

fnrs news

101

Juin 2015

LE MAGAZINE DU FONDS DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - FNRS - TRIMESTRIEL N°101 • Juin 2015

Dossier spécial Fascinante lumière !



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

DOSSIER

08



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

Fascinante lumière !

- 10 Jouer avec la lumière...
- 12 Les yeux ne font pas que voir
- 14 Quand la lumière sublime l'architecture
- 16 La lumière à travers l'oeil des Anciens

PORTRAIT

Muriel MOSER
A la pointe de la
recherche

18

PHYSIQUE

Atomes, matière
quantique & nombres
magiques

20

CHIMIE

Des matériaux organiques
sur mesure

22

PHYSIQUE

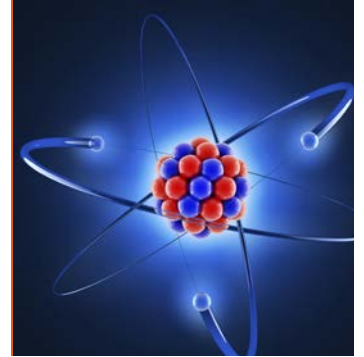
Les gouttes malades

24

BIOLOGIE

Qui a dit que les
cafards n'ont pas de
personnalité ?

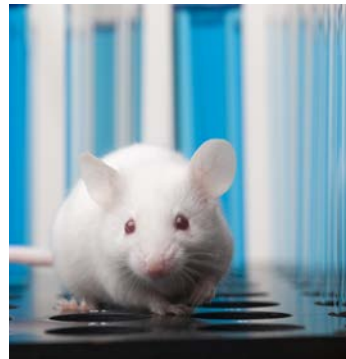
26



IMMUNOLOGIE

Les lymphocytes T
régulateurs : une cible
d'intervention de la
réponse immunitaire ?

28



NEUROSCIENCES

Souris : une
transplantation de
neurones réussie !

30

PSYCHOLOGIE

Sommes-nous tous des
monstres ?

32

NEURO- SCIENCES

Comment reconnaissons-
nous les visages ?

34

PSYCHOLOGIE

La vie professionnelle,
une arme anti-
Alzheimer ?

36

MÉTABOLISME

Obésité : les secrets
de l'intestin...

38



fnrs news

fnrs news est édité par le Fonds de la
Recherche Scientifique - F.R.S.-FNRS

Une version électronique
de fnrs news est disponible
sur le site www.frs-fnrs.be

Editeur en Chef : Véronique Halloin
Secrétaire générale, rue d'Egmont 5 - 1000 Bruxelles

Rédacteur en Chef : Christel Buelens
christel.buelens@frs-fnrs.be

Rédaction : Alix Botson, Christel Buelens,
Pierre Dewaele, Marie-Françoise Dispa, Elise
Dubuisson, Philippe Lambert, Carine Maillard,
Jean-Paul Vankeerberghen, Alexandre Wajnberg.

Réalisation : www.chriscom.eu

Remerciements :

La rédaction remercie celles et ceux qui ont contribué
à l'élaboration des articles et des illustrations.

La reproduction des articles
publiés n'est pas autorisée,
sauf accord préalable du Fonds
de la Recherche Scientifique
F.R.S.-FNRS et mention de leur
provenance.



fnrs

LA LIBERTÉ DE CHERCHER

Édito

2015, Année internationale de la lumière

L'UNESCO a lancé en janvier dernier l'année internationale de la lumière 2015. Cette initiative visait à faire prendre conscience aux hommes de l'importance de la lumière et de ses technologies associées dans leur vie quotidienne.

Le choix de cette année n'est pas le fruit du hasard : cette année est en effet le bicentenaire de la découverte Auguste Fresnel, l'un des grands physiciens de la période « classique » qui a établi le caractère ondulatoire de la lumière. Elle est aussi le centenaire de la théorie de relativité et de la théorie quantique du rayonnement.

Deux cents ans après que Auguste Fresnel, l'un des grands physiciens de la période « classique », ait établi la théorie ondulatoire de la lumière.

A peine plus de 100 ans après la théorie de la relativité et la théorie quantique du rayonnement.

Depuis ces étapes décisives franchies grâce à la recherche fondamentale, les nouvelles techniques utilisant la lumière ont participé pleinement au développement de la société. Ainsi la fibre optique, qui a révolutionné la médecine et ouvert la communication mondiale via internet.

La lumière est une star scientifique et populaire. N'oublions pas en effet que le « c » de la célèbre équation d'Einstein, $E=mc^2$, est une constante physique fondamentale qui désigne la vitesse de la lumière dans le vide (du latin *celeritas*). Les ouvrages de science-fiction regorgent de récits imaginaires de voyages spatiaux à des vitesses dépassant celle de la lumière, qui est pourtant la vitesse maximale et incontestée de tout objet ou information.

A notre modeste échelle de la Fédération Wallonie Bruxelles, nous avons aussi voulu nous associer à cette initiative de l'Unesco et mettre ... en lumière nos chercheurs qui contribuent aux avancées des connaissances dans des disciplines très variées mais toutes connectées à la lumière.

Comme nous explique le Pr Serge Massar (p. 10), « L'optique est un domaine historique du développement scientifique mais il est encore en plein déploiement aujourd'hui ».

Parce que la lumière influe sur notre activité cognitive cérébrale et sur nos émotions (p. 12), des architectes bioclimatiques conçoivent des bâtiments afin de nous faire

bénéficier au maximum du soleil, mais se penchent aussi sur la santé des futurs habitants (p. 14).

Cet intérêt pour la lumière n'est pas récent, comme nous rappelle le Pr Jean Lempire, qui nous raconte (p. 16) la fascination des peuples anciens pour celle-ci.

Déclinée au pluriel et ramenée au XVIII^e siècle, elle devient synonyme d'une volonté de savoir, de diffusion des connaissances, de progrès de l'humanité : la base même de la recherche fondamentale et de la démarche scientifique.

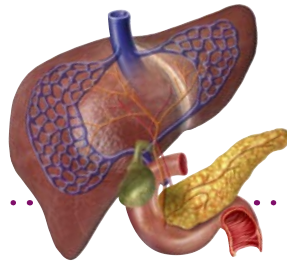
Les quelques travaux et personnalités présentés dans les pages suivantes illustrent les efforts de nos chercheurs qui font face en toute liberté aux défis de la recherche d'aujourd'hui et pensent en dehors des sentiers battus, des frontières, pour apporter de la lumière sur l'inconnu.

En vous souhaitant bonne lecture, je ne résiste pas au plaisir de vous rappeler une lumineuse citation du Directeur Général du Cem, Rolph Heuer : « *A mere 150 years ago the candle was the main source of artificial light. By then, it had already been developed to a very sophisticated degree. But no amount of research on the candle would have given us the electric light bulb. For that, you need basic science to prepare the way.* ».

Véronique Halloin
Secrétaire
Générale
F.R.S.- FNRS



News



LE FOIE

En cas de maladie chronique du foie, la régénération de cet organe peut être compromise. Une large étude sur l'hépatite alcoolique a démontré qu'il y avait une corrélation entre la prolifération des cellules progénitrices du foie ainsi que l'activation des cellules de Kupffer et l'amélioration de l'état de santé des patients. Ces résultats mettent en évidence pour la première fois le rôle potentiel bénéfique de ces cellules chez l'être humain et ouvrent de nouvelles pistes thérapeutiques pour une maladie à haut taux de mortalité.

Journal of Hepatology - Hepatic cell proliferation plays a pivotal role in the prognosis of alcoholic hepatitis

Nicolas Lanthier, PhD
Spécialiste Postdoctorant F.R.S.-FNRS
GAEN, UCL

LEVER LA RÉGULATION ABUSIVE

Grâce à la production de TGF-beta, les lymphocytes T régulateurs ou Tregs restreignent l'activité du système immunitaire et empêchent le développement de maladies auto-immunes. Dans le cas du cancer, les Tregs fonctionnent de manière exagérée : ils s'accumulent dans les tumeurs qu'ils inondent de TGF-beta, paralysant les cellules immunitaires. Une équipe de recherche de l'Institut de Duve de l'UCL a mis au point un agent thérapeutique constitué d'anticorps monoclonaux dirigés contre « GARP », une protéine requise pour la production de TGF-beta par les Tregs humains. Cet agent thérapeutique devrait permettre d'attiser l'activité des cellules capables de détruire les tumeurs.

Science Translational Medicine - Monoclonal antibodies against GARP/TGF-β1 complexes inhibit the immunosuppressive activity of human regulatory T cells in vivo

Sophie Lucas, PhD
Chercheur qualifié F.R.S. - FNRS
Institut de Duve, UCL

++ <http://stm.sciencemag.org/>

BIOMIMÉTISME LUMINEUX



Des chercheurs ont réussi à multiplier par trois le rendement théorique des ampoules LED en déterminant une texturation de surface optimale pour l'extraction de lumière. L'idée originale est venue de l'observation de lucioles : leurs organes luminescents sont recouverts d'écaillles qui améliorent l'extraction de lumière. L'idée avait été transposée aux ampoules LED. Le défi consistait cependant à trouver la texturation optimale pour une lampe artificielle faite en GaN. Une exploration systématique de toutes les possibilités aurait demandé un temps de calcul supérieur à l'âge de l'Univers. C'est avec un algorithme génétique que les chercheurs sont parvenus à reproduire de manière informatique le processus de sélection naturelle qui conduit à une solution optimale. Ces travaux ont nécessité plusieurs mois de calcul sur les supercalculateurs du CECI et du Tier-1.

Journal of Optics - Optimization by a genetic algorithm of the light-extraction efficiency of a GaN light-emitting diode

Alexandre Mayer, PhD
Chercheur qualifié F.R.S.-FNRS
Laboratoire de Physique du Solide, UNamur

++ www.osa-opn.org



JEU RESPONSABLE : LA LOTERIE NATIONALE LANCE UN NOUVEL APPEL À PROJETS

Dans le cadre de ses missions en matière de Jeu Responsable, la Loterie Nationale lance un appel à projets de recherche en matière d'addiction aux jeux. Si la Loterie Nationale finance ce type de recherche depuis de nombreuses années, c'est la deuxième fois qu'elle lance un appel à projets.

Toutes les informations relatives à cet appel à projets sont consultables sur...

++ www.loterienationale-jeuresponsable.be



CAPACITÉ INNÉE À RECONNAÎTRE ET TUER DES CELLULES

Les lymphocytes T, exprimant à leur surface la protéine membranaire CD8(TCD8+), reconnaissent et tuent des cellules infectées par des virus. Cette propriété cytotoxique n'est généralement pas innée, elle nécessite une période d'apprentissage. Cependant, certains lymphocytes TCD8+ peuvent acquérir cette fonction sans période d'apprentissage. Ces cellules semblent constituer une première ligne de défense, grâce à leurs propriétés cytotoxiques « innées ».

Des chercheurs de l'ULB ont mis en évidence les mécanismes cellulaires et moléculaires impliqués dans ce processus.

Ces travaux ouvrent de nouvelles perspectives dans le domaine de la vaccinologie.

Nature Communications - Type I interferons regulate emesodermin expression and the development of unconventional memory CD8+ T cells

Stanislas Goriely, MD, PhD
Institut d'Immunologie médicale, ULB
FRIA - F.R.S.-FNRS
IRIBHN, ULB

++ www.nature.com/ncomms/index.html



VAGABONDAGE MENTAL

Vous êtes-vous déjà surpris à être perdu dans vos pensées alors que vous effectuez une tâche routinière ? Ce vagabondage mental est une expérience fréquente qui peut avoir des conséquences négatives importantes. L'imagerie cérébrale suggère cependant que les pensées vagabondes peuvent également être utiles et contribuer à la planification et la gestion de nos activités futures. Une méta-analyse montre en effet que les zones cérébrales qui s'activent lors du vagabondage mental sont également impliquées dans la projection future et le traitement des buts personnels.

Human Brain Mapping - Neural correlates of personal goal processing during episodic future thinking and mind-wandering: an ALE meta-analysis

David Stawarczyk, PhD
Chargé de recherches F.R.S.-FNRS
Arnaud D'Argembeau, PhD
Chercheur qualifié F.R.S.-FNRS
Département de Psychologie, ULg

++ <http://onlinelibrary.wiley.com>

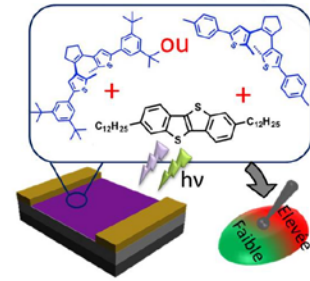
UN RÉTROCONTRÔLE CRUCIAL

Les infections par des virus ou des bactéries entraînent une réponse inflammatoire. Les macrophages, cellules du système immunitaire inné, sont capables de détecter des molécules synthétisées par ces agents pathogènes, via des récepteurs de la famille Toll (TLR). L'activation de ces récepteurs déclenche des voies de signalisation. APPL1, « Adaptor protein, phosphotyrosine interaction, PH domain and leucine zipper containing 1 », est un acteur important pour l'activation des macrophages. Dès que le signal est transmis, APPL1 est dégradé pour éviter une réponse immunitaire trop importante.

Journal of Immunology - A Role for APPL1 in TLR3/4-Dependent TBK1 and IKKε Activation in Macrophages

Alain Chariot, PhD
Maître de recherches F.R.S. - FNRS
GIGA, UCL

++ www.jimmunol.org



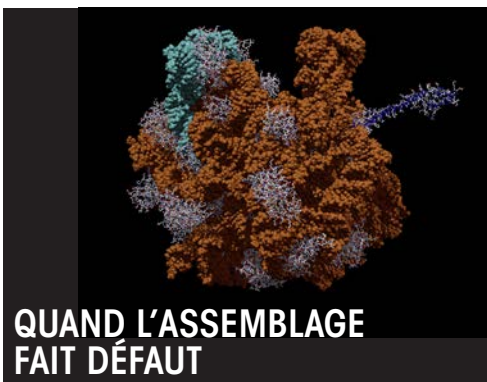
LE COMPORTEMENT MÉTALLIQUE DU CARBONE

À l'échelle nanoscopique, une chaîne d'atomes constitue le système unidimensionnel ultime. Si les électrons se délocalisent parfaitement le long de cette chaîne, elle représente le conducteur électrique idéal. Ce travail démontre, à la fois théoriquement et expérimentalement, que les propriétés électroniques de ces chaînes d'atomes sont directement liées à la contrainte mécanique appliquée. En effet, le comportement métallique d'une chaîne de carbone sans contrainte bascule vers un comportement semi-conducteur lorsque la tension mécanique dans cette chaîne augmente.

Nature communications - Strain-induced metal-semiconductor transition observed in atomic carbon chains

J.-C. Charlier - chargé de recherches au F.R.S.-FNRS
A. Botello-Méndez - chargé de recherches au F.R.S.-FNRS
Institut de la Matière Condensée
et des Nanosciences, UCL

++ www.nature.com/naturecommunications



QUAND L'ASSEMBLAGE FAIT DÉFAUT

Les ribosomes sont des organites qui, au sein des cellules, sont chargés de traduire l'information génétique en protéines fonctionnelles. Dans certaines pathologies appelées ribosomopathies, les ribosomes présentent une ou plusieurs anomalies. Ces patients peuvent développer des cancers, des problèmes de maturation des cellules du sang et de développement du squelette. Des chercheurs de l'ULB étudient la biogenèse du ribosome dans les cellules humaines et tentent de comprendre comment des problèmes d'assemblage du ribosome entraînent les ribosomopathies.

Denis Lafontaine, PhD
Directeur de recherches F.R.S.-FNRS
IBMM, ULB

++ www.lafontainelab.com/

TOXINES AU POUVOIR INSOUÇONNÉ

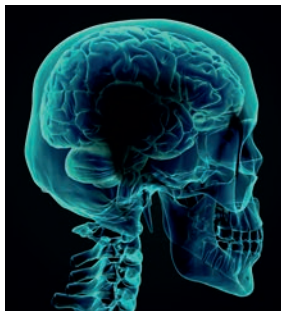
Elle s'appelle « *Streptomyces scabies* ». Cette bactérie, les agriculteurs la craignent : c'est elle qui provoque la gale commune des pommes de terre, une maladie inesthétique, bien qu'inoffensive. Mais cette bactérie pourrait peut-être devenir le « chouchou » de ces mêmes agriculteurs, car la toxine qu'elle produit, la thaxtomine, est un herbicide naturel et biodégradable, malheureusement trop coûteux à produire pour être pleinement exploité. Deux chercheurs de l'ULg viennent de découvrir le mécanisme moléculaire responsable de l'induction de la synthèse de cette toxine. Leur découverte est à la base d'une proposition de brevet permettant l'exploitation rentable de la thaxtomine comme désherbant.

Samuel Jourdan
Aspirant F.R.S.-FNRS
Sébastien Rigali
Chercheur qualifié F.R.S.-FNRS
Centre d'Ingénierie des Protéines, ULg

++ <http://reflexions.ulg.ac.be/Thaxtomine>



COMPARTIMENTATION DES CHOCS



Des recherches menées à l'UMONS en collaboration avec l'Université d'Harvard ont mis en évidence une compartimentation des propriétés mécaniques au sein des neurones. Ces résultats permettent d'expliquer la faiblesse mécanique des axones lors d'un traumatisme crânien qui se caractérise par la formation de lésions axonales diffuses impliquant des dommages dans la matière blanche du cerveau. Le corps cellulaire utilise des propriétés élastiques pour protéger efficacement les informations génétiques contenues dans le noyau, tandis que la majeure partie de l'énergie mécanique est dissipée par le glissement des neurofilaments au sein de l'axone. Ce travail permet une meilleure compréhension des traumatismes crâniens et ouvre la voie à de nouveaux traitements pour prévenir les lésions axonales ou minimiser les effets post-traumatiques.

