

Explorateur

Magazine scientifique de l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées



06 | mars 2017 | www.univ-toulouse.fr

Un peu d'humain dans la ville

IMPACT

Attentats-recherche :
les scientifiques toulousains
se mobilisent

INTELLIGENCE COLLECTIVE

Serious games,
jouer pour se former

PORTRAIT

Dominique Harribey,
le savoir-faire et le faire-savoir



Pour étudier en toute sérénité

SIMPLIFIEZ VOS DÉMARCHES !



Dans un seul lieu
à Toulouse :

l'accueil
welcome desk

CAF
CROUS
PRÉFECTURE
RECTORAT
UNIVERSITÉ FÉDÉRALE
ET AUSSI : E-AGENCE TISSÉO

9H > 17H DU LUNDI AU VENDREDI - 41 ALLÉES JULES GUESDE À TOULOUSE

MÉTRO : CARMES / PALAIS DE JUSTICE - TRAM : PALAIS DE JUSTICE

CONTACT : LACCUEIL@UNIV-TOULOUSE.FR



En partenariat avec :



Université
Fédérale
Toulouse
Midi-Pyrénées

Éclairer

un monde qui s'obscurcit

PAR **DANIEL LACROIX**

Président de l'Université Toulouse – Jean Jaurès



En ce début d'année 2017, chacun sait que les mois qui arrivent seront déterminants dans l'histoire des universités de Toulouse. Le processus engagé de recomposition du site en lien avec la volonté de récupérer le label et les fonds de l'IDEX va prendre une tournure définitive. Quels que soient les options finalement retenues et les résultats qui se profilent, le paysage de la recherche à Toulouse et dans sa région prendra une tournure nouvelle pour longtemps. Nous mettons toute notre énergie à l'Université Toulouse – Jean Jaurès pour collaborer avec nos partenaires dans l'intérêt général du site. La tâche est ardue mais exaltante.

Les universités où les sciences humaines et sociales et humanités dominant ont eu parfois des difficultés pour s'inscrire dans des démarches collaboratives et pluridisciplinaires, mais nous avons la ferme conviction qu'au contraire elles ont tout à gagner à s'ouvrir et à miser sur le dialogue avec les autres champs de la recherche scientifique, pour se désenclaver et apporter leur juste contribution au progrès de la connaissance. Il est désormais admis de tous que l'apport des SHS est indispensable aux grands programmes de recherche, ce qui n'est possible que lorsque celles-ci sont fortes sur leur socle disciplinaire. L'Université Toulouse - Jean Jaurès en porte en tout cas l'ambition.

Ce nouveau numéro d'*Exploreur* illustre la fécondité de ces principes. La ville est, par essence, une question pluridisciplinaire qui mobilise tant les SHS que les sciences exactes ou les sciences pour l'ingénieur et qui appelle de nouvelles collaborations entre grands champs disciplinaires, qu'il s'agisse pour la ville de faire face aux enjeux du réchauffement climatique ou à ceux de la « smart city », ou à ceux de la montée des inégalités sociales. Mais comme la ville, au-delà des nouvelles modalités de sa « fabrique » et de sa « gouvernance », reste avant tout un espace habité, comprendre ce qu'il s'y vit requiert les regards croisés des sciences qui s'intéressent aux hommes et à leurs sociétés. Et ce d'autant que, dans un monde qui s'est urbanisé au Nord comme au Sud, c'est bien dans la ville que trouvent à s'exprimer les mutations qui caractérisent nos sociétés contemporaines, qu'il s'agisse du rapport au travail, du rapport à l'autre, des conditions de l'exercice de la solidarité, de la nécessaire refondation de la démocratie...

D'autres sujets d'actualité relevant par essence des mêmes approches croisées partant des sciences humaines et sociales sont présents dans le magazine: droits de l'homme et terrorisme par exemple. L'on s'aperçoit au passage combien nos sociétés en mouvement, en crise et crispation perpétuels interrogent constamment le citoyen tout en mettant la politique dans le plus profond désarroi. Et l'on se retourne alors tout à coup vers les chercheurs investis dans les disciplines du sens pour éclairer un monde qui s'obscurcit. Ils nous répondent sans tarder, nous le voyons ici, apportant une pierre à l'édifice du savoir, gage de liberté et de démocratie. Rien moins. À Toulouse comme partout ailleurs dans le monde.

Directeur de la publication

Philippe Raimbault

Rédacteur en chef

Jean-François Hait

Codirection du magazine

Mélanie Duclombier
Catherine Gadon
Sylvie Roques

Comité de rédaction

Sabine Aubineau
David Charamel
Joy Cozar
Catherine Dematteis
Véronique Desruelles
Christine Ferran
Rita Franco
Catherine Gadon
Aurélien Garriga
Alexandra Guyard
Florence Lauriac
Marie Lemaire
Valeria Medina
Françoise Montet-Lattes
Sylvie Roques
Claude Torrecilla
Nadia Vujkovic

Secrétaire générale de rédaction

Valeria Medina

Ont participé à ce numéro

Anne Debroise, Anne Lesterlin,
Carina Louart, Pascal Nguyen,
Camille Pons.

Comité scientifique

Membres du Département recherche,
doctorat et valorisation (DRDV)

Responsable administratif et abonnements

Renaud Albert
renaud.albert@univ-toulouse.fr

Diffusion

Acti-médias

Direction artistique et mise en pages

Alexandra Pourcellé, Arekusu

Corrections

Josselin Rieu

Contacts

communication@univ-toulouse.fr
Tél. : 05 62 25 01 05

Impression



Imprimerie Evoluprint
Parc industriel Euronord
10, rue du Parc
31150 Bruguères

Dépôt légal : En cours
ISSN 2428-6575 (version papier)
ISSN 2428-6567 (version en ligne)
Tirage 7 500 exemplaires

Illustration de couverture:

Le projet d'habitat participatif CALLISTO,
au sein de l'écoquartier Vidailhan
à Balma (31). © Faire ville

Le magazine *Exploreur* est édité
par l'Université Fédérale



Toulouse Midi-Pyrénées:
41, allées Jules-Guesde
CS 61321
31013 TOULOUSE CEDEX 6

L'actualité scientifique de Toulouse



Abonnez-vous en **1 clic** et recevez *Exploreur*
chez vous **gratuitement**

4 numéros/an
dont 1 en anglais

www.univ-toulouse.fr/exploreur

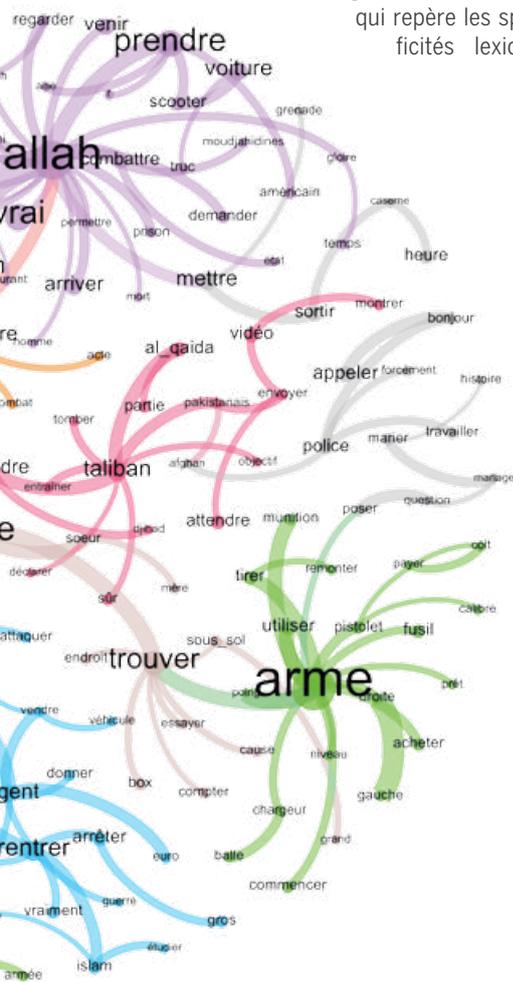


Il y a une structure dans le discours des terroristes

PASCAL MARCHAND

Professeur en sciences de l'information et de la communication à l'Université Toulouse III – Paul Sabatier, directeur du Laboratoire d'études et de recherches appliquées en sciences sociales (LERASS²)

« En France, la police et le monde universitaire ne se parlent pas vraiment », constate Pascal Marchand, spécialiste en lexicométrie, autrement dit l'analyse statistique d'un corpus textuel. D'où sa surprise lorsque le RAID³, intéressé par ses recherches, le contacte en 2012. Son laboratoire a en effet développé le logiciel libre *Iramuteq*⁴, qui repère les spécificités lexicales



des locuteurs et la dynamique d'un texte ou d'un discours. Le RAID ainsi que la police suisse ont fourni une quinzaine d'enregistrements de forcenés, preneurs d'otages, suicidaires ou terroristes dont Mohammed Merah. Objectif : analyser le discours pour mieux comprendre le déroulement des négociations afin de les mener de manière plus efficace. Résultat : « Il y a dans le discours une structure et une chronologie thématique toujours à peu près similaires, même dans les cas de sujets radicalisés dont le discours est pourtant essentiellement idéologique, souligne Pascal Marchand. Ceci suggère qu'on doit pouvoir mener une négociation avec un sujet radicalisé de la même manière qu'une négociation criminelle classique. Donc, même si l'attitude des djihadistes est souvent suicidaire, il ne faut pas renoncer au dialogue quand il est possible. »

L'interrogatoire des témoins est crucial

JACQUES PY

Professeur à l'Université Toulouse – Jean Jaurès, chercheur au laboratoire Cognition, langues, langage, ergonomie (CLLE⁵)

« On ne jure que par *Les Experts*, la police scientifique, l'ADN... Pourtant, l'interrogatoire des témoins est crucial dans la résolution d'une enquête criminelle », explique Jacques Py, chercheur en psychologie sociale et cognitive au CLLÉ. Mais pour obtenir le plus d'informations d'un témoin, les policiers doivent-ils le bombarder de questions ? Jacques Py pense au contraire qu'il faut le laisser parler librement. Il développe une méthode d'entretien cognitif. Mis à l'aise, le témoin est invité à faire un premier récit libre, qui restitue la structure générale des évé-

nements mais seulement 50 % des informations. Puis, un deuxième récit libre permet d'enrichir cette structure. « On demande alors au témoin de s'arrêter sur des détails de l'action, explique Jacques Py. Il s'agit en particulier de rapporter des conversations entendues, dont l'importance est grande dans les affaires de terrorisme » : qui a dit quoi, quels sont les responsables opérationnels, les idéologues, etc. Une aide précieuse pour la police, avec laquelle le chercheur entretient des liens étroits : il forme des enquêteurs de police depuis treize ans.

Capter d'infimes odeurs corporelles

ALEXANDRA TER HALLE

Chargée de recherches CNRS au laboratoire des Interactions moléculaires et de la réactivité chimique et photochimique (IMRCP⁶).

Les empreintes digitales ne sont pas la seule signature sans équivoque d'une personne. Il y a aussi l'odeur corporelle, propre à chacun de nous. C'est ce qui a conduit Alexandra Ter Halle à proposer dans le cadre du programme « Attentats-recherche » une application de ses travaux sur les organogels. Fabriqués à partir de solvant organique ou d'huile et d'un gélifiant, ces gels trouvent des applications en cosmétique. Les chercheurs leur ont rajouté des pores. Résultat : un patch de gel de 2 cm de diamètre équivalent à la surface d'un terrain de tennis. « Ce gel est ainsi capable de capter dans des vêtements, des bagages, etc. des quantités infinitésimales d'odeurs corporelles et de les concentrer. Il suffit ensuite de l'introduire dans un spectromètre de masse qui donnera la "signature" chimique de l'odeur, que l'on confrontera à une base de données d'odeurs collectées », explique Alexandra Ter Halle. Et donc d'identifier la présence d'un individu donné sur une scène de crime ou d'attentat. Un autre projet est en préparation avec l'Institut national de la police scientifique, à Toulouse, pour tester la méthode sur des traces d'explosifs .

◀ **Grappe des co-occurrences de termes dans des négociations en contexte « radicalisé », obtenue par le logiciel *Iramuteq* (Pierre Ratinaud, LERASS, Toulouse, 2016).**

4. *Iramuteq*: Interface de R pour les analyses multidimensionnelles de textes et de questionnaires - (Pierre Ratinaud, www.iramuteq.org). • 5. Cognition, langues, langage, ergonomie – CLLÉ – CNRS, Université Toulouse – Jean Jaurès. • 6. Interactions moléculaires et de la réactivité chimique et photochimique - IMRCP – CNRS, Université Toulouse III – Paul Sabatier.

La justice des droits de l'homme monte en puissance

Régulièrement remises en question, les cours de justice supranationales dédiées à la protection des droits de l'homme ont fait l'objet d'un colloque à Toulouse, dont les actes viennent d'être publiés.

PAR ANNE DEBROISE

Le 25 octobre dernier, dans un meeting à Toulouse, François Fillon proposait que la France quitte la Cour européenne des droits de l'homme. Le candidat à la présidence de la République estimait qu'elle s'immisçait trop loin dans la politique française, notamment lorsqu'elle a condamné la France, en 2014 et 2016, pour avoir refusé de reconnaître des enfants nés de mères porteuses à l'étranger.

La question de l'autorité des cours supranationales de protection des droits de l'homme était au cœur du colloque organisé les 8 et 9 octobre 2015 par l'Institut de recherche en droit européen, international et comparé (IRDEIC¹), à l'Université Toulouse Capitole, et dont les actes ont été publiés en octobre 2016.

