport d'engrais fait partie des pistes de recyclage. Ne resterait plus que les odeurs ! ■ **N.B.**

Contact → Hayo van der Werf, tél. 02 23 48 57 09, hayo.vanderwerf@rennes.inra.fr

Pour en savoir plus

Un campus végétal en germination

L'idée est née il y a un peu plus d'un an, quand le pôle de compétitivité "Végétal spécialisé" d'Angers a été labellisé. "Entre les deux UMR Inra - Agrocampus Bio3P⁽¹⁾ et APBV⁽²⁾, l'unité de recherche cidricole et les équipes universitaires, les recherches sur le végétal et les organismes qui leurs sont directement inféodés concernent près de 300 personnes sur Rennes, explique Didier Andrivon, directeur de l'UMR Bio3P. Mais ces compétences sont dispersées et donc mal mises en valeur." La première phase de structuration va passer par la création d'un campus végétal, c'est-à-dire la réunion des unités Inra avec deux laboratoires de l'Université de Rennes 1 : les équipes d'Alain Bouchereau⁽³⁾ et d'Anne-Marie Cortesero⁽⁴⁾. "Ce projet crée une nouvelle dynamique et offre de nouvelles perspectives de recherche, explique cette dernière. Et puis au Rheu, nous aurons accès aux serres et aux champs expérimentaux, outils que nous n'avons pas sur le campus de Beaulieu." "Une fois que nous serons visibles à l'échelle rennaise, nous pourrons plus facilement participer à des projets plus vastes", reprend Didier Andrivon. Les équipes rennaises sont par exemple très actives, aux côtés des universités d'Angers, Brest, Caen, Nantes et Poitiers et des établissements d'enseignement supérieur agronomique de Nantes et d'Angers, dans l'élaboration du projet de master de recherche en sciences du végétal du grand Ouest. ■

Contacts → Didier Andrivon, tél. 02 23 48 51 93, didier.andrivon@rennes.inra.fr,
→ Michel Renard, tél. 02 23 48 51 21, michel.renard@rennes.inra.fr

⁽¹⁾ Bio3P : Biologie des organismes et des populations appliquée à la protection des plantes. ⁽²⁾ APBV : Amélioration des plantes et biotechnologies végétales.
⁽³⁾ Équipe osmoadaptation et métabolismes du stress, UMR Interactions cellulaires et moléculaires. ⁽⁴⁾ Équipe écobiologie des insectes parasitoïdes.

Internet/Un nouveau site

■ Le site Internet du centre Inra de Rennes a fait peau neuve. Construit sur le modèle du site national, il est plus dynamique que le précédent - une rubrique actualité est visible dès la première page -, et la navigation y est plus aisée. Toutes les spécificités régionales sont mises en avant : thématiques de recherche, dispositifs expérimentaux et équipements de haute technologie.

Rens. → www.rennes.inra.fr/

Colloque/Le paysage, à la croisée des sciences de la nature et des sciences humaines

■ Du 7 au 10 novembre prochain, Rennes reçoit le III^e congrès de l'Association française d'écologie du paysage (Iale 2006). Il est organisé par l'équipe "Écologie et paysage", du Caren.

Rens. → iale-france-2006.univ-rennes1.fr/

Salon/Sial 2006

■ L'Inra sera présent au Sial⁽¹⁾, du 22 au 26 octobre à Paris, pour présenter ses travaux dans le domaine des technologies des aliments et de la nutrition humaine. L'institut participe à la table ronde "Nutraceutiques et ingrédients fonctionnels : marchés d'avenir ?", à la conférence sur la restauration collective et à un colloque sur la qualité nutritionnelle des aliments.

Rens. → **Stand Inra, village nutrition, hall 5a, allée F, n° 159, www.sial.fr/fr/2006**

⁽¹⁾ Sial : Salon international de l'alimentation.