Scientific Reports - Opposite rheological properties of neuronal microcompartments predict axonal vulnerability in brain injury

Sylvain Gabriele, PhD
Interfaces & Fluides complexes, UMONS

++ www.nature.com/srep/2015/150325/srep09475/full/srep09475.html
++ http://www.osa-opn.org/home/articles/volume_26/april_2015/features/where_life_meets_light_bio-inspired_photonics/#.VRu68_msXdc

TRANSISTORS MOLÉCULAIRES

Des équipes internationales de chercheurs ont démontré que des transistors à effet de champ à commande optique de haute performance peuvent être élaborés en mélangeant des molécules photochromiques avec de petites molécules semi-conductrices organiques. De tels dispositifs multifonctionnels organiques sont considérés comme des éléments clés pour les circuits logiques du futur.

Nature Communications - Optically switchable transistors by simple incorporation of photochromic systems into small molecule semiconducting matrices

Yves Geerts, PhD
Chimie des Polymères, ULB

UN PAS DE PLUS DANS LA COMPRÉHENSION DES TROUS NOIRS

Plus d'une dizaine de trous noirs qui tournent sur eux-mêmes à la limite de l'extrême ont été observés ces dernières années. Une étude récente a montré que ces trous noirs extrêmes ont des symétries cachées près de leur horizon qui peuvent être décrites en termes d'un modèle quantique connu: une théorie dite de Liouville qui a été réconciliée avec la mécanique quantique dans les années 80. L'identification de ces symétries permettra de proposer une quantification des propriétés de la gravité près de ces trous noirs extrêmes.

High Energy Physics - Theory - Extremal Rotating Black Holes in the Near-Horizon Limit: Phase Space and Symmetry Algebra

Geoffrey Compère, PhD
Chercheur qualifié F.R.S. – FNRS
Physique théorique & mathématique, ULB

++ <http://arxiv.org/abs/1503.07861>



BANALISATION ET NORMALISATION DE L'EUROSCEPTICISME



Les élections européennes de 2014 attestent d'un changement majeur dans la nature des oppositions à l'Europe. Elles sont de moins en moins marginales et tant les médias que les partis de gouvernement émettent de plus en plus un discours critique envers l'Europe. Ce numéro spécial porte sur la banalisation et la normalisation de l'euroscepticisme et se penche en particulier sur plusieurs cas importants : l'Allemagne avec l'émergence de deux partis eurosceptiques ; la Grèce, et la victoire du parti Syriza, critique des politiques d'austérité ; le Royaume-Uni, où un référendum pourrait avoir lieu ; les médias en ligne pendant la campagne électorale et enfin, le Parlement européen où siègent dorénavant 30 % de députés eurosceptiques.

International Political Science Review - Euroscepticism, from the Margins to the Mainstream

Nathalie Brack
Chargé de recherches F.R.S. – FNRS
CEVIPOL, ULB

UN COURANT SALVATEUR



Les troubles anxieux constituent l'un des troubles psychologiques les plus fréquents. De nombreuses données empiriques confirment aujourd'hui que les biais d'attention sélective envers l'information liée aux préoccupations des personnes constituent un processus psychopathogène critique dans le maintien de l'anxiété. Des chercheurs viennent de démontrer que l'application d'une stimulation transcrânienne par courant continu de 2mA pendant 25 minutes durant une tâche ciblant le biais attentionnel était associée, en comparaison à une stimulation placebo, à une réduction du biais attentionnel envers l'information. Puisqu'il est établi que le biais attentionnel joue un rôle critique dans l'avènement et le maintien des troubles anxieux, les résultats de cette étude constituent un espoir pour les patients souffrant de troubles anxieux avérés qui pourraient, à terme, bénéficier d'un nouveau type de traitements.

Plos One - Impact of anodal and cathodal transcranial direct current stimulation over the left dorsolateral prefrontal cortex during attention bias modification: an eye-tracking study

Alexandre Heeren, PhD
Chargé de recherches F.R.S.-FNRS
Laboratoire de Psychopathologie Expérimentale, UCL.

++ <http://www.plosone.org>



For Women in Science

PRIX INTERNATIONAL L'ORÉAL-UNESCO POUR LES FEMMES ET LA SCIENCE 2015



Chaque année, les Prix L'Oréal-UNESCO distinguent des chercheuses émérites qui, par leurs travaux remarquables, ont participé au progrès de la science. La 17^e édition du Prix récompense :

- Professeur **Rajaâ Cherkaoui El Moursli** Physique des Hautes Energies et Physique Nucléaire. Université Mohammed V – Agdal, Rabat, Maroc
- Professeur **Yi Xie Chimie Inorganique**. Université des Sciences et Technologie de Chine, Hefei, Chine
- Professeur **Dame Carol Robinson** Chimie Physique et Spectrométrie de masse, Université d'Oxford, Royaume-Uni
- Professeur **Thaisa Storchi Bergmann** Physique et astronomie, Université Fédérale de Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, Brésil
- Professeur **Molly S. Shoichet** Chimie des Polymères, Université de Toronto, Canada

PRIX THÉOPHILE DE DONDER

Ce prix, destiné à couronner le meilleur travail original portant sur la physique mathématique, a été décerné au Dr **Nicolas Boulanger**, Chercheur qualifié F.R.S.-FNRS (UMONS).

DOCTEUR HONORIS CAUSA

Le Pr **Marco Dorigo**, Directeur de recherches F.R.S.-FNRS a été nommé Docteur Honoris Causa en sciences informatiques par l'université de Pretoria (Afrique du Sud).

PRIX INBEV-BAILLET LATOUR 2015

Le Pr **Bruce Spiegelman** (USA) reçoit le Prix InBev-Baillet Latour de la santé 2015 pour ses découvertes dans le domaine des troubles métaboliques.

Le Fonds InBev-Baillet Latour décerne son nouveau crédit pour la recherche médicale 2015 au Pr **Patrice Cani** Chercheur qualifié F.R.S.-FNRS (UCL) pour sa recherche de pointe sur les troubles métaboliques.



Bruce Spiegelman



Patrice Cani

PRIX UMICORE 2015



UMICORE MATERIALS TECHNOLOGY PHD AWARD

M. Stefan KNOPPE, Université de Genève

Pour son travail : "On the stereochemistry of atomically defined gold clusters – Synthesis, size-selection and stereochemical characterization of thiolate-protected gold clusters."

UMICORE MATERIALS TECHNOLOGY MSC AWARDS

M. Fabio VAIANELLA, UMONS pour son travail : "Utilisation du graphène comme électrode transparente et conductrice pour les cellules photovoltaïques."

M. Robin DROUGUET, ULg pour son travail : "Immobilisation d'activateurs de cyclocarbonation dans une matrice de silice pour la synthèse de monomères bio et Co₂-sourcés."

FINALE BELGE 2015 DU CONCOURS "MA THÈSE EN 180 SECONDES"

180 secondes pour vulgariser en français son sujet de thèse et, surtout, pour captiver un public non averti... c'est le défi lancé aux doctorants et jeunes chercheurs des universités francophones belges... et étrangères. Les trois lauréats sont :

Sophie Bauduin (Chimie) ULB

Adrien Deliège (Mathématique) ULg

Olivier Finet (Biochimie) UNamur

Ils se verront offrir leurs séjours à Paris et participeront à la finale internationale qui se tiendra le 1^{er} octobre 2015 à la Sorbonne.

<http://mt180.be/>



HERA AWARDS 2015

Un vent de fraîcheur "à 360°" a soufflé ce 6 mai sur Louvain-la-Neuve lors des HERA Awards, organisée en partenariat avec l'UCL dans le nouveau bâtiment d'AGC Glass. Plus de 180 participants à la soirée ont applaudi les 13 lauréats et nominés récompensés par les jurys de HERA pour leur démarche transversale et la valeur ajoutée sociétale de leurs travaux. www.fgf.be

DOCTORAL THESIS AWARD FOR FUTURE GENERATIONS

Dr **Guy-Romain**

Kouam Kenmogne - ULg

MASTER'S THESIS AWARD - SUSTAINABLE ARCHITECTURE

Marine Penders - ULg.

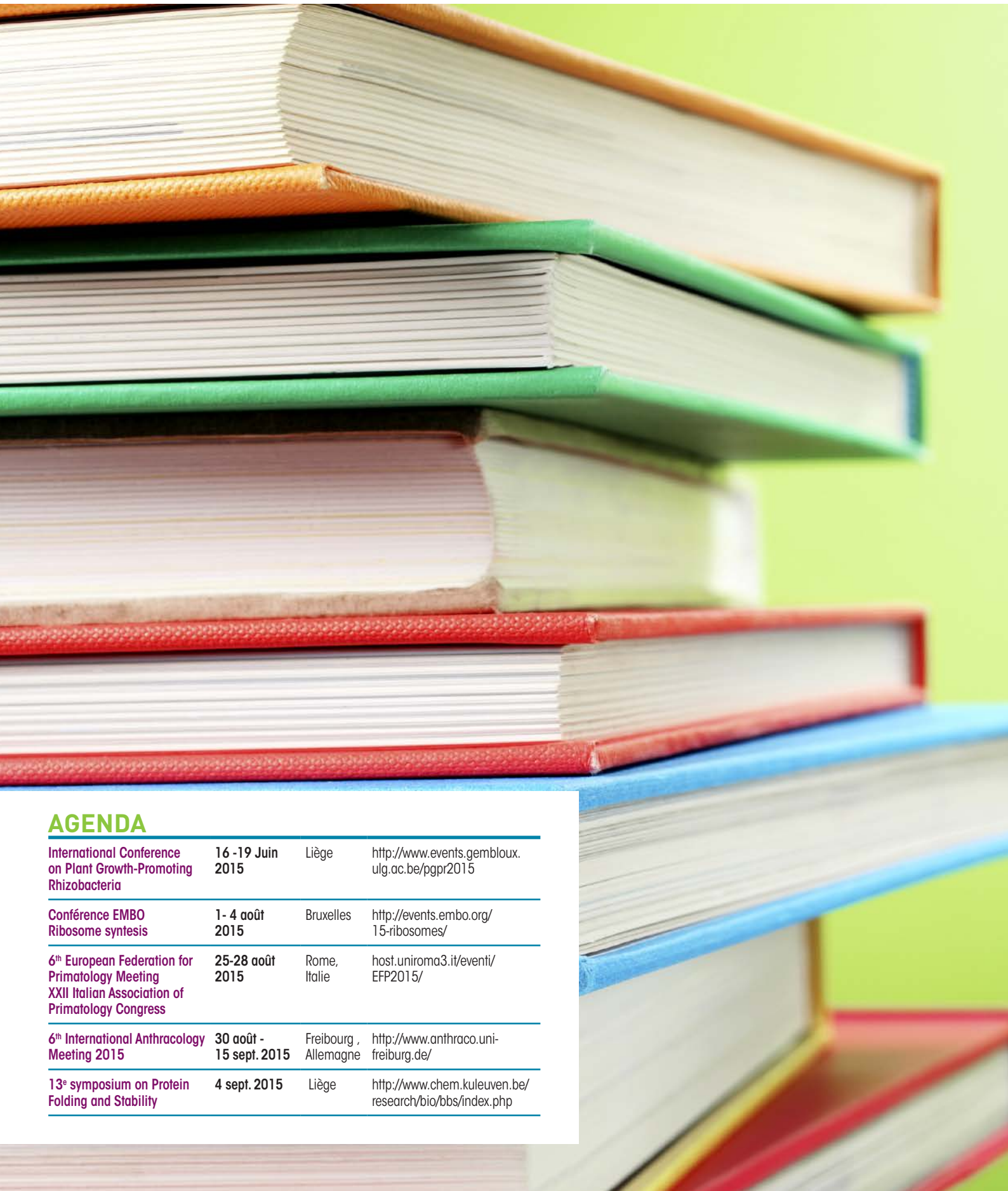
MASTER'S THESIS AWARD - SUSTAINABLE DESIGN

Thomas Billas - La Cambre, ULB

MASTER'S THESIS AWARD - SUSTAINABLE HEALTH

Claire Vanderick - ULg



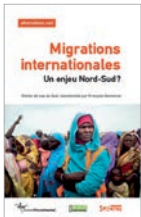


AGENDA

International Conference on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria	16 -19 Juin 2015	Liège	http://www.events.gembloux.ulg.ac.be/pgpr2015
Conférence EMBO Ribosome syntesis	1- 4 août 2015	Bruxelles	http://events.embo.org/15-ribosomes/
6th European Federation for Primatology Meeting XXII Italian Association of Primatology Congress	25-28 août 2015	Rome, Italie	host.uniroma3.it/eventi/EFP2015/
6th International Anthracology Meeting 2015	30 août - 15 sept. 2015	Freibourg , Allemagne	http://www.anthraco.uni-freiburg.de/
13^e symposium on Protein Folding and Stability	4 sept. 2015	Liège	http://www.chem.kuleuven.be/research/bio/tbs/index.php

 **À LIRE**

Migrations Internationales



Il importe de mieux connaître les grands corridors migratoires et de comprendre les motifs qui poussent les gens à la migration. Il s'agit aussi d'interroger les réponses politiques qui sont apportées à ces réalités : comment réagissent les États ? Pourquoi et comment les frontières se ferment-elles ? Ces tendances inquiétantes invitent à tracer d'autres perspectives d'avenir, en proposant des alternatives aux politiques répressives actuelles, et en montrant que des politiques plus ouvertes, qui reconnaissent la migration comme un droit fondamental, seraient bénéfiques à tous.

Migrations internationales. Un enjeu Nord-Sud ? – F. Gemenne. Ed. CETRI-Syllepse. 2015, 189 pages

Aux rythmes de l'enfermement.



Durant près d'un an, l'auteur s'est plongée dans le quotidien de trois institutions d'enfermement pour jeunes garçons poursuivis par la justice en Belgique francophone. Dans une ambiance filmographique, l'ouvrage invite le lecteur à vivre le temps d'un enfermement en suivant, pas à pas, le cheminement de la chercheuse.

Aux rythmes de l'enfermement. Enquête ethnographique en institution pour mineurs délinquants - Alice Jaspard. Ed. Bruylant, 2015. 302 pages

L'alabastré attique



Ce volume a pour sujet l'origine, le développement et les usages de l'alabastré attique, un vase à parfum produit par les potiers athéniens du milieu du VIe s. au début du IVe s. av. J.-C. L'auteur se livre à un examen minutieux du profil des vases qu'elle combine aux données obtenues par les études ethno-archéologiques, pour apporter un éclairage neuf sur l'organisation des ateliers céramiques et sur les différentes phases de production de la forme. L'étude des sources littéraires, épigraphiques, iconographiques et archéologiques complète cette première partie et restitue une image nuancée des différents contextes d'utilisation de ce vase.

L'alabastré attique. Origine, forme et usages - I. Algrain. Ed. CreA-Patrimoine, 2014, 293 pages

Femmes et sciences



Cet ouvrage met en question la définition et les enjeux liés aux dynamiques actuelles d'(in)sécurité tout en proposant de nouvelles perspectives. Privilégiant les études empiriques et les approches originales en termes de politique interne et/ou externe, il repose sur trois axes de recherche transversaux : la (re)définition des concepts de sécurité et d'insécurité à l'heure de la globalisation ; les enjeux inhérents aux pratiques (in) sécuritaires et aux sentiments d'(in)sécurité qui les fondent ; les réponses à apporter aux questions de sécurité et d'insécurité. Complémentaire aux analyses disciplinaires classiques de ces objets de recherche en Science politique, cet ouvrage livre un regard neuf sur des thématiques plus que jamais d'actualité.

L'insécurité en question. Définitions, enjeux et perspectives – S. Wintgens. Presses Universitaires de Liège. 2015, 270 pages

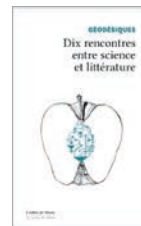
TTIP



Ce Volume présente la première analyse du TTIP ou Transatlantic Trade and Investment Partnership.

The Politics of Transatlantic Trade Negotiations: TTIP in a Globalized World - T Novotna, Jean-Frederic Morin, F. Panjaert and M Telo, eds. GEM Series. Ashgate, London, April 2015

Rencontres entre science et littérature



Le temps d'un soir, un scientifique et un auteur de littérature parlent de science. Le scientifique lance la discussion en évoquant les résultats d'une de ses recherches, une théorie ou une équation qui lui tient particulièrement à cœur. L'auteur invité s'approprie les concepts et les questions avec sa propre sensibilité.

Géodésiques - Rencontres entre science et littérature. Ed. L'arbre de Diane, Coll La tortue de Zénon. 2015, 150 pages

Les mathématiques sont la poésie des sciences



Cet ouvrage est un essai sur la créativité en mathématiques illustré par le bédéiste Etienne Lécroart.

Les mathématiques sont la poésie des sciences – C. Villani. Ed. L'arbre de Diane, Coll La tortue de Zénon. 2015, 72 pages

La Corrélation en français



De définition complexe, la corrélation apparaît en syntaxe tantôt comme un mode de liaison (entre la coordination et la subordination), tantôt comme un phénomène qualifiant l'abondance de structures, notamment les "corrélatives isomorphes" (plus...plus, ni...ni, etc.). Peu homogènes, ces structures font pourtant système comme cet ouvrage entend le montrer.