Pour Joël Andriantsimbazovina, professeur à l'Université Toulouse Capitole, qui a dirigé cette publication, ces contestations sporadiques trahiraient surtout la montée en puissance de ces juridictions : « Au regard de l'histoire, ces juridictions sont relativement jeunes », précise-t-il. En Europe, la Cour européenne des droits de l'homme (CEDH) a été chargée en 1950 de faire respecter la Convention européenne des droits de l'homme, mais a surtout pris son essor à partir des années 1980. À sa suite, la Cour interaméricaine des droits de l'homme, instaurée en 1969, a développé une jurisprudence importante depuis les années 1990. Enfin, la plus récente est la Cour africaine des

droits de l'homme et des peuples. Instituée en 1998, elle a pris ses fonctions à partir de 2006. Pour leurs détracteurs, les cours de justice des droits de l'homme attentent à la souveraineté des États. « Juridiquement, leurs décisions s'imposent sur les normes nationales. Or, elles touchent souvent à des thèmes de société très sensibles », explique Joël Andriantsimbazovina. Il n'est pas étonnant par exemple que la Russie conteste les arrêts qui la condamnent pour la disparition de personnes pendant la guerre en Tchétchénie ou pour des arrestations et enfermements arbitraires d'opposants politiques. « La particularité des cours de justice des droits de l'homme est qu'elles peuvent être saisies par des particuliers, ou des groupes de particuliers, pour juger des États », ajoute Hélène Gaudin, également professeure à l'Université Toulouse Capitole et intervenante au colloque. Or, l'individu est

censé s'effacer devant la raison d'État et le bon fonctionnement de la société dans son ensemble. « Et ce n'est pas tout, continue la chercheuse : les États adhérents peuvent aussi saisir la cour contre d'autres États, quand il y a une violation des droits de l'homme. » Des jugements qui provoquent donc, souvent, des grincements de dents...

Pourtant, les deux juristes veulent voir dans les velléités de désolidarisation de certaines personnalités politiques la preuve que ces juridictions supranationales ont aujourd'hui acquis un réel pouvoir. Selon Joël Andriantsimbazovina, « plus de 90 % des arrêts de la Cour européenne des droits de l'homme sont exécutés. En France, ils ont permis de moderniser les législations, par exemple d'améliorer les conditions de garde à vue ou de restreindre les écoutes téléphoniques. » Pour le chercheur, ces cours pourraient même préfigurer une future Cour mondiale des droits de l'homme... **E**



La protection des droits de l'homme par les cours supranationales. Actes du colloque des 8 et 9 octobre 2015, éditions A. Pedone, sous la direction scientifique de Joël Andriantsimbazovina, Laurence Burgorgue-Larsen, Sébastien Touzé.

▶ **Audience de l'affaire Vincent Lambert à la Cour européenne de justice des droits de l'homme à Strasbourg, le 5 juin 2015.**



© Charles Truong-Ngoc / Wikimedia Commons

VIANDE ROUGE... AVEC LÉGUMES contre le cancer

En 2015, des chercheurs du laboratoire Toxalim¹ révélaient que le fer contenu dans la viande rouge était le principal facteur expliquant sa probable cancérogénicité. Or, leurs expériences sur l'animal suggéraient que l'on pouvait contrer cet effet par l'ingestion d'anti-oxydants que l'on trouve dans les fruits et légumes. L'hypothèse vient d'être confirmée par l'Équipe de recherche en épidémiologie nutritionnelle (Paris²) qui a analysé les résultats d'une étude sur l'alimentation de 4 646 femmes. Elle montre que l'augmentation du risque de cancer du sein liée à la consommation de viande riche en fer est annulée par un apport conséquent en anti-oxydants. **AD**



Idex



MIEUX TRAITER LES LEUCÉMIES MYÉLOÏDES AIGÜES

La chimiothérapie se montre peu efficace chez les personnes atteintes de leucémie myéloïde aiguë (LMA). Moins de 15% des patients de plus de 60 ans survivent en effet plus de 5 ans après un tel traitement. L'équipe de Jean-Sébastien Hoffmann au CRCT³ vient de comprendre pourquoi grâce à une étude menée dans le cadre du Labex Toucan⁴ : « En analysant le sang de 198 patients, nous avons identifié une enzyme qui limite l'efficacité des chimiothérapies », témoigne le chercheur. La leucémie myéloïde est causée par l'étouffement de la moelle osseuse suite à la prolifération de cellules souches précurseurs des cellules sanguines. Pour la traiter, on utilise couramment la cytarabine. Ce médicament empêche cette prolifération en déstabilisant l'ADN lors de la réplication nécessaire à la division cellulaire. Or, les patients traités à la cytarabine surexpriment la protéine CHK1, une enzyme capable de restaurer l'ADN et donc de contrer l'effet de la cytarabine. « Plusieurs laboratoires recherchent des inhibiteurs de cette enzyme, poursuit le médecin. On pourrait l'ajouter au traitement pour lui faire retrouver de l'efficacité. » **AD**

©CRCT

En Afrique de l'Ouest PLUIE ET POLLUTION SONT LIÉES



▲ Un ATR 42 du Service des avions français instrumentés pour la recherche en environnement (CNRS/Météo-France/CNES) survole le port de Lomé (Togo).

Avec son équipe du Laboratoire d'aérodynamique, Fabienne Lohou a observé la formation des nuages bas au Bénin dans le cadre du projet DACCIIWA⁵.

Exploreur: En quoi consiste DACCIIWA ?

Fabienne Lohou : C'est un vaste projet européen pour mesurer l'impact de la pollution des villes d'Afrique de l'Ouest sur la santé et le climat. Cette pollution, notamment due aux feux domestiques, aux deux-roues, aux décharges ou aux raffineries, s'accroît avec la démographie et l'urbanisation.

E: Quelle a été la participation du Laboratoire d'aérodynamique⁶ dans le projet ?

FL : En juin et juillet 2016, à Savé, au Bénin, nous avons installé un des trois sites d'observation du cycle de vie des nuages bas. Ces nuages sont influencés par la pollution, car leurs gouttes d'eau se forment autour des poussières. Ils ont un effet sur la pénétration des rayons solaires et donc sur la formation des nuages convectifs qui peuvent produire de la pluie. Or, ils sont très mal pris en compte par les modèles de prévision du temps et les modèles climatiques. Nous avons donc mesuré leurs caractéristiques – température, humidité, turbulence – au moyen de radars, de ballons-sondes, de drones et lors de survols en avion.

E: Qu'avez-vous appris sur ces nuages ?

FL : Ces nuages dépendent à la fois de la météorologie à grande échelle et de phénomènes locaux comme l'accélération du vent la nuit dans les basses couches de l'atmosphère. Mais il nous faut encore analyser toutes les données avant d'envisager d'améliorer la prévision de la pluie, qui est cruciale pour l'agriculture de subsistance de ces pays. **AD**

© Sébastien Charaïnet/LA/OMP/UFS • © DR

1. Toxalim – Inra, ENVT, INP-PURPAN, Université Toulouse III – Paul Sabatier, CNAM, Universités Paris 5, 7, 13. • 2. Inserm, Inra, CNAM, Universités Paris 5, 7, 13. • 3. Centre de recherche en cancérologie de Toulouse – CRCT – Inserm, CNRS, Université Toulouse III – Paul Sabatier. • 4. Labex Toucan – Inserm, CNRS, Université Toulouse III – Paul Sabatier, Université Joseph Fourier de Grenoble, Innate Pharma (Marseille). • 5. DACCIIWA (Dynamics-Aerosol-Chemistry-Cloud Interactions in West Africa) réunit 16 partenaires en Europe et en Afrique. Le projet est financé par l'Union européenne et coordonné par le Karlsruhe Institut für Technologie en Allemagne. • 6. Laboratoire d'aérodynamique – LA/OMP – CNRS, Université Toulouse III – Paul Sabatier.

Les bourses ERC : 10 ans !



Accordées par le Conseil européen de la recherche pour des projets de pointe, les ERC Grants fêtent leurs 10 ans en 2017. Extrait des dernières distinctions toulousaines...

STARTING GRANT 2016

Daniel Garrett, l'économie en mouvement



Le Néo-Zélandais Daniel Garrett est arrivé à la Toulouse School of Economics en 2012, après un doctorat aux États-Unis. Sa spécialité : la dynamique économique.

« Les environnements économiques sont intrinsèquement dynamiques, précise le jeune chercheur de 34 ans. Les transactions et les acteurs évoluent, les préférences et les choix des consommateurs aussi, tout comme la qualité et la valeur attribuées à un produit. » C'est ce que l'économiste cherche à théoriser dans son projet « DYNMECH ». Son but : réussir à modéliser ces évolutions, par exemple

la manière dont la concurrence peut faire évoluer le prix d'un bien ou la carrière d'un salarié sollicité par plusieurs employés. Et fournir ainsi des clés pour les politiques économiques ou les managers. La bourse lui permettra d'embaucher un post doctorant, d'inviter des chercheurs seniors à collaborer au projet, de participer à des conférences et d'en organiser.

CONSOLIDATOR GRANT 2014

Sylvie Lorthois, le cerveau fluide



Des anomalies de la circulation sanguine dans le cerveau jouent-elles un rôle dans la maladie d'Alzheimer ? L'obstruction de microvaisseaux pourrait en effet favoriser une mauvaise circulation qui perturberait l'approvisionnement des cellules en oxygène et nutriments, provoquant l'accumulation de déchets du métabolisme et finalement la mort des neurones. C'est l'hypothèse au cœur du projet « BrainMicroFlow

mené par Sylvie Lorthois, de l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse¹, distingué par l'ERC en 2014 : « Notre but est de modéliser la circulation dans les microvaisseaux du cerveau. La bourse a donné un coup d'accélérateur au projet, autour duquel s'est constitué une équipe de 5 personnes qui devrait encore s'étoffer. » Celle-ci dispose désormais d'un dispositif expérimental mimant la circulation de globules rouges dans des microvaisseaux, et d'un modèle numérique qui simule l'écoulement dans plus d'un million de vaisseaux sanguins.

ADVANCED GRANT 2015

Jean-Bernard Lasserre, domestiquer la non-convexité

« En mathématiques, les problèmes dits "non convexes" forment une classe de problèmes considérés comme difficiles – voire impossibles – à résoudre de façon efficace », explique Jean-Bernard Lasserre, chercheur au LAAS-CNRS. Et c'est à cette non-convexité que le mathématicien s'attaque avec son projet « TAMING ». Elle constitue un écueil fréquent dans les problèmes d'optimisation, que l'on retrouve dans de nombreux domaines applicatifs des sciences, qu'il s'agisse de déterminer une trajectoire optimale, la forme d'un réseau d'énergie de grande taille ou analyser des données financières. Le but du mathématicien est de développer une méthodologie systématique pour les résoudre. Son idée : remplacer le problème initial par une suite de problèmes « convexes » qu'on peut résoudre efficacement. La bourse permet déjà de faire plancher 5 personnes sur le sujet et d'inviter des chercheurs étrangers et français. **AD**



REPOUSSER LES FRONTIÈRES DES CONNAISSANCES

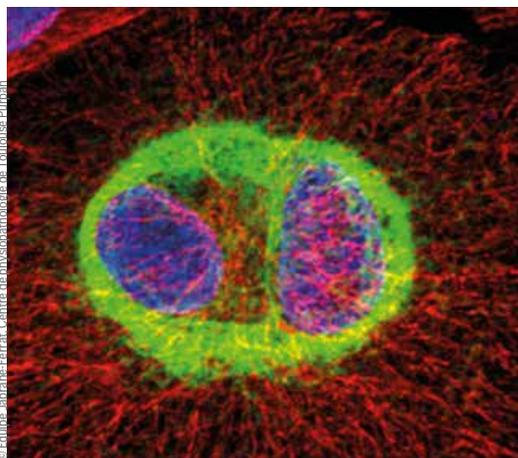
En 10 ans, le Conseil européen de la recherche (*European Research Council*) a soutenu près de 7000 chercheurs en Europe. Attribuées chaque année depuis 2007, et pour 5 ans, ses bourses encouragent des chercheurs de toutes nationalités et dans tous les domaines, pourvu qu'ils tentent de repousser les frontières des connaissances. Les « *Starting Grants* » (jusqu'à 1,5 M€) vont à de jeunes chercheurs de 2 à 7 ans d'expérience ; les « *Consolidator Grants* » (jusqu'à 2 M€) à des chercheurs plus aguerris qui montent une équipe ; et les « *Advanced Grants* » (jusqu'à 2,5 M€) à des chercheurs reconnus qui se lancent dans un projet risqué.

Le virus Zika

INFECTE LES FŒTUS

L'épidémie de Zika qui a frappé le continent américain et la Polynésie française en 2015 a provoqué de nombreux cas de microcéphalie (défaut de croissance du crâne et du cerveau) chez les enfants dont la mère a été infectée pendant la grossesse. Tout indique que le virus est transmis à l'enfant, mais par quelle voie ? Pour le savoir, l'équipe de virologie du Centre de physiopathologie de Toulouse Purpan¹ a utilisé un modèle grâce auquel elle a déjà étudié la transmission du cytomégalovirus et du VIH. Il s'agit d'une culture de tissus fœto-maternels (placenta, endomètre qui tapisse l'utérus et cordon ombilical) provenant d'interruptions volontaires de grossesse durant le premier trimestre.