L'INRA recrute sur concours chaque année

50 chercheurs

200 ingénieurs et personnels techniques

A la recherche de toutes les compétences pour faire avancer les connaissances et l'innovation

- Sciences du vivant
- Sciences chimiques et sciences des matériaux
- Sciences de l'ingénieur et instrumentation scientifique
- Sciences humaines et sociales
- Informatique et calcul scientifique
- Documentation, édition, communication
- Patrimoine, logistique, prévention
- Gestion scientifique et technique des Etablissements publics à caractère scientifique et technologique

Prochaines sessions de concours

Janvier 2007 pour les chercheurs
Février 2007 pour les ingénieurs, techniciens
et administratifs

Informations sur le site INRA : www.inra.fr

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

La couleur du vin

Rouge, blanc, rosé ou gris : le vin est la seule boisson qui présente autant de couleurs et de nuances différentes qui, en plus, changent avec le temps. Il peut être initialement pourpre, prendre avec l'âge une nuance rubis jusqu'à devenir presque acajou. Quelle est l'origine des différentes teintes et de leur évolution ?

La pulpe des raisins donne un jus généralement blanc (au moins pour les cépages autorisés en France). Lorsqu'elle est rouge ou rosée, la teinte du vin est donc liée à la "peau" des fruits qui contient des flavonoïdes. Ces molécules ont été découvertes en 1936 dans le zeste de citron, par le Hongrois Szent-Györgyi qui reçut le Prix Nobel l'année suivante. Depuis, plus de 4000 de ces substances ont été identifiées dans les plantes. Les principales sont les

flavones de couleur claire (du jaune au beige voire blanc), les anthocyanes⁽¹⁾ qui confèrent aux fruits leur couleur foncée variant du rouge au violet et les tanins que l'on trouve surtout dans les pépins. Les métaux présents dans la peau des raisins ont aussi, mais dans une moindre mesure, une influence sur la couleur du vin.

Gris, blanc, rouge

Le vin rouge est obtenu par la macération des peaux de raisins rouges dans leur jus. Sa coloration provient de la présence prépondérante d'anthocyanes. Selon les formes d'anthocyanes et leur degré de glycosylation⁽²⁾, on observe des variations de la couleur et de la stabilité des molécules. La quantité totale en anthocyanes et la composition relative des différentes formes sont donc des facteurs importants contribuant à la couleur de la baie de raisin et donc du vin.

Le vin blanc est élaboré à partir de raisins blancs ou noirs. Une fois vendangés, les raisins sont pressés et l'on récupère uniquement le jus. La couleur jaune transparente est conservée car la peau ne macère pas. Il existe également les vins blancs de blancs, les plus connus étant les champagnes, fabriqués exclusivement à partir de raisins blancs.

Le vin rosé, enfin, est conçu à partir de raisins noirs à jus blanc. Pour obtenir du vin gris (ou rosé pâle), les raisins sont immédiatement pressés, ce qui permet une diffusion rapide de la couleur dans le jus. Le jus est laissé seulement quelques heures au contact des peaux. Le moût obtenu est ainsi délicatement coloré. Ce vin est ensuite produit de la même façon qu'un vin

blanc, le moût étant débarrassé des parties solides sans autre macération. Pour obtenir des vins plus colorés, on augmente le temps de contact de macération ou alors on enlève régulièrement du fût une quantité de liquide pour augmenter le rapport pellicule/jus. Ce processus s'appelle "la saignée".

En général, l'évolution de la couleur du vin lors du vieillissement en bouteille vient des réactions d'oxydoréduction et d'assemblage des différents pigments : les anthocyanes disparaissent tandis que les tanins se transforment et prennent progressivement le relais de la coloration du vin, en lui conférant la teinte brune annonciatrice de son futur déclin.

Le "french paradoxe"

Après cette lecture, le "french paradoxe" ne sera plus un mystère. Le fait que la consommation de vin rouge (et non de vin blanc) participe à la prévention des accidents vasculaires est dû aux pigments de la peau des raisins. Ceux-ci sont des anti-oxydants qui participent en effet à la lutte contre les radicaux libres, substances dont l'excès prédispose à la dégénérescence cellulaire. Mais comme le dit la formule désormais consacrée : à consommer avec modération ! ■

⁽¹⁾ Du grec "anthos = fleur" et "kuanos = bleu". ⁽²⁾ La glycosylation est la réaction qui lie un glucide à une chaîne de molécules. Les anthocyanes sont des dérivés glycosylés d'anthocyanidines.