La Corrélation en français. Étude morphosyntaxique - A. Roig. Ed. Classiques Garnier, 2015

Au prisme du jeu



En sciences sociales comme dans de multiples contextes professionnels, les usages de méthodes fondées sur le jeu ou de théories qui utilisent des concepts ludiques sont extraordinairement divers. Cet ouvrage, issu d'un colloque tenu à Cerisy en 2013, rassemble des contributions qui donnent à voir et à penser toute la richesse de ces usages du jeu, de leurs contextes, de leurs enjeux, de leurs fondements, de leur portée.

Au prisme du jeu. Sous la direction de L. MERMET, N. ZACCAI-REYNER, Coll. Colloque de Cerisy, 2015. 334 pages

Fascinante lumière !



**INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015**

L'an 2015 est l'Année internationale de lumière. L'UNESCO décrit cette initiative comme ceci : « L'Année internationale de la lumière est une initiative globale qui vise à sensibiliser les citoyens du monde entier sur l'importance, dans leur vie quotidienne, de la lumière et des technologies qui y sont associées telle que l'optique. La Lumière et ses technologies participent pleinement au développement de la société. C'est une occasion unique d'inspirer, d'éduquer et de connecter à l'échelle mondiale ».

Les pages de ce dossier donnent un aperçu de quelques projets et réalisations en relation avec la lumière dans les laboratoires et centres de recherches de la Fédération Wallonie-Bruxelles.

Jouer avec la lumière...

La lumière et l'optique révolutionnent notre vie quotidienne, c'est une évidence ! Aux deux extrêmes de l'infiniment grand à l'infiniment petit, elles s'invitent aux découvertes. Le Pr Serge Massar (ULB) a travaillé au début de sa carrière en physique théorique auprès de du Pr Robert Brout sur les trous noirs. Cependant, c'est pour son travail en information quantique, c'est-à-dire la manipulation de l'information à l'échelle atomique, qu'il est le mieux connu.



Pr Serge Massar, ULB

« Depuis 15 ans, je travaille en optique expérimentale en collaboration avec le service OPERA Photonic. C'est ici que nous parvenons à manipuler les photons individuels et l'intrication de photons. La spécialité du laboratoire est de travailler en optique non-linéaire, c'est-à-dire avec des intensités lumineuses tellement intenses que la propagation de la lumière est modifiée et que l'on génère, par exemple, de nouvelles couleurs. Enfin, nous tentons de créer ici depuis 5 ans des calculateurs optiques », explique Serge Massar.

La lumière recèle donc bien plus de propriétés que celle de nous éclairer simplement. « L'optique est un domaine historique du développement scientifique, mais il est encore en plein déploiement aujourd'hui. Rappelons-nous que le Prix Nobel de Physique 2014 a été attribué aux inventeurs du LED et celui de Chimie à deux chercheurs pour leurs améliorations du microscope et notamment de la microscopie à fluorescence à haute résolution » poursuit-il. Et puis que serait Internet sans la fibre optique ?

Où est le photon ?

Or, de plus en plus de chercheurs, mais aussi l'industrie informatique et les utilisateurs que nous sommes, sont intéressés à rendre nos ordinateurs plus performants, notamment en cryptographie. « Un bit d'information contient habituellement une réponse binaire. Dans le cas du photon, celui-ci peut contenir plus d'un bit d'informations. Ce n'est pas neuf ! Si un photon se trouve dans un état que l'on ne connaît pas, il n'est pas possible d'en faire une copie parfaite. C'est le principe du non-clonage quantique. » L'unité de mesure de l'information quantique est le qubit. « Ceci est utilisé pour crypter des messages. Si on prend deux photons, on peut les corrélés entre eux de telle manière que leurs corrélations ne peuvent pas être expliquées par un modèle classique, déterministe. C'est presque comme s'il y avait une communication instantanée entre eux, même s'ils

« Quand on pense à nos systèmes, ils ressemblent beaucoup aux neurones de notre cerveau : on peut en manipuler des centaines facilement. »

sont distants. Ces photons présentent un résultat aléatoire intrinsèque. Ce que l'on aimerait réaliser, ce sont des ordinateurs quantiques dans lesquels on pourrait corrélés un grand nombre de photons. Actuellement, nous sommes capables d'en gérer 4 ou 6 photons simultanément. De cette manière, l'information encodée aurait des propriétés différentes. Tout ordinateur quantique, ne travaillant pas spécifiquement avec la lumière, est capable quand on lui demande de réaliser un très grand nombre de calculs simultanément, mais, à la fin, on obtient juste une ou quelques informations. Donc on n'obtient pas plus d'informations, mais l'ordinateur quantique est capable d'explorer plus de voies de calcul simultanément. »

La science infuse des photons ?

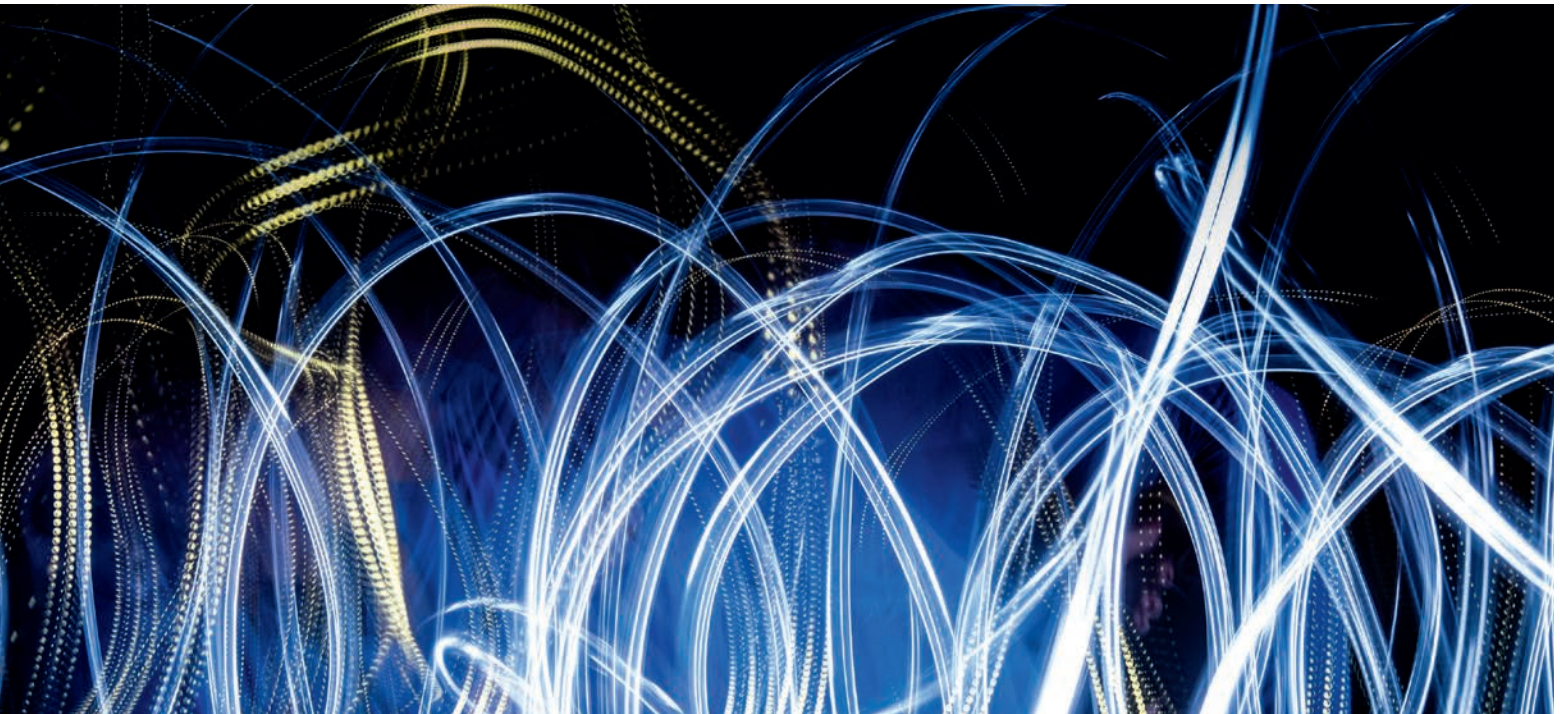
A partir d'une source de photons, on permet à un photon de passer à travers un miroir semi-transparent, laissant le choix au photon de passer par l'un ou l'autre chemin avec une probabilité de 50%. Se trouve sur un des chemins, un miroir que l'on peut déplacer légèrement, ce qui change la phase du photon. Si on l'envoie simultanément sur les deux chemins, puis que l'on recombine les deux faisceaux suivant la phase qu'il accumule, il peut sortir entièrement d'un côté ou entièrement de l'autre côté ou bien avec une probabilité de 50% par l'un ou l'autre chemin. Cela va dépendre uniquement du changement de phase alors que ceci reste invisible si on ne laisse prendre au photon qu'un des deux chemins. Une fois qu'on laisse passer le photon par les deux chemins, cette propriété apparaît. Le photon sonde les deux chemins simultanément. « Il n'y

Notre vie serait totalement différente si nous n'avions pas maîtrisé certains aspects de la lumière, mais beaucoup restent à découvrir

a pas d'explication intuitive. Les choses deviennent encore plus compliquées lorsqu'on multiplie les photons. »

Dans un système à deux photons, une lame de polarisation va envoyer des photons dans deux directions différentes. « Les photons passent par le même type de système que précédemment. Lorsqu'on regarde le comportement des photons, il n'est pas possible de l'expliquer de manière intuitive. Si on tente de le faire, nous sommes obligés d'admettre que le photon A sait à l'avance ce qui se passe en B, même après des dizaines de kilomètres de voyage. Cela va à l'encontre de notre raisonnement scientifique. Une autre explication logique serait que le photon A prévient le photon B de ce qu'il va faire et réciproquement. Cela nécessiterait à une communication instantanée entre particules, ce qui n'existe pas. Nous ne cherchons donc pas ce type d'explication, mais uniquement d'observer le phénomène, de savoir comment il fonctionne. Le calcul quantique, par ailleurs, nous dit exactement ce qui va se passer. Néanmoins le résultat est purement aléatoire. »

La question qui se pose est de savoir s'il est possible d'utiliser ces propriétés. « Nous avons entrepris à partir de ces données de créer un système générateur de nombres aléatoires. Toutefois, le nombre généré est-il vraiment aléatoire ? Il se pourrait que le créateur du générateur ait la connaissance d'une faille du système. De cette manière, l'application du générateur de nombre aléatoire pour crypter des messages ou générer des mots de passe ne serait pas sûre. Nous avons travaillé sur la théorie essentiellement que d'autres groupes se chargent d'appliquer. »



Rejoindre Bob et Alice...

Pour générer des nombres aléatoires avec la lumière, il est possible de travailler en laboratoire avec deux systèmes séparés par quelques centimètres ou un mètre. Toutefois, il pourrait être intéressant de réaliser l'expérience avec deux photons séparés par plusieurs kilomètres de distance « Dans ce cas, on peut s'arranger pour que ce qui se passe de chaque côté soit aléatoire, mais qu'il existe une corrélation pour certains choix de mesure. Il est ainsi possible pour les deux parties, appelées Alice et Bob en cryptographie, de créer une clé secrète qui leur est connue d'eux seuls. Il s'agit d'une série de nombres aléatoires qui ne sont connus que d'eux. Avec cela, il est possible de crypter des messages de manière parfaitement sûre ! », continue le spécialiste. Il n'est donc pas nécessaire de transmettre la clé puisqu'il s'agit d'un sous-ensemble des résultats des mesures. Les résultats non parfaitement corrélés servent de preuves que le système ne subit pas d'attaque extérieure. « On ne doit donc rien modéliser au départ, ce qui réduit le risque d'attaque. On entre juste une variable binaire comme l'angle du système et on obtient le résultat sur un détecteur. » Après l'obtention des résultats, Alice et Bob sont capables de vérifier que tout a bien fonctionné, mais sans dévoiler l'ensemble des résultats. Actuellement les systèmes quantiques photoniques travaillent avec 6 photons et pour les atomiques avec 15 atomes. « Si nous possédions des systèmes à 10.000 qubits, nous pourrions casser les systèmes de cryptographie classique. La difficulté réside dans la création simultanée des corrélations, les maintenir et faire interagir les systèmes quantiques entre eux et les mesurer. Maintenir les corrélations signifie isoler

les systèmes les uns des autres, mais il faut aussi pouvoir les faire interagir entre eux, en les couplant l'un à l'autre de manière très forte. Cela est un peu antithétique...

« Il est probable que les ordinateurs quantiques basés sur des photons soient une voie de garage vu la difficulté à manipuler les photons. En revanche, dans les ordinateurs quantiques atomiques, les atomes sont manipulés par des lasers. Donc là encore l'optique intervient ! »

Imiter le cerveau

A l'opposé des systèmes quantiques, Serge Massar travaille également sur les systèmes optiques utilisant des milliards de photons, avec lesquels les effets quantiques sont irrelevants. De tels flux très intenses sont utilisés dans de nombreuses applications, notamment la communication par fibre optique. « Nous avons imaginé d'imiter la façon dont fonctionne le cerveau. On peut donc utiliser des photodétecteurs standards. L'avantage est évident pour certaines tâches comme la reconnaissance de la parole ou des problèmes de traitement du signal, mais ce n'est certainement pas un ordinateur universel. Quand on pense à nos systèmes, ils ressemblent beaucoup aux neurones de notre cerveau : on peut en manipuler des centaines facilement. »

L'objectif est de pousser cette approche dans ses derniers retranchements non seulement dans la capacité des tâches que l'on sait effectuer, mais aussi les performances en termes de vitesse et de consommation énergétique. « Une des questions est de savoir si on peut arriver à réaliser un traitement de l'information aux débits qui sont ceux des télécommunications. Cela permettrait de ne plus devoir transformer

l'information ; ce qui est fastidieux. Cette opération nécessite des énormes centres de calcul : de véritables computer farms. » Une des limitations des systèmes optiques reste néanmoins la miniaturisation. En effet, en optique, les chercheurs sont limités par la longueur d'onde de la lumière qui est de 1 micromètre. « On ne pourra donc jamais miniaturiser autant qu'en électronique. » Néanmoins, dans certains supercalculateurs, les communications entre processeurs se font de manière optique : plus rapides avec moins de dissipation d'énergie. Par ailleurs, on parvient aussi à créer aujourd'hui des puces optiques.

Il est surprenant de constater que l'optique reste à la pointe dans de nombreux développements technologiques. « L'optique sur puce et l'optique intégrée sont en plein développement et cherchent à s'implémenter industriellement. L'optique est également essentielle à la création d'horloge beaucoup plus précise à ions ou atomes piégés que les horloges ato-

miques au Césium. L'optique intervient dans la manipulation de ces ions pour les initialiser dans un certain état et également afin de réaliser des mesures précises sur la fréquence à laquelle tournent ces ions ou atomes piégés grâce au laser à peignes de fréquence. Ceci a révolutionné la métrologie du temps et des fréquences. L'optique révolutionne notre façon de voir l'infiniment grand, l'espace et la microscopie. Notre vie serait totalement différente si nous n'avions pas maîtrisé certains aspects de la lumière, mais beaucoup restent à découvrir... »

Pierre Dewaele

* Isamu Akasaki, Hiroshi Amano (Japon) et Shuji Nakamura (USA)

** Eric Betzig (USA), William Moerner (USA) et Stefan Hell (Allemagne)



Serge Massar
OPERA - OptiQ, ULB
smassar@ulb.ac.be

Les yeux ne font pas que voir

La lumière joue un rôle prépondérant dans la régulation des fonctions cognitives cérébrales

Un type de cellules ganglionnaires rétiniennes découvert il y a moins de quinze ans, exprimant la mélanopsine, un photopigment tout aussi inconnu jusque-là, est à la base des perceptions non-visuelles du cerveau. C'est grâce à elle que la lumière, surtout sa composante bleue, a une influence sur le sommeil, mais aussi sur l'activité cognitive cérébrale et les émotions.

Les mécanismes de base de la vision sont connus depuis longtemps. Ils impliquent deux types de photorécepteurs situés sur la rétine : les cônes et les bâtonnets, connectés à des neurones appelés cellules ganglionnaires qui transmettent l'information recueillie au cerveau.

Les bâtonnets sont les plus nombreux ; capables d'assurer la vision dans des conditions de faible luminosité, ils perçoivent les couleurs non chromatiques, toutes les nuances du gris entre le blanc et le noir. Ils absorbent l'énergie lumineuse grâce à un photopigment, la rhodopsine.

Les cônes, vingt fois moins nombreux, ont besoin de plus de lumière pour fonctionner et perçoivent les couleurs chromatiques. Ils ont trois sensibilités spectrales différentes en fonction de la variété de photopigment (opsine) qui y prédomine. Certains cônes sont surtout sensibles aux longueurs

d'onde correspondant au bleu, tandis que d'autres sont plus sensibles au vert ou au rouge.

Une nouvelle venue

Mais les cônes et les bâtonnets ne sont pas les seules cellules ganglionnaires présentes sur la rétine et sensibles à la lumière. On a découvert récemment un type de cellules ganglionnaires intrinsèquement photosensibles, qui expriment un photopigment spécifique : la mélanopsine. C'est par leur intermédiaire que la lumière a des effets non visuels sur le cerveau.