Les tissus sont cultivés sur un bain de nutriments qui les maintient vivants une vingtaine de jours et dans lequel une souche du virus endémique au Brésil a été introduite. « Nous avons observé que le virus infecte une grande variété de cellules, dans les différents tissus : placenta, endomètre, cordon ombilical, témoigne Nabila Jabrane-Ferrat, qui dirige l'équipe. Nos observations suggèrent que le virus passe de l'organisme de la mère vers celui de l'enfant, soit en empruntant la circulation sanguine, soit en passant de cellule à cellule. » La même équipe a démontré dans un autre article que le virus peut aussi être transmis par voie sexuelle, car il est retrouvé dans les spermatozoïdes des hommes infectés. **AD**

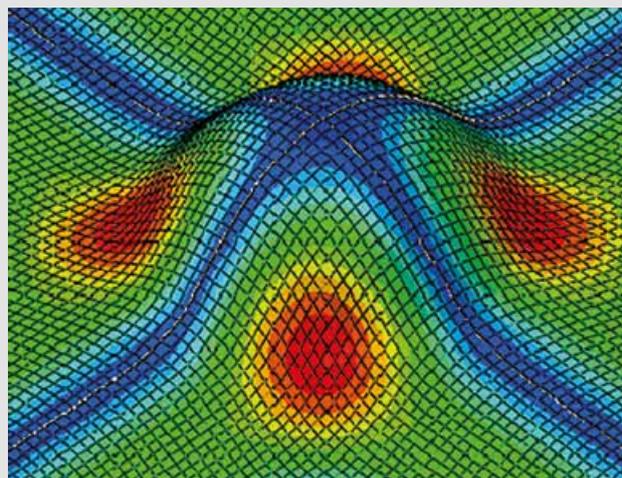


© Equipe Jabrane-Ferrat, Centre de physiopathologie de Toulouse Purpan

▲ **Cellule du placenta fœtal infectée par le virus Zika (noyau en bleu, réseau de microtubules en rouge, protéine du virus en vert).**

Tissu sans faux plis

POUR MATÉRIAUX COMPOSITES



▲ **Simulation d'un essai d'emboutissage. L'échelle de couleur correspond à l'angle de cisaillement entre les fils de chaîne (sens long) et de trame (sens travers), du plus faible en bleu au plus élevé en rouge.**

Coques de moteurs ou arêtes d'ailes d'avions : de nombreuses structures aéronautiques sont aujourd'hui fabriquées à partir de matériaux composites à base de tissus comme la fibre de carbone. La technique de l'estampage consiste à tapisser un moule avec un tissu, de manière automatisée, puis à l'imprégner d'une résine qui, en polymérisant, fixera la forme désirée. Mais quel type de tissu choisir et dans quel sens le poser, pour qu'il s'adapte au moule sans faire de plis ?

C'est à cette question que tente de répondre le projet SEMIR (Simulation de l'estampage et de la mise en œuvre de renfort) qui associe le Laboratoire génie de production de l'École nationale d'ingénieurs de Tarbes (INP-ENIT) à l'entreprise Nimitech Innovation, de Bagnères-de-Bigorre, spécialisée dans les matériaux composites. Il a été lancé fin 2015 grâce à un financement Aerosat², destiné à des projets dans l'aéronautique et la construction de satellites portés par des entreprises et des laboratoires régionaux.

« Nous sommes en train de concevoir un modèle informatique qui va permettre de simuler la déformation du tissu, les plis qu'il va former et les tensions qu'il subira, si on l'utilise pour habiller une forme complexe », explique Christian Garnier, responsable du projet à l'INP-ENIT. Des essais mécaniques ont permis de tirer des lois de comportement des tissus qui alimentent un premier modèle, mis au point par Ahmad Rashed Labanieh, postdoctorant à l'INP-ENIT. Il est déjà capable de simuler le comportement d'un tissu sur une demi-sphère et sera présenté début 2017. **AD**

© ENIT

Sciences : où sont les filles ?



Pourquoi y a-t-il aussi peu de filles dans les grandes écoles scientifiques ? Marianne Blanchard, sociologue au Centre d'étude et de recherche travail, organisation, pouvoir (CERTOP¹), a mené l'enquête avec deux collègues et livre ses conclusions dans un ouvrage.

Exploreur : Pourquoi vous intéressez à la place des filles dans les grandes écoles ?

Marianne Blanchard : L'École normale supérieure de la rue d'Ulm nous a sollicités pour résoudre une énigme : il y a 45 % de filles dans les classes de terminale S, mais elles ne sont plus que 17 % dans les grandes écoles scientifiques prestigieuses, type ENS ou Polytechnique. Où sont passées les autres ?

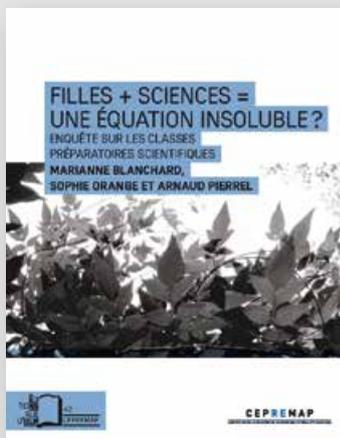
E : Comment avez-vous procédé pour élucider leur disparition ?

MB : Nous avons interrogé, par questionnaires, 2270 élèves de classes prépa scientifiques sur leurs motivations, leurs aspirations et la vision qu'ils avaient d'eux-mêmes. Nous avons aussi réalisé des entretiens, analysé les commentaires sur les bulletins scolaires dans deux classes préparatoires et utilisé des statistiques nationales.

E : Qu'avez-vous découvert ?

MB : Nous avons constaté que si les filles sont moins présentes dans les grandes écoles prestigieuses, c'est notamment parce qu'elles ne visent pas aussi haut que les garçons. Il s'agit d'un fait social, elles intériorisent l'image que leur renvoie la société : on les décrit plus souvent comme sérieuses, donc allant au bout de leurs capacités, alors que les garçons apparaissent plus dilettantes, mais avec plus de potentiel. Il faudrait lutter contre l'idée que les sciences sont un domaine

dans lequel les garçons seraient naturellement plus doués, par exemple en développant la culture scientifique. **AD**



Marianne Blanchard, Sophie Orange, Arnaud Pierrel, Filles + sciences = une équation insoluble ? Enquête sur les classes préparatoires scientifiques, Éditions Rue d'Ulm, juillet 2016, 10 €.

Le blob

UN UNICELLULAIRE CAPABLE D'APPRENTISSAGE



▲ Développement du blob sur des mélanges protéine/sucre différents. L'amibe est un organisme unicellulaire, l'une des formes de vie les plus simples sur Terre. Ici, elle choisit des sources riches en protéines, dans l'objectif de maximiser sa croissance.

C'est un être de science-fiction qui vit dans nos sous-bois, sur le sol ou les troncs d'arbre : une seule cellule, qui peut s'étaler en rampant sur plusieurs mètres carrés, se mouvoir et grossir, en englobant les microbes rencontrés. Parce qu'il n'est ni un animal, ni un végétal, ni un champignon, on le classe parmi les « amibozoaires ». Le blob, nom familier du *Physarum polycephalum*, fascine David Vogel et Audrey Dussutour, du Centre de recherches sur la cognition animale² : « Nous venons de montrer que le blob est capable d'apprendre de ses congénères », s'enthousiasme cette dernière.

Les bords éprouvent une répulsion naturelle pour le sel. Ils hésitent avant de ramper sur un pont salé derrière lequel on a déposé les céréales dont ils se nourrissent. Seuls ceux qui ont été confrontés plusieurs fois à la situation le traversent rapidement. Les chercheurs ont mis en présence bords « naïfs » et bords « expérimentés ». Dès qu'ils se touchent, leurs membranes fusionnent. Confronté à l'épreuve du pont de sel, le nouvel individu le franchit sans hésitation, preuve que sa composante « expérimentée » a transmis l'information sur l'innocuité du sel à sa composante « naïve ». Pour Audrey Dussutour, « le blob est un être vivant fascinant, car ils nous renseignent sur nos origines. Apparu il y a plus de 500 millions d'années, il nous prouve que l'apprentissage a précédé l'émergence du cerveau. » **AD**

© DR

Panneaux solaires

INTELLIGENTS

Un logiciel qui permet d'augmenter le rendement des panneaux photovoltaïques de 20 % : c'est l'objectif de SUNiAgri, un projet collaboratif entre la start-up toulousaine SUNiBrain et l'Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT¹). Le rendement des panneaux baisse en effet fortement s'ils sont sales ou s'ils chauffent. En 2014, SUNiBrain avait mis au point un système de récupération d'eau de pluie utilisée pour asperger les panneaux afin de les nettoyer et de les refroidir. Un système que le projet SUNiAgri, financé pour deux ans par des fonds Feder, promet d'optimiser. Les chercheurs de l'IRIT ont mis au point un algorithme capable de combiner diverses données (niveau des réserves d'eau, luminosité, température, prévisions météorologiques permettant d'anticiper sur les précipitations ou l'apport de saletés par le vent) pour déterminer le timing idéal du nettoyage. Un prototype miniature sera monté sur le toit du laboratoire cette année. **AD**

Des microalgues

DANS LE MOTEUR

Les huiles produites par certaines microalgues constituent de bons carburants. Mais si leur culture n'empiète pas sur les cultures alimentaires, elle est coûteuse en engrais. C'est pour résoudre cet écueil qu'un consortium de 6 centres technologiques espagnols et français, dont le Centre de ressources technologiques CATAR, adossé au Laboratoire de chimie agro-industrielle², lance « CYCLALG ». Ce projet propose de rendre cette culture compétitive en exploitant les déchets et autres sous-produits de la culture de microalgues qui peuvent servir d'engrais mais aussi de matière première pour l'industrie chimique, cosmétique, énergétique et agricole. **AD**



© CYCLALG

▲ Des microalgues en culture. Le projet « CYCLALG » vise à rendre leur production plus compétitive en valorisant les déchets.

ESOF Toulouse 2018



« L'appel à sessions est ouvert, c'est une opportunité unique ! »

Géraldine Casaux-Ginestet, coordinatrice du programme scientifique ESOF Toulouse 2018.



Exploreur : Après Manchester l'été dernier, Toulouse accueillera l'EuroScience Open Forum (ESOF) du 9 au 14 juillet 2018. L'appel à sessions est ouvert. En quoi consistent ces sessions ?

Géraldine Casaux-Ginestet : Il s'agit de séquences d'environ 1 h 15, qui peuvent prendre toutes les formes possibles : un panel de plusieurs intervenants dont chacun fait une communication, une série de présentations courtes suivie d'une discussion entre intervenants et de questions-réponses avec le public, une table ronde qui implique le public, un débat « chaises musicales » lors duquel le public navigue entre plusieurs pôles thématiques, etc.

E : Sur quels thèmes doivent porter ces sessions ?

GCG : Le comité scientifique d'ESOF a retenu dix thèmes principaux : l'habitat durable, le changement global, les nouvelles pratiques dans la recherche, l'exploration des extrêmes, la santé, le partage des cultures, la mobilité dans un monde en « 3D », les liens entre politique et science, la transmission des savoirs et le monde numérique. Et aussi quatre thèmes transversaux qui peuvent intéresser toutes les disciplines : risques et sécurité, inégalités, questions de genre et éthique.

E : Comment procéder pour soumettre une proposition ?

GCG : C'est très simple ! Un porteur de session candidate au nom du petit groupe qui propose la session, choisit un thème principal, un thème secondaire, et un thème transversal s'il le souhaite. Nous demandons un résumé, le format choisi et les intervenants prévus. Tout cela avant juin 2017, sur le site Web d'ESOF Toulouse 2018, qui détaille également les thèmes choisis. La sélection sera faite fin septembre suite aux avis des examinateurs. Nous comptons notamment sur vous pour candidater et stimuler des candidatures dans vos réseaux. C'est une opportunité unique de rencontrer des collègues de tous horizons, de se créer un réseau et de monter des projets. Nous accueillerons aussi très favorablement la participation de jeunes chercheurs : des sessions organisées par des tandems « senior-junior » sont recommandées. **JFH**

Candidatures sur :

www.esof.eu/en/about/programme/call-for-proposals.html

© DR

1. Institut de recherche en informatique de Toulouse – IRIT – CNRS, Université Toulouse III – Paul Sabatier, INP-Toulouse, Université Toulouse Capitole, Université Toulouse – Jean Jaurès.
2. Laboratoire de chimie agro-industrielle – INRA, INP-ENSIACET.



Un peu d'humain

dans la ville

PAR JEAN-FRANÇOIS HAÏT

Un peu d'humain dans la ville ? Elle n'en manque pourtant pas. Plus de la moitié des habitants de la planète vit en ville. Mais trop souvent, la seule technologie est convoquée pour relever tous les défis urbains : transport, urbanisation, logement, etc. C'est pour cela qu'à Toulouse, les chercheurs, réunis pour beaucoup sous la bannière de l'Institut de la ville¹, ont souhaité associer les sciences humaines et sociales à celles de l'ingénieur. C'est aussi pour cela que la grande exposition qui vient d'ouvrir au Quai des savoirs (lire p. 22) s'intitule *Inventez la ville dont vous êtes les héros*. La croissance démographique et la « métropolisation », que connaît par exemple Toulouse, peuvent rendre la ville fragile : flambée de l'immobilier, difficultés d'intégration... On la veut durable : des dispositifs existent, mais parfois en décalage avec les usages. Certaines sont « intelligentes », bourrées de capteurs ? Oui, mais il leur manque encore un supplément d'âme.

La ville connaît aussi de nouvelles façon d'habiter. Face aux plateformes de location touristique en ligne, les juristes s'interrogent : comment réglementer en préservant la liberté individuelle ? Une ville démocratique, enfin dans laquelle les citoyens veulent avoir leur mot à dire sur les grands travaux, voire prendre en main la conception de leur logement. Nous avons titré tous ces sujets sous forme de questions, tant la ville est changeante et n'appelle pas de réponses définitives mais une inventivité permanente. Et nous avons illustré ce dossier avec des photos tirées de l'exposition qui s'est tenue du 1^{er} octobre 2016 au 25 février 2017 au Centre des cultures de l'habiter (CCHa²), intitulée... *Nature de la ville : devenir de l'homme*.

Ville fragile ?	16	Ville à louer ?	21
Ville durable ?	18	Ville démocratique ?	22
Ville intelligente ?	20		

◀ **Le projet d'habitat participatif « CALLISTO », au sein de l'écoquartier Vidailhan à Balma, a été conçu par les futurs habitants et porté par le bailleur social S.A. des Chalets. Il a été lancé en octobre 2012 et livré en novembre 2015.**



© Faire-ville

Ville fragile ?

Et si le développement urbain était facteur de fragilité ? C'est en partant de ce postulat que des chercheurs de l'Université Toulouse – Jean Jaurès se sont penchés sur l'analyse des effets, notamment sociaux, que peut aussi avoir l'attractivité des territoires.