Article rédigé par **Alessandra Benuzzi-Mounaix**,
Luli/CNRS et Centre de vulgarisation
de la connaissance, Université Paris Sud 11,
www.cvc-psud.fr

Histoire de longueur d'onde

La couleur d'un objet est donnée par la superposition des longueurs d'ondes non absorbées, renvoyées par les molécules qui le composent. Les anthocyanes présents dans la peau des raisins noirs absorbent les longueurs d'ondes vertes et jaunes. C'est pourquoi une grappe de cabernet-sauvignon éclairée par de la lumière blanche renvoie les parties bleu/violette et rouge du rayonnement vers notre œil. ■



Nathalie Blanc

Expositions

Dans les salles d'exposition, l'animation est garantie !

Du mardi au dimanche, des animations se déroulent dans les trois salles de l'Espace des sciences : le laboratoire de Merlin, visible depuis la rue, la salle Eurêka, au rez-de-chaussée du cône et la salle de la Terre, à l'étage. Mais qui orchestre tout ça ? Petite plongée dans le monde de la médiation scientifique.

Pas une exposition qui ne soit animée. Pour étancher la curiosité des visiteurs, six médiateurs permanents préparent pendant deux à trois mois les nouvelles animations. Après avoir déniché des informations et des expériences originales, ils mettent au point la trame de la séance. Longueur, choix des visuels, tout est préparé dans les moindres détails. Viennent ensuite les entraînements à blanc devant les autres animateurs, qui, le temps d'une séance, jouent au public. "Cette étape est importante : elle nous permet de tester l'animation, de vérifier sa durée et l'enchaînement du scénario", explique Frédérique Ablain, une des médiatrices. C'est aussi le temps de nous habituer aux petites remarques et questions que le public est susceptible de nous poser en conditions réelles ! Toutes les animations sont calibrées mais pas figées : chaque médiateur adapte son discours en fonction du public.

Depuis septembre, l'offre a évolué. Voici un aperçu des nouvelles animations proposées : ● **Au laboratoire de Merlin** : sollicitant votre odorat, la séance "Secrets de parfum" vous initie à la distillation, grâce un alambic en cuivre. ● **Dans la salle Eurêka** : de la bougie à l'horloge atomique, voici une petite mise au point sur l'évolution des instruments de "Mesure du temps". ● **Dans la salle de la Terre** : classez des cailloux et comparez votre résultat avec celui obtenu avec la méthode scientifique, c'est ce que propose l'animation "Le petit géologue". ■ **L.G.**

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

agenda

Formations



Adria

■ Le 8 novembre, Rennes/Le management de l'hygiène ■ Les 22 et 23 novembre, Nantes/Réussir et tester son packaging
Rens. → Séverine Pierre, tél. 02 98 10 18 49, www.adria.tm.fr



Archimex

■ Du 23 au 27 octobre, Vannes/Probiotiques en nutrition humaine et animale ■ 28 novembre, Rennes/Réglementations et allégations en nutrition
Rens. → Service formation, tél. 02 97 47 97 35, formation@archimex.com, www.archimex.com



Cedre

■ Du 20 au 22 novembre, Brest/Lutte contre les pollutions par les produits chimiques
Rens. → Cedre, tél. 02 98 33 10 10, www.cedre.fr



Centre régional d'initiation à la rivière

■ Les 21 et 22 novembre, Rennes/Eaux pluviales, écologie et paysage
Rens. → Crir, tél. 02 96 43 08 39, www.eau-et-rivieres.asso.fr, rubrique formation



Irpa

■ Les 15 et 16 novembre, Rostrenen (22)/Activités quotidiennes, paysage et nature ordinaire
Rens. → Institut régional du patrimoine, tél. 02 99 79 39 31, www.irpa-bretagne.org



Supélec

■ Du 14 au 16 novembre, Rennes/Conception, validation, test et diagnostic de cartes numériques
Rens. → Catherine Pilet, tél. 02 99 84 45 40, catherine.pilet@rennes.supelec.fr

Colloques

Les 19 et 20 octobre/**Cognition**

■ Rennes - Organisé par le Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, le colloque "Approche cognitive de l'apprentissage de la langue écrite" abordera les différents aspects de l'apprentissage du langage selon quatre thématiques : identification des mots écrits ; compréhension des mots ou textes écrits ; production des gestes graphiques ; production orthographique.

