EN DIRECT

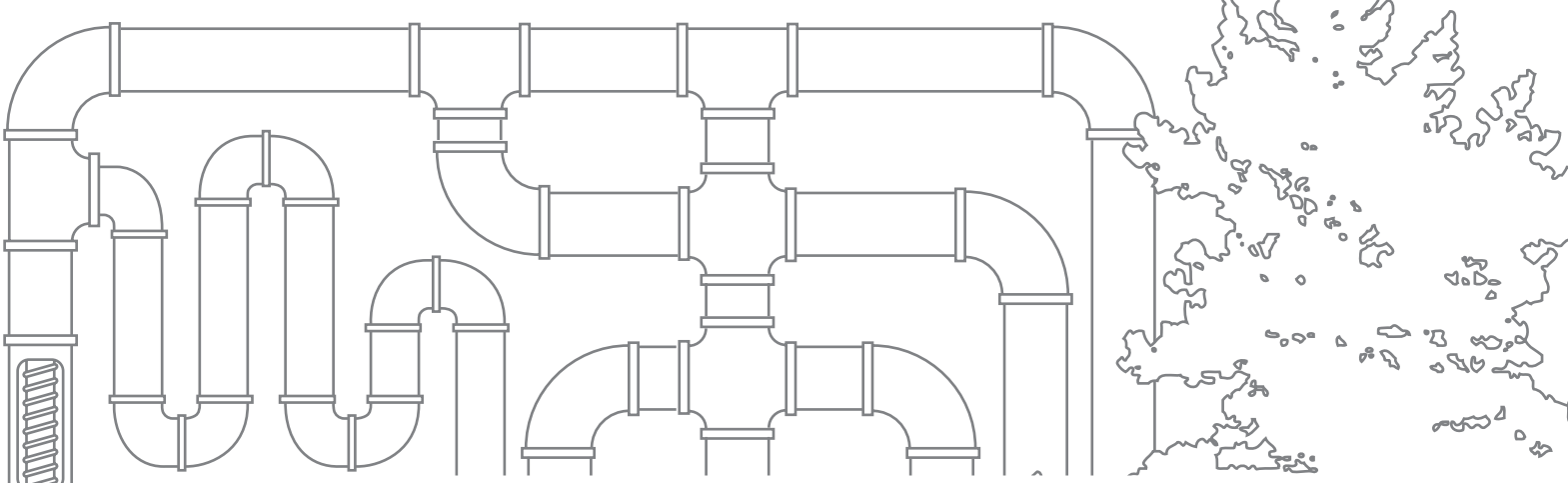
LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN

Le dossier

Environnement humainement modifié : les conséquences sur la santé

Hologramme micro-usiné
Micro-horloge atomique : vers une rupture de technologie
Apprentis ingénieurs
Lourdes, les coulisses du miracle

NUMÉRO 245 - NOVEMBRE-DÉCEMBRE 2012



LE SOMMAIRE

LES ACTUALITÉS 3

Du bronze pour l'acoustique
Hologramme micro-usiné
Une planète parée de diamant
Céline Reylé préside aux destinées de l'Observatoire
swissuniversities coordonne les hautes écoles suisses
UTBM : première remise des insignes de Docteur *Honoris Causa*
Rassemblement de jeunes chercheurs
Mobilis 2012, *Smart Mobility*
La transparence en politique
Langues premières et langues vivantes
« L'Antiquité et la vie des arts »
« De Jaurès à Pétain »
« Penser l'esclavage »

LE TRANSFERT 10

Micro-horloge atomique : vers une rupture de technologie

L'ANALYSE 11

Économie : SOS environnement

LE DOSSIER 12

Environnement humainement modifié : les conséquences sur la santé

LA FORMATION 20

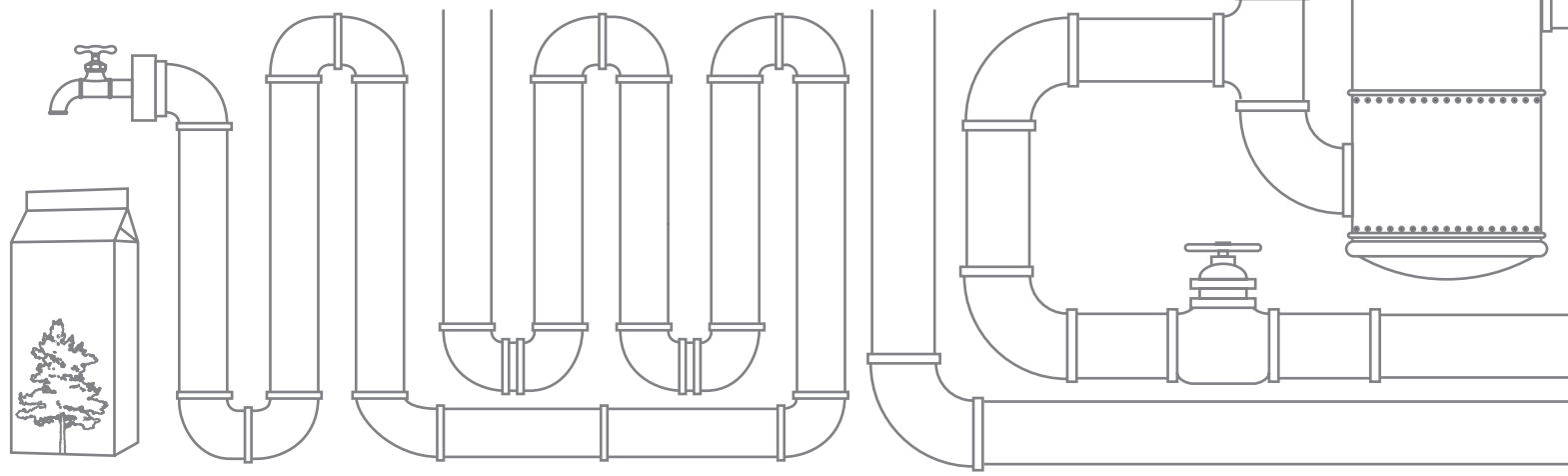
Apprentis ingénieurs

RÊVONS UN PEU 21

Lourdes, les coulisses du miracle

TERRE D'INVENTEURS 22

La géographie pense le monde



Du bronze pour l'acoustique

Les cristaux phononiques servent à filtrer et guider les ondes acoustiques. À une dimension micrométrique, ils sont la spécialité de Sarah Benchabane qui remporte une médaille de bronze CNRS 2012 pour ses travaux de recherche et enrichit ainsi le palmarès de l'Institut FEMTO-ST.

Tremblement de terre ou vibration de phonons à l'échelle de l'atome, la longueur des ondes acoustiques impliquées dans ces phénomènes se décline du mètre à quelques angströms. À l'intérieur de cet immense spectre, Sarah Benchabane s'intéresse plus particulièrement aux valeurs micro- et nanométriques correspondant aux fréquences GHz utilisées dans le domaine des télécommunications. Ses recherches au sein du département MN2S de l'Institut FEMTO-ST lui valent une médaille de bronze 2012, décernée par l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes du CNRS.

« Mes travaux concernent essentiellement les cristaux phononiques, qui sont au domaine acoustique ce que les cristaux photoniques sont à l'optique » explique la jeune chercheuse. Dans les deux cas, l'idée est de contrôler la propagation des ondes transmises par une source en ouvrant des bandes interdites, c'est-à-dire en empêchant l'onde de se propager dans une gamme de fréquence bien définie. Un cristal parfait agit comme un miroir et réfléchit intégralement l'énergie. Insérer des « défauts » dans sa structure permet d'y piéger l'énergie.

Ondes interdites

Un cristal phononique est composé d'au moins deux matériaux qui présentent des contrastes de rigidité et de densité importants. Le principe est basé sur celui du miroir de Bragg : une superposition de plaques de matériaux différents permet de réfléchir efficacement les ondes acoustiques. Les cristaux phononiques étendent ce concept planaire à deux dimensions en remplaçant l'empilement de plaques par des piliers, voire à trois dimensions grâce à des billes ou au perçage de trous pour une réflexion omnidirectionnelle.

À FEMTO-ST, le groupe phononique travaille beaucoup à partir de niobate de lithium ou de silicium, denses et rigides, dans lesquels les ondes se propagent vite. L'air, à l'inverse, est un fluide dans lequel la propagation des ondes, à basses fréquences, est lente : le contraste est important. À hautes fréquences, les ondes ne se propagent quasiment pas et le contraste est proche de l'infini. En perçant des trous dans une structure pour que l'air y pénètre, on crée le contraste nécessaire à l'ouverture de bandes interdites.

À l'échelle micrométrique, il est avantageux de disposer d'une source génératrice d'ondes à l'intérieur même du cristal. Utiliser un matériau piézoélectrique, à qui la simple application d'une tension permet de générer un signal, s'avère idéal. Le niobate de lithium présente cet avantage, entre autres propriétés physiques intéressantes. Mais son usinage délicat lui fait souvent préférer le silicium, sur lequel on dépose une couche mince piézoélectrique pour lui conférer cette fonctionnalité.

L'acoustique et l'optique à nouveau réunis

Dans le domaine du GHz, l'acoustique et l'optique sont sur la même longueur d'onde et cherchent à produire des cristaux mêlant leurs compétences respectives. Comment les ondes acoustiques et optiques peuvent-elles interférer les unes sur les autres ? Cette question sous-tend le travail de Sarah Benchabane qui, avec d'autres chercheurs également convaincus, remet au goût du jour l'acousto-optique, née à la fin du XIXe siècle puis tombée en désuétude jusqu'à l'avènement du laser dans les années 1960. Les ondes acoustiques se révèlent alors précieuses pour orienter les faisceaux laser, un contrôle que l'électronique ne pouvait opérer sur les photons puisqu'ils sont dénués de charge électrique.

Mélanger cristaux phononiques et photoniques signifie piéger les deux énergies, acoustique et optique, dans des volumes de quelques micromètres, dans l'idée de produire des interactions très fortes. Un concept à confirmer pour mettre au point, par exemple, des capteurs de très petite masse.

Sarah Benchabane, quant à elle, a fait la preuve de la qualité de ses recherches. La prestigieuse médaille CNRS lui sera remise au cours d'une cérémonie prévue le 14 décembre prochain à Besançon.

Faisant écho à cette récompense, les travaux de Rayisa Moiseyenko portant sur la diffraction dans les cristaux phononiques ont retenu l'attention du jury du prix A'Doc, dont la jeune doctorante devient une lauréate au titre de l'année 2012.

Des résultats prometteurs pour un domaine de recherche en plein essor.

➡ **Contact** : Sarah Benchabane
Département MN2S – Micro nano sciences et systèmes - Institut FEMTO-ST - Université de Franche-Comté / ENSMM / UTBM / CNRS
Tél. (0033/0) 3 81 85 39 26 - sarah.benchabane@femto-st.fr

Hologramme micro-usiné

Procédé proche de la photographie intéressant à la fois l'art et la science, l'holographie se décline aussi en version numérique, pour laquelle l'idée de produire l'image 3D par des procédés de fabrication relevant de la microélectronique et des technologies MEMS est un point fort de l'Institut FEMTO-ST. Elle vaut à Christophe Gorecki, directeur de recherche au CNRS, le prix de la Société européenne d'optique 2012.