PAR CAMILLE PONS

« Avec attractivité va croissance, avec croissance, crise de croissance: augmentation du prix de l'immobilier, engorgements, problèmes d'intégration sociale... » Fabrice Escaffre, géographe spécialisé en aménagement et urbanisme au sein du LISST¹, s'est intéressé à une nouvelle approche de ce que les sociologues nomment « fragilités urbaines ». Elles sont habituellement associées aux quartiers défavorisés, aux populations exposées aux risques industriels ou environnementaux. Mais le dynamisme d'une métropole comme Toulouse ne peut-il aussi générer des fragilités ? Avec Marie-Christine Jaillet et Jocelyn Bourret, du LISST, et Anne Péré, de l'École nationale d'architecture de Toulouse, Fabrice Escaffre a tenté de répondre à cette question dans le cadre du programme POPSU (lire l'encadré), en étudiant un territoire « ordinaire », ni favorisé ni défavorisé, le secteur nord de l'agglomération toulousaine qui englobe 13 communes et 4 quartiers toulousains, choisis pour sa très forte croissance ces quinze dernières années.

IMPOSER LA COHABITATION RELÈVE D'UNE VISION ANGÉLIQUE DES RAPPORTS SOCIAUX

Leur étude s'est appuyée à la fois sur des données statistiques, des rencontres avec des représentants de Toulouse Métropole et de collectivités concernées, ainsi que des enquêtes menées auprès d'habitants par des étudiants. Car s'en tenir aux seules données statistiques est insuffisant, selon Fabrice Escaffre qui appelle à une « compréhension plus qualitative ». Celui-ci a d'ailleurs, avec le chercheur lyonnais Emmanuel Roux, écrit un article sur les indicateurs qui pourraient être mobilisés pour mesurer ces fragilités. Par exemple, dans le nord toulousain, les données montrent que les habitants sont un peu moins diplômés et avec des rémunérations plus faibles que dans d'autres territoires « ordinaires ». « Est-ce un indicateur de fragilité, comme cela pourrait l'être dans un quartier prioritaire ? » interroge le chercheur. « Non, car en discutant avec les habitants, nous avons appris qu'une large part d'entre eux appréciait leur vie dans ce territoire. »

À l'inverse, l'étude a fait remonter des « frustrations » chez ceux qui étaient déjà ancrés dans ces quartiers : « De grands immeubles ont poussé là où

avant il y avait des maisons, et sont arrivés de nouveaux profils qui ont parfois généré un phénomène de repli de ceux qui étaient là. C'est l'une des fragilités consubstantielles du développement et l'un des enjeux est de les réguler », souligne Fabrice Escaffre. C'est l'une des principales observations qui ressortent de ces travaux : une croissance démographique et économique ne peut donc se contenter de réponses en termes d'infrastructures routières, en matière d'habitat, d'équipements d'accueil (écoles, crèches...) sans prendre en compte la question de l'intégration, des relations entre individus, composantes mêmes d'une ville.



Pour Fabrice Escaffre, cette régulation passe par le développement de la concertation avec les habitants mais aussi un travail d'explication : qu'est-ce qu'une métropole en tant qu'institution politique, qu'est-ce qui la constitue sur les plans géographique et politique, comment se construit-elle ?... car celle-ci a une compétence en aménagement et urbanisme et peut donc créer et gérer de grandes zones d'implantation de logements et d'activités. Des enjeux qui dépassent l'habitant pour qui son quartier ou sa commune de résidence gardent « une grande dimension dans l'imaginaire collectif », observe le géographe qui plaide pour le développement de « lieux intégrateurs » et d'« espaces publics ». Conseils citoyens, conseils de développement ou encore comités de quartiers comptent d'ailleurs parmi les outils mobilisables. La sociologue urbaine

Lydie Launay, maître de conférences en sociologie à l'Institut national universitaire Champollion d'Albi et chercheuse au LISST², se penche de son côté sur les phénomènes de ségrégations socio-spatiales. Elle a analysé les politiques mises en œuvre à Londres et à Paris pour tenter de favoriser la mixité sociale par la promotion de logements sociaux, dans des quartiers soumis à des phénomènes de « gentrification ». Ce terme désigne le phénomène urbain par lequel des personnes plus aisées s'approprient un espace initialement occupé par des habitants ou usagers moins favorisés. Les conclusions de ses travaux vont dans le même sens : « Certes, la promotion de logements sociaux dans les quartiers de gentrification permet aux personnes qui y sont relogées de s'y maintenir alors que d'autres sont évincées par l'augmentation du prix de l'immobilier.

Mais cela ne crée pas pour autant une émulsion sociale, une rencontre, souligne Lydie Launay. On remarque plutôt qu'à partir du moment où des personnes ont l'impression d'être l'instrument de ces politiques, ils ont tendance à mettre de la distance avec leurs voisins et à créer des frontières sociales. »

Pour la sociologue, qui a notamment observé cette politique dans le ^{xvi}e arrondissement de Paris et les effets sociaux sur les populations qui y sont logées³, imposer la cohabitation relève d'une « vision angélique des rapports sociaux qui se créent dans la ville ». Permettre à ces populations de postuler sur des offres de logements, modèle appliqué dans le dispositif britannique et qui se répand à Paris, pourrait, selon elle, constituer un levier pour lutter contre ces phénomènes de repli **E**



◀ Toulouse, 2009, par Sébastien Mazauric.

POPSU

REGARDS SUR LA « FABRIQUE DE LA VILLE »

Les fragilités urbaines faisaient partie des cinq thématiques retenues dans le deuxième programme de recherche « POPSU » (Plate-forme d'observation des projets et stratégies urbaines) qui vise à rendre accessibles les connaissances et les problématiques développées par les milieux de la recherche sur la « fabrique de la ville ». Co-construit avec 10 agglomérations françaises dont Toulouse, ce programme avait pour objectif d'approfondir des thématiques communes et des questions transversales, en s'appuyant sur des monographies locales et des travaux comparatifs. « POPSU 2 » s'est achevé en 2015 et s'est clôturé sur un séminaire de bilan qui réunissait en septembre 2016 les chercheurs et les collectivités.

2. LISST - Laboratoire interdisciplinaire solidarités, sociétés, territoires - CNRS, Université Toulouse - Jean-Jaurès, ENSFEA, EHESS. • 3. Des HLM dans les beaux quartiers. Les effets de la politique de mixité sociale à Paris, revue *Métropolitiques*, novembre 2012.

Ville durable ?

Longtemps, la ville durable n'a été abordée que sous l'angle technologique. Or, la ville est avant tout le lieu où nous évoluons. Dans les recherches qui portent sur ce thème, les sciences humaines et sociales apportent désormais leur regard sur nos usages.

PAR **PASCAL NGUYÊN**

Fermez les yeux et imaginez la ville durable. Les premières idées qui vous viennent sans doute en tête concernent des quartiers bien agencés et densifiés, des bâtiments isolés thermiquement, des systèmes de chauffage automatisés, des voitures électriques autonomes... Et l'on pourrait continuer ainsi cet inventaire sans que personne ne relève le grand absent : l'être humain. En effet, la ville durable a longtemps été envisagée sous un unique angle, celui de la technologie.

Aujourd'hui, il s'agit de réfléchir au développement durable en y associant les sciences humaines et sociales. Créée il y a cinq ans, ERPURS (pour Équipe de recherche sur les politiques urbaines soutenables) du LERASS¹ s'inscrit dans cette logique.

« Nous sommes une équipe pluridisciplinaire », précise Marc Méquignon, enseignant-chercheur et coresponsable de l'équipe. De fait, ERPURS est constituée de trois spécialistes en gestion, deux économistes, deux juristes (droit privé et droit public), deux psycho-sociologues et un architecte DPLG docteur en

génie civil. « Quels que soient la technologie et les systèmes sophistiqués mis en place, c'est totalement contre-productif si l'être humain n'y adhère pas, si l'ergonomie n'est pas au rendez-vous », souligne Marc Méquignon. C'est notamment ce qu'a révélé l'étude réalisée avec le LAAS-CNRS² sur les usages au

sein d'ADREAM. Inauguré en juillet 2012, ce bâtiment expérimental est bardé de capteurs, de processeurs, de réseaux informatiques et d'actionneurs. Il doit servir à étudier et à développer des technologies communicantes et interconnectées pour un habitat « intelligent », permettant d'optimiser ses

consommations énergétiques et d'interagir avec des véhicules, des robots, du mobilier et des vêtements... « Les comportements des usagers étaient parfois incohérents par rapport aux procédures imaginées, décidées et mises en œuvre... par eux-mêmes en tant que concepteurs du bâtiment ! Ils revenaient, par exemple, au mode manuel pour certains systèmes automatisés », raconte Isabelle Bouchardy, directrice adjointe du LERASS et coresponsable d'ERPURS. Si aucune consigne n'a, au final, été abandonnée, il y a toutefois eu un « assouplissement » de la règle automatisée. Dès lors, quelle attitude peut avoir l'usager

lambda face à des dispositifs de régulation du chauffage et de la maîtrise des énergies instaurés par d'autres ? C'est une question que se pose Jean-Louis Pernin, enseignant-chercheur à l'IUT de Tarbes et membre de l'équipe ERPURS. Il encadre avec Pascal Marchand, professeur en sciences de l'information et de la communication à l'Université Toulouse III – Paul Sabatier, la thèse d'un doctorant, Andreas Eriksson, qui porte sur les questions d'acceptabilité par le consommateur des économies d'énergie en matière de chauffage et de consommation d'électricité. À cela

LE FACTEUR HUMAIN EST PEU MODÉLISABLE. MÊME S'IL Y A DE GRANDES TENDANCES SUR LES COMPORTEMENTS



1. Laboratoire d'études et de recherches appliquées en sciences sociales – LERASS – Université Toulouse III – Paul Sabatier, Université Toulouse – Jean Jaurès, Université Paul-Valéry Montpellier 3. • 2. Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes – LAAS – CNRS.

s'ajoutent des technologies pas toujours bien adaptées. « Les systèmes automatisés ont beau être performants, ils ne répondent pas toujours aux besoins des utilisateurs, explique Marc Méquignon. Dans le domaine du confort, c'est particulièrement vrai, car il y a de la subjectivité en jeu. » En effet, les 19 °C de température préconisés dans les habitations sont convenables pour certaines personnes et bien insuffisants pour d'autres. La chaleur ressentie n'est pas la même que vous soyez jeune et actif, plus âgé et peu mobile, en bonne santé ou malade, etc. C'est le genre de variabilité que les dispositifs de chauffage automatisés dans les logements, à plus forte raison collectifs, ne peuvent pas facilement prendre en compte. « Le facteur humain est peu modélisable. Même s'il y a de grandes tendances sur les com-

portements, il n'y a pas deux individus identiques », souligne Marc Méquignon. Certains comportements vont même à l'encontre des objectifs de maîtrise des consommations énergétiques. « Les habitants d'une "maison soutenable", pourtant convaincus du bien-fondé de leur démarche, vont acquérir davantage de matériel connecté qui, dans un bon nombre de cas, par la surconsommation induite, vient annuler les gains des investissements réalisés dans l'habitat », explique Isabelle Bouchardy.

Le rôle des sciences humaines dans les questions de ville durable ne se limite pas à l'analyse des comportements. Dans ses études, ERPURS prend en compte tous les aspects : environnementaux, économiques et sociaux. Ainsi, une des compétences de l'équipe est l'analyse en cycle de vie. ERPURS

collabore pour cela avec des laboratoires de sciences « dures », comme le LAPLACE³ avec lequel ils ont étudié le cycle de vie des trois technologies d'éclairage (incandescence, fluocompacte et LED). Marc Méquignon relate : « On a complètement abandonné l'incandescence, mais cette technologie avait des qualités non négligeables : elle ne pollue que très peu en tant que produit, s'avère plus performante dans certaines situations et meilleure en terme de confort que le fluocompacte et la LED – dans les sanitaires par exemple. C'est un travail que nous devons approfondir. Il s'agit notamment d'étudier ces technologies en terme de filière de production pour bien cerner les impacts qu'ont ces choix sur notre tissu industriel. » 

► « TERRA ARTE », projet d'habitat participatif au sein de l'écoquartier du Séqué à Bayonne.



Réhabiliter

LES CENTRES-VILLE

La réhabilitation est un enjeu pour de nombreuses villes, petites et moyennes, qui voient dans leurs centres-ville les immeubles des secteurs sauvegardés, de plus en plus délaissés, se dégrader. « Pour y apporter des solutions techniques, le Laboratoire matériaux et durabilité des constructions (LMDC⁴) mène une expérimentation sur deux appartements vides au cœur de Cahors avec la participation de l'agglomération du Grand Cahors, de l'École d'architecture de Toulouse, de la CAPEB⁵ et du lycée technique Monnerville », explique Stéphane Ginestet, maître de conférences à l'INSA et au LMDC. Cette expérimentation est menée dans le cadre d'une thèse initiée en janvier 2015. Après l'analyse des matériaux des murs, les appartements ont été équipés de capteurs (températures, hygrométrie, ensoleillement...). Des mesures sont conduites à toutes les phases de la réhabilitation *via* un enduit de béton de chanvre, caractérisé par le LMDC, et la réfection des menuiseries. Résultats fin 2018.

3. Laboratoire plasma et conversion d'énergie – LAPLACE – CNRS, INP-ENSEEIH, Université Toulouse III – Paul Sabatier. • 4. Laboratoire matériaux et durabilité des constructions – LMDC – INSA Toulouse, Université Toulouse III – Paul Sabatier. • 5. Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB).

Ville intelligente ?

Emmanuel Éveno est géographe et directeur du LISST¹. Pour ce spécialiste des relations entre la ville et les technologies de l'information et de la communication, une ville intelligente doit être co-conçue avec les citoyens.

PROPOS RECUEILLIS
PAR CAMILLE PONS

Exploreur : Qu'est-ce qu'une ville « intelligente » ?

Emmanuel Éveno : L'accélération de la croissance urbaine, qui a rendu les villes davantage engorgées et chaotiques, a induit le développement de solutions, notamment numériques, qui permettent de retrouver des modalités pour être ensemble : c'est ça, la ville intelligente. L'idée de « *smarter city* » a été développée par IBM dès les années 2000 : il s'agit de mettre l'ensemble des systèmes en

réseau, en particulier autour du big data urbain, afin que les informations laissées par les individus, en termes de déplacements, de consommation, etc., permettent une analyse plus fine des comportements pour proposer des services sur mesure aux usagers.