Rens. → Sur inscription uniquement, http://bakaori.free.fr/Colloque_Ecrit

24 octobre/

Les rencontres du net



■ Lannion - Organisée par le Conseil régional de Bretagne, le Syndicat mixte Mégalis Bretagne et la Conférence des villes de Bretagne, la 2^e édition des rencontres du net public breton 2006 traitera du développement des Tic en Bretagne dans divers domaines (collectivités, santé, éducation...), d'initiatives originales ou des grands programmes bretons. En partenariat avec le Conseil général des Côtes-d'Armor et la Communauté d'agglomération Lannion Trégor. Au Carré magique de 8 h 30 à 17 h.

Rens. → Sur inscription uniquement, Véronique Massé, tél. 01 45 26 48 05.

Sorties

Du 12 au 15 octobre/**Et demain, quels océans ?**



■ Équeurdreville (50) - Les océans du futur, tel est le thème de la 2^e édition du ciné de la mer, parrainée par Jacques Rougerie, bâtisseur de maisons et de vaisseaux sous-marins. Quels sont les nouveaux médicaments issus des richesses de l'océan ? Habitera-t-on un jour sous la mer ? Quels potentiels offrent les nouvelles

énergies marines ? Les documentaires seront suivis de rencontres-débats. En partenariat avec planète Thalassa, France 3 Normandie, l'Ina, le CNRS, la technopole Cherbourg Normandie et Relais d'sciences. Au cinéma d'art et d'essai. Séances scolaires gratuites les 12 et 13 octobre. **Rens. → www.citedelamer.com**

Du 25 au 26 novembre/**Festival du livre en Bretagne**



■ Guérande (44) - Pour sa 3^e édition, le festival du livre de Bretagne est dédié cette année à un thème scientifique : le Gulf Stream⁽¹⁾. Présidé par Jean Malaurie, explorateur spécialiste des régions arctiques, il attend 120 auteurs. Au programme : café littéraire, tables rondes, conférences, expositions, animations pour petits et grands. Les 25 (10 à 19 h) et 26 (10 à 18 h), au centre culturel Athanor. **Rens. → www.festivaldulivreennbretagne.com**

26 octobre/**Véhicules propres**

■ Quimper - Organisé par l'Ademe Bretagne, Quimper communauté, Kéolis et gaz de France, ce colloque présentera aux collectivités et entreprises de Bretagne des retours d'expériences de véhicules propres.

Rens. → Renaud Michel, tél. 02 99 85 89 20.

8 novembre/**Nutrition**



■ Brest - Animés par des professionnels de la santé, le 7^e symposium sur la nutrition, intitulé "L'intervention nutritionnelle : de la prévention à la thérapeutique", abordera les dyslipidémies, la nutrition artificielle, le diabète, les acides gras. À la faculté de médecine et des sciences de la santé, à 9 h.

Rens. → www.univ-brest.fr, rubrique actualité

10 novembre/ Passion bâtiment



■ Nantes - Organisées dans le cadre du 3^e salon "L'habitat sain et des énergies renouvelables", les rencontres professionnelles du bâtiment et de l'environnement ont pour thème l'amélioration énergétique des bâtiments existants. Cette journée permet la découverte des nouvelles techniques qui favorisent le maintien des bâtiments dans le temps sans oublier l'aspect économique. Au parc des expositions de la Beaujoire.