En 1995, des chercheurs de Boston avaient publié une étude qui montrait que la lumière avait toujours un impact chez des aveugles dont les cônes et les bâtonnets étaient détruits. Au début de ce millénaire, les travaux d'Ignacio Provencio, au département de biologie de l'Université de Virginie, ont révélé l'existence de cellules ganglion-

naires rétiniennes (CGR) photosensibles exprimant la mélanopsine, un photopigment surtout sensible à la couleur bleue. Ces CGR se projettent dans plusieurs zones du cerveau responsables des effets non visuels de la lumière.

En Belgique, Gilles Vandewalle s'est trouvé immergé dans ce nouveau secteur de recherche à l'occasion de la préparation de sa thèse de doctorat en sciences, terminée en 2007. « Avant de commencer ma thèse, j'avais été trouvé le Pr Pierre Maquet, au Centre de Recherches du Cyclotron (CRC) de l'Université de Liège (ULg), parce que je m'intéressais au sommeil. Il me dit que son équipe venait de commencer, avec l'Université du Surrey (UK), une étude sur la lumière, notamment de son impact sur le sommeil. Cela m'intéressait, et c'est comme cela que j'ai commencé à étudier de plus près l'impact non visuel de la lumière sur l'activité cérébrale. Cet impact concerne



©Jean-Louis Wertz

Dr Gilles Vandewalle, ULg

« Les résultats ont montré que la lumière avait un impact très important sur l'attention, sur la mémoire de travail ou sur le traitement des stimulations émotionnelles. »

aussi bien la régulation du sommeil et de l'éveil que celle de l'attention, de la cognition et des émotions. Ces travaux se sont faits progressivement plus pointus et, aujourd'hui, je fais appel principalement à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) pour tenter d'élucider les mécanismes sous-jacents à cette action non-visuelle de la lumière. »

Le rôle des CGR exprimant la mélanopsine dans diverses activités cérébrales a déjà pu être établi chez des animaux manipulés génétiquement : des nouveau-nés privés de cônes ou de bâtonnets. Etablir une telle implication formelle chez l'être humain est plus délicat. Tel est le but des activités de recherche de Gilles Vandewalle, menées le plus souvent en collaboration avec des chercheurs d'autres universités européennes (Surrey, Genève, Gênes, Lyon) et nord-américaines (Harvard, Montréal).

A la recherche de preuves chez l'homme

Une des expériences demandait aux participants d'effectuer des tâches cognitives auditives (faisant très peu appel aux fonctions visuelles) soit dans l'obscurité, soit sous éclairage. Les résultats ont montré que la lumière avait un impact très important sur l'attention, sur la mémoire de travail ou sur le traitement des stimulations émotionnelles. Par la suite, l'utilisation de lumière bleue plutôt que blanche a augmenté le niveau de réponses aux stimulations émotionnelles auditives. L'utilisation de l'IRMf a permis de montrer que cet impact se traduisait par une modification de l'activité dans plusieurs zones du cerveau.

Gilles Vandewalle et ses collègues ont ensuite réalisé deux études destinées à apporter des preuves plus directes de l'implication des CGR à mélanopsines dans les fonctions non-visuelles de la lumière chez l'être humain. La première portait sur trois personnes totalement aveugles : de courtes expositions à une lumière bleue intense ont eu une grande influence sur les activités cérébrales mises en jeu, probablement parce qu'elles avaient conservé des CGR à mélanopsine.

Des personnes à la vue normale ont été soumises à une tâche auditive de mémoire de travail dans un protocole conçu de manière telle que les cônes et les bâtonnets ne pouvaient exercer d'influence, de telle sorte que les propriétés de la mélanopsine pouvaient expliquer l'effet observé. "Cette expérience portait d'une découverte faite par l'équipe de Howard Cooper à Lyon", explique Gilles Vandewalle. "La mélanopsine, après avoir capté un photon, est un photopigment qui est capable de se régénérer lui-même et spontanément au contact d'un photon d'une longueur d'onde différente de celle à laquelle il est le plus sensible : le bleu à 480 nanomètres. C'est surtout le rouge qui est le plus efficace pour cette régénérescence. A l'inverse, cônes et bâtonnets doivent être régénérés par une cellule spécialisée. Nous avons exposé les participants à une lumière soit rouge, soit verte, soit bleue, puis nous les avons laissés dans l'obscurité totale pendant 70 minutes, pour annihiler l'influence de la lumière initiale sur les cônes et les bâtonnets. Ils étaient alors soumis à une lumière verte pendant qu'ils exécutaient leur test



DES APPLICATIONS MULTIPLES



Si l'on sait que la lumière, spécialement sa composante bleue, améliore la performance des tâches de base, on peut prendre une série de mesures dans la vie quotidienne pour mieux en profiter.

On pourrait par exemple améliorer l'environnement lumineux dans les écoles pour améliorer leurs performances cognitives grâce à un système d'éclairage contenant plus de lumière bleue.

Des entreprises sont également sensibles à cette possibilité et étudient l'aménagement d'un éclairage adapté aux tâches de leurs employés. On a déjà remarqué que, dans les bureaux éclairés d'une lumière plus « froide » (plus bleutée), les travailleurs finissent par se sentir mieux après une période d'adaptation.

De manière générale, il est bon de bien faire la différence entre le jour et la nuit. Vivre dans un environnement le plus lumineux possible dès le matin, de préférence dans la lumière naturelle (qui contient plus de bleu que les lampes à incandescence) et réduire l'intensité de la lumière le soir. De même, on évitera de fixer des écrans avant de se coucher ou d'utiliser sa tablette au lit : cela peut avoir un impact non négligeable sur la qualité du sommeil.

La lumière peut aussi avoir des applications thérapeutiques. Les connaissances récentes permettent de mieux expliquer l'utilité de la luminothérapie dans le traitement de la dépression saisonnière et de mieux adapter la qualité de la lumière utilisée. L'impact important de la lumière sur les émotions pourrait ouvrir de nouvelles perspectives pour les traitements lumineux des troubles de l'humeur.

Dans les hôpitaux, on pourrait utiliser moins d'antidouleurs grâce à une adaptation de la lumière dans les chambres. Au cours de tests réalisés dans des chambres pilotes (à Anvers et à Maastricht notamment), on a pu montrer que les patients qui y séjournaient demandaient moins d'antidouleurs.

Dans les maisons de repos accueillant des personnes démentes, on pourrait veiller à assurer un éclairage plus intense et plus bleuté en journée, ce qui pourrait ralentir la progression de leurs symptômes et améliorer leur sommeil.

auditif. Les résultats furent conformes à la théorie de Howard Cooper : une exposition préalable à la lumière rouge suscitait la réponse la plus forte, alors que la réponse la moins intense était enregistrée chez ceux qui avaient été exposés à de la lumière bleue, le vert donnant une réponse intermédiaire. Nous avons donc pu démontrer que les cellules ganglionnaires exprimant la mélanopsine jouent un rôle dans l'impact qu'a la lumière sur l'activité cérébrale non visuelle. »

D'autres facteurs interviennent encore dans l'influence de la lumière sur le cerveau. Ses effets varient selon son intensité et la durée de son exposition, en fonction du moment de la journée ou du manque de sommeil.

Des variations interindividuelles sont liées à la génétique, à l'âge et à la santé mentale.

« La conclusion générale qu'on peut tirer de ces recherches, souligne Gilles Vandewalle, est que la lumière joue un rôle prépondérant dans la régulation des fonctions cognitives cérébrales. Nous avons pu établir une partie des mécanismes cérébraux qui sont responsables de cet effet stimulant. »

Jean-Paul Vankeerberghen



Gilles Vandewalle
Centre de Recherches du Cyclotron,
ULg
gilles.vandewalle@ulg.ac.be

Quand la lumière sublime l'architecture

« Réfléchir de cette manière, c'est ce qu'on appelle faire de l'architecture bioclimatique. »

Pour que les occupants d'un bâtiment s'y sentent bien, il est essentiel de le construire en tenant compte de leur confort. Ce qui passe forcément par une réflexion autour du climat l'environnant. Nom de code : architecture bioclimatique.

Protéger les occupants d'un bâtiment du froid, leur permettre d'avoir accès à la lumière naturelle même en hiver, les protéger du soleil et de la chaleur en été... Voilà autant de paramètres dont il est important de tenir compte avant le début de la construction d'un bâtiment. En tout cas, si on veut travailler de manière logique.

« Réfléchir de cette manière, c'est ce qu'on appelle faire de l'architecture bioclimatique », explique Magali Bodart, chercheuse qualifiée au sein de l'équipe « Architecture et climat » de la faculté d'architecture de l'Université Catholique de Louvain. « Il s'agit en fait d'essayer de tirer parti du climat environnant un bâtiment pour assurer le confort de ses occupants. Une manière de procéder qui a aussi des répercussions sur la consommation énergétique du bâtiment : faire en sorte que la lumière naturelle qui pénètre dans un bâtiment permette de réduire le recours à la lumière artificielle. En été, si l'on profite de la lumière naturelle pour diminuer l'utilisation de lumière artificielle, l'éventuel système de refroidissement sera moins sollicité et consommera moins d'énergie. »

Lumière = santé !

À cette réflexion architecturale globale, vient s'ajouter un paramètre : le rôle de la lumière sur la santé. « La luminosité a un réel impact sur la santé. Il suffit de regarder le nombre de dépressions saisonnières que l'on recense dans les pays nordiques en hiver. La lumière est directement impliquée dans notre rythme circadien, elle influence la production d'hormones et, de cette manière, a une implication directe sur notre état de santé. » On fait d'ailleurs appel à la luminothérapie pour traiter les dépressions saisonnières.

L'équilibre entre santé et coûts énergétiques

Si dit comme ça, l'importance de la lumière naturelle semble indiscutable, ce n'est pas forcément le cas pour certains concepteurs car avec l'apparition des sources de lumière LED de plus en plus performantes, certains considèrent que la solution idéale est de limiter la taille des ouvertures afin de se protéger des risques de surchauffe dus à la pénétration des rayons solaires et de compenser le manque de lumière naturelle par l'utilisation de LEDs, peu consommateur d'énergie électrique. « Mais ce type de bâtiment trop fermé n'est pas bon pour la santé de ses occupants et leur productivité », poursuit Magali Bodart.



VIVE LES TERRASSES ET JARDINS !

Il ne s'agit pas uniquement de s'intéresser à la manière de faire entrer la lumière dans un bâtiment, il faut également que les architectes prévoient un bâtiment qui donne envie à ses utilisateurs d'en sortir. « Notre organisme a besoin des rayons du soleil pour synthétiser la vitamine D. Or ces rayons ne passent pas à travers les vitres, il faut donc prévoir de nombreux contacts intérieurs/extérieurs afin de rendre l'accès à ces rayons facile et agréable.



ZOOM SUR SMARTNODES



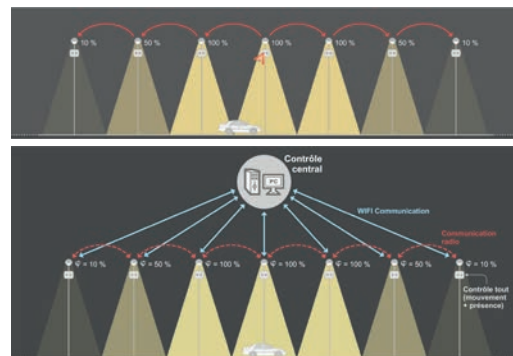
Le groupe de travail de Magali Bodart a également participé aux premières recherches qui ont permis de mettre au point un système intelligent d'éclairage public baptisé « GEPPADI » et commercialisé actuellement par la start'up Smartnodes.

- **L'objectif ?** Allier éclairage public efficace et coût énergétique minimum. Un défi qui permet de réduire l'énergie gaspillée lorsqu'aucun usager n'est sur la route.
- **Le concept ?** La bulle de lumière. Les partenaires du projet « GEPPADI » ont pris comme postulat de base, de n'allumer que les luminaires qui entourent un usager. Et ce tout au long de son trajet.
- **Comment ?** En plaçant un module intelligent sur chaque luminaire. Ces modules sont équipés de capteurs, d'un moyen de communication et d'un micro-ordinateur. En dialoguant entre eux, les modules détectent la présence d'usagers et déterminent leurs caractéristiques comme sa vitesse. Ils peuvent alors se coordonner pour réaliser une bulle de lumière qui va suivre l'usager tout au long de son trajet.

« Nous avons travaillé sur l'algorithme qui permet d'adapter la lumière en fonction du trafic et de la vitesse de l'usager. Ce qui est particulièrement important ! Une voiture, qui a une vitesse rapide, doit surtout être éclairée devant elle. Alors qu'un piéton qui marche lentement et qui peut faire demi-tour à tout moment doit être éclairé de manière symétrique, devant et derrière lui », explique Magali Bodart. Aujourd'hui, ce projet a quitté les bancs des universités pour devenir une start'up à part entière qui a déjà équipé 7 sites en Wallonie.



Plus d'infos : www.smartnodes.be



Quels sont les paramètres essentiels ?

Si certains architectes ont bien compris qu'il fallait tenir compte de la lumière, la mise en pratique reste compliquée car un peu hasardeuse. En Belgique, il n'existe aucune norme quant au niveau d'éclairage naturel à atteindre dans un bâtiment. Par ailleurs, il n'existe pas de règles de construction applicables à tous les bâtiments qui permettent d'obtenir le bâtiment idéal. « De nombreux paramètres entrent en jeu : combien de fenêtres faut-il mettre pour assurer une luminosité suffisante ? Comment faire pour que la lumière naturelle n'éblouisse pas les occupants du bâtiment ? Comment le rayonnement du soleil va-t-il influencer la température du bâtiment ? Et ces paramètres sont extrêmement variables en fonction de la localisation du bâtiment - aux abords d'une forêt, sur une place en ville, en bord de mer, etc. - et en fonction du type de bâtiment. Les besoins ne sont pas les mêmes dans une école, dans un hôpital ou dans des bureaux... ». Ce flou artistique est propre à la lumière dans le domaine du confort intérieur car pour les autres paramètres importants, il existe des normes : on peut par exemple calculer de manière précise le nombre de personnes en situation de confort à partir des niveaux de température et d'humidité relative atteints dans un type de bâtiment bien précis.

À la recherche des critères optimaux

Afin d'aider les architectes dans le développement de leurs bâtiments, les chercheurs de l'équipe « Architecture et climat » travaillent actuellement à l'élaboration et à la vérification de ces fameux critères. « Nous travaillons, par exemple, sur la distribution de la lumière dans les bâtiments, les contrastes, l'éblouissement et les couleurs du champ lumineux. Ensuite, il s'agit de les vérifier en conditions réelles. Pour ce faire, on passe par des logiciels de simulations et des maquettes. Actuellement nous évaluons un indice qui donne la probabilité qu'un occupant soit ébloui par la lumière naturelle à un moment donné. Pour ce faire, on reproduit les pièces du bâtiment virtuellement et on se place dans le champ visuel des occupants pour mesurer la luminance. Mais il faut tenir compte du moment de la journée ainsi que du moment de l'année puisque la luminosité varie de mois en mois. L'idée est de comparer plusieurs situations - dont les moments critiques - pour optimiser le design. Et ce pour l'ensemble des paramètres. »

L'homme reste imprévisible

Dans tous ces calculs, il y a une mesure difficile à prendre en compte : le comportement humain. Ce paramètre est difficilement prédictible et pour que l'occupant ne mette pas en danger l'équilibre du bâtiment par un mauvais comportement, il faut gérer le bâtiment de manière à ce qu'il se sente tellement bien qu'il n'ait pas envie de changer quoi que ce soit ! « L'idéal serait d'avoir un bâtiment avec une automatisation parfaite. Que la balance intensité lumineuse - confort thermique soit tellement bien réglée que les occupants du bâtiment ne pensent même pas à y déroger pour fermer un store ou ouvrir une fenêtre », conclut Magali Bodart.

Elise Dubuisson



PLUS D'INFOS

www-climat.arch.ucl.ac.be



Magali Bodart
LOCI, UCL
magali.bodart@uclouvain.be



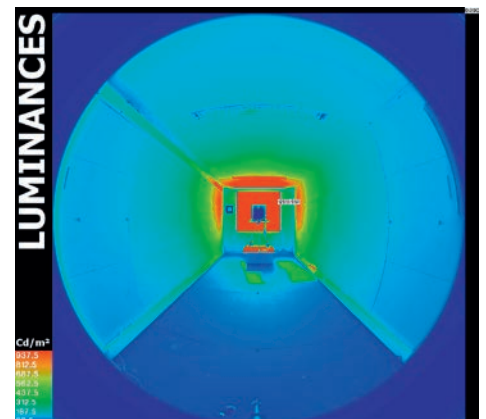
Pr Magali Bodart, UCL



LA SITUATION EN BELGIQUE ?