En holographie la restitution d'un objet 3D se fait par l'enregistrement de la phase et de l'amplitude de l'onde diffractée par cet objet sur une plaque photographique de très haute résolution. Des franges d'interférences sont obtenues en combinant une onde de référence, émise par une source de lumière cohérente, et l'onde réfléchie par l'objet. Découverte en 1948 par Denis Gabor, l'holographie connaît une amélioration notable dans les années 1960 avec l'avènement du laser, capable de donner une profondeur de plusieurs dizaines de centimètres à l'image lors de sa restitution.

Reconstruction d'un hologramme de Lohmann

Alors très prisée par le domaine artistique, l'holographie est aussi utilisée pour la science, comme en mécanique où elle permet par exemple de visualiser les contraintes exercées sur une pièce ou un écoulement.

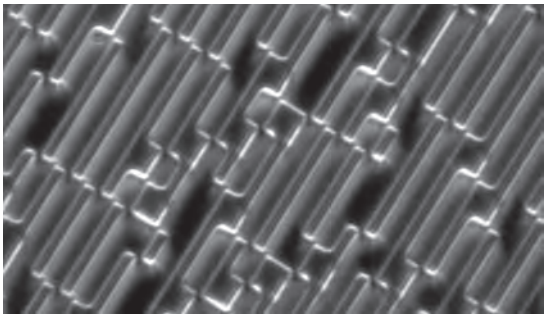
L'holographie numérique voit le jour dans les années 1980, grâce au progrès des ordinateurs permettant le codage de l'objet en termes de phase et d'amplitude, et l'enregistrement de l'hologramme sur une caméra numérique. Si la résolution est ici un peu plus faible, elle convient parfaitement aux applications industrielles dédiées à la protection et à la sécurité de documents comme les cartes de crédit ou les billets de banque.

Une image 3D codée par moulage silicium

Utiliser des procédés de fabrication issus de la microélectronique est une technique novatrice permettant de produire des hologrammes à très bas coût. À l'Institut FEMTO-ST, Christophe Gorecki et son groupe ont fait la démonstration de la faisabilité et de l'intérêt du procédé, à l'issue d'une collaboration menée avec des chercheurs de l'université Miguel Hernandez d'Elche. C'est donc en Espagne qu'ont été développés les aspects logiciels, quand la technologie de fabrication restait l'apanage de la terre comtoise.

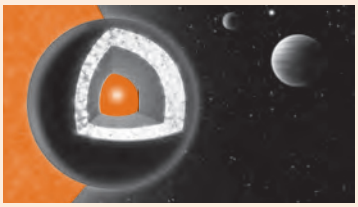
Ainsi, un usinage sur silicium à partir d'un masque réalisé en lithographie a donné naissance à un hologramme. Une réalisation collective sur des substrats 4", avec une résolution de pixels élémentaire de l'hologramme de l'ordre de 6 à 8 µm, mise en œuvre dans les salles blanches de la plateforme MIMENTO à Besançon, dans la plus pure tradition microélectronique. « Le transfert du motif binaire est obtenu par la gravure humide d'une couche d'oxyde thermique déposée sur un substrat de silicium. On obtient ainsi soit un hologramme « master » en réflexion, soit un hologramme par transmission en répliquant ce « master » sur un support transparent », explique Christophe Gorecki.

Si le domaine extrêmement contrôlé de la protection et de la sécurité laisse supposer qu'il lui serait difficile d'adopter une nouvelle technique de fabrication, le principe est convaincant. En témoigne le succès de l'article scientifique publié à la suite de ces travaux, qui vaut à ses auteurs le prix 2012 de la Société européenne d'optique.



Motif d'un hologramme de Lohmann

➡ **Contact** : Christophe Gorecki - Département MN2S - Institut FEMTO-ST
Université de Franche-Comté / ENSMM / UTBM / CNRS - Tél. (0033/0) 3 81 66 66 07 - christophe.gorecki@femto-st.fr



Une planète parée de diamant

C'est lors d'un passage devant son étoile, un soleil comparable à celui que nous connaissons, qu'elle a pu être identifiée et mesurée en 2011 : *55 Cancri e* est une super terre d'un rayon deux fois supérieur à la nôtre ; sa masse, récemment évaluée, serait huit fois plus élevée. Ses mesures caractéristiques, mises en relation avec des modèles numériques explorant la potentialité de sa constitution interne, mettent en évidence pour la première fois l'existence d'une planète rocheuse à la composition chimique complètement différente de celle de la Terre. Sa surface principalement composée de carbone laisserait apparaître sous une enveloppe de graphite une épaisse couche de diamant, représentant un tiers de la masse de la planète. À l'inverse presque exempt de carbone, l'intérieur se montrerait riche en oxygène, révélant sous du silicium un noyau de fer en fusion.
Enseignant-chercheur en astrophysique à l'Institut UTINAM de l'université de Franche-Comté, Olivier Mousis a partagé l'aventure de cette exploration avec des chercheurs de l'université de Yale aux USA. « Nous savons en outre que le soleil de *55 Cancri e* possède plus de carbone que d'oxygène : des quantités importantes de carbone et de carbure de silicium étaient indiscutablement disponibles lors de la formation de la planète. » Une preuve supplémentaire de la validité d'une découverte donnant à reconsidérer l'hypothèse de recherche qui avait cours jusqu'à aujourd'hui en astronomie, selon laquelle les planètes rocheuses lointaines pouvaient se comparer à la planète bleue en termes de constituants chimiques, d'atmosphère ou de formes de vie. À quelque quarante années-lumière de la Terre, *55 Cancri e* tourne autour de son soleil en dix-huit heures chrono. Lui seul est visible à l'œil nu, dans la constellation du Cancer : la planète de diamant garde pour elle son éclat et encore une grande partie de son mystère, que les astronomes vont s'employer à continuer de découvrir.

➡**Contact** : Olivier Mousis - Institut UTINAM - Observatoire des sciences de l'Univers THETA de Franche-Comté
Université de Franche-Comté / CNRS - Tél. (0033/0) 3 81 66 69 21 - olivier.mousis@obs-besancon.fr

Céline Reylé préside aux destinées de l'Observatoire

Astronome à l'Observatoire des sciences de l'Univers THETA de Franche-Comté, Céline Reylé a pris la direction de la composante universitaire en septembre dernier. Un mandat placé sous le signe de la cohésion et de la transversalité.

À Besançon, l'Observatoire des sciences de l'Univers fait partie du réseau des vingt-cinq OSU français chargés d'assurer la cohérence des activités scientifiques et techniques concernant l'Univers et la Terre. Composante de l'université de Franche-Comté à part entière, il est aussi placé sous la tutelle scientifique du CNRS par le biais de l'INSU, l'Institut national des sciences de l'Univers.
Il assure aujourd'hui pleinement l'un des aspects liés au principe de fonctionnement des OSU : la fédération de laboratoires de recherche. En Franche-Comté, il chapeaute l'Institut UTINAM, le laboratoire Chrono-environnement, et depuis cette année le département Temps-Fréquence de l'Institut FEMTO-ST, réunissant sous une bannière commune les différentes compétences universitaires attachées à ce domaine, dans une logique de connexion et de lisibilité certaine. L'OSU a élargi son horizon à la Bourgogne, également en 2012, en intégrant le laboratoire de géosciences de Dijon et l'équipe de spectroscopie moléculaire, processus collisionnels et applications du laboratoire interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB). Pas moins de cinq cents personnes sont désormais reliées au projet « Terre homme environnement temps astronomie » qui qualifie toute la dimension de l'Observatoire sous l'acronyme THETA.

Dans un rôle d'animation, l'OSU THETA favorise les actions transverses et développe les services communs entre tous les laboratoires, sans toutefois intervenir dans leurs politiques de recherche respectives, pas plus que dans leur gestion. « Il s'agit de faire émerger des projets dans la logique OSU THETA, de soutenir l'interdisciplinarité et de faciliter le travail des chercheurs », explique Céline Reylé.
L'observation à long terme est un point commun à des disciplines aussi diverses que la géophysique, l'environnement ou l'astronomie, par ailleurs toutes tournées vers la connaissance de l'Univers et de la Terre, de la surveillance des hydrosystèmes à l'élaboration de modèles de l'Univers en passant par le suivi de populations animales. Organisation de bases de données, transfert de méthodes et d'outils, la fédération mise sur la rencontre et l'échange entre tous les acteurs concernés, pour aborder les sciences de l'Univers et de la Terre avec la plus grande cohésion possible.

Une année constellée de nouvelles missions

Astronome adjoint à l'Observatoire depuis 2001, Céline Reylé accède au grade d'astronome en septembre dernier à la suite d'un concours national, au moment même où elle est nommée directrice de l'OSU pour un mandat de cinq ans. Elle prend également cette année la présidence de la savante Société française d'astronomie et d'astrophysique. De nouvelles missions qui ne la détournent cependant pas d'une vocation de recherche axée sur la connaissance de la Voie lactée, et de la tâche de service assignée à son statut d'astronome, qu'elle assure en participant à la préparation de la mission Gaia de l'Agence spatiale européenne. Céline Reylé prend la succession de François Vernotte, professeur d'astrophysique à l'université de Franche-Comté, qui a assuré la fonction de directeur de l'Observatoire pendant dix ans.

➡ **Contact** : Céline Reylé - Institut UTINAM - Observatoire des sciences de l'Univers THETA de Franche-Comté
Université de Franche-Comté / CNRS - Tél. (0033/0) 3 81 66 69 35 - celine.reyle-laffont@univ-fcomte.fr

swissuniversities coordonne les hautes écoles suisses

2015 verra en Suisse l'application de la loi fédérale du 30 septembre 2011 sur l'encouragement et la coordination des hautes écoles (LEHE), une réforme intervenant à la suite de l'article constitutionnel sur la formation voté en 2006. Soucieuses d'anticiper ce changement et de réussir la transition entre les paysages universitaires actuel et à venir, les hautes écoles de Suisse se regroupent dès à présent dans une association nommée *swissuniversities*, qui débouchera, lors de l'entrée en vigueur de la nouvelle loi, sur la création d'une conférence unique des recteurs des hautes écoles suisses. Martine Rahier, rectrice de l'université de Neuchâtel, a été unanimement désignée présidente de *swissuniversities*. Ce nouveau mandat prend officiellement effet dès ce mois de novembre avec l'assemblée constitutive de l'association.
Le regroupement concerne les hautes écoles universitaires, tournées en premier lieu vers la recherche fondamentale, comptant les dix universités cantonales et les deux écoles polytechniques fédérales ; les hautes écoles spécialisées, au nombre de neuf, où l'enseignement et la recherche prennent une orientation plus pratique ; les quatorze hautes écoles pédagogiques dédiées à la formation des enseignants, qui témoignent également d'activités de recherche et de développement.
swissuniversities est le premier organe de pilotage mis en place dans le cadre de la LEHE. La confédération et les cantons auront de leur côté à concrétiser, dans une conférence commune, la coordination nationale de leurs activités dans le domaine des hautes écoles, et les différents acteurs de l'enseignement et de la recherche des établissements seront représentés au sein d'un futur Conseil suisse d'accréditation.