É : Ces villes existent-elles aujourd'hui ?

EE : De grands industriels et des États ont développé des modèles de villes intégrées, les *U-Cities*². Mais ces villes ne sont pas intelligentes selon moi, car elles ne prennent pas en compte la dimension humaine. Santander, en Espagne, a réparti 20 000 capteurs dans l'espace urbain, soit la moitié des capteurs recensés en Europe en 2014 : quand la pou-

▼ Singapour, 2009, par Sébastien Mazaauric.

belle est pleine elle le signale, quand la plante a soif elle le signale et des centaines de capteurs signalent les places de parking vides. Mais les Espagnols, comme les Français, ne se garent pas bien et débordent sur les traces. C'est là que le projet de Santander est contestable : les ingénieurs conçoivent comme si les usagers étaient prévisibles. L'innovation doit être en respiration avec la créativité du monde social qui est effervescent, chaotique, voire contestataire !

É : Que serait un bon modèle de ville intelligente ?

EE : Je m'attache à dégager un modèle que l'on pourrait exporter, dans le cadre d'une mission confiée à l'association Villes Internet³ par la Commission nationale de la coopération décentralisée. J'étudie trois modèles. Le premier, c'est la ville de la performance technique où on expérimente les objets mais qui n'incarne que l'intelligence des ingénieurs. C'est le quartier Songdo de la ville d'Incheon en Corée du Sud ou encore Masdar à Dubai. Le deuxième modèle, c'est la ville qui expérimente, mais avec la municipalité aux manettes, qui tente de former les citoyens aux usages. À Lyon, au sein du LivingLab⁴ TUBA, ces derniers sont invités à être des bêta-testeurs de nouveaux services, ce qui permet en même temps de diffuser les bonnes pratiques. Le troisième modèle, que je souhaite promouvoir, consiste à faire des habitants des co-concepteurs de la ville intelligente. La ville d'Aarhus, au Danemark, a lancé le projet « *Digital Neighbours* » qui consiste à identifier ce que veulent les gens pour un quartier et à le coproduire avec eux via un réseau de LivingLabs.

É : Quels freins au développement de ce modèle ?

EE : Faire des citoyens des co-concepteurs n'est pas facile. Ils sont souvent invités dans le cadre de la démocratie participative et ne viennent pas. À travers le numérique, ils se mobilisent, mais sur certains domaines. Il faut les ramener vers la chose publique. Parmi les propositions que je pourrais inscrire dans le rapport qui sera rendu public en juillet 2017, figure l'idée d'une plateforme qui regrouperait une quinzaine de villes pour un partage d'expériences sur cette question **É**



© Sébastien Mazaauric - © DR

Ville à louer ?

À l'IEJUC¹, Matthieu Poumarède s'intéresse aux évolutions de la réglementation concernant la location touristique qui se développe *via* les plates-formes communautaires. Défavorable à son interdiction, il estime nécessaire d'étudier ses effets sur l'économie.

tôt s'intéresser à ce que doit être le droit de l'urbanisme. Ce droit, qui n'avait pour vocation que de régir l'enveloppe d'un bâtiment, s'est intéressé progressivement aussi à ce que l'on fait à l'intérieur. Plus il impose au propriétaire, déjà soumis au droit du logement, des sujétions nombreuses, moins le droit de propriété n'a de sens puisqu'il suppose un libre usage de son bien. Si l'on regroupe ces réglementations, cela risque d'amplifier le durcissement des dispositions qui sont d'ores et déjà très restrictives.

PROPOS RECUEILLIS
PAR CAMILLE PONS

Exploreur : Quel problème posent les plates-formes de location touristique ?

Matthieu Poumarède : Le meublé proposé à la location touristique a toujours existé. Mais de manière restreinte, car cela passait par des petites annonces. Internet a entraîné une augmentation exponentielle de logements mis sur le marché touristique par le biais de plates-formes de type Homelidays ou Airbnb. Cette ampleur inquiète les acteurs locaux, qui craignent qu'il y ait moins de logements disponibles pour les habitants et que cela participe à l'augmentation du coût du logement. Mais il est difficile de dire combien sont ôtés du marché de la location d'habitation principale.



© Université Toulouse Capitole - Vincent Bertholon

É : Sur quoi portent vos travaux ?

MP : Il s'agit de voir si la réglementation, qui cherche à limiter ce développement en encadrant les transformations de locaux d'habitation en d'autres usages, est claire pour avoir une chance d'être appliquée. Changer l'usage d'un logement est encadré par trois réglementations, avec des exigences différentes : le droit de la copropriété, le droit de l'urbanisme et celui du logement. Des dispositions de la loi ALUR du 24 mars 2014 concernent spécifiquement les meublés touristiques : destinées à s'appliquer dans les communes de plus de 200 000 habitants, sous réserve que le conseil municipal ait adopté leur mise en pratique comme c'est le cas à Paris, elles peuvent imposer aux loueurs de meublés touristiques de mettre sur le marché de

l'habitation principale la même surface que celle qui en est ôtée. En 2016, la loi pour une République numérique a durci ces dispositions en donnant la possibilité au conseil municipal de soumettre toute location de courte durée à une déclaration préalable, ce qui devrait faciliter la preuve du caractère répété de la location pour de courtes durées, constitutive d'une infraction pénale.

É : Quelles analyses en tirez-vous ?

MP : Ces réglementations s'empilent. Je me suis donc demandé s'il n'y avait pas intérêt à rassembler le droit du logement dans le droit de l'urbanisme, utiliser le même vocabulaire, viser les mêmes buts, simplifier les procédures. Mais la conclusion de mes travaux, c'est que ce n'est pas une bonne idée ! Selon moi, il faut plu-

▲ Hong-Kong, 2009, par Vincent Bertholon.

É : Voyez-vous des solutions juridiques satisfaisantes concernant les locations touristiques de particuliers ?

MP : Je souhaite comparer plusieurs politiques : New York interdit de louer moins de 30 jours, Barcelone est aussi sur l'interdiction et, en France, l'exigence de la compensation revient aussi à interdire puisqu'il est impossible pour quasiment tout propriétaire de faire cette compensation. Londres a fixé un plafond : on peut louer 90 jours par an. C'est sans doute la solution la plus ouverte et donc la plus intéressante. Car on devrait se pencher sur l'impact économique que peuvent avoir ces plates-formes. Certes, cela ôte des logements, mais d'un autre côté cela amène des touristes **É**

1. Institut des études juridiques de l'urbanisme, de la construction et de l'environnement – IEJUC – Université Toulouse Capitole.

Ville démocratique ?

Les citoyens veulent être acteurs de leur cadre de vie. Les consultations publiques sur les grands travaux se multiplient et l'habitat participatif prend son essor. Mais l'opinion des citoyens peut parfois aller à l'encontre de l'intérêt public...

été expérimentées, comme des ateliers de cartographie ou le « dialogue 3D » (ateliers de délibération d'environ 100 personnes dont 30 de Toulouse, 30 de l'agglomération et 30 du département). La CNDP a demandé à Julien Weisbein et à ses 25 étudiants du master « Risques, science, environnement et santé » de Sciences-Po Toulouse une évaluation en temps réel du débat. Ils ont mené des entretiens avec les acteurs, suivi les discussions, étudié les questionnaires recueillis... « Les premiers résultats révèlent une vraie ouverture et un réel effort pour un débat honnête de la part de la CPDP et du maître d'ouvrage, note Julien Weisbein. Tout le monde a joué le jeu et toutes les opinions ont été recueillies. » Le sociologue s'intéresse particulièrement au rôle des experts dans ce genre de débat. Dans ce domaine, des inerties structurelles et culturelles demeurent.

PAR JEAN-FRANÇOIS HAÏT

Une troisième ligne de métro à l'horizon 2024, pour un coût de 2 milliards d'euros : tel est le projet sur lequel les Toulousains ont été invités à s'exprimer dans le cadre d'une consultation publique de quatorze semaines qui s'est achevée le 15 décembre dernier. « Depuis 1995, la loi Barnier impose d'impliquer les citoyens dans les grandes décisions d'aménagement. Elle est née en réaction aux mobilisations de plus en plus fréquentes de la population face à certains projets », explique Julien Weisbein, maître de conférences de science politique à Sciences-Po Toulouse et chercheur au Laboratoire des sciences sociales du politique (LaSSP¹). On a donc créé une autorité, la Commission nationale du débat public (CNDP). Elle permet d'organiser un débat contradictoire au stade où le projet n'est encore qu'un projet. « C'est ce que l'on appelle démocratie délibérative, ou co-construction. On y a recours de plus en plus fréquemment dans le gouvernement urbain », poursuit Julien Weisbein.

À Toulouse, le dispositif a été porté par une CPDP (commission particulière du débat public), mandatée par la CNDP et financée par l'opérateur de transports Tisséo-SMTC. Outre un questionnaire en ligne, des stands ont été installés sur les marchés, des plaquettes d'information distribuées. En plus des réunions publiques classiques, des formes plus originales ont



CULTURE SCIENTIFIQUE

Inventez

LA VILLE DONT VOUS ÊTES LES HÉROS

Dessiner son propre quartier et découvrir les métiers de l'architecture ou de l'urbanisme, survoler les villes en réalité virtuelle, cartographier la ville et chercher ses limites, ou... humer ses odeurs ! L'exposition *Inventez la ville dont vous êtes les héros* conçue par Science animation et le Quai des savoirs, en partenariat avec les universités et de nombreux organismes de recherche et entreprises, fait la part belle à l'interactivité. Pour découvrir la ville autrement et en être pleinement acteur. **JFH**



Du 7 février au 27 août 2017, Quai des savoirs, 39, all. Jules-Guesde, Toulouse site : www.quaidessavoirs.fr



« L'expert, qu'il soit technicien ou organisateur des débats, ne s'efface pas toujours. Pour le métro, nous avons observé que la communication technique vers le public, par exemple, est encore assez souvent descendante et reste une boîte noire. » L'exercice a bien sûr une limite, celle de la démocratie représentative. Le débat public sur le métro n'est pas un référendum. Il débouchera sur un avis consultatif. « Mais les élus ne peuvent pas ne pas en tenir compte, conclut Julien Weisbein... Et les citoyens font l'apprentissage de ce genre de dispositif dont ils sont de plus en plus demandeurs. »

Plus que jamais, en effet, les citoyens veulent être acteurs de leur cadre de vie. Certains même tentent l'aventure de l'« habitat participatif ». Il s'agit de concevoir collectivement son habitat et d'y partager des espaces communs. « Des expériences ont déjà été menées dans les années 1970, c'est ce que l'on appelait l'habitat autogéré, note Marie-Christine Jaillet, sociologue spécialiste du fait urbain, de l'habitat et du

logement au sein du LISST². Mais le fait nouveau est l'inscription de l'habitat participatif dans la loi Duflo³ de 2014 sur l'investissement locatif. »

Marie-Christine Jaillet étudie les conditions de succès de ces projets. La première est le portage – de plus en plus fréquent – par les bailleurs sociaux (organismes HLM), capables de mettre à disposition leur compétences en ingénierie de projet. La seconde tient à la constitution du collectif : « On est dans une logique électorale, les gens doivent se coopter. Le processus prend souvent plusieurs années. » Deux écueils peuvent alors survenir. Le premier inhérent au mode de constitution de ce collectif : « Cela peut aboutir à un entre-soi de gens qui ont les mêmes valeurs et les mêmes origines sociales. Le risque est que le projet ne réponde plus aux exigences de la mixité sociale. » Le second problème est la viabilité sur le long terme : la mobilité ou la séparation

des ménages fait que des fondateurs peuvent quitter le projet. Dès lors, l'intégration nécessaire de nouveaux habitants peut le fragiliser. « Bien qu'encore

marginal, l'habitat participatif se développe, on n'est plus dans l'expérimentation. Il témoigne plus généralement d'une volonté forte des citoyens d'être associés à l'aménagement de leur cadre

de vie. Mais ce souci peut parfois entrer en contradiction avec l'intérêt général », note Marie-Christine Jaillet.

En effet, la densification de l'habitat, nécessaire pour rapprocher les nouveaux habitants de leurs emplois, éviter l'étalement urbain et des problèmes de congestion insolubles, et promouvoir une urbanisation compatible avec une gestion économe des ressources est souvent mal acceptée. D'où de multiples recours des habitants devant les tribunaux administratifs. C'est ce que l'on nomme le phénomène NIMBY⁴. « Il faut trouver d'autres manières de produire la ville, ouvrir ce qu'on peut appeler des "scènes de transaction" pour engager le débat et construire l'enjeu de la densification comme relevant du "bien commun". Les citoyens peuvent accepter cette densification même si elle a un coût pour eux à la condition qu'elle présente aussi un intérêt même différé. Chacun peut en effet avoir des enfants obligés de déménager vers une autre ville et qui seront heureux d'y trouver un logement accessible et central », explique Marie-Christine Jaillet. À l'heure où la fabrique de la ville ne peut se concevoir sans associer les habitants, quel pouvoir leur donner ? Où placer le curseur de la démocratie participative par rapport à la démocratie représentative ? « Une chose est certaine, conclut Marie-Christine Jaillet : dès lors qu'on engage une consultation, il faut accepter qu'elle fasse bouger les lignes. » **E**

IL FAUT TROUVER D'AUTRES MANIÈRES DE PRODUIRE LA VILLE



◀ Vote des habitants impliqués dans le processus de conception de l'écoquartier de la Cartoucherie à Toulouse, en 2013.

3. Cette loi vise à augmenter l'offre de logements neufs sociaux et intermédiaires. • 4. Acronyme anglais pour « Not in my backyard », en français : « Pas dans mon jardin ».

Mary Borderies

THÈSE : Assimilation de données de radar nuage aéroporté pendant la campagne de mesure HyMeX

Exploreur : Expliquez-nous le sujet de votre thèse...