Rens. → Sur inscription uniquement, www.salon-habitat-sain.fr

Les 15 et 16 novembre/



La maîtrise du nettoyage dans les processus industriels

■ Rennes - Pourquoi nettoyer ? Comment ? Tel est le thème de ces 3^{es} Rencontres thématiques de chimie (RTC), organisées par l'École nationale supérieure de chimie de Rennes.

Rens. → Henri Patin, tél. 02 23 23 80 50, henri.patin@ensc-rennes.fr

Salon

Du 16 au 19 octobre/ Technologies marines

■ Brest - La 5^e Sea Tech Week, la semaine internationale des sciences et



technologies de la mer, met à l'honneur la labellisation du pôle de compétitivité Mer breton. Sept cents congressistes nationaux et internationaux

sont attendus pour animer conférences et ateliers. Parmi les thèmes : la sécurité maritime, l'ingénierie, l'exploitation ou la valorisation des ressources biologiques marines, la politique maritime de l'Union européenne. Un salon de professionnels accueillera sur 1000m² une trentaine d'entreprises, de laboratoires nationaux et internationaux.

Rens. → Sur inscription uniquement, www.seatechweek-brest.org

Exposition

Jusqu'au 17 janvier 2007/ Art et science : informatique et numérique au musée



■ Laval - Faire la différence entre un original et une copie, découvrir des informations inédites sur une œuvre, voici de

ce qui sont capables les technologies informatiques et numériques quand elles sont mises au service de l'art. Cette exposition est proposée par le CCSTI de Laval, en partenariat avec le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), le technopôle de Laval et le Centre lavallois de ressources technologiques (Clarte).

Rens. → Musée des sciences de Laval, tél. 02 43 49 47 81.

Conférences

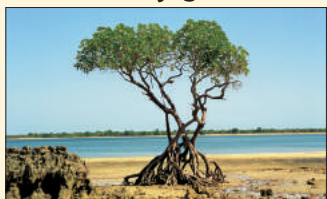
26 octobre/Thomson : enjeux, perspectives et activité sur Rennes



■ Rennes - Cette Matinale de Rennes Atalante abordera la vision technologique de Thomson à l'horizon 2010 : des vecteurs de croissance aux activités de R&D du groupe à Rennes. De 8 h 15 à 10 h 15. Des démonstrations auront lieu de 10 h 15 à 11 h. À l'Espace des technologies innovantes (ETI), à l'entrée du campus universitaire de Beaulieu.

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

8 novembre/ Arbres : un voyage immobile



■ Rennes - La conférence de Francis Hallé aura lieu après la projection du film "Arbres : un voyage immobile" (48 mn). Ce programme est proposé par le pôle sciences et techniques de la bibliothèque de Rennes Métropole. Aux Champs Libres, à 18 h 30, dans la salle Hubert-Curie.

Rens. → Bibliothèque de Rennes Métropole, sciences-techniques@leschampslibres.fr

Appels à projets

Passeport Bretagne pour entreprendre

■ Étudiant en Bretagne ou ayant votre résidence principale dans la région, âgé de moins de 26 ans, en poursuite d'études (bac + 2 validé minimum), à la recherche d'une aide financière et d'un accompagnement professionnel, vous pouvez gagner un "passeport Bretagne pour entreprendre". À la clé : une bourse de 800 €, un prêt à taux bonifié et le parrainage d'un chef d'entreprise. Les dossiers complétés sont à retourner avant le 24 octobre.

Rens. → Association Passeport Bretagne pour entreprendre, tél. 02 99 52 41 67, passeport@bretagne.cci.fr



Bourse dé clic jeune

■ Vous avez entre 18 et 30 ans et vous avez un projet ouvert sur les autres ou original dans le domaine de l'art, des sciences de l'action ou de l'humanitaire. La Fondation de France a lancé le concours 2007 des bourses dé clics jeunes d'un montant de 7 600 €. La date limite pour remplir le questionnaire de présélection est fixée au 15 novembre. Il est disponible sur le site.