➡ **Contact** : Martine Rahier - Rectrice de l'université de Neuchâtel, Présidente de *swissuniversities* - Tél. (0033/0) 32 718 10 20

UTBM : première remise des insignes de Docteur *Honoris Causa*

Radu Munteanu incarne « le modèle idéal d'ingénieur diplômé que l'UTBM se propose de former : un technicien de haut niveau doté d'une culture qui lui permet d'être un acteur efficace dans un monde en profonde mutation. » C'est en ces termes que se conclut l'allocution d'Alexandre Herlea, professeur émérite des universités, à l'attention de son compatriote et ami lorsque les insignes de Docteur *Honoris Causa* lui ont été remis à l'UTBM en septembre dernier. Radu Munteanu est le premier dignitaire honoré de la plus haute distinction universitaire par l'UTBM. Un choix éclairé tant par la personnalité et le mérite du professeur roumain que par la qualité des relations entretenues entre l'école comtoise et son homologue d'Europe de l'Est, l'université de technologie de Cluj-Napoca que Radu Munteanu a présidée de 2004 à 2012 après y avoir réalisé la plus grande partie de sa carrière.

Professeur ingénieur en génie électrique, Radu Munteanu a vu son intense activité de recherche se concrétiser par une publication prolifique, comptant deux cent quatre-vingt-six articles et communications, et par le dépôt de vingt brevets d'invention, dont douze sont désormais appliqués. Son engagement à des postes clés au niveau national et international ne se dément pas au fil des années. Membre titulaire de l'Académie des sciences et techniques de Roumanie depuis 2002, il est actuellement, et entre autres fonctions, vice-président du Conseil national des présidents des universités en Roumanie ; membre du Comité directeur pour les politiques et pratiques éducatives du Conseil de l'Europe ; représentant de la Roumanie dans le Conseil général de la conférence internationale de mesures ; membre de la Commission nationale roumaine pour l'UNESCO. La distinction honorifique décernée par l'UTBM à celui qu'Alexandre Herlea considère comme « l'un des *leaders* de sa génération » témoigne également « de l'engagement de l'UTBM dans le processus de Bologne, celui de la mise en place du grand espace européen d'enseignement supérieur. »

Contact : François Jouffroy - Service communication - UTBM - Tél. (0033/0) 3 84 58 32 82 - francois.jouffroy@utbm.fr

Rassemblement de jeunes chercheurs

Pour sa 18e édition, le forum des jeunes chercheurs en environnement et santé fait preuve d'une nouvelle maturité : il s'organise dans le cadre d'une école doctorale entièrement fusionnée entre les universités de Bourgogne et de Franche-Comté. Cent trente doctorants se sont réunis en septembre dernier à Besançon pour présenter leurs travaux de recherche à la communauté scientifique, avec un niveau de qualité que salue Olivier Andlauer, psychiatre et lui-même doctorant en neurosciences, et l'un des organisateurs de la manifestation. C'est donc avec un mérite indiscutable que certains travaux se sont vus récompensés par un prix à l'intérieur de chacun des grands thèmes de recherche. L'effet du décalage horaire sur les performances des sportifs est étudié par Élisabeth Petit, grâce à des expériences simulant la perturbation du sommeil en laboratoire ; les travaux d'Élise Jacquin portent sur les mécanismes d'action du virus HPV16 dans l'apparition de cancers du col de l'utérus, et ont d'ores et déjà donné lieu à un dépôt de brevet ; Marie Gaillet s'intéresse au lien entre olfaction et comportement alimentaire, une piste intéressante dans le cadre de la lutte contre l'obésité. La nouvelle école doctorale Environnements - santé, créée début 2012, regroupant 480 doctorants, scelle des liens déjà anciens entre les deux universités.

Contact : Olivier Andlauer - École doctorale Environnements - santé
Université de Franche-Comté / université de Bourgogne - oandlauer@chu-besancon.fr

Mobilis 2012, *Smart Mobility*

Les 13 et 14 novembre 2012 à Mulhouse

Le véhicule de demain sera équipé de l'option communication ! Capable de traiter des centaines d'informations en un temps record, il renseignera en continu sur sa trajectoire et captera des données essentielles pour la sécurité et le confort de ses passagers : anticipation des obstacles sur la route, détection d'anomalies, impossibilité de se trouver sur la même portion de route qu'un autre véhicule, optimisation du trafic… Son intelligence protégera même son conducteur du stress en opérant pour lui une présélection de données pertinentes.
Le véhicule communicant s'inscrit sur les feuilles de route d'une mobilité nouvelle génération, déjà remplies de perspectives laissant imaginer l'avenir : prolongateurs d'autonomie des véhicules électriques, implantation de leurs infrastructures de recharge, mobilité assurée jusqu'au dernier kilomètre d'un voyage, devenir de la filière hydrogène, allègement et recyclage des véhicules… Tout le secteur automobile est concerné par ces projections. Il est invité à en débattre lors des 9e rencontres internationales Mobilis, proposées par le pôle de compétitivité Véhicule du Futur, et organisées autour de tables rondes, ateliers et rendez-vous technologiques.

Contact : Véronique Nardi
Pôle Véhicule du Futur Alsace - Franche-Comté
Tél. (0033/0) 3 89 32 76 24 - vn@vehiculedufutur.com
www.mobilisconference.com

La transparence en politique

Les 22 et 23 novembre 2012 à Besançon

Démocratie et transparence sont deux mots qui semblent faire bon ménage. Pourtant ce n'est que depuis quelques années que la notion de transparence commence à faire entendre sa voix en politique. S'opposant à l'opacité, la corruption, la complexité, elle veut participer à instaurer ou rétablir une relation de confiance entre les gouvernants et les administrés, confiance mise à mal par une actualité politique et judiciaire régulièrement entachée de scandales, conflits d'intérêts et autres financements occultes.
Le colloque organisé par le Centre de recherches juridiques de l'université de Franche-Comté s'interrogera sur la définition de transparence à l'aune de concepts voisins comme la publicité, le droit à l'information ou l'intelligibilité de la loi. Il s'agira de déterminer comment cette notion s'intègre à la philosophie politique, dans quelle mesure elle se trouve transposée dans le droit et sous quelle forme : la transparence est-elle un idéal, une norme de conduite ou un véritable principe juridique porteur d'obligations pour le politique ?

Contact : Elsa Forey - Nathalie Droin - Laurent Kondratuk
CRJFC — Centre de recherches juridiques de Franche-Comté
Université de Franche-Comté
Tél. (0033/0) 3 81 66 66 08 - elsa.forey@wanadoo.fr / nathalie.droin@gmail.com / laurent.kondratuk@univ-fcomte.fr

Langues premières et langues vivantes

Le 23 novembre 2012 à Neuchâtel

S'appuyer sur la morphologie et la syntaxe de sa propre langue, ou langue première, peut faciliter l'apprentissage d'une langue vivante. De nombreuses études ont démontré tout l'intérêt de l'apport de la prononciation, de l'accent et de l'intonation pour l'apprentissage oral d'une nouvelle langue. Les spécialistes en linguistique s'attachent désormais à préparer l'écrit en étudiant les influences que peuvent avoir sur son acquisition l'orthographe, la grammaire et le lexique de la langue d'origine. S'intéressant à la fois à l'apprentissage et à son pendant, l'enseignement, la journée d'étude « Tenir compte des langues premières dans l'enseignement / apprentissage des langues vivantes » verra comment utiliser des transferts possibles de la langue maternelle autant que prendre en compte des divergences, sources d'erreurs, pour élaborer des stratégies d'apprentissage et d'enseignement adaptées et efficaces.

Contact : Maud Dubois - Institut de langue et civilisation françaises (ILCF) - Université de Neuchâtel
Tél. (0041/0) 32 718 18 00 - maud.dubois@unine.ch

« L'Antiquité et la vie des arts »

L'Antiquité est une source d'inspiration inépuisable pour l'art, comme en témoigne l'abondante production née du théâtre, de l'opéra, de la peinture ou du cinéma. De la transposition des comédies de Plaute sur la scène contemporaine à l'assassinat de Jules César sur grand écran, *L'Antiquité et la vie des arts* analyse comment ces différentes formes d'expression se sont emparées de la littérature et de la mythologie gréco-romaines, et propose également de nouvelles lectures des textes anciens, notamment du théâtre grec, pour en tirer le meilleur et le plus juste parti au regard de la mise en scène. Cette démarche lie travaux scientifiques et expériences pédagogiques dans une réflexion fructueuse aussi bien pour le chercheur que pour l'enseignant en collège et lycée. L'ouvrage est un fidèle compte-rendu des journées de la CNARELA (Coordination nationale des associations régionales d'enseignants de langues anciennes) organisées en 2009 par l'ARELAB (Association régionale des enseignants de langues anciennes de l'académie de Besançon) et l'ISTA (Institut des sciences et techniques de l'Antiquité) de l'université de Franche-Comté.

David S. (édité par), *L'Antiquité et la vie des arts*, Presses universitaires de Franche-Comté, collection « Pratiques et techniques », septembre 2012

« De Jaurès à Pétain »
Itinéraires de L.-O. Frossard

Personnage haut en couleurs et figure incontournable de la scène politique de l'entre-deux-guerres, Ludovic-Oscar Frossard mène carrière de la Franche-Comté à Paris en passant par les Antilles, occupe des fonctions publiques très diverses et prend des virages politiques pour le moins audacieux. Étonnante, complexe, nourrie de paradoxes, son histoire méritait d'être racontée dans un ouvrage dépassant les grands traits qui habituellement dessinent son portrait : le jeune instituteur révoqué en 1913 pour antimilitarisme, la rencontre avec Lénine, Trotsky, puis Léon Blum, Jaurès ou encore Laval et Pétain, la découverte du socialisme, la création du parti communiste français dont il est le premier secrétaire, les ruptures avec l'une et l'autre des deux obédiences, la mairie de Ronchamp (70) et les ministères d'État, le soutien au régime de Vichy, le journalisme…

Francis Peroz est enseignant en histoire et chercheur associé au laboratoire RECITS de l'UTBM. Au-delà des clivages parfois simplificateurs, il étoffe d'archives inédites la biographie de Frossard pour une lecture complète du personnage et des familles de pensées de la première moitié du XXe siècle qu'il incarne, dans un ouvrage intitulé *De Jaurès à Pétain*. Une allusion directe au titre *De Jaurès à Léon Blum*, un livre écrit par Frossard celui-là.

Peroz F., *De Jaurès à Pétain. Itinéraires de L.-O. Frossard*, Pôle éditorial de l'UTBM, juillet 2012

« Penser l'esclavage »

De l'Antiquité au monde contemporain, d'un bout à l'autre de la planète, les continents et les sociétés ont tous eu affaire à l'esclavage à un moment ou à un autre de leur histoire. Servitude, dépendance, sujétion… les termes sont nombreux à décrire les formes et à qualifier les situations rencontrées à travers le temps et l'espace. L'ouvrage *Penser l'esclavage* s'attache à en étudier les aspects historiques et culturels : que cache la notion de domination ? Quelle idéologie peut justifier l'asservissement ? Comment l'imaginaire des sociétés travaille-t-il autour du mythe, et quelles réécritures de l'esclavage sont-elles parfois données ?