Si la prise de conscience concernant l'importance de la lumière est de plus en plus grande au sien du monde architectural, beaucoup de travail reste à faire. « D'une part pour sensibiliser les bureaux d'architecte à cette démarche relativement neuve. Et d'autre part, pour rendre cette manière de concevoir un bâtiment accessible. Le métier d'architecte est déjà extrêmement compliqué de par le nombre de compétences qu'il demande. La plupart des petits bureaux d'architecte n'ont pas de personne ressource pour ce paramètre et n'ont pas les moyens d'en engager une. »

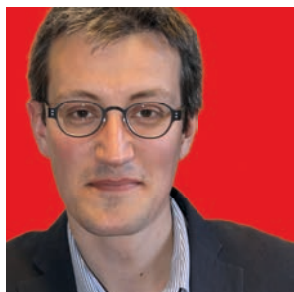
La photo bleue est une vue à haut dynamisme en luminances, présentée selon une échelle en « fausses-couleurs », qui permet d'évaluer l'éblouissement.



La lumière à travers l'œil des Anciens

Tous les textes fondateurs narrant la création du monde reposent sur la lumière. Elle fascine, rassure, intrigue et ouvre de nouvelles portes de recherche. Depuis l'aube des temps, elle a fait partie des énigmes qu'ont tenté de percer astronomes et astrologues, physiciens et mathématiciens, philosophes et psychologues.

Le Dr Jean Lempire (UCL), chargé de recherches F.R.S.-FNRS, articule essentiellement son travail autour de l'histoire grecque et byzantine de l'astronomie, un voyageur à travers les étoiles.



Pr Jean Lempire, UCL

Beaucoup de textes byzantins restent encore inconnus. Même si l'on en connaît, un très grand nombre restent toujours à éditer, surtout dans le domaine des sciences et des idées. Le travail de Jean Lempire est donc à la fois celui d'historien, de philologue et d'historien des sciences afin de rendre accessibles ces textes scientifiques aux autres chercheurs. Sa thèse de doctorat a justement porté sur un commentaire astronomique byzantin à Ptolémée.

« Dans l'Antiquité grecque, philosophie et sciences sont intimement mêlées. Les penseurs présocratiques tentent de répondre à l'étonnement que leur suscite le monde qui les entoure. C'est encore ce qui prévaut dans notre mode de pensée occidentale. La mathématique et l'astronomie sont liées. S'interroger sur les cycles de la Lune ou sur les problèmes d'optique participe à la même démarche. Que ce soit pour les éclipses ou l'optique, les premières véri-

tables théories apparaissent à l'époque alexandrine. Au III^e siècle avant notre ère, Alexandrie devient l'endroit où fusionnent les traditions scientifiques mésopotamiennes et égyptiennes, plutôt empiriques, avec l'esprit grec, davantage rationnel », explique Jean Lempire. A cette époque, on assiste à une réelle efflorescence intellectuelle en astronomie, en mathématique, en géographie et en optique. Les grands noms qui se sont distingués dans cette période de l'Antiquité, comme Euclide ou Ptolémée, ne sont pas partis de rien pour mener leurs découvertes à bien. « Bien avant eux, il existait déjà des conceptions sur la lumière. Chez Homère, au VIII^e siècle ACN, la lumière est une forme particulière du feu. Cette conception sera reprise par les philosophes présocratiques comme Héraclite (vers 500 ACN) ou Empédocle (vers 460-450 ACN) avec sa théorie des 4 éléments : Feu/Air/Terre/Eau. Ceci sera d'ailleurs aussi repris par Platon. » Ces

chercheurs se détachent donc des explications mythologiques du monde, tentant de le comprendre scientifiquement, ce qui est neuf ! Thalès (vers 585 ACN) est le premier à nous faire savoir que la Lune ne produit pas de lumière par elle-même, mais qu'elle reflète celle du soleil. Anaxagore de Clazomènes (vers 460-450 ACN) affirme la même chose. C'est d'ailleurs aussi à cette période que les Pythagoriciens émettent l'idée de la sphéricité de la Terre. « Pour eux, c'est un présupposé d'ordre esthétique d'abord, mais ils le déduisent d'après l'observation du bord circulaire de l'ombre de la Terre sur la Lune au moment d'une éclipse de Lune. »

D'où vient la lumière ?

Deux ou trois siècles plus tard, Euclide (vers 300 ACN) sera le premier à rédiger un réel traité. « Il s'agit d'un ouvrage sur l'optique concernant principalement des problèmes de perspective et pas à proprement par-



DES TEMPLES DE LUMIÈRE

Cependant toutes ces interrogations remontent à un passé encore bien plus lointain. En effet, les Babyloniens consignent leurs observations déjà au II^e millénaire, et dans d'autres endroits du monde comme en Amérique centrale, chez les Mayas, les éclipses de Lune sont déjà observées vers 3380 ACN ou 3373 ACN, selon les sources. Pour le Soleil, c'est de l'autre côté de la planète, en Chine, que l'on trouve la première description (2137 ACN). La préhistoire nous renseigne aussi sur l'intérêt des populations vivant à cette époque. Même en l'absence de textes, les constructions monumentales, comme en Angleterre, le Stonehenge (5000-3500 ACN) ou plus ancien encore le Nabta Playa, en Egypte près d'Abou Simbel, occupé déjà au 9^e millénaire avant notre ère, révèle les traces d'un cercle mégalithique, témoignant de la fascination de la lumière pour ces populations, mais aussi de son intérêt pratique. « Les éclipses sont par nature le phénomène céleste qui suscite la curiosité des Anciens. De nombreuses observations d'éclipses ont été consignées sur des tablettes à l'époque babylonienne. Ce fait est à mettre en lien avec la pratique de l'astrologie par cette population. Les éclipses, quelle que soit la civilisation, ont toujours été interprétées comme des événements importants, mais à caractère le plus souvent néfaste. Une éclipse solaire

ou lunaire, comme l'apparition d'une comète, provoquait de la terreur et présageait un événement terrestre malheureux : une famine, une guerre, le décès d'un roi. Des témoignages existent relatant la dérouté des armées lors d'éclipses que ce soit dans le camp de Xerxès (519-465 ACN) ou d'Alexandre le Grand (356-323 ACN). Des événements politiques y sont aussi associés. Au V^e siècle avant notre ère, Périclès prend la décision d'envahir le Péloponnèse à la suite d'une éclipse totale de Soleil. Il semble que ce fut l'élément déclencheur. » Il est évident que c'est là aussi où réside l'intérêt des tables permettant de prédire les éclipses à venir, car il est alors possible à celui qui possède cette connaissance d'utiliser le phénomène pour son propre compte. Le savoir, c'est le pouvoir... « L'apparition de méthodes réelles de calcul d'éclipses date de l'époque grecque alexandrine, une fois que le mécanisme du saros* fut totalement maîtrisé. L'éclipse de Soleil que Thalès avait prédite lors de la guerre entre les Mèdes et les Lydiens (en -585), selon les dires d'Hérodote, est ainsi hautement suspecte, car les Grecs n'avaient pas les connaissances suffisantes à cette époque. Il n'empêche cependant pas que Thalès se soit basé sur une certaine périodicité des éclipses, déjà remarquée par les Babyloniens.

* Saros : période de 6585,32 jours pouvant être utilisée pour prédire les éclipses de Lune et de Soleil.



la lumière. C'est le premier livre sur le sujet conçu de manière systématique. Euclide formule les preuves et donne des démonstrations à partir de définitions ou de postulats. Ceci est totalement novateur. Euclide a une théorie selon laquelle les rayons lumineux vont, en ligne droite, de l'œil à l'objet observé. Cette idée va persister pendant longtemps. C'est Alhazen (965-1040) (voir encadré) qui bien plus tard contredira cette théorie. » Un bond de quelques siècles permet de rejoindre Claude Ptolémée (actif vers 140 PCN), astronome et astrologue qui rédige lui aussi un traité d'optique. « Il intègre les réflexions d'Euclide et d'Héron d'Alexandrie (I^{er} s. PCN) et il va davantage traiter des propriétés de la lumière, comme la réfraction, la réflexion et les couleurs. Il a établi des tables de valeurs d'angle de réfraction suivant l'angle d'incidence du rayon dans l'eau. Chez Ptolémée, la lumière est une interaction entre l'œil et l'objet observé grâce à un flux visuel. Pour lui, la vision

repose plutôt sur les propriétés de l'objet observé. Il est intéressant de savoir que le texte grec a été perdu. Nous connaissons cette œuvre grâce à une traduction latine ultérieure écrite au XII^e siècle par Eugène de Sicile (1103-1202), à partir d'une version arabe. »

Une ombre au tableau

La prédiction du phénomène ne signifie pas que tout le monde en comprend le mécanisme. « Certaines légendes mettent en scène l'intervention d'un corps opaque dévorant nos deux luminaires. Il s'agit souvent, quelle que soit la civilisation, d'un dragon ou d'un serpent céleste. Dans le monde syriaque, on trouve Atalia. » Chez les Indiens, ils se nomment Rahu, la tête du dragon, et Ketu, la queue du dragon. « Des textes médiévaux font référence à un astre noir qui vient masquer le soleil et la lune », ajoute J Lempire. Au-delà des augures, on sait également qu'Aristarque de Samos (310-230 ACN) et Hipparque (190-120

« Il est intéressant de remarquer que l'augmentation des connaissances s'inscrit, comme aujourd'hui, dans un continuum. »

ACN) se sont servis des éclipses afin d'estimer la distance de la Terre à la Lune. « Ils les utilisent également pour déterminer le diamètre lunaire. Il est probable que les premiers calculs prédictifs d'éclipses datent de la même époque. Au II^e s. de notre ère, Ptolémée établira des tables des mouvements des astres et des tables d'éclipses qui seront utilisées pendant tout le Moyen Âge et encore à la Renaissance. »

Math et Mythes

Au IV^e siècle de notre ère, Théon d'Alexandrie relate son observation d'une éclipse totale de Soleil et il la calcule dans tous ses détails, selon la méthode de Ptolémée. « Aux XIV^e et XV^e siècles en pleine Renaissance byzantine, les savants de culture et de langue grecque comme Nicéphore Grégoras (1290-1360) utilisent toujours pour leurs calculs les tables de Ptolémée. Calculer les éclipses représente, à l'époque, un travail intellectuel de prestige. Or, les tables perses étaient plus précises que celles de Ptolémée... » Par ailleurs, si, pour ces savants, la prédiction est un jeu amusant, ils ne prennent pas la peine de vérifier ou de donner trace de l'exactitude de leur prédiction. « C'est assez typique des Byzantins qui ont toujours privilégié le raisonnement pur par rapport à l'observation ; à l'inverse des scientifiques arabes ou perses. » Dans toutes les traditions culturelles, les plans

objectif et subjectif coexistent. Cependant, chez Ptolémée, ils se distinguent. « Il a aussi écrit un ouvrage en matière d'astrologie, mais il a été publié à part : l'Almageste expose les données astronomiques, alors que le Tétrabiblos traite d'astrologie. »

Comme on le voit les bases de l'optique et de l'astronomie ont été jetées voici plusieurs millénaires. Il est intéressant de remarquer que l'augmentation des connaissances s'inscrit, comme aujourd'hui, dans un continuum. Beaucoup de textes nous sont parvenus, mais tant reste à faire. « Il n'est pas seulement utile de comprendre comment ces savoirs sont apparus, mais aussi de découvrir les voies de transmission de ces savoirs. Quand on étudie un manuscrit, un texte ancien, il y a d'une part le contenu et, d'autre part, l'histoire du livre lui-même, ce qui nous apprend beaucoup sur le contexte intellectuel et les cercles scientifiques par lesquels les savoirs ont transité. Enfin, il reste encore une grande quantité de manuscrits et de notes à éditer en histoire des sciences », conclut Jean Lempire.

Pierre Dewaele



Jean Lempire
NCA, UCL
jean.lempire@uclouvain.be

Muriel Moser

A la pointe de la recherche

Le Laboratoire d'immunobiologie de l'Université Libre de Bruxelles est aujourd'hui dirigé par la Professeure Muriel Moser, une femme pour qui l'humain est au centre des préoccupations. Et cela, tant sur le plan de ses recherches que sur le plan des relations, dans une équipe soudée.

Née en 1954, Muriel Moser est une pure Bruxelloise qui, après ses humanités, a opté pour l'Université Libre de Bruxelles (ULB). C'est là qu'elle a décroché en 1977 sa licence en Sciences (zoologie) et ensuite un doctorat dans le même domaine en 1983, au laboratoire de physiologie animale (aujourd'hui appelé... laboratoire d'immunobiologie, le même qu'elle dirige actuellement et ce, depuis 2010), le tout avec la plus grande distinction. « J'ai été très rapidement attirée par le domaine du vivant, il était donc logique pour moi de me lancer dans des études de biologie, domaine que j'ai trouvé de plus en plus passionnant au fil de mon parcours universitaire », explique-t-elle.

La recherche l'a happée immédiatement, dès ses études : « J'ai réalisé mon mémoire de licence avec le Professeur Jacques Urbain qui m'a transmis sa passion de l'immunologie. Beaucoup de questions se posaient et me fascinaient, notamment celles portant sur le fonctionnement des cellules de notre système immunitaire, tant il nous touche de près. Étudier les mécanismes cellulaires et moléculaires et les appliquer dans des modèles animaux : tout était captivant. Ces recherches nous posent autant de défis auxquels il faut trouver des réponses ! J'ai effectué un doctorat toujours dans le domaine de l'immunologie, ce qui me semblait évident, tant le sujet de mon mémoire m'avait passionnée. »

Le rêve américain

Son doctorat en poche, Muriel Moser a depuis fondé une famille. En 1984, elle est alors l'épouse d'un autre chercheur, et mère de deux garçons. Mais les postes n'étant pas légion en Belgique, ils décident tous les deux de réaliser un stage postdoctoral aux États-Unis, d'autant qu'une opportunité s'ouvre pour eux dans le prestigieux National Institute of Health. « Nous sommes donc partis nous installer aux USA, avec nos deux enfants. C'était un pari énorme, un changement radical qui nous a ouverts de nouveaux horizons. Ce ne fut pas tous les jours facile, car les gardiennes d'enfants coûtent très cher. Mais nous savions que nous avions beaucoup à apprendre là-bas sur le plan scientifique. A ce moment-là, les lymphocytes T étaient encore très méconnus : mais c'est l'époque où leurs mécanismes de reconnaissance des antigènes ont commencé à être expliqués. Nous étions au bon moment, au bon endroit, car c'était là que tout se passait ! J'y ai aussi travaillé notamment sur la réaction du greffon contre l'hôte. »

Près de trois années durant, toute la famille a donc vécu aux États-Unis. Les parents vivaient là une expérience essentielle sur le plan scientifique. Mais petit à petit, la Belgique s'est rappelée à leurs bons souvenirs... « Nous avons été très heureux aux États-Unis, les garçons ont adoré vivre là.



Mais nous avons tout de même pensé au retour au pays. La situation financière n'était pas facile avec deux jeunes enfants. Mais plus fondamentalement, les valeurs véhiculées dans ce pays n'étaient pas trop en phase avec les nôtres, plus 'européennes' : le poids du lobby des armes, la politique plus agressive sur le plan international, les valeurs éducatives et humaines... Nous avons donc décidé de rentrer en Belgique, essentiellement pour les enfants. Il faut dire aussi que notre famille nous manquait. Ce fut sans aucun doute une période très importante pour moi, tant sur le plan scientifique que personnel... », poursuit Muriel Moser.

Retour à l'ULB

A son retour, les deux époux retrouvent un poste de chercheurs à l'ULB dans le laboratoire de physiologie animale. « Nous avons alors eu notre troisième enfant, et nous avons reçu beaucoup d'aide de la famille pour nous occuper d'eux, après l'école par exemple. Car la recherche est très exigeante, et demande beaucoup d'implication au niveau du temps que l'on y consacre... »

Elle est alors nommée chercheuse qualifiée du FNRS. « Pourtant, au moment de faire ma thèse, j'avais peu d'espoir de décrocher un

poste académique. Il est évident que mon expérience acquise au NIH a pesé dans la balance. »

Elle travaille dans le Département de Biologie Moléculaire de la Faculté des Sciences, un institut de recherche et d'enseignement. Mais en réalité, elle donnera peu de cours : « J'ai enseigné l'immunologie, organisé des semaines thématiques d'immunologie avec des intervenants étrangers et d'autres universités belges. J'encadre le cours de communication des étudiants en Bac 3, mais c'est ponctuel. En réalité, j'ai essentiellement travaillé dans le domaine de la recherche, lorsque je n'étais pas occupée à gérer des postes plus académiques, comme celui de vice-rectrice de recherche ! », sourit-elle.

Il n'est pas étonnant que cette femme particulièrement dynamique, affable et passionnée ait gravi les échelons pour parvenir à des postes à responsabilité : non seulement la direction du laboratoire d'immunobiologie, mais aussi le vice-rectorat de la recherche de l'ULB ou encore le poste de vice-doyenne de la faculté des Sciences... auquel pourrait succéder celui de doyenne, en fonction des résultats des prochaines élections, en septembre prochain.



« J'ai été très rapidement attirée par le domaine du vivant, il était donc logique pour moi de me lancer dans des études de biologie »



En quête de finances

Par ses postes de gestion, elle a pu constater que l'une des difficultés majeures de la recherche aujourd'hui est de récolter des subsides publics, voire des apports financiers privés... « C'est ce qui frappe lorsque l'on compare la situation aux États-Unis et en Belgique : nous avons la chance d'avoir, dans notre pays, d'excellents chercheurs. Malheureusement, on ne leur facilite pas la vie, et les moyens financiers dédiés à la recherche restent faibles, comparativement à d'autres pays. Chez nous, l'essentiel de la recherche est le fait de doctorants dans les universités, et les engager est difficile par la suite, contrairement à ce qui se passe aux USA. Nous avons en outre un système qui s'avérerait très intéressant sur le plan scientifique et qui permettait d'avoir un apport financier essentiel, à savoir les pôles d'attraction interuniversitaires (PAI) ; or, ils devraient disparaître très bientôt. Il faut donc trouver d'autres sources de financement. Cela peut passer notamment par les Actions de recherche concertée (ARC), les apports du FNRS, ceux de la Région wallonne à travers les programmes d'excellence pour la recherche fondamentale avec des parrains privés, les partenariats public-privé (PPP), etc. Il faudra donc cumuler plus de subsides différents pour pouvoir continuer à fonctionner comme aujourd'hui », s'inquiète Muriel Moser.