Mary Borderies : Je travaille sur la prévision des épisodes de pluies intenses, de type « cévenol », qui surviennent sur le pourtour méditerranéen chaque automne. Aujourd'hui, c'est le modèle météorologique AROME qui, à partir des observations disponibles, fournit quelques heures plus tard les prévisions. Pour mieux connaître ces épisodes souvent catastrophiques, une campagne de mesure s'est déroulée à l'automne 2012 dans le cadre du programme international HyMeX¹. Un Falcon 20 équipé du radar RASTA² a effectué dix-huit vols dans le but de mesurer la composition et la vitesse des nuages. Ma recherche consiste à voir si ce nouveau type de données permet de mieux prédire l'intensité et la localisation des intempéries.

É : Pouvez-vous nous raconter un moment fort de votre thèse ?

MB : En 2016, j'ai été invitée par l'Agence spatiale européenne et par l'agence de recherche autrichienne (FFG), en Autriche et en Belgique, dans le cadre d'un projet de satellite dédié au cycle de l'eau. Ces ateliers m'ont permis d'échanger avec des jeunes chercheurs et ingénieurs européens travaillant sur les mêmes sujets que moi. Ce fut très instructif et gratifiant !

É : Quels sont vos projets ?

MB : J'aimerais continuer dans la recherche en physique des micro-ondes au service des radars, dans des instituts de recherche publique ou dans des entreprises innovantes. Je souhaiterais aussi avoir une expérience à l'étranger et trouver un post doctorat. Pour l'instant, je reste concentrée sur ma thèse que j'aurai terminée en novembre 2018. **CL**



École doctorale : SDU2E (Sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace) - doctorante INP Toulouse à l'INP-ENM, ingénieure INP-ENSEEIH.T.



Labo : Groupe de météorologie de moyenne échelle, Centre national de recherches météorologiques - CNRS, Météo-France. Thèse financée par Météo-France et la Direction générale de l'armement.



Il y a trois ans, Mary Borderies est partie avec l'association La maison de l'Himalaya pour créer un laboratoire de sciences dans un collège du Népal.



mary.borderies@umr-cnrs.fr

Tannous Kass-Hanna

THÈSE : Les effets macroéconomiques internationaux des politiques fiscales

Exploreur : Expliquez-nous le sujet de votre thèse...

Tannous Kass-Hanna : Je m'intéresse à la manière dont les politiques fiscales nationales affectent les économies des autres pays. J'examine deux dispositifs : les chocs de dépenses publiques, c'est-à-dire les plans de relance massifs mis en place par les pays touchés par la crise financière qui a débuté en 2008, et la TVA sociale, qui consiste à augmenter la TVA pour financer les dépenses sociales de l'État et donc diminuer les charges des entreprises. Ma recherche vise à quantifier leurs impacts à l'aide de modèles macroéconomiques. Ainsi, l'Allemagne a mis en place la TVA sociale. Elle y a gagné en compétitivité, mais au détriment de ses partenaires européens qui ont perdu des marchés. En fait, la TVA sociale est une dévaluation qui ne dit pas son nom ! Ce constat pose la question de l'harmonisation fiscale pour la zone Euro et de l'instauration de règles fiscales internationales.

É : Depuis le début de votre thèse en septembre 2015, quel est à été votre meilleur souvenir ?

TKH : J'ai eu la chance de cosigner ma première publication³ avant même d'avoir achevé ma thèse, ce qui est plus qu'encourageant ! L'article traite du principe d'incertitude : il est en effet très difficile d'anticiper les chocs fiscaux. C'est ce qu'on nomme, dans notre jargon, *noise* : des bruits de toute nature qui viennent parasiter les prévisions des agents économiques.

É : Quels sont vos projets professionnels ?

TKH : J'hésite entre la recherche et un poste dans une institution internationale. Je souhaiterais postuler au FMI (Fonds monétaire international), pour acquérir une expérience de terrain. J'aime chiffrer et quantifier les choses. Aujourd'hui, l'Union européenne subit de fortes pressions pour une meilleure harmonisation fiscale. Cela me passionnerait de travailler sur ce sujet. **CL**



École doctorale : Toulouse School of Economics - Université Toulouse Capitole.



Labo : Groupe de macroéconomie (TSE-Université Toulouse Capitole, CNRS, INRA, EHESS).



Bourse d'excellence Eiffel pour le master de recherche en théorie économique et économétrie à TSE-Université Toulouse Capitole.



tannous.kasshanna@tse-fr.eu

Détectives des océans

Fédérer les spécialistes des éléments chimiques « en traces » pour mieux connaître les océans : tel est l'objet du programme « GEOTRACES », dans lequel Toulouse joue un rôle majeur.

PAR JEAN-FRANÇOIS HAÏT

Is sont présents à des concentrations infinitésimales dans les océans. Pourtant, les « éléments traces » ont une importance fondamentale. Les micro-organismes marins (phytoplancton), à la base des écosystèmes et de la chaîne alimentaire, ont en effet besoin de fer, cobalt, cuivre, zinc... pour être capables d'absorber le carbone et l'azote qui les constituent. D'autres éléments, au contraire, sont toxiques : plomb ou mercure, dégagés notamment par les activités humaines. D'autres encore (thorium, actinium...) sont des témoins précieux de cycles lents: ils permettent de chronométrer la vitesse de chute des sédiments vers le fond des océans ou la circulation des masses d'eau.

Étudier ces éléments implique de recueillir et d'analyser avec une précision extrême des échantillons d'eau sur toutes les mers du globe. « La recherche dans les océans se fait sur de grandes échelles d'espace et de temps: il est donc nécessaire de collaborer au plan international », explique Catherine Jeandel, océanographe et géochimiste au Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS¹).

De ses discussions au début des années 2000 avec ses collègues, dont l'Américain Bob Anderson, de l'Université Columbia, naît le projet GEOTRACES², destiné à

fédérer les spécialistes du domaine. Le meeting fondateur se tient à Toulouse en 2003, les campagnes par zones (Atlantique, Pacifique, Océan Indien...) débutent en 2010. « Aujourd'hui, 35 pays sont impliqués », souligne Catherine Jeandel. En France, 50 scientifiques collaborent à GEOTRACES, dont 15 à Toulouse, où se trouve le bureau international du projet.

Cette organisation permet notamment de coordonner des opérations d'intercalibration régulières entre les membres, afin d'obtenir des données homogènes de haute qualité. « Nous faisons en même temps du *capacity building*: au début, seuls quatre laboratoires savaient doser le fer dans l'océan. Maintenant, il y en a une vingtaine, y compris en Inde et en Chine », souligne Maeve Lohan, de l'Université de Southampton (Royaume-Uni). Les données sont ensuite mises en accès ouvert. Elles ont déjà généré nombre de publications scientifiques,

dont la démonstration que la source principale du fer océanique n'était pas, comme on le croyait, les poussières transportées par l'atmosphère, mais les sédiments qui se déposent le long des continents.

À ce jour, GEOTRACES totalise 93 campagnes en mer. L'année 2014 a vu la première publication de données et d'un atlas³



des éléments traces dans l'océan en 2D et 3D (profondeur). L'année 2017 verra la seconde mise à disposition des données du projet dont l'achèvement est prévu pour 2025. « L'Arctique est bouclé, l'Atlantique presque terminé, il reste encore un gros travail dans le Pacifique, et surtout le plus difficile : l'Antarctique, résume Catherine Jeandel. Plusieurs pays devront joindre leurs efforts pour y parvenir. » 

Améliorer

LES MODÈLES DE CLIMAT

Les micro-organismes des océans constituent une pompe biologique pour le CO₂ présent dans l'atmosphère. Comme ceux-ci ont besoin de fer (mais aussi cuivre, zinc, cobalt...) pour se développer, les modèles de distribution de ces éléments dans l'océan sont intégrés aux modèles de prévision climatique du GIEC⁴. Problème : la fiabilité de ces modèles de distribution était jusqu'à présent mal connue. Les données GEOTRACES vont permettre de tester ces modèles, et donc d'améliorer les prévisions climatiques.

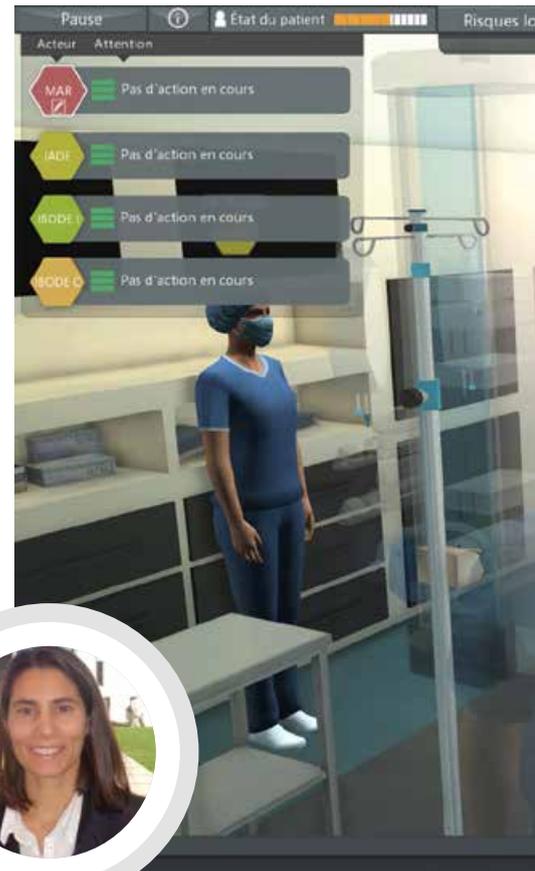
1. Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales – LEGOS – CNRS, IRD, Université Toulouse III – Paul Sabatier, CNES.

• 2. <http://www.geotraces.org>. • 3. <http://www.egeotraces.org>. • 4. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, qui regroupe des milliers de scientifiques.

Serious games :

ils inventent des jeux pour se former

Le Serious Game Research Lab (SGRL¹) prend le jeu vidéo très au sérieux. Ce laboratoire albigeois mobilise de multiples compétences, du public comme du privé, pour créer des outils de formation novateurs.



Des innovations

EN JEUX

« Dans nos jeux sérieux, il y a de l'innovation directement issue de nos laboratoires de recherche », explique David Panzoli, enseignant-chercheur en informatique à l'INU Champollion et membre du SGRL. C'est notamment le cas du système de communication conçu pour 3DVOR. Aucune parole n'est échangée par les participants. Les joueurs utilisent un dispositif de bulles contenant des phrases types, maniées à la souris. Ce système permet de rester immergé dans l'environnement et, surtout, d'enregistrer toutes les informations émises et reçues par les joueurs. Le formateur dispose ainsi de tous les paramètres que les joueurs ont eus à leur disposition pour prendre leurs décisions, bonnes ou mauvaises, individuellement ou collectivement. Une quantité de données impossible à collecter dans le cadre d'une formation classique.

PAR PASCAL NGUYÈN

La préparation du patient semble se dérouler sans encombre au bloc opératoire. Autour de son lit s'active Kévin, le chirurgien, Julie, la médecin anesthésiste-réanimatrice, et Cyrielle, l'infirmière de bloc opératoire diplômée d'État. L'identité du patient est vérifiée. L'acte chirurgical à pratiquer confirmé. Le patient peut passer en salle d'opération... Rompant brusquement le silence qui règne inhabituellement dans ce genre de lieu, une question fuse : « Vraiment ? Vous êtes sûrs qu'il ne fallait pas une autorisation parentale ? » interroge le docteur Charlotte Martin en rallumant la lumière dans la pièce où s'est déroulée la simulation informatique. En effet, point de table d'opération, ni d'outils chirurgicaux, pas même de patient dans cette salle de réunion aveugle située au cœur du CHU Pierre-Paul-Riquet à Toulouse. S'y trouvent des écrans géants, des vidéoprojecteurs reliés à des ordinateurs, des caméras aux quatre coins de la pièce et des chaises à écritoire, pour certaines occupées par des observateurs. Car c'est à une expérimentation du serious game *3D Virtual Operating*

Room (3DVOR) que nous venons d'assister. Kévin et Julie ne sont ni chirurgien, ni médecin. Le premier est interne en anesthésie ; la seconde, élève infirmière dans le même domaine. Quant à Cyrielle, cette infographiste et ingénieure d'études en gestion des connaissances fait partie de l'équipe de développement de 3DVOR. « C'est un serious game – on dit aussi learning game [jeu pour apprendre, NDLR] – multijoueur 3D en temps réel qui a pour objectif de former les professionnels et futurs professionnels du bloc opératoire à la gestion des risques qui sont liés à un défaut de communication », explique Catherine Pons-Lelardeux, ingénieure de recherche en informatique à l'IRIT² et directrice de projet R&D au sein du Serious Game Research Lab (SGRL).

Proposer des environnements virtuels où les professionnels en formation peuvent réaliser des simulations sans

1. Serious Game Research Lab – SGRL – Centre universitaire J-F-Champollion. • 2. Institut de recherche en informatique de Toulouse – IRIT – Université Toulouse III – Paul Sabatier, CNRS, INP Toulouse, Université Toulouse Capitole, Université Toulouse – Jean Jaurès. • 3. Cognition, langues, langage, ergonomie – CLLE – Université Toulouse – Jean Jaurès, CNRS, Université Bordeaux – Michel de Montaigne.



◀ L'interface du logiciel 3DVOR. Les hexagones de couleur indiquent le rôle du personnage. Les engrenages contiennent les actions : relever la tension, poser un cathéter, consulter la station d'anesthésie, etc.