Recherches sociologiques, historiques et culturelles émanant de spécialistes de ces sujets alimentent les chapitres de ce livre à très large spectre.

Gonzales A. (édité par), *Penser l'esclavage - Modèles antiques, pratiques modernes, problématiques contemporaines*, Presses universitaires de Franche-Comté, collection « Institut des sciences et techniques de l'Antiquité », 2012

Micro-horloge atomique : vers une rupture de technologie

Sept ans d'une réflexion concrétisée par un programme de recherche national puis un consortium européen : le projet de micro-horloge atomique piloté par l'Institut FEMTO-ST arrive à son terme avec la réalisation d'un prototype opérationnel et l'ambition d'un développement prometteur sur un marché en attente. La petite merveille technologique a remporté un micron d'or au salon Micronora en septembre dernier.

Dans un volume de 15 cm³, la micro-horloge atomique renferme les savoir-faire les plus pointus en physique atomique, optique, électronique et microfabrication. Elle affiche de bonnes performances de stabilité, de l'ordre de 10^{-11}, correspondant à une dérive d'une microseconde par jour. Les 150 mW nécessaires à son fonctionnement sont fournis par une simple pile ou une batterie. Enfin, son faible encombrement en fait une horloge embarquée idéale. Autant d'atouts remarqués par les membres du jury du salon Micronora organisé en septembre à Besançon, qui ont valu un micron d'or à Rodolphe Boudot et Nicolas Passilly, porteurs du projet à FEMTO-ST. Rodolphe Boudot est chercheur au département Temps-Fréquence, Nicolas Passilly fait partie du département MN2S : leur association est à l'image du consortium qui, depuis quatre ans, réunit des spécialistes de dix laboratoires académiques et industriels européens, dont seule la collaboration pouvait déboucher sur ce pur produit de science et de technologie.

La micro-horloge *made in Europe* est armée pour concurrencer son homologue américaine, qui témoigne d'une avance relative dans le domaine. L'enjeu est de taille. « L'horloge atomique devrait à terme remplacer l'oscillateur à quartz, arrivé à la limite de ses performances. Elle présente d'ores et déjà des records supérieurs de deux ordres de grandeur en termes de stabilité à long terme » assure Nicolas Passilly. Une multitude d'applications comportant des horloges embarquées comme les systèmes de télécommunication, les téléphones portables ou systèmes GPS sont concernés. Les réseaux électriques ou de capteurs aussi, qui ont besoin d'une horloge locale pour assurer leur synchronisation, tout comme le domaine de la défense, pour qui un garde-temps de grande qualité assure des géolocalisations hyper précises, le tout avec rapidité. Opérationnelle en quelques dizaines de secondes, quand l'oscillateur quartz demande une demi-heure de mise en route, la micro-horloge atomique fait là aussi la preuve de sa supériorité.

Sandwich au césium

Comme ses grandes sœurs chargées de délivrer le temps atomique international, la micro-horloge met en jeu des atomes de césium. Mais l'exploitation d'un principe physique dit piégeage cohérent de population par lequel on sonde la transition d'horloge par méthode « tout optique » a permis son extrême miniaturisation. De nombreuses innovations ont accompagné sa conception, dont le cœur de l'horloge, une cellule de césium développée à Besançon selon des méthodes de microfabrication originales. La cellule peut être imagin+ée comme une sorte de sandwich, comprenant deux tranches de verre emprisonnant une tranche de silicium, elle-même percée d'une cavité destinée à recueillir les atomes de césium. Pour garantir une qualité parfaite de la soudure des tranches, l'inclusion des atomes se fait postérieurement à cette étape, grâce à une capsule métallique de césium placée à proximité directe de la cavité en verre. Un faisceau laser traverse le verre et chauffe le césium, qui se transforme en vapeur : les atomes peuvent alors migrer vers la cavité en verre. Injecté au préalable, un gaz « tampon » évite que la course des atomes se termine trop vite contre les parois de la cavité. En les obligeant à suivre une trajectoire plusieurs fois déviée sous son influence, le gaz confère aux atomes une « durée de vie » plus longue dans l'état excité adéquat, ce qui détermine directement la stabilité de fréquence de l'horloge.

Parallèlement à la poursuite de leurs activités de recherche, Rodolphe Boudot et Nicolas Passilly vont désormais amener le projet sur la voie du transfert technologique, où un nouveau consortium, d'industriels cette fois, se chargera de prendre le relais pour la fabrication et la commercialisation de la micro-horloge atomique.

➡**Contact** : Rodolphe Boudot - Nicolas Passilly - Temps-Fréquence / MN2S - Institut FEMTO-ST - Université de Franche-Comté / ENSMM / UTBM / CNRS - Tél. (0033/0) 3 81 40 28 56 / 3 81 66 66 19 - rodolphe.boudot@femto-st.fr / nicolas.passilly@femto-st.fr

Économie : SOS environnement

Déterminer la responsabilité des firmes industrielles dans la survenue de catastrophes environnementales n'est pas chose aisée, pas plus que leur faire payer l'addition. Des recherches menées en économie aident à élaborer des instruments politiques adaptés, visant en premier lieu à limiter les risques.
Économiste de l'environnement, Yolande Hiriart consacre ses travaux à ce thème depuis une dizaine d'années. Enseignant-chercheur au CRESE – Centre de recherche sur les stratégies économiques – à l'université de Franche-Comté depuis deux ans, elle vient d'être nommée membre de l'Institut universitaire de France.

Marées noires sur les côtes, naufrages de stations pétrolières, accidents d'usines… S'ajoutant aux pollutions quotidiennes générées par l'activité humaine, de nombreux accidents provoquent des désastres environnementaux majeurs. Afin de mieux gérer ce risque, qu'il s'agisse de le prévenir ou d'exiger réparation quand malheureusement il est trop tard, les recherches en économie aident à élaborer les meilleurs instruments politiques possibles.
« Le régulateur comme le juge ne disposent en général pas de l'ensemble des informations pertinentes pour établir la responsabilité des firmes impliquées, qui ont tout intérêt à dissimuler certaines données » pose d'emblée Yolande Hiriart, économiste de l'environnement au CRESE. Pour contourner cet écueil et permettre aux autorités d'élaborer des politiques en meilleure connaissance de cause, les économistes conçoivent des mécanismes qui tiennent compte de la manière de faire des entreprises, de leur façon d'opérer des choix budgétaires en matière de prévention et de gestion des risques de pollution.

Engager la responsabilité des entreprises polluantes

En France comme dans d'autres pays d'Europe, les politiques environnementales reposent encore largement sur la régulation traditionnelle, et la responsabilité dans le domaine est plutôt inopérante en cas d'accident. Les pouvoirs publics se substituent alors aux firmes pour régler la note de la pollution. La directive européenne de 2004[1] pose les premiers jalons d'un régime de responsabilité dit avec faute, voulant sanctionner un pollueur dont la négligence est avérée. Le régime de responsabilité stricte ne tient pas compte de la notion de faute. Tel qu'il est appliqué aux USA, il s'étend de plus aux partenaires de l'entreprise incriminée et engage financièrement ses filiales, banquiers, fournisseurs, voire ses clients.
Les travaux de Yolande Hiriart portent sur l'articulation entre les instruments de régulation préventifs et les régimes de responsabilité à activer en cas de survenue d'un accident, et comparent l'efficacité des systèmes mis en place d'un pays à un autre. Plusieurs années de recherches amènent aujourd'hui à éprouver les théories grâce à des tests empiriques. Des premières expériences ont été menées à l'Institut Max Planck de Iéna, un important centre d'expérimentation économique, à l'apport technologique essentiel. Dans une mise en scène artificielle mais proche d'une certaine réalité puisqu'elle met en jeu de véritables sommes d'argent, des étudiants prennent le rôle de dirigeants d'entreprises à qui l'on demande de faire des choix en fonction d'un budget et d'événements survenant au cours de différents scénarios. « Les expériences sont élaborées de manière décontextualisée, pour ne pas introduire de biais risquant de fausser l'interprétation des résultats. »
Si les premières pistes indiquent que l'existence d'un régime de responsabilité, quel qu'il soit, amène à davantage de prévention, il faudra encore de nombreux tests pour donner corps à la recherche théorique. La nomination de Yolande Hiriart à l'Institut universitaire de France au titre de membre junior, pour cinq ans, arrive à point nommé et lui donne les moyens de poursuivre efficacement des travaux prometteurs en matière de régulation des risques environnementaux.

[1] Directive du Parlement européen et du Conseil sur la responsabilité environnementale en vue de la prévention et de la réparation des dommages environnementaux.

➡ **Contact** : Yolande Hiriart - CRESE - Université de Franche-Comté - Tél. (0033/0) 3 81 66 68 26 - yolande.hiriart@univ-fcomte.fr

Environnement humainement modifié : les conséquences sur la santé

De tout temps, l'activité de l'homme, ses prises de position politiques, ses choix économiques et technologiques ont influé sur l'environnement. Des transformations qui, à leur tour, peuvent avoir des répercussions sur la santé humaine. Si tout le monde ne s'accorde pas sur le caractère de suspicion et de fatalisme avec lequel la boucle est souvent bouclée, surveiller et saisir les liens entre l'homme, son environnement et sa santé s'avèrent une préoccupation fondamentale.

Les sources potentielles d'effets nocifs sur la santé que représentent les allergènes, parasites, éléments traces métalliques, bruit, ondes électromagnétiques, pesticides et autres OGM appellent les analyses et les techniques les plus pointues pour tenter de comprendre les mécanismes de systèmes complexes.

L'activité humaine transforme les paysages et apporte son lot de modifications aux écosystèmes. Les capacités d'adaptation des êtres vivants sont telles qu'à leur tour la faune et la flore investissent d'une nouvelle façon l'environnement. Un contexte parfois favorable à l'émergence de pathologies humaines ou à la propagation d'épidémies. Ainsi, sur certaines terres d'Amérique du Sud, le déboisement favorise la pullulation de moustiques, vecteurs du paludisme ; le rejet de nitrates est responsable de la prolifération d'algues vertes sur les côtes bretonnes, infestées de gaz toxiques.

Enseignant-chercheur en écologie au laboratoire Chrono-environnement, Patrick Giraudoux traque inlassablement les stigmates de l'échinococcose alvéolaire à travers le monde.
Les causes et les modes de diffusion de cette maladie parasitaire impliquant la faune sauvage avec des espèces comme le renard et de nombreux rongeurs, en font un véritable cas d'école, qui montre à quel point les solutions sont complexes pour tenter de concilier progrès de l'humanité, respect de l'environnement et santé des populations.

Entre deux maux choisir le moindre

Les bouleversements environnementaux procèdent souvent de choix politiques et économiques. Depuis le démantèlement de l'empire soviétique et la fin d'une politique favorable à l'agriculture, la jeune république du Kirghizistan a vu ses plateaux d'altitude cultivés se recouvrir d'herbe, et se renforcer l'élevage de moutons. Transformés en prairies permanentes, les lieux sont favorables à la prolifération d'*Ellobius tancrei* qui, dans la famille des campagnols, est un hôte excellent pour l'échinocoque alvéolaire. 7 % des habitants de la région étudiée sont aujourd'hui touchés par la maladie, l'échinococcose alvéolaire.