L'humain au cœur de tout

Lorsque l'on rencontre Muriel Moser, ce qui frappe le plus, c'est l'intérêt qu'elle porte à l'humain. Et pas uniquement pour les aspects scientifiques, mais aussi sur le plan relationnel. Pas question pour elle de tirer la couverture : elle pointe sans arrêt du doigt les qualités de ses chercheurs : « J'ai la chance de travailler avec beaucoup de collaborateurs très volontaires, beaucoup de doctorants très motivés », insiste-t-elle. Motivation qui est, selon elle, l'une des qualités intrinsèques du chercheur : « Il doit être motivé par les questions qu'il se pose. Car aujourd'hui, pour espérer être publié, il faut être exigeant envers son travail, vu l'augmentation de la compétition. Il s'agit aussi d'être optimiste, et tout faire pour que les travaux aboutissent, mettre toutes les chances de son côté et y croire, rester optimiste face à des résultats inattendus. Il faut aussi être persévérant, pour aller jusqu'au bout dans la compréhension et faire connaître ses résultats : publier n'est pas chose facile... »

Carine Maillard



BIO EXPRESS

- 1977** Licence en Sciences zoologiques
- 1980-1982** Aspirant-chercheur FNRS
- 1983** Doctorat en Sciences zoologiques
- 1984-1986** Chercheuse invitée dans le domaine de l'immunologie, National Cancer Institute (NIH), à Bethesda (Maryland) – USA
- 1986-1991** Chercheuse au Laboratoire de physiologie animale, ULB
- 1991-2002** Chercheur qualifiée FNRS
- Depuis 2002** Maître de Recherche FNRS
- 2004-2006** Vice-rectrice de Recherche – ULB
- Depuis 2006** Directrice de recherches FNRS et Directrice de l'Animalerie de l'Institut de biologie et de médecine moléculaires (IBMM) – ULB
- Depuis 2010** Directrice du laboratoire d'Immunobiologie
- Depuis 2013** Vice-doyenne de la faculté des Sciences – ULB

Après les élections peut-être doyenne de la faculté des Sciences – ULB en septembre



Muriel Moser
Immunobiologie, ULB
Muriel.moser@ulb.ac.be



Atomes, matière quantique & nombres magiques

Il existe de nouvelles phases de la matière, étonnantes, généralement accessibles aux basses températures: les états topologiques. Ces phases présentent des propriétés de conduction électrique uniques, qui sont particulièrement robustes sous l'effet de perturbations extérieures, suggérant ainsi des applications technologiques prometteuses. Et pour la première fois, une équipe internationale conduite par Nathan Goldman, Chercheur qualifié F.R.S.-FNRS mesure avec précision dans une expérience d'atomes froids, un nombre caractéristique associé à ces états, le nombre de Chern.

La matière forme des phases extraordinaires lorsque celle-ci est soumise à un environnement extrême, comme de très basses températures ou la présence de champs magnétiques intenses. Sous ces conditions, les matériaux peuvent atteindre des régimes anormaux dans lesquels les propriétés électriques montrent des comportements universels et exotiques, par exemple des courants non-dissipatifs ou une résistance électrique quantifiée. Ce contexte physique permet l'existence de nouvelles phases de la matière, les états topologiques, qui sont décrits par des nombres magiques (topologiques), les « nombres de Chern ».

De nouvelles phases ...

Historiquement, les états topologiques furent découverts dans le contexte de l'effet Hall quantique, c'est à dire au travers d'études de la résistance électrique

des matériaux en présence de champs magnétiques intenses. À des températures suffisamment basses, on observa que, lorsque l'intensité du champ magnétique variait régulièrement, la résistance électrique associée ne variait pas en proportion mais formait de larges et robustes plateaux (la courbe est « en escalier », une propriété d'allure discontinue) et ce indépendamment de l'échantillon utilisé. C'est ce qu'on appela l'effet Hall quantique. Cette propriété universelle fut célébrée par le Prix Nobel, décerné à Von Klitzing en 1985.

De façon surprenante, l'effet Hall quantique trouve son origine dans la topologie (voir ci-dessous): chaque plateau stable décrit par la variation de la résistance est dicté par un nombre topologique, un nombre entier, appelé nombre de Chern. Mesurer ce nombre, c'est en quelque sorte identifier et décrire ces états stables. « La beauté de ce résultat, raconte Nathan Goldman, réside

dans le fait que ces nombres magiques (mathématiques) apparaissent comme étant une propriété intrinsèque aux électrons se propageant dans le matériau; et il est remarquable que ces nombres abstraits puissent donner lieu à des phénomènes observables extraordinaires ».

... Topologiques

Si ces phases de la matière décrites par des nombres entiers sont appelées « états topologiques », c'est parce qu'en topologie, la branche des mathématiques qui étudie les déformations continues d'objets, on utilise des nombres entiers pour classifier certaines propriétés d'objets géométriques, comme le nombre de trous dans une surface [Fig. 1a]. Par définition, de tels objets, du point de vue de la topologie, sont invariants sous de faibles déformations, d'où les nombres entiers. Par exemple dans la figure 1a, le tore et la tasse avec une anse sont des objets

de même catégorie puisqu'ils possèdent, chacun, 1 trou ; on peut passer continûment de l'un à l'autre par simple déformation élastique de l'objet ; la sphère possède 0 trou.

Le fait remarquable que des états de la matière soient associés à des nombres topologiques signe leur robustesse en présence de perturbations, de défauts ou de déformations : les états topologiques (et ainsi les propriétés associées) ne sont

« Mesurer le nombre Chern, c'est en quelque sorte identifier et décrire ces états stables. »

« La technique développée dans cette expérience sonde directement les propriétés topologiques de l'ensemble du système. »

Fig.2 (a): Dans un réseau conventionnel (nombre de Chern nul), les atomes ne subissent aucune déflexion.

Fig.2 (b): Lorsque le nombre de Chern vaut $\nu_{ch} = 1$, les atomes effectuent un mouvement perpendiculaire à la force.

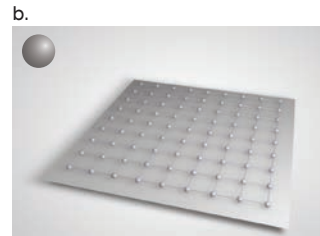
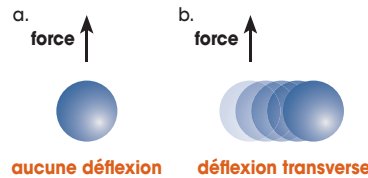


Fig.1 (a): La topologie classe ces trois objets en fonction du nombre de trous: le doughnut est équivalent à la tasse (ils possèdent chacun un seul trou), mais diffère de la balle (qui n'a aucun trou).

Fig.1 (b): Illustration d'un gaz d'atomes piégé dans un réseau optique: (gauche) un réseau conventionnel, (droite) un réseau soumis à un champ magnétique effectif. Les phases quantiques correspondantes sont associées à des nombres topologiques (nombre de Chern) différents, représentés par la balle et le doughnut, respectivement.



Dr Nathan Goldman, ULB

modifiés que sous l'effet de perturbations violentes. Ceci suggère des applications technologiques, par exemple dans le cadre des ordinateurs quantiques et de la spintronique, ce qui motive la recherche de nouvelles phases topologiques au sein des laboratoires.

Simulation quantique

Il s'agit ici de générer des états topologiques de la matière et d'observer leurs propriétés dans un nouveau système expérimental hautement contrôlable. En clair, le problème consiste à reproduire la dynamique des électrons telle qu'observée au sein de matériaux topologiques réels. Cette démarche générale, appelée simulation quantique, est un vrai défi. Mais les chercheurs emmenés par Nathan Goldman l'ont relevé, l'article est paru récemment dans Nature Physics.

Ils ont réussi à produire une sorte de modèle physique simple, accessible à l'expérience, en construisant des matériaux synthétiques, constitués de gaz d'atomes manipulés avec des lasers. Dans ces expériences versatiles, des atomes neutres sont piégés par des ondes stationnaires lumineuses ; ils sont piégés dans un paysage périodique créé

par ces ondes stationnaires. De fait, cela fonctionne : les atomes froids se déplaçant dans de tels réseaux optiques constituent un outil puissant pour reproduire la dynamique des électrons au sein des vrais matériaux.

Cependant, contrairement aux électrons, les atomes froids ne possèdent pas de charge électrique ; ainsi, ils ne réalisent pas l'effet Hall quantique en présence d'un champ magnétique. Afin de résoudre cette limitation, de nouvelles techniques expérimentales ont été développées à Munich, dans le but de générer des champs magnétiques effectifs pour les atomes neutres. Dans de tels dispositifs, les atomes se comportent comme des particules chargées soumises à des champs magnétiques intenses, ce qui permet l'étude de l'effet Hall quantique et donc des phases topologiques au sein de cet environnement construit pour être hautement contrôlable.

L'expérience

Dans le dispositif expérimental réalisé à Munich et conçu pour cette étude de propriétés topologiques [Fig. 1b], en ajustant le champ magnétique effectif au sein du réseau optique, le nuage atomique se

caractérise par un nombre de Chern non nul ($\nu_{ch} = 1$). Nathan Goldman explique: « Dans cette configuration, et en analogie avec l'effet Hall électronique conventionnel, on s'attend à ce que le nuage atomique subisse une déflexion perpendiculaire à la force appliquée [Fig. 2]. De plus, notre théorie prédit que ce mouvement caractéristique doit être directement proportionnel au nombre de Chern topologique ($\nu_{ch} = 1$) ».

Les expérimentateurs ont ainsi soumis le réseau optique à une force, et ils ont analysé ce déplacement en prenant des clichés du nuage atomique. A partir de ces séquences d'images, ils ont déterminé une valeur expérimentale du nombre de Chern ($\nu_{exp} = 0.99$), en excellent accord avec la théorie. Ce résultat constitue la première mesure d'un nombre de Chern dans un système non-électronique. En contraste avec les mesures électroniques, qui sont basées sur des courants circulant sur les bords de l'échantillon, la technique développée dans cette expérience sonde directement les propriétés topologiques de l'ensemble du système.

Ces résultats représentent un progrès important pour la réalisation et la détection de

nouvelles phases topologiques avec des atomes froids en lieu et place d'électrons. En contrôlant les interactions entre les atomes, de tels dispositifs pourraient révéler de nouvelles phases quantiques prometteuses, telles que les isolants de Chern fractionnaires (i.e. Une phase topologique extraordinaire dans laquelle l'émergence de nouvelles particules exotiques, appelées anyons, a été prédite par la théorie).

Alexandre Wajnberg

1. Publication originale: M. Aidelsburger, M. Lohse, C. Schweizer, M. Atala, J. T. Barreiro, S. Nascimbène, N. R. Cooper, I. Bloch and N. Goldman, Measuring the Chern number of Hofstadter bands with ultracold bosonic atoms Nature Physics 11, 162-166 (2015).



Nathan GOLDMAN
Physique des Systèmes Complexes
et Mécanique Statistique, ULB
ngoldman@ulb.ac.be

Des matériaux organiques sur mesure

Adhésifs, emballages, peintures, canalisations, dans les domaines agricoles, alimentaires, automobiles, médicaux, énergétiques..., nous sommes entourés de polymères (macromolécules ou « plastiques ») aux propriétés et fonctions multiples. Cependant, leur conférer des propriétés nouvelles choisies et modulables via un contrôle fin de leurs structures est un véritable défi pour certains d'entre eux. Christophe Detrembleur, expert en polymérisation radicalaire contrôlée, le relève avec succès ; une innovation en synthèse de polyoléfines qui a été publiée récemment dans Nature Chemistry.

Directeur de recherches F.R.S. - FNRS et chercheur au CERM (le Centre d'Étude et de Recherche sur les Macromolécules, lié à l'Université de Liège), Christophe Detrembleur concentre ses travaux sur le développement de nouveaux outils de synthèse de matériaux polymères innovants, parfaitement définis au niveau de leur structure et de leur fonctionnalité. En particulier, il développe des méthodes de polymérisation radicalaire contrôlée pour la préparation de matériaux organiques multifonctionnels, aux propriétés déterminées a priori.

La nature, source d'inspiration

La nature qui nous entoure regorge de macromolécules biologiques, comme l'ADN et les protéines, dont le rôle clé, notamment dans les processus vitaux, découle de leur structure intime dictant leur organisation et

leur fonctionnalité. Partant de ce constat, on comprend aisément pourquoi les chimistes qui fabriquent des macromolécules synthétiques (les polyméristes) tentent d'imiter la nature en développant des techniques de synthèse permettant de contrôler au mieux leur structure. Ces techniques dites de polymérisations contrôlées offrent ainsi aux polyméristes la possibilité d'ajuster finement les propriétés des polymères par le contrôle précis de leur structure, afin qu'ils puissent remplir au mieux la fonction pour laquelle ils sont préparés.

Contrôler une polymérisation radicalaire

La production industrielle de nombreux plastiques connus de tous tels que le PVC (les châssis, canalisations), le plexiglas (le verre organique), certaines gammes de polyéthylènes (les films plastiques), le

polystyrène (la frigolite), certains latex (les peintures), se fait par polymérisation radicalaire — une méthode « classique ». Elle est attractive car applicable à de très nombreux monomères différents, ce qui autorise une grande variété de fonctionnalités. Elle peut aussi être réalisée dans l'eau et présente une excellente reproductibilité. Elle est donc facilement industrialisable.

Mais ce processus de production utilise des radicaux — des espèces chimiques transitoires extrêmement réactionnelles — qui conduisent à toute une série de réactions secondaires pendant le processus de production, formant ainsi des polymères de longueurs (et parfois de composition et de structure) variables. Or, leur structure, longueur, composition, et homogénéité (en taille et en structure) au sein du matériau gouvernent les propriétés de ce dernier ! C'est ici qu'intervient la polymérisation radicalaire contrôlée.

Il s'agit de contrôler la croissance des chaînes, c'est-à-dire d'éviter les réactions secondaires indésirables, pour arriver à une homogénéité du résultat de synthèse. Comment ? En maîtrisant la réactivité des radicaux impliqués dans ladite synthèse, ce qui est loin d'être évident.

L'idée-clé est d'utiliser un agent de contrôle approprié, pour que le polymère formé en fin de processus reste « vivant » : le radical est toujours présent en extrémité de chaîne mais il est masqué... il reste donc accessible chimiquement par l'expérimentateur. « De la sorte, précise Christophe Detrembleur, nous allons pouvoir créer à la demande des polymères innovants, inaccessibles par la radicalaire classique. En activant de manière judicieuse le radical, on peut modifier l'extrémité de chaîne pour y fixer une fonction chimique désirée ou mieux encore, réamorcer une chaîne polymère à partir de ce premier polymère pour créer ce que nous appelons un « polymère séquencé ». Ce dernier est constitué de deux polymères de nature différente qui sont liés chimiquement entre eux. Ce mariage de deux polymères différents conduit à un matériau inédit qui combine les propriétés de chacun des partenaires pris séparément. Cette synergie des propriétés ne peut pas être obtenue par le simple mélange physique des deux polymères. »

On peut ainsi varier presque à l'infini les architectures macromoléculaires (polymères séquencés, ou sous forme d'étoile,



Dr Christophe Detrembleur, ULg

« le défi consiste à produire des revêtements remplissant plusieurs fonctions, tout en étant durables, par des méthodes respectueuses de l'environnement. »

de brosse...), varier leur fonctionnalité, leur longueur, donc leurs propriétés, donc leurs applications. Tout le travail de Christophe Detrembleur vise à mettre au point les agents de contrôle qui vont rendre ces processus possibles.

Une recherche à plusieurs niveaux

Il faut tout d'abord développer des agents de contrôle actifs pour la polymérisation envisagée, en visant un système qui soit le plus simple et universel possible (efficace pour un grand nombre de monomères différents).

Puis, aspect plus fondamental de cette recherche, il s'agit d'analyser et de comprendre le mode de fonctionnement du système afin d'accroître sa portée et d'augmenter son efficacité.

L'étape suivante consiste à préparer, par ces voies de synthèse, des matériaux innovants et à valider leurs utilités via diverses collaborations.

Contrainte supplémentaire ultime : il faut simplifier les procédures pour les rendre idéalement éco-respectueuses et transposables à l'industrie.

Les aspects fondamentaux de ces recherches sont soutenus financièrement par le F.R.S. - FNRS bien sûr, mais aussi par le FRIA (Fonds pour la Formation à la Recherche dans l'Industrie et dans l'Agriculture) et par les PAI (Pôles d'Attraction Interuniversitaires) gérés par la politique scientifique fédérale¹, ainsi que par le programme européen ITN Marie-Curie. Les applications sont principalement financées par la Région wallonne et l'industrie.