Ensemble pour gérer le territoire

■ La Fondation de France soutient les initiatives de résolution de conflits environnementaux en facilitant le dialogue entre les groupes locaux. Cet appel à projet veut permettre à terme la gestion d'un espace sensible en privilégiant les projets regroupant différents organismes. Les modalités de participation sont accessibles en ligne et la date limite de dépôt des dossiers est fixée au 24 novembre 2006.

Rens. → Délégation régionale Bretagne, tél. 02 99 38 24 22, www.fdf.org

FORMATION CONTINUE - UNIVERSITÉ DE RENNES 1

Vous souhaitez élargir vos compétences en environnement et aménagement

ENVAM formations par internet en environnement et aménagement

ENVAM vous propose, par internet, des modules fondamentaux et spécialisés, à la carte, des parcours qualifiants, un accès facilité aux diplômes de niveau master. Plus d'infos sur www.envam.fr

Master GESTION INTÉGRÉE DES BASSINS VERSANTS

Cette formation pluridisciplinaire vous permettra de mettre en place des plans de gestion intégrée de milieux terrestres et aquatiques à l'échelle d'un bassin versant.

Master ESPACES RURAUX ET PÉRI-URBANISATION

Cette formation pluridisciplinaire vous permettra d'élargir vos connaissances et compétences dans le domaine de la gestion des espaces ruraux et l'aménagement des territoires.

Licence professionnelle PARTAGER pratique agricoles, aménagement rural, techniques alternatives et gestion écologique des ressources

Cette formation vous apportera les compétences nécessaires pour être un acteur de la gestion écologique de l'eau dans le cadre agricole.

Service Formation Continue - Université de Rennes 1
4, rue Kléber - 35000 Rennes - tél. : 02 23 23 39 50
<http://sfc.univ-rennes1.fr>

Abstracts for the international issue

SPOTLIGHT ON THE NEWS P.6/7

Sixty standing stones discovered just in time in Morbihan

After a fire that ravaged Belz in Morbihan on 22nd June 2003, a local prospector did a sketch of ten previously unknown menhirs, or standing stones. However, a few days later, the blocks of stone were moved, perhaps mistaken for ordinary stones! The region's Archaeology Department was informed of the discovery and, in 2005, when a property developer indicated his intention to build a housing estate close to the stones, an archaeological survey was requested. New discoveries soon followed - stones were found, lying on their sides, under 50cm of earth. This marked the start of a race against time. The agreement signed with the developer left the archaeologists from Inrap⁽¹⁾ three months in which to carry out a dig on the site. The result was sixty menhirs and hundreds of fragments of pottery in soil that was intact, making the site particularly valuable. The items uncovered provide the archaeologists with much more information than artefacts found in the open air that may have been worn down or altered over time because these reminders of everyday life come

straight from the Neolithic Era. In fact, what remains on view in the outside world (e.g. cathedrals and castles) is no more than a glimpse of society at its best and most prestigious. Here, on this uncultivated stretch of heath, we have been given an unexpected vision of our ancient heritage. This is quite exceptional because, on average, Inrap only carries out preventive research on 5% of construction sites - and very few of them are listed. The site in Belz has been much luckier - given the scientific importance of the discoveries, the Minister of Culture has begun proceedings to have the site classified as a historic monument. At present, it is still private property but it should be protected by the end of June 2007. ■

SPOTLIGHT ON LABORATORIES P.8

News of the Ouest-genopole® network

The interregional research network on genomics and post-genomics now includes 53 research units in Brittany and Pays de la Loire. The "Lichenic Substances and Photoprotection" laboratory in the University of Rennes I is the latest. Joël Boustie and his team are interested in tiny

molecules with anti-oxidant and anti-mutagenic properties found in lichens! These very unusual organisms are capable of surviving in extreme conditions (some have been found on mountain tops; others resist reflected light) and therefore have efficient repair systems. Research into these photoprotective molecules is recent in Rennes (the laboratory only obtained official recognition two years ago) but is expected to develop because it may provide pointers in the fight against skin cancer. At present, the number of cases of melanoma is on the increase.