Convocation des chiens pour administration de vermifuge (Kirghizistan)

En Europe, la vaccination systématique des renards pour venir à bout de la rage a eu pour conséquence l'augmentation de cette population-hôte du parasite. L'échinococcose s'est dès lors propagée sur le territoire. Elle gagne aujourd'hui peu à peu l'extrême ouest de la France, le Nord de l'Europe, la Hollande, le Danemark et menace la Grande Bretagne, un pays jusqu'à présent indemne. L'approche liant environnement, écologie et évolution économique développée au laboratoire Chrono-environnement permet de suivre la progression de l'échinococcose en Europe et de comprendre pourquoi des foyers apparaissent en Asie. Patrick Giraudoux rappelle que nous évoluons dans un monde vivant et qu'à ce titre nous devons accepter qu'il n'existe pas de risque zéro en termes de maladie. « Nous devons faire des choix sociétaux avec leurs avantages et leurs inconvénients. Prendre des dispositions de veille sanitaire et de prévention, mais aussi accepter la maladie dans une certaine mesure plutôt qu'intervenir sur le milieu et risquer de voir se développer d'autres maladies ou d'autres déséquilibres écologiques majeurs et encore plus coûteux. »

Le choléra : un fléau, pas une fatalité

C'est grâce à l'approche éco-épidémiologique caractéristique du laboratoire Chrono-environnement qu'il a été possible de comprendre et d'aborder autrement le fléau du choléra.

Partie d'Asie, la pandémie se propage à travers le monde au début du XIXe siècle, mais ne touche véritablement l'Afrique que dans les années 1970, où le choléra sévit depuis de façon endémique.

Originaire de la République démocratique du Congo, Didier Bompangue Nkoko est à la fois chercheur au laboratoire Chrono-environnement et enseignant à la faculté de médecine de l'université de Kinshasa. Il explique comment l'environnement crée les conditions de développement de la maladie. « L'accélération et l'intensification des flux migratoires ont été à l'origine non seulement de la première pandémie de choléra au début du XIXe siècle, mais aussi des premières épidémies ayant atteint l'Afrique continentale au début des années 1970. » Par ailleurs, l'urbanisation rapide et anarchique de certains pays, ignorant l'installation de réseaux d'assainissement, devient un excellent vecteur d'amplification et de propagation du choléra, qui s'installe durablement, se manifestant par flambées suivies d'accalmies. Didier Bompangue Nkoko refuse le fatalisme qui l'accompagne et trouve dans la méthode bisontine le moyen de pallier le manque d'argent et des arguments pour convaincre. En République démocratique du Congo, qui compte à elle seule 14 % des cas de choléra dans le monde, il recense les données épidémiologiques de toutes les zones de santé du pays. Si leur analyse globale atteste la présence du choléra tout au long de l'année dans la région des grands lacs, dans une ville comme Kalemie par exemple, un zoom montre des disparités criantes selon les quartiers. Certains sont indemnes la plupart du temps, quand d'autres sont des foyers de résurgence régulière de la maladie. Dès lors, il devient possible de cibler les actions sur des zones précises pour neutraliser les foyers régulièrement réactivés (prise en charge curative précoce, distribution de produits chlorés...). Si le choléra n'est pas encore éliminé sur ces zones comme espéré, les résultats au terme de quatre ans sont encourageants : les flambées de choléra sont désormais inférieures à trois semaines et moins fréquentes, concernent nettement moins de cas et sont confinées géographiquement. Le modèle est aujourd'hui repris en Guinée et en Haïti, où l'épidémie de choléra consécutive au tremblement de terre de 2010 est toujours active. À cheval entre action et recherche, il replace un processus dans son système pour l'appréhender dans sa globalité et sa réalité.

Préparation d'une structure de prise en charge curative des cas de choléra dans une zone montagneuse en Haïti, février 2011

Menaces sur la chaîne alimentaire

Pierre-Marie Badot, enseignant-chercheur en biologie et président du comité d'experts spécialisés Évaluation des risques chimiques dans les aliments de l'ANSES [1], développe ses recherches selon un principe similaire. Ses travaux fondamentaux visent à comprendre les phénomènes de transfert de contaminants et les mécanismes qui les sous-tendent tout au long des réseaux trophiques, et notamment de la chaîne alimentaire qui aboutit à l'homme.

Des travaux actuels montrent par exemple comment différentes espèces de poissons bio-accumulent des polluants persistants et toxiques à très faibles doses tels que les PCB, plus connus sous le nom de pyralène qui était utilisé dans les transformateurs. À exposition identique, le type d'habitat dans lequel les poissons évoluent, leur régime alimentaire et plus généralement leur physiologie expliquent les différences de concentrations de PCB observées entre les espèces.

[1] Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail

À partir de ces résultats, il devient possible de hiérarchiser les risques liés à la consommation d'une espèce plutôt qu'une autre. C'est sur ce genre de travaux que s'appuient les agences de sécurité sanitaire pour établir leur avis et conseiller les pouvoirs publics.
« Pendant très longtemps, on s'est essentiellement débarrassé des polluants en les libérant dans l'atmosphère ou dans l'eau en escomptant que leur dilution dans de grands volumes suffirait à abaisser leur concentration en dessous des seuils de toxicité ; on a en réalité largement ignoré le phénomène suivant : le fonctionnement des systèmes écologiques favorise souvent la concentration des contaminants au sein de certains milieux et / ou de certains organismes vivants. Ces polluants peuvent, pour reprendre le même exemple, contaminer les tonnes de végétaux, puis de poissons qui ont contribué à alimenter un prédateur de bout de chaîne comme le brochet ou le thon. En définitive, les polluants peuvent se retrouver à des niveaux significatifs dans ces derniers maillons de la chaîne, c'est-à-dire dans notre assiette. »

Info ou intox ?

Le dernier scandale médiatico-scientifique autour de la recherche menée par le toxicologue Gilles-Éric Séralini sur les OGM relance le débat sur la qualité de l'information transmise au public. S'il prend position vis-à-vis des insuffisances de cet article, Pierre-Marie Badot estime qu'il est de la responsabilité de la communauté scientifique de porter l'information à la connaissance du plus grand nombre, sans sensationnalisme et avec toute la prudence nécessaire quand les résultats sont controversés. « Loin d'avoir apporté une réponse définitive à la question, les résultats de l'équipe de Caen augmentent au contraire l'incertitude scientifique attachée à la dangerosité des OGM. Ils doivent être évalués et au besoin répliqués. » Pour Pierre-Marie Badot, « le risque écologique des OGM est moins médiatisé mais il mérite tout autant d'être expertisé. L'introduction sans précaution dans la nature d'organismes présentant un avantage compétitif par rapport aux espèces naturellement présentes peut potentiellement entraîner des bouleversements écologiques profonds. »
Il conclut de façon générale : « L'un de nos rôles en qualité de chercheur consiste à transmettre au public l'état des connaissances, notamment sur les thèmes faisant débat (le nucléaire, le climat, les OGM, les radiofréquences…), connaissances assorties des incertitudes qui leur sont attachées. Ainsi, tout un chacun serait-il en position de forger son opinion, de participer aux choix de société et de contribuer à la définition du monde dans lequel il souhaite vivre et ce, en toute connaissance de cause. »

Le milieu agricole cultive les paradoxes

Responsable du service pneumologie du CHRU de Besançon, Jean-Charles Dalphin souligne, lui, la complicité parfois insoupçonnée de l'environnement, et montre que le monde agricole joue dans le sens d'une diminution du risque d'asthme ou d'autres manifestations de type allergique. Des études épidémiologiques sont menées à ce sujet en Franche-Comté depuis vingt-cinq ans et s'inscrivent dans le cadre de recherches conduites au sein d'un consortium européen. Les résultats attestent le rôle protecteur du milieu agricole laitier. « Naître dans une ferme diminue au moins de moitié le risque d'allergie » assène Jean-Charles Dalphin. Partisan de la théorie hygiéniste, il explique que dans les pays développés, nous sommes beaucoup moins exposés aux microbes qu'avant. Notre système immunitaire s'est détourné de son objectif de lutte contre les maladies infectieuses pour se concentrer sur les allergènes, ce qui n'est *a priori* pas son rôle. « Dans les exploitations laitières traditionnelles, la concentration microbienne est toujours très forte et sollicite le système immunitaire d'un enfant à un moment clé de sa maturation, à savoir juste avant sa naissance et au cours des premiers mois de sa vie. » Promenades à l'étable dès le plus jeune âge et consommation de produits à base de lait cru seraient donc d'excellents moyens de se prémunir de l'allergie. En dehors des environnements très exposés aux pesticides et insecticides, le milieu agricole fait par

ailleurs état d'un nombre de cancers, notamment du poumon, significativement inférieur à celui de la population globale.
Prévention des cancers et « immunité allergique » pourraient bien trouver des racines communes dans la famille des endotoxines : composants des membranes cellulaires de nombreuses bactéries largement présentes à la ferme, les endotoxines sont réputées à la fois pour leurs propriétés pro-inflammatoires et antitumorales. L'idée qu'elles stimuleraient les défenses immunitaires des enfants tout en protégeant leurs aînés du risque de cancer est issue de résultats d'études épidémiologiques nationales auxquelles le CHRU de Besançon est associé, et appelle de nouvelles recherches.

Pollens + ETM = allergies en hausse

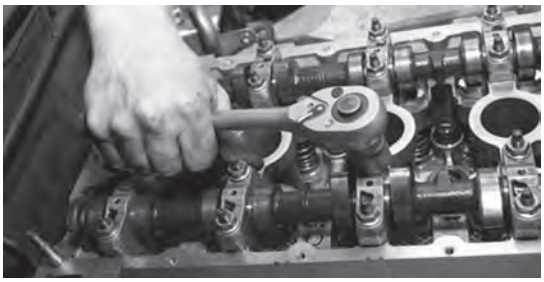
D'autres pistes évoquent la multiplication des allergènes, en raison par exemple du confinement des maisons ou de l'augmentation du nombre des animaux domestiques, pour expliquer le triplement des maladies allergiques en trente ans dans les pays industrialisés. Enseignant-chercheur en écotoxicologie, Nadine Bernard s'intéresse aux polluants atmosphériques, à leur mesure et à leurs impacts sur les organismes biologiques. Partant d'un constat *a priori* contradictoire, se jouant encore une fois entre ville et campagne, elle cherche à mettre en évidence pourquoi les allergies sont plus importantes en milieu urbain alors que la campagne présente une quantité et une palette plus larges de pollens, et surtout recèle des variétés plus allergisantes. En ville, les pollens se combineraient-ils à la pollution pour un effet plus nocif ? Pour tester cette inquiétante hypothèse, des pollens de différentes sortes ont été placés dans des enceintes reproduisant des conditions de pollution réelles. « On voit très nettement que les ETM – éléments traces métalliques – plomb, cadmium, zinc…, s'accrochent effectivement aux pollens. Mais à ce stade de l'expérience, nous ne savons pas encore s'ils sont absorbés par le pollen ou adsorbés, c'est-à-dire qu'ils se fixeraient dessus », explique Nadine Bernard. Mais quel que soit le processus, l'idée poursuit son chemin…
Prenant le relais de cette recherche, Anne-Pauline Bellanger, enseignant-chercheur en parasito-mycologie, a mis ces pollens en contact avec des cellules épithéliales respiratoires humaines pour mesurer leur impact sur l'organisme. Le test est reproduit selon divers degrés de pollution des pollens par les ETM. Dans tous les cas de figure, la réponse des cellules est allergique et inhibe le processus inflammatoire ; et elle tarde d'autant moins à se faire attendre que le pollen est pollué.