10 personnes
à temps plein au SGRL

4 serious games
à l'actif du labo

30 établissements
(écoles d'ingénieurs, universités, lycées...)
utilisent Mecagenius

3,5 M€
le montant du FUI pour 3DVOR

Catherine Pons-Lelardeux. En leur présentant *Mecagenius*, nous leur avons montré ce que nous étions capables de faire en matière de serious game. » Ensuite, dès qu'un projet est lancé, les professionnels sont associés à toutes les phases de son développement. Ainsi, Vincent Lubrano a été détaché six mois à temps plein à Albi pour travailler sur 3DVOR.

conséquences économiques ni mise en danger d'autrui, c'est là tout l'intérêt des serious games dont le SGRL s'est fait une spécialité. Créé en 2007, il est accueilli par l'Institut national universitaire Champollion à Albi. Les recherches et développements réalisés au SGRL ne se cantonnent pas au secteur médical. Le laboratoire a notamment conçu *Mecagenius* (commercialisé depuis 2013 et dont une nouvelle version va voir le jour), un serious game dédié à la formation en génie mécanique qui permet de découvrir et de participer à un atelier de fabrication. Les participants (étudiants ou professionnels) y apprennent le fonctionnement de machines à commande numérique, l'usinage de pièces, et à en optimiser la production. Plus de 30 établissements (écoles d'ingénieurs, universités, lycées...) ainsi que le réseau des GRETA (formation continue des adultes à l'Éducation nationale) l'utilisent. Le SGRL affiche déjà à son compteur quatre logiciels et une cinquantaine de publications. Pour concevoir ses serious games, le labo-

ratoire mobilise de nombreux profils. Tout d'abord, des scientifiques et ingénieurs de laboratoires et instituts toulousains bien connus : l'IRIT (informatique), le CLLE³ (sciences cognitives), l'EFTS⁴ (didactique professionnelle), l'ICA⁵ (génie mécanique), le CERTOP⁶ (sociologie). Les partenariats institutionnels dépassent même nos frontières. Pour *Mecagenius*, l'École de technologie supérieure de Montréal (Canada) a également apporté ses connaissances en génie mécanique. Ensuite, il y a des professionnels qui manifestent des besoins, comme au CHU de Toulouse. « L'idée de 3DVOR m'est venue quand le professeur en anesthésie-réanimation Vincent Minville, et le docteur Vincent Lubrano, neurochirurgien, nous ont montré ce qu'ils faisaient dans le centre de simulation en anesthésie, se souvient

PROPOSER DES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS POUR DES SIMULATIONS SANS CONSÉQUENCES

Enfin, le SGRL s'associe à des entreprises privées. KTM Advance, spécialiste francilien du serious game, a apporté son savoir-faire en matière de réalisation sur 3DVOR et *Mecagenius*. L'entreprise de Haute-Savoie Novamotion a, quant à elle, une expertise en animation de personnages en 3D. Toute cette expertise est mise en commun pour la réalisation de serious games à venir, tenus secrets. Une information est en revanche publique, qui devrait séduire les étudiants passionnés par le jeu et la transmission des compétences : l'ouverture en septembre 2017 d'un nouveau master à l'Institut national universitaire Champollion, intitulé « Audiovisuel, médias interactifs numériques et jeux », dont l'objectif sera de former des professionnels du développement de learning games et autres outils numériques innovants pour la formation 

4. Éducation formation, travail, savoirs – EFTS – Université Toulouse – Jean Jaurès, École nationale supérieure de formation de l'enseignement agricole.
• 5. Institut Clément-Ader – ICA – CNRS, Université Toulouse III – Paul Sabatier, INSA Toulouse, ISAE-SUPAERO, Mines Albi-Carmaux. • 6. Centre d'étude et de recherche travail, organisation, pouvoir – CERTOP – CNRS, Université Toulouse – Jean Jaurès, Université Toulouse III – Paul Sabatier.

École des Docteurs

Le doctorat vous mène plus loin



Créativité, expertise, rigueur, les docteurs de l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées ont tout pour augmenter votre réussite. Les docteurs de l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées ont toutes les compétences pour mettre en œuvre, développer et optimiser vos projets dans une démarche proactive. Ce sont des professionnels capables d'imaginer des approches innovantes au profit de votre entreprise et de la société.

Université Fédérale



Toulouse Midi-Pyrénées

www.univ-toulouse.fr

Fabienne Bessac

Chimiste théoricienne engagée

La recherche fondamentale peut-elle se mettre au service de l'environnement ? Oui, pour Fabienne Bessac, enseignante-chercheuse à l'École d'ingénieurs de Purpan (INP-PURPAN) et au Laboratoire de chimie et physique quantiques¹, qui modélise le comportement des pesticides à l'échelle moléculaire.



© DR

PROPOS RECUEILLIS PAR **CARINA LOUART**

Exploreur : Pourquoi avez-vous décidé de consacrer vos recherches à la pollution organique, et notamment aux pesticides ?

Fabienne Bessac : Après l'obtention de ma thèse en physicochimie théorique, j'ai été recrutée en 2007 par le département Agronomie et agroalimentaire de l'École d'ingénieurs de Purpan pour venir en appui des recherches expérimentales menées par les ingénieurs agronomes sur l'impact des pesticides sur l'environnement. Mon rôle consiste à fournir des données théoriques sur les propriétés physicochimiques des

molécules de ces produits : je les modélise pour essayer de mieux appréhender leur comportement avec la matière minérale du sol. À terme, il s'agit de confronter les résultats à ceux des agronomes qui, eux, réalisent leur recherche à l'échelle macroscopique.

É : Il semble difficile de prédire le comportement des 100 000 substances organiques présentant un risque pour l'environnement !

FB : C'est vrai. Leur classement par grandes familles chimiques n'est pas suffisant. Il faut étudier le comportement de ces substances en interaction avec l'air, l'eau, le sol et les organismes vivants pour bien comprendre leurs

impacts sur l'environnement. C'est la structure qui détermine les propriétés physico-chimiques d'une molécule. Le projet « TyPol » (voir +) devrait permettre de prédire le comportement de nouvelles molécules.

É : Quelle est la conséquence de cette méconnaissance ?

FB : Prenez par exemple le cas du chlorodécone, utilisé massivement entre 1978 et 1993 dans les bananeraies martiniquaises : on s'aperçoit aujourd'hui qu'en plus de sa toxicité, sa rémanence dans le sol est très importante. De plus, une fois dans le sol, certaines molécules se dégradent et se transforment. Ce sont souvent ces sous-produits qui posent problème et n'ont pas toujours bien été étudiés. Idem pour l'atrazine, un herbicide très répandu dans le monde, interdit en France depuis 2003, mais que l'on retrouve encore dans le sol et les eaux pour des raisons mal connues. J'étudie l'atrazine de manière théorique, notamment la manière dont elle interagit avec l'argile des sols, ce qui conditionne son passage dans l'eau.

É : Vous vous inscrivez dans une recherche citoyenne, est-ce un choix délibéré ?

FB : À la fin de mes études, je n'étais pas engagée sur les questions environnementales, mais au fil de mes recherches, et en côtoyant des ingénieurs agronomes très impliqués sur le sujet, j'ai pu bâtir ma recherche pour la mettre au service de la protection de l'environnement. Je crois qu'en apportant des connaissances sur les pesticides, la recherche fondamentale peut jouer un rôle dans la compréhension de ces polluants et pourquoi pas dans l'évolution des pratiques agricoles. **É**



Fabienne Bessac participe au projet « TyPol » (typologie des contaminants organiques) lancé en 2009 et porté par plusieurs laboratoires de l'INRA. Il vise à classer les polluants à partir de leurs caractéristiques moléculaires et de leurs comportements dans l'environnement. Plus de 200 contaminants ont déjà été répertoriés, dont une majorité de pesticides. À terme, cet outil permettra de prédire le comportement d'une molécule à partir de son homologue répertorié dans TyPol et d'argumenter sur le choix ou l'interdiction d'un polluant.

1. Laboratoire de chimie et physique quantiques – LCPQ – CNRS, Université Toulouse III Paul Sabatier.

Des robots dans les champs

Quand deux étudiants concernés par le développement durable et passionnés de robotique se rencontrent, naît Naïo Technologies, dont les robots aident à une agriculture plus productive et plus respectueuse de l'environnement.

PAR ANNE LESTERLIN

Il était une fois un robot né d'une asperge... Le raccourci est un peu rapide, mais l'histoire des robots de Naïo Technologies prend bel et bien racine à la Fête de l'asperge de Pontonx-sur-l'Adour (Landes) en 2010. À l'époque, Gaëtan Séverac s'apprête à démarrer sa thèse en robotique à l'ONERA après une formation d'ingénieur en alternance entre l'IMERIR¹ à Perpignan et le LAAS-CNRS à Toulouse. « Lors de cette fête, un producteur m'a fait part de ses difficultés à trouver de la main-d'œuvre en raison de la pénibilité du travail. Moi qui suis passionné de robots, j'ai été surpris qu'aucune machine n'ait encore été développée pour assister les agriculteurs dans ces tâches ingrates et répétitives. » L'embryon de Naïo commence alors à germer dans l'esprit de son futur directeur général.

De son côté, à la sortie de l'IMERIR, Aymeric Barthes part travailler pour une société de services informatiques. Mais il réalise vite que ce dont il a vraiment envie, c'est de créer une entreprise. Dans quel domaine ? Cela reste à définir ! Alors, quand les deux amis de promo se retrouvent à un apéro entre « anciens » de leur école, la mise en commun de ces deux projets apparaît comme une évidence.

NOUS AVONS DÛ LES CONSOLIDER ET TRAVAILLER À UNE FORME PLUS GÉNÉRIQUE

Ils commencent avec une tâche simple et commune à l'ensemble des agriculteurs : le désherbage. Quelques outils, une vieille tondeuse, un moteur d'essuie-glace de camion, des roues de caddie et de motoculteur... et voilà l'ancêtre du robot Oz qui voit le jour. « Ce bricolage ne servait à rien, mais il roulait, se souvient Aymeric Barthes, président de la société. Nous avons pris conscience qu'il fallait nous entourer de professionnels, car il nous manquait de nombreuses compétences ! ». En 2011, Naïo Technologies voit le jour.

Durant l'été 2012, un prototype du futur robot Oz effectue ses premiers tours de roue dans les couloirs du LAAS-CNRS, associé dès le début de l'aventure en mettant des stagiaires à disposition de la start-up. « Le premier a travaillé sur l'identification de la zone navigable à partir d'une caméra embarquée sur le robot, détaille Michel Devy, directeur de recherche dans ce laboratoire. Le second, embauché par Naïo à l'issue de son stage, s'est intéressé au module de commande pour qu'il suive une rangée à partir de capteurs laser. »

Le projet innovant de Naïo séduit les investisseurs et les agriculteurs. Fin 2013, la première levée de fonds réunit 80 000 euros



© Tien Tran / Naïo Technologies

sous forme de « *love money* » (financement participatif auprès des familles et des amis) et Naïo réalise un exploit : ses 5 robots désherbeurs Oz sont commandés avant même d'être produits. Pour sa deuxième levée de fonds destinée à industrialiser la production, Naïo fait appel à deux plates-formes de *crowdfunding* (WiSEED à Toulouse et SmartAngels à Paris) et des *business angels*. La jeune entreprise recueille 730 000 euros. Mais fin 2014, alors que Naïo travaille sur de nouveaux prototypes dédiés aux grandes cultures légumières (robot *Dino*) et aux vignes (petit *Bob* et grand *Ted*²), la progression des ventes n'est pas à la hauteur des attentes et les premiers problèmes apparaissent sur les robots Oz. « Les agriculteurs n'utilisaient pas nos robots comme nous l'avions imaginé, explique Aymeric Barthes. Ils s'abîmaient plus vite que prévu ou nécessitaient des mises au point différentes pour chaque client. Nous avons donc dû les consolider et travailler à une forme plus générique. »

En 2015, les ventes repartent, mais la trésorerie fond... Une troisième levée devient nécessaire. Une partie des 3 millions d'euros récoltés part dans l'optimisation d'Oz. Le reste est investi dans la poursuite

1. Institut méditerranéen d'étude et de recherche en informatique et robotique – IMERIR.

2. La phase de conception de *Ted* a bénéficié en 2014 de l'appel à projets de recherche EasyNov de la Région Midi-Pyrénées.



du développement des trois autres robots : *Dino*, *Bob* et *Ted*. Ce dernier, à vocation viticole, est le fruit d'un partenariat avec le LAAS-CNRS et l'Institut français de la vigne et du vin (IFV). Les trois partenaires enchaînent sur le projet « RoViPo » (robot viticole polyvalent) qui, au-delà du désherbage, surveillera les cultures et leur appliquera des traitements de manière sélective. L'équipe du LAAS-CNRS travaillera aussi avec Naïo sur le projet « DESHERB'EUR³ » pour la conception et le développement de capacités avancées de navigation dans les petites et grandes exploitations.

En novembre 2016, la start-up a organisé le premier Forum international de la robotique agricole (FIRA), qui a attiré 200 visiteurs professionnels. « Un marché énorme est en train de voir le jour. Nous en sommes aux balbutiements et Naïo a décidé d'être à la base de la structuration de cette filière émergente ! » conclut Gaëtan Séverac, qui a deux conseils à donner aux étudiants désireux de se lancer dans l'aventure entrepreneuriale : « Foncez ! Créer sa boîte à la sortie de ses études, c'est tout à fait possible. Mais mettez le client final dans la boucle dès le début, créez votre produit en collaboration. » À bon entendre... 

▲ **Oz, le robot de désherbage autonome et électrique, a été commercialisé à 60 exemplaires chez des maraichers diversifiés principalement.**

20
salariés

28 ans
de moyenne d'âge

5
modèles de robots

70
robots en service
en France et à l'étranger

20 K€
le prix d'un robot Oz

305 k€
de chiffre d'affaires en 2015

Interview

**NAÏO PEUT STIMULER
L'ENTREPRENEURIAT ÉTUDIANT**



NATHALIE DEL VECCHIO,
maître de conférences
en gestion à l'Université
Toulouse III – Paul Sabatier

Vous coordonnez le projet de jardins agroécologiques lancé le 29 novembre dernier dans le cadre du Campus innovant de l'UPS. De quoi s'agit-il ?

Il s'agit de promouvoir et de pratiquer l'agroécologie sur le campus, pour tous les personnels, les étudiants et les habitants du quartier. Nous installons des potagers fleuris, un vignoble expérimental, des vergers et des ruches connectées. Ces jardins sont en effet des espaces d'expérimentation et de partage de savoirs.

Quel rôle a joué Naïo dans le projet ?

Nous avons contacté Naïo qui nous a proposé de nous offrir des plants de vignes sur lesquels ils vont tester leur robot enjambeur viticole *Ted*. Il réalisera le désherbage mécanique des adventices sous le rang. Nous travaillons avec eux sur le cahier des charges et les aspects techniques des plantations.