Quelques exemples d'applications

Des revêtements multifonctionnels : le défi consiste à produire des revêtements remplissant plusieurs fonctions, tout en étant durables, par des méthodes respectueuses de l'environnement : pas de solvants organiques, synthèse dans l'eau, utilisation de produits bio-sourcés... Parmi les produits développés, citons **les revêtements antibactériens** qui limitent la contamination des surfaces par des bactéries. Deux types de matériaux organiques sont étudiés, des polymères antibactériens et ceux qui permettent de fixer sur les surfaces des biomolécules actives (tels que des peptides antibactériens) — deux mondes sont ainsi associés, celui des polymères synthétiques

et celui des biomolécules extraites de la nature. SymbioseBiomaterials (Plateforme d'Innovation Technologique Wallonne) est en partie issue de ces développements². Citons également **les revêtements autonettoyants, anti-givre et anti-reflets** qui visent à optimiser la capture de l'énergie solaire des panneaux photovoltaïques³.

Des polymères pour le stockage de l'énergie qui ambitionnent d'augmenter la capacité de stockage et la rapidité de charge des batteries⁴.

Des polymères pour les biomatériaux : par exemple des revêtements anti-inflammatoires pour des prothèses, des vecteurs pour la libération de médicaments; des agents de contraste pour l'imagerie médicale ...



LE CO₂ PEUT CONTRIBUER AU DÉVELOPPEMENT DURABLE !

Un nouvel axe de recherche du laboratoire vise à utiliser ... le CO₂, un des déchets emblématiques de notre activité humaine, comme ressource principale pour la préparation de nouveaux matériaux durables ! Les applications en sont très vastes, des mousses isolantes pour nos habitations à des revêtements hautes performances.

« Le travail du chercheur débute par la mise au point des méthodologies de synthèse : comment rendre ce gaz réactif afin de l'incorporer en grande quantité dans une macromolécule et de créer des matériaux organiques CO₂-sourcés fonctionnels, en substituant aux produits pétroliers. Ceci nécessite le développement de catalyseurs efficaces, de comprendre leur mode de fonctionnement afin d'améliorer les vitesses de réaction et leur sélectivité, pour aboutir à des systèmes économiquement viables. »

1. Signalons à ce propos que le nouveau gouvernement a décidé de supprimer les PAI alors qu'ils ont prouvé à maintes reprises leur efficacité, y compris sur la scène internationale. Le monde scientifique belge est en émoi, une pétition "Save BELSPO" a déjà recueilli 18000 signatures — http://savebelspo.be/savebelspo_fr.stm
2. Voir site <http://www.symbiosebiomaterials.be/>
3. Projet Cleanoptic, voir <http://recherche-technologie.wallonie.be/projets/index.html?IDD=19038>
4. Programme ITN Marie Curie Renaissance, voir <http://www.renaissance-itn.eu/home>
5. A. Kermagoret, A. Debuigne, C. Jerome, C. Detrembleur Nature Chemistry, 2014, 6, 179-187



Christophe Detrembleur
CERM, ULg
Christophe.Detrembleur@ulg.ac.be

Henri Dupuis



INNOVATION EN SYNTHÈSE DES POLYOLÉFINES.

Présent dans nombre de produits de notre vie quotidienne, le poly(éthylène) est le plastique ayant le plus gros volume de production. Depuis les années 1950, il est produit industriellement par différentes techniques dont la polymérisation radicalaire « classique » de l'éthylène. Ses copolymères (constitués par l'enchaînement d'éthylène et de monomères polaires) sont également des matériaux synthétiques incontournables rencontrés dans de très nombreux secteurs d'activité (films d'emballage alimentaire, gants, colles, peintures, gaines de câbles, implants, etc.). Jusqu'ici, leur production industrielle par polymérisation radicalaire se fait dans des conditions qui ne permettent pas un contrôle fin de leur enchaînement, et dès lors des propriétés du matériau final.

Le CERM vient d'apporter une solution à cette limitation, par la mise au point d'un complexe organométallique qui permet un tel contrôle. Cette innovation technologique permet de préparer des polymères inédits aux propriétés nouvelles et ajustables par le simple jeu des conditions expérimentales. Cette découverte majeure ouvre la voie à la préparation « sur mesure » de matériaux nouveaux élargissant ainsi leurs champs d'applications : biomédical (les implants), énergie (les batteries) et environnement (valorisation du CO₂). L'article est paru récemment dans Nature Chemistry⁵.



Les gouttes malades

1.000

il est possible de manipuler jusqu'à 1.000 gouttes par seconde dans une seule unité, ce qui fait autant de réactions.

Comment les maladies se propagent-elles dans les cultures ? Une question pertinente pourtant restée pratiquement sans réponse jusqu'à aujourd'hui. Un début d'explication vient d'être fourni par... la physique.



Pr Tristan Gilet, ULg

« Cultivateurs et agronomes étaient conscients que la pluie était le vecteur principal de propagation des maladies, mais sans pouvoir expliquer pourquoi. »

Son diplôme de doctorat en science – sa thèse portait sur la dynamique des gouttes – en poche, Tristan Gilet débarque au Massachusetts Institute of Technology (MIT) en 2009. Il y rencontre Lydia Bourouiba, fondatrice du MIT Fluid Dynamics of Disease Transmission Laboratory. Au fil de leurs discussions, les deux chercheurs commencent alors à s'intéresser à la manière dont les maladies se propagent dans les cultures. Première étape du travail : que dit la littérature scientifique sur le sujet ? « Nous avons été étonnés, se souvient Tristan Gilet, aujourd'hui chargé de cours à l'Université de Liège : cultivateurs et agronomes étaient conscients que la pluie était le vecteur principal de propagation des maladies, mais sans pouvoir expliquer pourquoi. Le phénomène était considéré à l'échelle d'un champ ou d'un ensemble de champs mais il y avait peu ou pas de description à l'échelle d'une goutte ! »

La pluie ? Mais encore...

La première étape de la recherche a donc été de filmer ce qui se passe lorsqu'il pleut sur une plante. Cela peut paraître un peu trivial et, intuitivement, on se dit que l'agent pathogène présent par exemple sur une feuille va être emporté dès qu'une goutte d'eau le touche. Or il n'en est rien, car les pathogènes sont généralement contenus dans un mucilage, une substance visqueuse que les gouttes de pluie doivent d'abord dissoudre ! Qu'importe, ce n'est que partie remise ! Pas du tout. Les chercheurs constatent en effet que la présence de cette étape supplémentaire met en place un mécanisme qui augmente considérablement la capacité de dispersion des pathogènes. « La séquence est la suivante, explique le professeur Gilet : lorsqu'il se met à pleuvoir sur une plante, des gouttes frappent les feuilles, dont des zones atteintes par le pathogène. Comme l'eau reste un certain temps sur la feuille sous forme de gouttes, la substance visqueuse se dissout et le pathogène se mélange à ces gouttes. La pluie se

poursuivant, d'autres gouttes viennent alors frapper les gouttes contaminées : généralement pas de plein fouet, mais plus souvent sur le côté. Les gouttes impactantes chassent alors les gouttes contaminées vers une feuille voisine, de la même plante ou d'une plante proche, propageant ainsi l'agent infectieux. C'est un scénario de fragmentation très efficace comparé à beaucoup d'autres, conclut le professeur Gilet, car son asymétrie (la goutte frappant sur le côté) arrive à envoyer des gouttelettes contaminées très loin. »

Cette première étude a aussi permis de faire en quelque sorte le tri parmi différents scénarios de fragmentation pour ne conserver que les plus efficaces. Deux d'entre eux remportent la palme. Le premier est le « splash » direct : une goutte en écrase une autre ou se crashe juste à côté mais au moment où elle s'étale, elle chasse la première et les pathogènes se répandent ainsi, de proche en proche. Le second est indirect : la goutte n'entre pas nécessairement en contact avec une autre, mais elle fait bouger la feuille ; si la

« Notre étude semble indiquer qu'une combinaison astucieuse des feuillages peut également faire office de barrière mécanique à la propagation des maladies. »



QUATRE AXES DE RECHERCHE

Le Microfluidics Lab développe des recherches selon quatre axes qu'un point commun : la tension de surface, encore appelée tension ou énergie superficielle, une force responsable de phénomènes aussi divers que la marche de certains insectes sur l'eau, l'étalement d'une goutte sur une surface de verre ou... la dissolution de la graisse par un « liquide-vaisselle » !

Ainsi, la microfluidique est un autre axe de recherche développé au sein du laboratoire, en vue d'automatiser et de miniaturiser des réactions biochimiques. Celles-ci sont réalisées en mélangeant des gouttes de 1/10 de millimètre de diamètre. Un des avantages de ce système est évidemment la vitesse d'opération puisqu'il est possible de manipuler jusqu'à 1.000 gouttes par seconde dans une seule unité, ce qui fait autant de réactions.

Un autre axe est constitué par la microrobotique. Les robots actuels parviennent à saisir des objets très petits, mais jusqu'à 1/10 de millimètre ; les objets plus petits collent aux pinces des robots. C'est pourquoi les chercheurs se tournent vers les insectes, qui marchent sur les murs en posant et soulevant leurs pattes plusieurs dizaines de fois par seconde. Leur truc : ils ont au bout des pattes des poils micrométriques qui se terminent par de minuscules gouttelettes d'un liquide huileux.

Le dernier axe touche à la physique quantique : étudier comment des gouttes millimétriques qui ricochent à la surface d'un bain se comportent comme des particules quantiques.

feuille s'abaisse suffisamment, c'est le mouvement de la feuille lui-même qui va chasser la goutte, la catapulte.

Devant ces premiers résultats, les chercheurs ont alors décidé de poursuivre leur collaboration de part et d'autre de l'Atlantique, de quitter les champs et réintégrer leur laboratoire.

Modéliser l'impact des gouttes

Pour avoir une chance d'agir un jour sur la propagation des maladies, il ne faut en effet pas se contenter de l'observer. Il faut la modéliser et faire varier différents paramètres. C'est ce qu'ont réalisé les chercheurs en commençant par simplifier les phénomènes et réaliser un embryon de modélisation physique avec des feuilles

artificielles et des paramètres contrôlés, notamment la flexibilité du feuillage. Si la feuille est grosse, l'impact d'une goutte n'aura guère de conséquence ; si elle est petite, cela l'affecte fortement. La taille et la flexibilité des feuilles sont donc deux propriétés qui se combinent pour répondre aux impacts des gouttes. « Nous avons montré, explique Tristan Gilet, que cette dynamique de propagation dépend surtout de la taille individuelle des gouttes de pluie et des caractéristiques mécaniques du feuillage sur lequel elles atterrissent. Nous avons observé que d'un feuillage à l'autre, la distance maximale de propagation peut varier d'un facteur 3. Ce facteur importe beaucoup, économiquement parlant, puisqu'il fait la différence entre un espa-

cement entre plants de 25-30cm (que l'on pourrait concevoir pour de nombreuses cultures) et un espacement de 80-90cm (que beaucoup considéreront comme "hors de prix") ».

A la suite de ces observations, les chercheurs ont réalisé des études quantitatives et dressé des diagrammes qui montrent la probabilité de présence des pathogènes en fonction de la distance à la plante dont ils proviennent, des diagrammes de probabilité qui peuvent servir à estimer le risque de propagation dans le cas où l'espacement entre plantes est inférieur à la distance maximale de propagation.

Ces résultats ont ensuite été validés sur des plantes réelles (plants de tomates, fraisiers, citronniers, caféiers), expériences qui ont confirmé les ordres de grandeur obtenus en laboratoire. L'étude détermine donc une distance optimale théorique à laquelle on pourrait, on devrait planter. Ainsi, il est possible de quantifier le risque, notamment en fonction du développement de la plante car plus le feuillage grandit, plus les chances de dispersion augmentent. Il y a donc des moments plus critiques que d'autres qui méritent qu'on dispense des pesticides alors qu'à d'autres, c'est inutile.

« Ces espacements de 80-90cm, précise Tristan Gilet, ne feront probablement pas peur aux adeptes de la polyculture, cette pratique ancestrale - abandonnée par notre agriculture industrielle - qui consiste à mélanger/alterner plusieurs espèces dans un même champ. Il a été constaté que les polycultures sont plus robustes face aux maladies, mais personne n'a pu vraiment dire pourquoi. Si plusieurs pistes existent, invoquant souvent la complémentarité biochimique des espèces, notre étude semble indiquer qu'une combinaison astucieuse des feuillages peut également faire office de barrière mécanique à la propagation des maladies. »

Henri Dupuis



INGÉNIEUR OU MUSICIEN ?

Dans sa jeunesse, Tristan Gilet est attiré autant par les sciences que par le piano. Les premières l'emporteront, même s'il continue à jouer du piano, essentiellement du jazz. En 1999, il entame donc des études d'ingénieur physicien à l'Université de Liège, études qu'il combine avec celles d'aéronautique réalisées à SupAéro, à Toulouse. Ses deux diplômes acquis en 2005, il entame alors une thèse de doctorat sur la dynamique des gouttes au sein du GRASP (Group for Research and Applications in Statistical Physics) à l'université de Liège, sous la direction de Nicolas Vandewalle. Sa thèse lui ouvre les portes du MIT qu'il intègre en 2009 pour y enseigner les mathématiques tout en ayant le champ libre pour mener des recherches. Sa rencontre avec Lydia Bourouiba, une chercheuse du MIT, va décider de l'orientation de celles-ci. Il est nommé chargé de cours en septembre 2011 à l'Université de Liège, où il crée un an plus tard le Microfluidics Lab au sein de la Faculté des Sciences Appliquées.



PLUS D'INFOS

- Rain-induced Ejection of Pathogens from Leaves : Revisiting the Hypothesis of Splash-on-Film using High-speed Visualization. Tristan Gilet and Lydia Bourouiba, Integrative and Comparative Biology 54(6), 974-84, 2014.
- Fluid fragmentation shapes rain-induced foliar disease transmission. T. Gilet and L. Bourouiba, Journal of the Royal Society Interface, 2015.



Tristan Gilet
Aérospatiale et mécanique -
Microfluidique, ULg
Tristan.Gilet@ulg.ac.be

Qui a dit que les cafards n'ont pas de personnalité ?

Timides ou exploratrices, les blattes américaines n'adoptent pas toutes le même comportement face à un nouvel environnement. Les expériences menées au sein du laboratoire d'Ecologie Sociale de l'ULB démontrent que les cafards aussi ont une personnalité. Les chercheurs tentent de comprendre comment celle-ci influence le comportement de groupes de cafards.



Dr Isaac Planas, ULB

Créée il y a plus de 150 ans, l'éthologie est une branche de la biologie qui s'intéresse au comportement animal. Bien qu'exploré précocement par des naturalistes tels que Charles Darwin et Jean-Henri Fabre, ce vaste domaine de recherche a dû attendre le XX^e siècle pour connaître un véritable essor qui se poursuit aujourd'hui. Ce sont notamment les travaux de Karl von Frisch, Konrad Lorenz et Nikolaas Tinbergen sur « l'organisation et la mise en évidence des modes de comportement individuel et social », récompensés en 1973 du prix Nobel de physiologie et de médecine, qui ont fait avancer cette discipline à grands pas. Aujourd'hui, des milliers de chercheurs à travers le monde s'inté-

ressent aux comportements des diverses espèces animales. Les découvertes qui en découlent repoussent toujours plus loin la frontière entre le monde animal et les êtres humains. Qu'il s'agisse des outils utilisés par le chimpanzé, du chant des cétacés variant selon les dialectes, d'éléphants qui se reconnaissent dans un miroir ou qui ont conscience de la mort, ces découvertes fascinent un très grand nombre d'entre nous. Les plus petits êtres peuplant notre planète ne sont pas en reste pour ce qui est de nous étonner. L'organisation sociale complexe et l'intelligence collective des fourmis ou des abeilles, par exemple, pourraient avoir beaucoup à nous apprendre.

Les individus sous la loupe

Au laboratoire d'Ecologie Sociale de l'Université Libre de Bruxelles, co-dirigé le Directeur de recherches F.R.S.-FNRS Jean-Louis Deneubourg, ce sont les cafards qui sont au centre de l'attention des chercheurs. Ces derniers étudient la manière dont ces insectes, également appelés blattes, sont influencés par un effet de groupe et font des choix collectifs, comme lorsqu'ils doivent s'abriter par exemple. « Jusqu'il y a peu on s'intéressait aux cafards en tant que groupe et aux règles qui dictent leur agrégation », explique Isaac Planas, doctorant au laboratoire d'Ecologie Sociale de l'ULB. « Dans le cadre de mon doctorat, je me

« Nous regardons comment chacun des cafards se comporte, comment son comportement évolue et comment il peut influencer le reste du groupe. »

penche plus spécifiquement sur l'analyse des données individuelles chez la blatte américaine. J'étudie l'individu et son effet sur le groupe », poursuit le chercheur. Car, aussi étonnant que cela puisse paraître, les cafards ont une personnalité ! Isaac Planas teste cette personnalité notamment en observant leur comportement lorsqu'ils sont lâchés dans un enclos contenant deux abris différents. « Nous regardons comment chacun des cafards se comporte, comment son comportement évolue et comment il peut influencer le reste du groupe », précise-t-il. Ces données permettront d'affiner les connaissances sur les paramètres qui dirigent l'agrégation des cafards en y intégrant l'effet de chaque individu. « Si les cafards ont une personnalité qui influence le groupe auquel ils appartiennent, c'est probablement le cas chez d'autres animaux chez qui on ne soupçonne pas non plus ce type d'effet de groupe », indique Isaac Planas. De plus, comme le souligne ce dernier, la personnalité d'animaux peut jouer un rôle dans l'évolution d'une espèce. En savoir plus sur la personnalité des blattes américaines permettrait donc d'identifier l'un ou l'autre avantage évolutif que celle-ci aurait pu donner pour favoriser la survie de cette espèce au cours du temps.