Moisson de micro-organismes

Cependant, l'allergie représente un phénomène aux multiples sources et symptômes. Ingénieur hospitalier spécialiste en parasitologie et mycologie, Gabriel Reboux travaille en collaboration avec des chercheurs d'autres disciplines, privilégiant le mélange des genres où champignons, acariens et autres bactéries se rencontrent. Dans ce contexte, le monde agricole se révèle un milieu particulièrement exposé. L'air ambiant d'une ferme affiche des teneurs en micro-organismes à une échelle 10^{10}. Par comparaison, celles d'un logement insalubre se mesurent à 10^3 quand un logement classique présente une moyenne d'une centaine de spores par m^3 d'air.
La maladie du poumon de fermier est une pneumopathie pour laquelle certaines méthodes d'exploitation favorisent la maladie, comme le conditionnement et le stockage du foin. En Franche-Comté l'AOC Comté exige l'utilisation quasi exclusive de foins pour la qualité du lait. Les grosses balles rondes non filmées sont très serrées. Faiblement ventilées, elles emprisonnent l'humidité et créent les conditions les plus favorables à la multiplication puis à la diffusion de millions de micro-organismes dans l'atmosphère de l'étable, conséquence d'une cascade de transformations du foin pendant le stockage aboutissant à la sélection d'espèces pathogènes.

Métaux « conducteurs » de bactéries

La maladie du poumon de mécanicien est une variante en milieu industriel. En partenariat avec vingt-cinq entreprises comtoises, les chercheurs du laboratoire ont mesuré dans les huiles de coupe la présence de *Mycobacterium immunogenum*, la principale bactérie incriminée dans le déclenchement des symptômes.
Ils ont mis en évidence que cette bactérie est présente dans le secteur automobile et non dans celui de la micromécanique : c'est la nature même des métaux mis en contact avec l'huile qui joue un rôle dans le développement de deux types d'environnements microbiens. Dans le premier cas, les dérivés d'aluminium utilisés favorisent la prolifération de la bactérie, quand le cuivre et l'acier employés dans l'autre réduisent sa présence à néant ou à de rares traces.



Outre les actions de prévention qu'elles impulsent, les analyses environnementales débouchent sur un meilleur dépistage de maladies souvent difficiles à identifier et sans doute sous-estimées en nombre de cas. « Nous travaillons à l'amélioration du diagnostic sérologique des patients grâce à des techniques moléculaires utilisant les micro-organismes présents dans l'environnement » explique Gabriel Reboux. Trente-cinq antigènes recombinants produits par génie génétique, représentant autant de marqueurs pour détecter la maladie, ont ainsi été mis au point au CHRU de Besançon en collaboration avec une équipe du CHUV de Lausanne, et devraient prochainement faire l'objet d'un dépôt de brevet.
Anne-Pauline Bellanger met elle aussi les techniques les plus pointues au service du diagnostic et de la recherche. Elle travaille en collaboration avec l'Établissement français du sang (EFS) sur les cellules dendritiques, à partir de prélèvements de plaquettes. « Présentes partout dans les muqueuses, ces cellules primaires se prêtent à des possibilités décuplées en termes d'analyses et permettent notamment de repérer les agents étiologiques de maladies comme le poumon de fermier ou de mécanicien. »

Champignon à haut risque

Aspergillus fumigatus est un champignon microscopique très courant que l'on trouve aussi bien dans l'air ambiant que dans le thé ou le poivre. Une présence anodine pour les personnes en bonne santé, mais un redoutable pathogène pour des patients immunodéprimés, entraînant parfois dans cette population des infections fongiques invasives mortelles. Le transfert des patients immunodéprimés d'une chambre stérile d'hôpital à un logement ordinaire peut s'avérer un vrai choc environnemental. Steffi Rocchi, dans une thèse préparée au laboratoire Chrono-environnement, cherche à déterminer les facteurs de risque fongique auprès de cinquante-cinq patients atteints de leucémie aiguë myéloïde. Un grand nombre de données, recueillies sur le terrain pendant trois ans, demande désormais à être analysé : mesures de contamination au CHRU, dans les couloirs et les chambres du service hématologie ; prélèvements répétés dans les chambres, salles de bains et pièces à vivre des logements ; suivi sur plusieurs années du dossier médical des patients. Car si l'on ne peut éradiquer un champignon aussi familier, comprendre où sont les facteurs de risque et comment éventuellement ils se combinent permettra de limiter son influence sur les organismes fragilisés. Steffi Rocchi a reçu en mai 2012 le prix Guy Voisard remis par la Société française de mycologie médicale pour ce travail.

Bruit : camion et télévision mesurent leur force

Gêne pour certains, polluant pour d'autres, le bruit se mesure sur une échelle variant de 0 à 140 décibels (dB), cet extrême correspondant au vacarme produit par une fusée au décollage. Le zéro absolu n'existe pas : un seul souffle sur le désert du Sahara ou le moindre déplacement d'une sauterelle dans une campagne reculée suffisent à émettre un son. Sur cette échelle, les valeurs ne s'additionnent pas

sous prétexte que deux sources s'ajoutent. Une tondeuse à l'œuvre dans un jardin émet 95 dB, et si elle partage l'espace avec une deuxième tondeuse identique, la mesure s'élève à 98 dB. Pourtant le bruit, lui, est bien multiplié par deux. C'est dire si la lecture de variations de décibels apparemment infimes dans une mesure cache en réalité des disparités éloquentes.

Une étude réalisée en pleine agglomération bisontine montre que le soir, les bruits extérieurs à un logement représentent 54 dB, quand à l'intérieur 61 dB règnent dans la pièce principale. « Le soir correspond à un pic de bruit intérieur que l'on ne soupçonnait pas, d'une importance telle qu'il dépasse largement le bruit de la ville », raconte Frédéric Mauny, médecin au Centre de méthodologie clinique du CHRU de Besançon et responsable scientifique de cette étude issue de la collaboration entre les laboratoires Chrono-environnement, ThéMA, FEMTO-ST et Psychologie.

Si l'on pousse plus avant l'analyse, on s'aperçoit, à cette période de la journée, que le bruit de la pièce à vivre est supérieur dans un logement individuel, alors que les chambres des logements collectifs sont les plus bruyantes. La faute peut-être à la télévision que l'on trouve plus fréquemment dans ces dernières, et qui, à elle seule, apporte un surplus de 4 dB. Un élément d'information important dans l'étude de l'impact du bruit sur les résultats scolaires des enfants. Dans la construction du savoir caractérisant l'apprentissage scolaire, l'assimilation des connaissances engrangées dans une journée se consolide le soir. « La mémorisation, la capacité d'abstraction et la compréhension sont des facteurs perturbés par le bruit. Et c'est l'apprentissage du français qui en pâtit le plus, remarque Sophie Pujol, ingénieure au CMC et doctorante à Chrono-environnement.

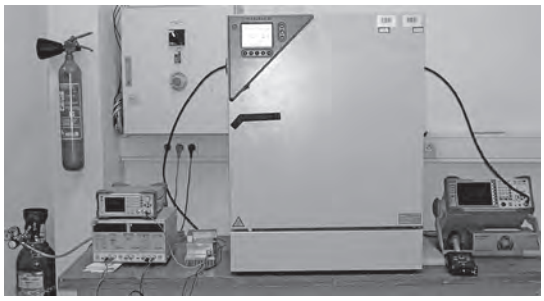
L'analyse du bruit et de son impact reste subtile et fait appel, outre le niveau de bruit mesurable, à des notions plus subjectives de perception, de sensibilité, de gêne exprimée. Le travail des chercheurs se poursuit dans ce sens, alors que le niveau de preuve scientifique est suffisamment élevé pour affirmer que le bruit est un facteur délétère dans la survenue de l'infarctus du myocarde, de l'hypertension et de troubles du sommeil.

Ondes de choc ?

Plus insidieuses que le bruit, les ondes électromagnétiques passent inaperçues de nos capteurs sensoriels. Dans ce domaine, la question des effets des ondes radiofréquence sur le cerveau humain se pose de façon récurrente. Les rapports de l'OMS et du « Grenelle de l'environnement » recommandent d'étudier en priorité les effets non thermiques des ondes, en particulier le fonctionnement et la transmission d'informations entre les cellules nerveuses. Les travaux menés conjointement par Daniel Fau, chercheur CNRS au département MN2S de l'Institut FEMTO-ST, et Pierre-Yves Risold, chercheur INSERM à l'IFR 133 (Ingénierie et biologie cellulaire et tissulaire) à Besançon, entrent pleinement dans ces préoccupations.

L'exposition de cellules de cerveaux de rats et de souris à des ondes radiofréquences utilisées dans les objets du quotidien vont bientôt donner leurs premiers résultats. « Nous travaillons sur les aspects cellulaires et moléculaires liés à l'expression de gènes », explique Pierre-Yves Risold, en particulier GABARAP-L1, une protéine impliquée dans les processus d'autophagie, lors d'un stress ou une agression, ainsi que les protéines régulatrices du calcium dans les neurones, dont la perturbation augmente le risque de mort cellulaire.

Concrètement, les échantillons de cerveau de rats et de souris se présentent sous forme de tranches respectant les connexions entre neurones. C'est plus précisément l'hippocampe qui est étudié, en raison des fonctions et des propriétés particulières qu'il présente : particulièrement sensible aux stress environnementaux, c'est de plus une zone responsable de la mémoire à court terme et de l'apprentissage, et le site des premières lésions de la maladie d'Alzheimer. »



L'incubateur est spécialement adapté à l'exposition aux radiofréquences

Les cellules ont été placées pendant vingt-quatre heures dans un incubateur reproduisant les conditions d'exposition aux radiofréquences les plus proches de la réalité (de l'ordre de 2 GHz) satisfaisant à des critères rigoureux de température,

d'humidité, de teneur en CO_2 », raconte Daniel Fau. L'étude a été menée à deux niveaux d'exposition : le premier correspond aux ondes émises par un téléphone lors d'une conversation ; le second à une puissance dix fois supérieure, équivalente aux ondes envoyées par le même téléphone lors de la recherche de correspondant, ou par un four micro-ondes imparfaitement isolé en fonctionnement.