Qu'apporte la présence de Naïo sur le campus ?

Cette présence s'inscrit dans l'esprit du Catalyseur⁴, destiné à promouvoir l'entrepreneuriat étudiant et l'innovation ouverte. En particulier, les étudiants du master Robotique pourront observer la réalité du travail de R&D. Nous espérons que cela créera des vocations !

© DR

3. Projet financé sur 42 mois dans le cadre de l'appel à Projets structurants des filières agricoles et agroalimentaires (PS2A).
4. <http://www.univ-tlse3.fr/l-universite/le-catalyseur-564161.kjsp>



Dates

Naissance

27 avril 1959 à Toulouse

1977

Bac F3 électrotechnique, lycée
Déodat-de-Séverac à Toulouse

1980

Recruté par le CNRS
en tant que technicien

2001

Participe au World Solar Challenge
en Australie avec la voiture solaire
Solelhada

2014 et 2016

Deux brevets et deux Lauriers
de l'invention de l'INP Toulouse

2016

Officier des Palmes académiques,
Cristal du CNRS

1^{er} janvier 2017

Promu ingénieur de recherche
de la chaire LR-Wilson, Montréal

Dominique Harribey

Le savoir-faire et le faire-savoir

Il dessine les plans, conçoit, assemble et teste les prototypes qui permettent de valider ou d'invalider les modèles et calculs des chercheurs de son équipe au LAPLACE. Son inventivité, qu'il adore faire partager en vidéo, lui a notamment valu le Cristal du CNRS.

PAR **CAMILLE PONS** - PHOTOGRAPHIE DE **FRÉDÉRIC MALIGNE**

« *Here, we love practice* », peut-on lire à l'entrée de la salle où il conçoit et assemble. « Oui, ici on aime bien mettre les mains dans le cambouis », confirme Dominique Harribey, 57 ans, ingénieur de recherche au sein du GREM3¹ au Laboratoire plasma et conversion d'énergie (LAPLACE²). « Et j'ai beaucoup de chance ! Ici, chercheurs et ITA³ sont comme ça [il croise les doigts des deux mains], alors que dans d'autres labos ils sont comme ça [il met ses mains en parallèle]. » Sa chance ? La place qui lui a toujours été donnée en tant que coéquipier à part entière des chercheurs de l'équipe. Et qui explique, du moins en partie, que celui qui a démarré au grade de technicien en 1980 a gravi tous les échelons jusqu'à être promu ingénieur de recherche le 1^{er} janvier dernier. Promotion à laquelle s'ajoutent, en 2016 notamment, un certain nombre

de reconnaissances : les Lauriers de l'invention de l'INP pour récompenser le dépôt d'un brevet (il en a trois à son actif aujourd'hui), la promotion au grade d'officier dans l'ordre des Palmes académiques pour son activité d'enseignement et, surtout, le Cristal du CNRS qui récompense des ITA pour leur « créativité, maîtrise technique et sens de l'innovation ».

« Un parcours exceptionnel », que saluent aussi bien le directeur de l'INP-ENSEEIH, Jean-François Rouchon, que Carole Hénaux, chercheuse spécialisée en génie électrique avec qui Dominique Harribey partage de nombreux projets, ou encore celui qui a « travaillé avec lui main dans la main de 1987 à 2010 », le chercheur Bertrand Nogarède qui dirigeait l'équipe jusqu'à ce qu'il monte sa start-up Novatem. « Je me suis toujours

© Frédéric Maligne

1. Groupe de recherche en électrodynamique, matériaux, machines et mécanismes électroactifs – GREM3. • 2. Laboratoire plasma et conversion d'énergie – LAPLACE – CNRS, INP-ENSEEIH, Université Toulouse III – Paul Sabatier. • 3. Ingénieurs, techniciens et administratifs.

éclaté dans ce que je fais», rétorque l'intéressé pour justifier son ascension. Il se considère comme la « cheville ouvrière » de l'équipe, celui par qui les calculs, les modélisations se concrétisent par un objet innovant qui permettra de vérifier les résultats issus de ces travaux théoriques. Spécialisé principalement dans les « machines électriques », Dominique Harribey œuvre dans des domaines aussi variés que le spatial, l'automobile, l'aéronautique et le médical.

Il vient entre autres d'être associé, aux côtés de son équipe et au sein d'un consortium piloté par Airbus, à un projet retenu dans le cadre du programme européen « Clean Sky 2 », qui doit mener à la conception d'un avion régional commercial à propulsion hybride. Son travail ? Valider avec des outils de conception, puis avec des manipulations, des systèmes de propulsion électrique qui permettront d'arriver « à des puissances massives énormes, équivalentes à trois fois ce que l'on sait faire aujourd'hui », explique l'ingénieur de recherche, « mais qui vont donc nécessiter d'imaginer un

système de refroidissement innovant du moteur ». Un autre travail récent, mené avec le CNES, portait sur l'élaboration d'un système de contrôle d'attitude orbitale afin de permettre à un satellite, dès lors qu'il se met à dériver, de se remettre dans le bon axe. Un projet qui a marqué sa carrière puisqu'il lui a permis de déposer deux brevets. Mais il utilise aussi ses compétences scientifiques hors du champ de la recherche. L'« aventure extraordinaire » de « *Solelhada* » occupe à ce titre une place de choix dans les souvenirs de Dominique Harribey. *Solelhada*, c'est la voiture solaire qu'il a fabriquée avec le chercheur qui l'avait recruté, Michel Lajoie-Mazenc, et avec laquelle ils ont traversé l'Australie en 2001 à l'occasion du World Solar Challenge. Une voiture originale, puisque les partenaires avaient installé son unique moteur dans la roue, donc au cœur du système, ce qui permettait d'avoir davantage de rendement que si l'énergie avait dû être transmise par une chaîne ou une courroie.

Cet investissement, même en dehors de projets institutionnels, explique certainement que Dominique Harribey ait aussi été progressivement associé aux projets en amont et aux publications scientifiques, faits peu courants pour un technicien jusqu'à la fin des années 2000. Pourquoi cela a-t-il aussi bien fonctionné ? « Parce qu'il allait au-delà de la logique d'exécution des projets. Il avait un avis sur la faisabilité technique, les méthodes de fabrication jusqu'à influencer sur la fabrication de l'objet », observe Bertrand Nogarède. Le « MacGyver » de l'équipe, s'amuse de son côté Carole Hénaux. « Celui qui va toujours trouver la solution ! » Ainsi, c'est lui qui, suite à l'expérimentation chez un partenaire industriel d'un propulseur spatial qui s'est mis à fumer une fois introduit dans leur four, a déniché ensuite un four « ordinaire » à pyrolyse qu'il a « bidouillé » pour refaire des tests de dégazage au labo et ne pas mettre fin ainsi à un projet important. Bertrand Nogarède garde même le souve-

nir d'une inventivité parfois « délirante ». « On a escaladé un clocher ensemble à Castelnaudary pour mesurer les vibrations au bout des cloches, car elles sont très proches de celles que l'on exploite dans les moteurs piézo-électriques ! » Dans la même veine, Cette vidéo réalisée dans les années 1990 pour présenter leurs travaux à la DGA pour compenser son absence à la réunion : « Sous la caméra de Dominique, un doctorant faisait Ignotus qui apprenait de Curiosus, joué par

IL ESCALADE UN CLOCHER À CASTELNAUDARY POUR MESURER LES VIBRATIONS AU BOUT DES CLOCHES

moi-même, et c'est ainsi que nous avons exposé nos travaux. On s'est amusés comme des fous ! Cela a tellement plu que nous avons obtenu des financements pour d'autres projets ! Car on a aussi pu montrer notre créativité pour communiquer sur nos travaux ! »

Cette communication sur les travaux est d'ailleurs la deuxième corde à l'arc de Dominique Harribey. Son dada ? La vidéo et de nombreux posts sur YouTube. L'un des derniers, qui présente les résultats des travaux sur un propulseur électrique de satellite élaboré pour le CNES et SNECMA, affiche près de 40 000 vues. « Je ne suis pas Lady Gaga, mais pour des sujets aussi pointus, ça m'épate », s'amuse l'ingénieur de recherche qui compte aussi parmi ses auditeurs des enseignants qui réutilisent ses vidéos pour leurs cours. « La résonance de nos travaux n'aurait pas été aussi importante sans cela et on le doit à son sens très marqué du faire-savoir », observe Bertrand Nogarède, alors même que ces vidéos attirent de plus en plus de candidats en stage et en thèse au sein du laboratoire.

« C'est ma passion, ma deuxième vie », confie de son côté Dominique Harribey pour qui la vidéo « vaut souvent mieux qu'un long discours ». « Et j'aime tellement ce que je fais que j'ai envie de le faire partager. » Ce qu'il fait aussi, sur une autre chaîne, avec ses vidéos de voyages en Harley Davidson, une autre de ses passions 🇫

Esprit d'équipe

LE GREM3

Le Groupe de recherche en électrodynamique, matériaux, machines et mécanismes électroactifs (GREM3) est l'une des 12 équipes du Laboratoire plasma et conversion d'énergie (LAPLACE). Les 8 permanents et 14 doctorants du GREM3 travaillent sur la modélisation et la maîtrise des phénomènes physiques d'interaction électromécanique, ainsi qu'à la mise en œuvre de procédés innovants pour la conversion électromécanique de l'énergie et pour les systèmes d'actionnement.

Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées

LES ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

- Université Toulouse Capitole
- Université Toulouse - Jean Jaurès
- Université Toulouse III - Paul Sabatier
- Institut National Polytechnique de Toulouse
- École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse
- École Nationale Supérieure d'Électrotechnique, d'Électronique, d'Informatique, d'Hydraulique et des Télécommunications
- École Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques
- École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes
- École Nationale de Météorologie
- École d'Ingénieurs de Purpan
- Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse
- Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace
- École Nationale de l'Aviation Civile
- École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse

- École Nationale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole
- École Nationale Supérieure des Mines d'Albi-Carmaux
- École Nationale Vétérinaire de Toulouse
- Institut National Universitaire Champollion
- Sciences Po Toulouse
- Centre de Ressources, d'Expertise et de Performance Sportives
- Institut Catholique d'Arts et Métiers de Toulouse
- Institut supérieur des arts de Toulouse
- Toulouse Business School

LES ORGANISMES DE RECHERCHE

- Centre National de la Recherche Scientifique, CNRS
- Institut National de la Recherche Agronomique, Inra
- Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Inserm
- Institut de Recherche pour le Développement, IRD
- Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales, ONERA
- Centre National d'Études Spatiales, CNES



www.univ-toulouse.fr



Université
Fédérale

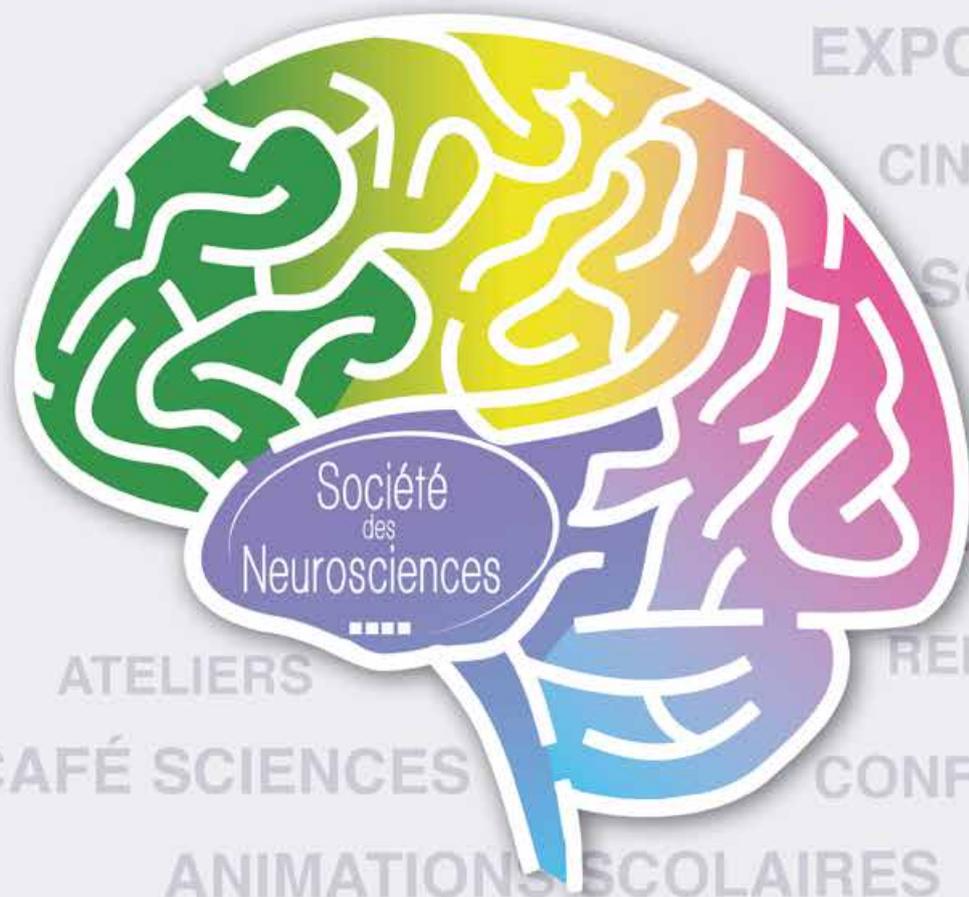
Toulouse
Midi-Pyrénées

© photo - comstock/vektor.com

EN EUROPE ET DANS PLUS DE 30 VILLES EN FRANCE

Semaine du Cerveau

13-19 mars 2017



EXPOSITIONS

CINÉ-DÉBATS

SCIENCES

ATELIERS

RENCONTRES

RENCONTRES

CONFÉRENCES

ANIMATIONS SCOLAIRES

MANIFESTATION GRAND PUBLIC GRATUITE
COORDONNÉE PAR LA SOCIÉTÉ DES NEUROSCIENCES

Toutes les infos sur www.semaineducerveau.fr/votre_ville