The other piece of news from Ouest-genopole® is the start-up of the "Imaging / Cell chips" platform which provides a very efficient means of working on a large number of cell samples. The distribution of the cells and products in very small volumes is totally automated and the capture of images in situ and in real time, followed by their analysis, is computerised. The platform is meeting high demand, especially from the chemists working in the Cancéropôle grand Ouest, who can now test a large number of cancer-fighting molecules. ■



P.9/18

Inra⁽²⁾ is Europe's premier agronomic research institute. Set up after the war, in 1946, to meet the urgent need to feed the population, its tasks have changed over the past sixty years. "Before, we were only interested in the pitchfork; now, it's the table fork," said Mrs. Crolay, a pig farmer, succinctly during a seminar on innovation held in Rennes and hosted by the Académie des technologies last spring. "Using consumer need as the basis for projects is a recent phenomenon," confirmed Gérard Maisse, President of the Inra Centre in Rennes. "It is known as "reverse engineering". We have to be able to meet these new needs in the various sectors."

60 Years of Research at Inra "From Table Fork to Pitchfork"

The Centre in Rennes has followed the new trend. However, although food has become a major subject of research, Inra has not forgotten its other two favourite topics - farming and the environment. The Agrocampus in Rennes boasts experimental equipment that is the only such equipment in France, used to study the impact of pesticides on aquatic environments. Agriculture and the environment are very closely linked from time to time. One such example has been the setting up of a new research group led by a team from Rennes specialising in the adaptation of animal-based sectors to sustainable development. The Inra Centre in Rennes is also highly skilled in genomics, which is developing mainly through the interregional Ouest-

Genopole network. Work concerns plants as well as animals. For example, there has been research into greenfly, organisms that are quite extraordinary in genetic terms! Finally, the Centre, which has departments spread over an area from Brest to Le Pin in Normandy, employs 665 people, including 235 researchers and engineers and 430 technicians and admin. staff. What exactly do they do? A number of staff members were filmed and photographed for the anniversary celebrations held in Le Rheu last June and three of them were interviewed for this feature article. Will they encourage others to follow in their footsteps for the next sixty years? ■

⁽¹⁾ Inrap : Institut national de recherches archéologiques préventives (national institute for preventive archaeological research). ⁽²⁾ Inra : Institut national de recherche agronomique (national institute for agronomic research).

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.

CHIMIE - PHARMACIE - AGROALIMENTAIRE

La maîtrise du nettoyage dans les process industriels

3^e Rencontres Thématiques de Chimie 2006

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes
15 et 16 novembre 2006

- Conférences
- Expositions
- Espace B2B



www.rtc.ensc-rennes.fr



sciences ouest

L'info scientifique et technique du grand Ouest

BULLETIN D'ABONNEMENT

▲ Nom _____

▲ Prénom _____

▲ Organisme/Société _____

▲ Secteur d'activité _____

▲ Adresse _____

▲ Code postal _____

▲ Ville _____

▲ Tél. _____

▲ Fax _____

désire recevoir une facture

souhaite un abonnement de :

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

Bulletin d'abonnement et chèque à l'ordre de l'Espèce des sciences, à retourner à : Espace des sciences, Les Champs Libres, 10, cours des Alliés, 35000 Rennes.

■ 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 €



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



DE RENNES AEROPORT

La France

n'a jamais été si proche



LYON
à partir de **68 € TTC***

NICE
à partir de **77 € TTC***

TOULOUSE
à partir de **78 € TTC***

Profitez des nouveaux tarifs aller simple

AIR FRANCE

Marseille 78 € TTC*, Montpellier 67 € TTC*,
Paris 85 € TTC*, Strasbourg 77 € TTC*.
Simplifiez-vous la vie, partez de Rennes !

www.airfrance.fr et en agences de voyages

* Tarif aller simple taxes incluses, soumis à réservation
au moins 42 jours avant le départ, hors frais de services.

* EURO BSCC COMPAGNIE - RCS NANTERRE 750 143 707



Chambre de Commerce et d'Industrie de Rennes



www.rennes.aeroport.fr



RENNES
AEROPORT