MERODAS le fantôme

Le DAS, débit d'absorption spécifique, est l'une des caractéristiques clés de nos téléphones portables ; il mesure la quantité d'énergie que nous recevons des ondes radiofréquences et fait l'objet de contrôles répondant à des normes précises. Actuellement, la mesure est établie à partir d'un « fantôme », un récipient rempli d'un liquide aux propriétés électriques voisines de celles du corps humain ; au-dessus du liquide, un bras robotisé muni d'un capteur constitué de trois petites antennes scanne la surface pour mesurer les variations de son champ électrique lorsqu'il est placé à proximité d'un téléphone en fonctionnement. À l'Institut FEMTO-ST, en partenariat avec FRANCE TÉLÉCOM, TÉLÉCOM BRETAGNE et SATIMO, Sébastien Euphrasie et ses collègues ont renouvelé et amélioré le concept. Dans le nouvel appareil de mesure qu'ils ont mis au point, le récipient est fermé pour éviter l'évaporation du liquide, dont le recalibrage n'est plus nécessaire ; une matrice de capteurs remplace le bras robotisé et permet une mesure plus rapide. Ces capteurs sont fabriqués sans métal, ils ne risquent donc pas de dégrader le champ électromagnétique dans le liquide. « Ils utilisent des cristaux électro-optiques en tantalate de lithium, dont l'indice de réfraction se modifie en fonction du champ électrique, explique Sébastien Euphrasie. En fait, c'est la variation de la réflexion d'un laser par le cristal qui renseigne sur l'activité du champ électrique et permet sa mesure. »
La preuve de concept étant faite, ce fantôme nouvelle génération du projet MERODAS (Mesure automatique de DAS sans robot) attend que des entrepreneurs lui donnent vie sous forme industrielle.

Environnement avec un grand E

« La nature n'a pas de couloirs, seule une approche multiple permet de se reconnecter avec la réalité. » Ce *credo* affirmé par Gabriel Reboux semble résumer l'opinion de nombreux spécialistes. Des micro-organismes au bruit en passant par les pollens, la notion de multiexposition émerge pour expliquer comment se combinent différentes sources pour influer sur la santé humaine. Malgré sa complexité, elle est l'une des voies futures de la recherche.
Cette vision d'ensemble n'est pas sans rappeler la philosophie prévalant dans les approches éco-épidémiologiques, soucieuses de replacer un processus dans son contexte.

Contacts :
Laboratoire Chrono-environnement - Université de Franche-Comté / CNRS
Patrick Giraudoux - Tél. (0033/0) 3 81 66 57 45 - patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr
Didier Bompangue Nkoko - Tél. (0033/0) 3 81 66 57 10 - JoelleBop@yahoo.fr
Pierre-Marie Badot - Tél. (0033/0) 3 81 66 57 09 - pierre-marie.badot@univ-fcomte.fr
Jean-Charles Dalphin - Tél. (0033/0) 3 81 66 88 02 - jean-charles.dalphin@univ-fcomte.fr
Gabriel Reboux - Tél. (0033/0) 3 81 66 91 65 - gabriel.reboux@univ-fcomte.fr
Anne-Pauline Bellanger - Tél. (0033/0) 3 81 66 91 65 - apbellanger@chu-besancon.fr
Nadine Bernard - Tél. (0033/0) 3 81 66 57 89 - nadine.bernard@univ-fcomte.fr
Steffi Rocchi - Tél. (0033/0) 3 63 08 22 74 - steffirocchi@hotmail.com
Frédéric Mauny - Tél. (0033/0) 3 81 21 94 94 - frederic.mauny@univ-fcomte.fr
Sophie Pujol - Tél. (0033/0) 3 81 21 90 49 - sophie.pujol@univ-fcomte.fr

IFR 133 - Université de Franche-Comté / EFS B-FC / CHRU de Besançon / INSERM
Pierre-Yves Risold - Tél. (0033/0) 3 63 08 22 23 - pierre-yves.risold@univ-fcomte.fr

Institut FEMTO-ST - Université de Franche-Comté / ENSMM / UTBM / CNRS
Daniel Fau - Tél. (0033/0) 3 81 85 39 66 - daniel.fau@femto-st.fr
Sébastien Euphrasie - Tél. (0033/0) 3 81 85 39 20 - sebastien.euphrasie@femto-st.fr

Apprentis informaticiens

Ouverte cette rentrée à l'UTBM, la formation Informatique pour l'ingénierie des systèmes d'information conjugue diplôme d'ingénieur et apprentissage pour répondre de façon ciblée aux attentes du terrain.

Les études officielles et les retours de terrain le confirment : le secteur informatique a grand besoin de collaborateurs, en priorité d'ingénieurs. S'appuyant sur ce constat, soucieuse de répondre aux attentes des entreprises, notamment régionales, l'UTBM propose depuis septembre dernier un diplôme d'ingénieur en alternance. Pour bâtir un socle solide, la formation synthétise les enseignements des autres filières informatiques qui ont déjà fait leurs preuves à l'UTBM. L'apprentissage colore ensuite cette base d'une spécialisation en lien direct avec les projets de l'entreprise d'accueil.

« Depuis des PME jusqu'à des grands groupes industriels comme PEUGEOT, GENERAL ELECTRIC ou ALSTOM en passant par des sociétés de service, une vingtaine d'entreprises ont soutenu dès le départ notre démarche » confie Sid Lamrous, responsable de la formation intitulée Informatique pour l'ingénierie des systèmes d'information. Pas de problème de recrutement donc pour la vingtaine d'étudiants-apprentis inscrits en première année, ni pour la première promotion de dix-sept élèves dont le niveau et la qualité de la candidature ont permis une intégration directe en deuxième année. Près de la moitié de ces derniers proviennent du CNAM ou de la formation initiale de l'UTBM.

Informaticiens de terrain

Sur trois ans, le volume horaire des études se partage entre 1 800 heures de cours et 3 000 heures effectuées en entreprise, placées sous le tutorat d'enseignants de l'UTBM ou du CFAI, partenaire de la formation. Une large place est donc accordée au terrain. Sid Lamrous souligne par ailleurs que « les cours eux-mêmes s'orientent souvent vers les travaux pratiques, et les étudiants-apprentis se révèlent être un public très intéressé et très réactif. » On peut par ailleurs noter que 20 % des intervenants sont issus du monde de l'entreprise.

L'informatique est bien sûr largement représentée dans l'enseignement, avec les modules Langages et programmation, Systèmes d'information, Systèmes et réseaux, Aide à la décision. Les mathématiques font aussi partie du bagage scientifique, et les « humanités » chères à l'UTBM sont représentées par des modules de culture générale, d'expression et de communication. Les langues ne sont pas en reste et sont même proposées à la carte. Si l'anglais est obligatoire au niveau BULATS recommandé par la CTI (Commission des Titres d'Ingénieur) pour l'obtention du diplôme, une autre langue est possible pour les étudiants-apprentis ayant déjà le niveau. Le chinois, largement prisé par les entreprises comme par les étudiants, est proposé comme unité de valeur.

Gérer des systèmes informatiques complexes, utiliser des bases de données et des infrastructures réseaux, enfin intégrer culture d'entreprise et management de projets forgent l'esprit et la compétence des futurs diplômés, visiblement très attendus sur le marché du travail.

Une alternance à la formation d'ingénieur

La formation d'ingénieur informatique pour l'ingénierie des systèmes d'information, en apprentissage, complète quatre filières spécialisées assurées en présentiel à l'UTBM :

Image, interaction et réalité virtuelle

Les nouveaux métiers de l'image : modélisation et développement d'environnements 3D interactifs, jeux vidéo, analyse de scènes par vision artificielle, réalité virtuelle, imagerie médicale…

Réseaux et télécommunications

Techniques de transmission, réseaux hauts débits, réseaux locaux, réseaux cellulaires de radiocommunications…

Ingénierie des logiciels et de la connaissance

Maîtrise des bases de données, des méthodes de conception des architectures distribuées et de l'assurance qualité.

Logiciels embarqués et informatique mobile

Ingénierie des applications soumises à des contraintes de temps réel, des systèmes embarqués, des liaisons sans fil, des systèmes mobiles (géolocalisation).

Contact : Sid Lamrous - Université de technologie de Belfort - Montbéliard - Tél. (0033/0) 3 84 58 32 53 - sid.lamrous@utbm.fr

Lourdes, les coulisses du miracle

Et si le sanctuaire de Lourdes avait été créé par nécessité politique autant que par conviction religieuse ? L'extraordinaire mouvement de foule provoqué par les visions de Bernadette Soubirous pose très vite problème aux autorités et oblige à prendre des mesures d'encadrement. Un constat rétrospectif que livre une recherche en sociologie dans les archives du plus célèbre lieu de dévotion catholique français.

1858 - À Lourdes, Bernadette Soubirous et ses visions, puis les déclarations des premières guérisons dites miraculeuses attirent un public toujours plus nombreux. À tel point que chacun des mouvements de foule prend des allures d'événement et inquiète jusqu'aux plus hauts niveaux de l'administration impériale, encore sensible au souvenir d'épisodes révolutionnaires douloureux. La foule fait peur, elle menace l'ordre public et doit être canalisée. Parallèlement, le jugement rendu en 1862 par l'évêque de Tarbes, reconnaissant « l'authenticité des apparitions » et de certaines guérisons, veut donner un sens et un caractère plus orthodoxe au rassemblement spontané de milliers de personnes à l'entrée d'une grotte, en un lieu désert. L'organisation des premiers pèlerinages ne permet-elle pas de contrôler cette foule ?

Des acteurs de premier plan

C'est en accédant aux archives du sanctuaire que Laetitia Ogorzelec étaye sa thèse de sociologie. Les événements qui marquent la ville de Lourdes en 1858 sont considérés sous le regard d'acteurs mis pour la première fois sur le devant de la scène, commissaire, maire, préfet, procureur, ministres, ecclésiastiques… « La circulation des rapports et des comptes-rendus, l'enchevêtrement des échanges entre les institutions administratives et religieuses montrent à quel point le processus est complexe et rend ces acteurs hésitants et incertains. »

Extrait de R. Laurentin, *Lourdes, Documents Authentiques*, P. Lethielleux, Paris, 1957

Dans le cadre de cette stratégie d'encadrement des événements s'inscrit, en 1883, au sein même du sanctuaire de Lourdes, la création d'une instance médicale chargée de contrôler les revendications de guérisons miraculeuses. Pour garder toute crédibilité, l'Église appuiera ses décisions sur l'expertise scientifique et incontestable de la médecine. Le Bureau médical, chargé de statuer sur la réalité, la persistance et le caractère inexplicable d'une guérison, selon des critères de jugement rigoureux, est considéré comme une véritable « police des miracles ». Pour donner une idée de son effet filtrant, il suffit de rappeler que, depuis 1858, les autorités médicales de Lourdes ont enregistré un peu plus de 7 000 déclarations de guérisons, qu'environ 2 000 d'entre elles ont été estimées « inexplicables en l'état des connaissances médicales », mais que seulement 68 ont été officiellement reconnues « miraculeuses » par l'Église, dont la dernière, toute récente, date du 11 octobre 2012.

Vers une nouvelle définition du miracle ?

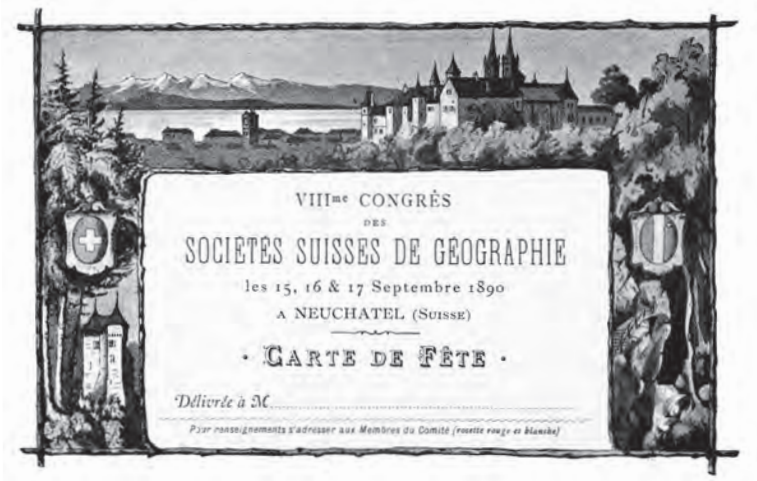
L'analyse des dossiers des miraculés permet à Laetitia Ogorzelec d'accéder « à la porte dérobée du miracle en train de se faire ». Courriers, témoignages, expertises médicales et rapports ecclésiastiques sont autant d'éléments qui montrent comment les médecins et les prêtres ont forgé leur jugement, justifié leurs décisions et parfois opéré un consensus pour qualifier une guérison de miraculeuse. Aujourd'hui, l'évolution des maladies et les progrès de la science se conjuguent au caractère relativiste de la médecine, à qui il est devenu difficile d'affirmer le caractère à la fois inexplicable et définitif d'une guérison comme par le passé. Plus que le prodige organique, le miracle s'attache au salut de l'âme. Bien-être et paix intérieure sont les nouvelles réponses aux attentes des pèlerins.

➡ **Contact** : Laetitia Ogorzelec - LASA — Laboratoire de sociologie et d'anthropologie - Université de Franche-Comté
Tél. (0033/0) 3 81 66 53 39 - laetitia.ogorzelec@gmail.com

La géographie pense le monde

« Le 5 février 1885, à 4 heures du soir, il y a exactement 25 ans, moins la demi-heure d'avance que nous a value l'adoption en Suisse de l'heure de l'Europe centrale – la précision est une vertu que les géographes ne sauraient trop cultiver – la séance constitutive de la Société neuchâteloise de géographie était ouverte. » Discours d'Arthur Dubied, président de la Société neuchâteloise de géographie, 1910.

La Société neuchâteloise de géographie (SNG) naît en 1885 alors que la discipline commence à prendre les contours modernes qu'on lui prête aujourd'hui. Au rang de ses activités figure l'édition d'un *Bulletin*, réputé l'un des plus anciens de géographie de la francophonie.
Chaque quart de siècle, la tradition veut que l'on célèbre cet anniversaire : *La « pensée du monde »* marque le 125e. Cet ouvrage commémoratif reprend treize textes publiés dans le *Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie* (BSNG) à ses débuts, reflétant l'idée que l'on se faisait de la géographie à la Belle Époque.



Évitant les pièges de la condescendance, qui jugerait le présent supérieur au passé, et de l'anachronisme, interprétant les textes d'un temps révolu avec des clés de compréhension actuelles, l'ouvrage veut inscrire la « pensée du monde » dans son univers réel. Les articles sélectionnés sont reproduits intégralement, et les commentaires des géographes d'aujourd'hui, donnant à la lecture un relief supplémentaire, sont attentifs à éviter de tels écueils. Les textes choisis illustrent quatre grands thèmes au cœur des préoccupations d'alors : la définition et l'objet de la discipline, les relations entre l'homme et son environnement, la géographie régionale et la géographie d'exploration.
Selon les dires de Patrick Rérat et Étienne Piguet, tous deux enseignants-chercheurs en géographie à l'université de Neuchâtel et coauteurs de ce livre, « la sélection fut difficile, mais passionnante. » En voici quelques extraits.

Définition et objet de la discipline

À la fin du XIXe siècle, la géographie, limitée à sa vocation descriptive, n'a pas encore atteint le statut de véritable discipline. Le besoin de réformer l'enseignement et de lui donner des moyens nouveaux se fait sentir, comme en témoigne en 1891 William Rosier, professeur à Genève. « On pourrait faire un livre bien curieux sur les erreurs géographiques admises par les meilleures autorités et perpétuées de génération en génération. Le géographe scrupuleux, jaloux de l'honneur de sa science, frémit à la pensée de toutes les choses hypothétiques que portent les cartes, et que l'on est tenté d'admettre comme exactes par ce seul fait qu'elles y figurent. Il y a quelques années, toutes les géographies donnaient comme principal sommet de l'Atlas marocain, le mont Miltsin ; or, les derniers voyageurs ont déclaré que ce nom est absolument inconnu au Maroc. La chaîne du Bolor, indiquée comme se trouvant en Asie centrale, les fameux monts de Kong, dessinés sous forme d'une large chenille, le long de la Guinée septentrionale, n'existent que dans l'imagination des cartographes. »

Les relations entre l'homme et son environnement

Elles élargissent la sphère de la géographie. Pour expliquer les phénomènes sociaux et humains, l'influence du milieu physique apparaît primordiale, mais fait l'objet de controverses. L'école allemande défend l'idée d'un « déterminisme naturel » quand l'école française penche en faveur du libre arbitre de l'homme dans l'exploitation des possibilités qui lui sont données. Dans cette dernière mouvance, le géographe Élisée Reclus réfute l'argument selon lequel les ressources alimentaires de base de la planète ne sauraient assurer la subsistance d'une population croissante. La Terre est alors peuplée de 1,5 milliard d'habitants. « Combien d'hommes pourraient vivre à leur aise sur le versant oriental du plateau mexicain, dans les Yungas de la Bolivie ou dans le bassin du Gange, tous pays où une surface de 15 mètres carrés suffit à fournir la nourriture d'un homme ? Est-il vrai, comme l'exposent Humboldt et Müller, que l'humanité tout entière pourrait trouver sa subsistance sur un espace de 22 500 kilomètres carrés, soit la 6 000e partie de la surface terrestre ? » (Extrait du BSNG, 1889 - 1890).

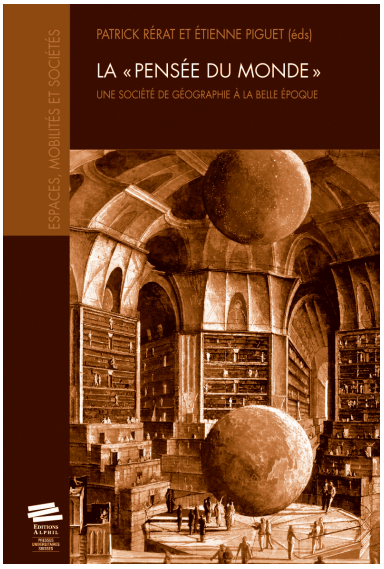
La géographie régionale

Bien que la SNG incite à la réalisation de monographies, peu d'articles sont consacrés dans son *Bulletin* aux caractéristiques physiques et sociales de petits territoires. Et si le genre se pratique un peu plus au début du XXe siècle, il concerne essentiellement les régions agricoles et rurales. Les premiers articles s'intéressant à la géographie urbaine témoignent du bouleversement qui s'opère sous le coup de l'industrialisation, de l'arrivée du chemin de fer, d'une forte croissance démographique et des migrations. Charles Biermann, docteur es lettres, évoque dans un article paru en 1907 la naissance de la ville de Renens en Suisse. « Ces avantages ont déterminé diverses maisons lausannoises, marchands de combustible, de fer, de pétrole, etc., à établir des entrepôts dans le voisinage de la gare de Renens, à laquelle une voie industrielle les unit. La gare aux marchandises, construite en 1877, est devenue trop petite : le tonnage local y a passé de 1 720 tonnes en 1878 à 60 149 en 1904. Le nombre des voyageurs expédiés a augmenté dans une proportion analogue : 7 000 en 1871, 199 000 en 1905. »

La géographie d'exploration

Les travaux de la SNG, relayés dans son *Bulletin*, se nourrissent du vécu d'explorateurs, de voyageurs et de commerçants, dont les carnets de voyages empreints d'exotisme piquent la curiosité des membres de la société, passionnés par la découverte du monde. Véritable genre littéraire à la fin du XIXe siècle, ces récits représentent un témoignage fort de l'époque coloniale. Les *Lettres sur la Bolivie* du professeur Frédéric Sacc paraissent en 1886 dans le BSNG. « Un des plus beaux arbres est le cotonnier qui, durant toute l'année, fournit une riche récolte du coton le plus long et le plus fin. Cette brillante fibre textile n'est employée jusqu'ici que par les Indiens, qui en font de superbes tissus, très forts et très résistants. Il est incroyable que personne, jusqu'ici, n'ait songé à l'exporter en Europe. Chaque année, l'Europe paye aux États-Unis, à l'Égypte et aux Indes orientales 600 000 000 de francs pour le coton nécessaire à ses manufactures, coton qu'à elles seules, les immenses forêts de la Bolivie peuvent lui fournir en bien meilleure qualité. »

Depuis 2008, le BSNG est publié sous un titre marquant davantage sa vocation scientifique : *Géo-Regards - Revue neuchâteloise de géographie*. L'ensemble de la collection a été numérisé par la bibliothèque publique et universitaire de Neuchâtel, qui rend ainsi accessible à tous des milliers de pages d'archives géographiques.



Rérat P. et Piguet E. (éditeurs), *La « pensée du monde », une société de géographie à la Belle Époque*, éditions Alphil, nov. 2011

Contact : Patrick Rérat - Étienne Piguet - Université de Neuchâtel - Tél. (0041/0) 32 718 16 38 / 19 19
patrick.rerat@unine.ch - etienne.piguet@unine.ch - http://doc.rero.ch

en direct est édité par :

Université de Franche-Comté
1, rue Claude Goudimel
25030 Besançon cedex
Président : Jacques Bahi
Tél. (0033/0) 3 81 66 50 03

Directeur de la publication :
Jacques Bahi
Rédaction : Catherine Tondu
Composition : Marie-Pierre Terreaux
et Rudolf van Keulen

Direction de la valorisation
Université de Franche-Comté
Tél. (0033/0) 3 81 66 20 88 / 20 95
endirect@univ-fcomte.fr
http://endirect.univ-fcomte.fr

Conception graphique
et mise en page : Gwladys Darlot
contact@gwladysdarlot.com
www.gwladysdarlot.com

Impression : Simon, Ornans
Imprim'vert

en association avec :

Université de technologie
de Belfort-Montbéliard
90010 Belfort cedex
Directeur : Pascal Brochet
Tél. (0033/0) 3 84 58 30 00

Université de Neuchâtel
Avenue du 1er mars 26
CH - 2000 Neuchâtel
Rectrice : Martine Rahier
Tél. (0041/0) 32 718 10 00

École nationale supérieure
de mécanique
et des microtechniques
Chemin de l'Épitaphe
25030 Besançon cedex
Directeur : Bernard Cretin
Tél. (0033/0) 3 81 40 27 00

Institut Pierre Vernier
24, rue Alain Savary
25000 Besançon
Directeur : Jean-Michel Paris
Tél. (0033/0) 3 81 40 57 08

Avec le soutien du Conseil régional de Franche-Comté, de la DIRECCTE, de la DRRT, du Conseil général du Territoire de Belfort. ISSN : 0987-254 X. Dépôt légal : à parution. Commission paritaire de presse : 2262 ADEP - 6 numéros par an.
Pour s'abonner gratuitement, formulaire en ligne sur http://endirect.univ-fcomte.fr