Quand certains partent à l'aventure, d'autres se planquent

Comment définir la personnalité d'un cafard ? Isaac Planas utilise trois arènes d'un mètre de diamètre munies de deux abris chacune.

« Les arènes sont exposées à une forte luminosité, ce que les cafards détestent. Les abris quant à eux sont transparents pour permettre l'observation des insectes, mais ils sont équipés d'un filtre rouge, une couleur que les cafards voient très mal », explique le chercheur. Les blattes ont donc bien l'impression d'y être à l'abri des regards indiscrets et de potentiels prédateurs.

« Nous posons une puce électronique sur chaque blatte de sorte que les antennes au niveau des abris détectent toutes les entrées et sorties des insectes durant les 3h qu'ils passent dans l'arène », reprend Isaac Planas. Le ballet des cafards est également enregistré par des caméras.

Le scientifique a ainsi testé les mêmes groupes de cafards plusieurs fois à 2 jours d'intervalle. Les résultats de ses observations permettent bel et bien de confirmer

que les cafards ont une personnalité. On ne parle pas ici d'une personnalité évoluée, mais bien de deux types de personnalités distinctes : les timides et les explorateurs. « Certaines blattes passent plus de temps à l'extérieur, d'autres vont directement s'abriter, mais lors des différents tests elles adoptaient le même comportement », révèle Isaac Planas. « En outre, l'ordre dans lequel elles visitent les abris est constant ».

Autre observation réalisée durant ces expériences : les groupes hétérogènes, c'est-à-dire composés d'autant de blattes timides que de blattes exploratrices ont une vitesse d'agrégation moyenne. Tandis que les groupes où il y a plus de personnalités de type timide présentent une agrégation très rapide et les groupes avec une majorité de blattes exploratrices mettent plus de temps à se rassembler.

« Il y a un effet amplificateur sur l'agrégation lorsque les groupes présentent plus de cafards dits timides », continue le chercheur. « C'est un peu comme quand on cherche un resto et que l'on est plus attiré d'entrer là où il y a du monde que dans un restaurant vide. C'est ce qu'on appelle l'effet d'attraction » compare Isaac Planas.

Une personnalité qui influence les choix collectifs

Malgré la présence de deux abris dans chaque arène, les cafards finissent toujours par s'agréger dans un de ces deux abris.

Pour leurs expériences, les chercheurs n'ont utilisé que des blattes mâles de sorte d'éviter l'effet que pourraient avoir les phéromones des femelles sur le comportement de leurs congénères masculins.

« Ils arrivent systématiquement à un consensus. C'est dans leur intérêt notamment pour des questions de pattern d'humidité et de défense contre leurs prédateurs », indique Isaac Planas.

Le scientifique a donc voulu mettre en rapport la personnalité des individus qui composent un groupe et ce choix collectif. « On s'attendait à ce que le groupe composé d'une majorité de blattes timides ait moins de chance d'arriver à un consensus, mais nous n'avons pas observé de différences selon la composition des groupes ».

On peut dès lors se poser la question suivante : les blattes dites timides, qui s'abritent directement et incitent les autres à les rejoindre, ne pourraient-elles pas être plutôt des meneuses ?

« Il n'y a pas de leadership chez les blattes américaines. Elles ont toutes les mêmes poids sur les décisions collectives », répond Isaac Planas. « On pourrait imaginer que les blattes timides sont des « nucléateurs » de l'agrégation et qu'elles auraient une plus grande capacité d'attirer les autres blattes... Mais les données ne vont pas dans ce sens, cela reste donc à prouver ».

De la génétique à la modélisation pour passer la personnalité des cafards au crible

En troisième année de doctorat, Isaac Planas compte bien encore élucider différents aspects de la personnalité des blattes américaines. « Je voudrais comprendre l'origine de la personnalité des cafards, ce qui fait qu'ils sont timides ou explorateurs. Pour ce faire, nous avons lancé des analyses génétiques qui sont actuellement en cours », indique le chercheur. Un autre objectif consiste à introduire la personnalité des blattes américaines dans les modèles d'agrégation établis jusqu'ici. « Je voudrais parvenir à coupler les données sur l'effet de groupe et celles sur la personnalité », poursuit le chercheur. Enfin, quel serait le comportement des cafards en cas de perturbations au niveau des abris qu'ils ont choisis ? « Vont-ils déménager d'abri ou rester dans l'abri perturbé en fonction de leur personnalité ? ou vont-ils tous déménager, peu importe la personnalité des membres du groupe ? » se demande Isaac Planas. Autant de questions auxquelles le scientifique tentera de répondre dans les mois à venir...

Alix Botson



Isaac Planas
USE, ULBe
isaac.planas.sitja@ulb.ac.be

Les lymphocytes T régulateurs : une cible d'intervention de la réponse immunitaire ?



L'équipe du Laboratoire d'Immunobiologie (ULB) de Muriel Moser a récemment publié une étude sur des avancées en immunologie susceptibles d'ouvrir de nouvelles perspectives thérapeutiques contre les maladies auto-immunes et le cancer, notamment. Et cela en identifiant un nouveau mécanisme de contrôle des lymphocytes T régulateurs.

Notre système immunitaire dispose d'armes efficaces pour lutter contre les infections. La preuve en est l'éradication de nombreuses maladies infectieuses graves (rage, variole, poliomyélite) suite à l'introduction de la première approche d'immunothérapie, la vaccination. L'élimination des microbes susceptibles de constituer un danger (bactéries, virus, parasites, etc...) est assurée par différentes cellules du système immunitaire, et en particulier par les lymphocytes B, producteurs d'anticorps et les lymphocytes T « tueurs » (lire encadré). Deux mécanismes complémentaires permettent donc d'éliminer les pathogènes intracellulaires (les lymphocytes tueurs) et ceux qui se localisent à l'extérieur des cellules (les anticorps).

Outre ces cellules dites « effectrices », responsables de la mise en place d'une réponse immune, notre système immunitaire dispose de cellules dites « régulatrices » ou (Tregs) dont la fonction est paradoxalement d'inhiber ou de limiter une réponse immunitaire. Il est clair aujourd'hui qu'une réponse immune excessive (cf inflammation) ou inappropriée (cf maladies auto-immunes, allergie) provoque des dommages collatéraux aux tissus sains, soulignant donc l'importance de contrôler la réponse immune. L'absence (ou le dysfonctionnement) de ces cellules régulatrices est aujourd'hui reconnue comme une cause majeure des maladies auto-immunes et/ou inflammatoires (sclérose en plaque, arthrite rhumatoïde, maladie de Crohn...)

Maxime Dhainaut et ses collaborateurs (laboratoire de Parasitologie moléculaire de l'ULB, des laboratoires au Japon, aux Pays-Bas et en Allemagne) ont identifié un nouveau mécanisme par lequel les lymphocytes Treg peuvent inhiber la réponse immunitaire de type inflammatoire⁽¹⁾. L'inflammation est une première réaction du système immunitaire, bénéfique pour éliminer des agents infectieux, certes, mais qui peut, comme décrit précédemment, se révéler délétère pour l'organisme si elle n'est pas contrôlée. Cette réponse est associée à l'activation de lymphocytes T producteurs d'interféron gamma et de lymphocytes T tueurs. « Nous savions que les lymphocytes Treg étaient responsables du contrôle d'une réponse inflammatoire, mais nous ignorions encore quel était le mode d'action de ces cellules » explique Muriel Moser.

Dialogue avec les cellules dendritiques

« Les résultats obtenus progressivement nous ont dirigés vers la voie d'activation CD27/CD70, connue pour son implication dans l'initiation de la réponse immunitaire », poursuit Maxime Dhainaut. Le récepteur CD27, exprimé à la surface des lymphocytes T notamment, interagit avec son ligand CD70 à la surface des cellules dendritiques. Cette interaction révèle l'importance du dialogue entre les lymphocytes T et les cellules dendritiques dans la mise en place d'une réponse immunitaire pro-inflammatoire. « Nos résultats ont montré que les Treg inhibent cette communication entre lymphocytes T et cellules dendritiques, en provoquant la diminution de l'expression de la molécule CD70. Cette observation est intéressante non seulement parce qu'elle permet de comprendre comment les Tregs arrivent à brouiller la communication entre les cellules T effectrices et les cellules dendritiques, mais aussi par le mécanisme original mis en œuvre par ces cellules : nous avons en effet montré que les Tregs obligeaient les cellules dendritiques à internaliser la molécule CD70, rendant donc le

dialogue avec les cellules effectrices peu efficace », enchaîne Muriel Moser.

Les cellules dendritiques étant les « sentinelles » qui vont activer la réponse immunitaire, leur mise sous silence par les Treg permet de mieux comprendre comment s'opère la terminaison d'une réponse immunitaire inflammatoire.

« Nos résultats mettent en évidence les rôles opposés du récepteur CD27. Jusqu'à présent, peu d'études ont porté sur cette voie d'activation CD27/CD70 et celles qui l'ont étudié étaient essentiellement axées sur l'activation des lymphocytes T et de la réponse pro-inflammatoire. Notre équipe a été la première à montrer que le récepteur CD27 peut avoir un rôle sur l'inhibition de la réponse par les lymphocytes T régulateurs », se réjouit Muriel Moser.

Un lien avec les maladies auto-immunes ?

« Une équipe des Pays-Bas a démontré que des souris exprimant la molécule CD70 'constitutivement' développent des maladies auto-immunes et meurent suite à une activation non contrôlée des lymphocytes T, ce qui suggère un rôle de la molécule CD70 dans la réaction inadéquate contre le « soi ». C'est pourquoi, nous tentons actuellement de déterminer le rôle de cette voie CD27/CD70 dans différents modèles murins de maladies auto-immunes, poursuit Maxime Dhainaut. Nous étudions actuellement les maladies inflammatoires de l'intestin, mais aussi la polyarthrite rhumatoïde ou encore le diabète auto-immun. »

Pour étudier ces mécanismes spécifiques, le laboratoire doit donc recourir à des souris génétiquement modifiées chez qui les récepteurs de CD27 ne sont pas exprimés, pour les comparer à des souris contrôles qui l'expriment.

De plus, comme le récepteur CD27 a un rôle activateur (dans les lymphocytes T effecteurs) et inhibiteur (dans les Treg), le laboratoire va développer une souris dans laquelle le récepteur sera excisé uniquement dans les Treg. La question est de savoir si elles vont développer des maladies auto-immunes...

Un lien avec l'immunothérapie du cancer ?

Il est clair aujourd'hui que le système immunitaire reconnaît les tumeurs comme un « danger » à éliminer. Des antigènes tumoraux ont été clairement identifiés et une réponse immunitaire est souvent détectée chez des patients atteints de cancer. Ces observations suggèrent que l'immunothérapie du cancer peut devenir une réalité, une bonne nouvelle puisque les

propriétés du système immunitaire (spécificité, mémoire) devraient permettre une protection ciblée et à long terme. Mais... malheureusement, des mécanismes d'échappement de la tumeur au système immunitaire existent et compromettent la destruction efficace des cellules tumorales. Les lymphocytes T régulateurs sont des acteurs de cet échappement et il serait dès lors intéressant de les contrer. Nos résultats suggèrent que cibler la voie CD70/CD27 pourrait être une piste intéressante.

« Connaître le mécanisme d'inhibition par les Treg pour le contrer (dans le cas de cancer) ou le renforcer (dans le cas de maladies auto-immunes) pourrait donc s'avérer essentiel et mener à de nouvelles pistes thérapeutiques », conclut Maxime Dhainaut. En octobre, cependant, il commencera un post-doc au Tish Cancer Institute, Mount Sinai School of Medicine à New-York. Il travaillera encore sur les lymphocytes Treg et leur rôle dans le cancer, mais cette fois, sans lien avec CD27. Mais l'équipe de Muriel Moser, elle, continuera bien sur cette voie...

Références :

1. Dhainaut, M., Coquerelle, C., Uzureau, S., Denoed, J., Acolty, V., Oldenhove, G., Galuppo, A., Sparwasser, T., Thielemans, K., Pays, E., Yagita, H., Borst, J. and Moser, M. (2015), Thymus-derived regulatory T cells restrain pro-inflammatory Th1 responses by downregulating CD70 on dendritic cells. *The EMBO Journal*. doi: 10.15252/embj.201490312

Carine Maillard
en collaboration étroite avec
le Pr Muriel Moser et
le Dr Maxime Dhainaut



COMPRENDRE LES LYMPHOCYTES

Notre système immunitaire a pour fonction d'identifier les dangers potentiels pour l'organisme, tels que les infections, ou les cellules qui évoluent de manière « anormale ». Ce travail de reconnaissance des pathogènes et des cellules tumorales est réalisé notamment par les cellules dendritiques, présentes dans les différents tissus, qui informent les lymphocytes de l'existence d'un danger. Les lymphocytes B vont produire des anticorps adaptés pour détruire ou neutraliser les intrus présents à l'extérieur des cellules (immunité humorale), alors que les lymphocytes T vont détecter et lyser des cellules infectées ou des cellules tumorales (immunité à médiation cellulaire). Ces lymphocytes seront activés en fonction du type d'antigène détecté, car les deux possèdent des récepteurs spécifiques d'un et un seul antigène. Lorsqu'un lymphocyte reconnaît l'antigène dont il est spécifique, il prolifère (expansion clonale) et se différencie en lymphocyte effecteur, producteur d'anticorps pour un lymphocyte B et cytotoxique pour un lymphocyte T.

Le système immunitaire a des « points de contrôle » qui permettent de faire la différence entre des antigènes du soi (ceux qui appartiennent à l'organisme, donc auxquels il doit être tolérant) et les antigènes du non soi, comme des pathogènes, qu'il doit éliminer. Parmi les différents types de lymphocytes T, il y a les lymphocytes T régulateurs (ou Treg, que l'on appelait naguère « suppresseurs »). Leur rôle est de contrôler l'activité globale des lymphocytes en favorisant le maintien de la tolérance au soi et en évitant une activité immunitaire excessive... ce qui est particulièrement important, par exemple, pour éviter les réactions auto-immunes, à savoir une attaque du système immunitaire contre des cellules de l'organisme.



Muriel Moser
Immunobiologie, ULB
Muriel.moser@ulb.ac.be

« Connaître le mécanisme d'inhibition par les Treg pour le contrer (dans le cas de cancer) ou le renforcer (dans le cas de maladies auto-immunes) pourrait donc s'avérer essentiel et mener à de nouvelles pistes thérapeutiques. »



Pr Muriel Moser
et son équipe

Souris : une transplantation de neurones réussie !

Générer et transplanter des neurones dans le cerveau de souris, c'est aujourd'hui possible. Mieux : ces nouveaux neurones parviennent à se connecter avec les anciens neurones et à répondre à des stimuli. Une avancée considérable réalisée au sein de l'IRIBHM et du ULB Neuroscience Institute.



NEURONES : LE CHOC DES GÉNÉRATIONS !

Outre, la possibilité de transposer ces résultats chez la souris à l'homme, de nombreuses interrogations découlent de ces travaux. Comme la capacité de faire fonctionner un cerveau adulte avec des cellules embryonnaires... « Les cellules cérébrales humaines se développent selon une horloge interne bien précise. Il faut entre 10 et 15 ans pour toutes les cellules neuronales aient atteint leur degré de différenciation maximum. C'est notamment ce temps de développement aussi long qui nous permet d'avoir un cerveau aussi plastique capable d'apprendre à parler, à communiquer, à marcher, etc. Mais est-ce que cette particularité ne va pas poser problème en cas de greffe ? Comment les neurones matures vont réagir suite à l'arrivée de neurones complètement immatures ? Le cerveau va-t-il réussir à fonctionner avec des cellules n'ayant pas le même stade de développement ? Un cerveau âgé est-il capable de s'adapter à une très jeune génération de neurones ? »



Nous ne le savons que trop bien : chacun de nous naît avec un package de neurones qui grandiront et s'adapteront au fur et à mesure, mais qui ne se multiplieront pas. Un neurone perdu, est donc un neurone en moins. Définitivement. C'est dire si réussir à remplacer des neurones constitue l'un des grands défis des neuroscientifiques. Un défi récemment relevé par l'équipe de Pierre Vanderhaeghen, Kimmo Michelsen et Sandra Acosta, chercheurs WELBIO de l'Université Libre de Bruxelles, en collaboration avec l'équipe de Afsaneh Gaillard de l'Université de Poitiers et l'INSERM.

Plongée dans le cortex cérébral

Ces chercheurs ont choisi de s'attaquer à ce défi par le prisme du cortex cérébral, l'une des structures les plus importantes du cerveau puisqu'elle n'est autre que la tour de contrôle de tout ce que nous réalisons consciemment. « Le cortex cérébral est présent chez tous les mammifères et assure de nombreuses fonctions comme

le langage, la planification, la motricité, la perception. À tel point que lorsque le cortex cérébral est touché par une lésion, peu importe sa nature, les conséquences visibles sont importantes. Dans la majorité des troubles neurologiques – épilepsie, autisme, Alzheimer, accidents vasculaires cérébraux – c'est d'ailleurs le cortex cérébral et ses neurones qui sont atteints », explique Pierre Vanderhaeghen.

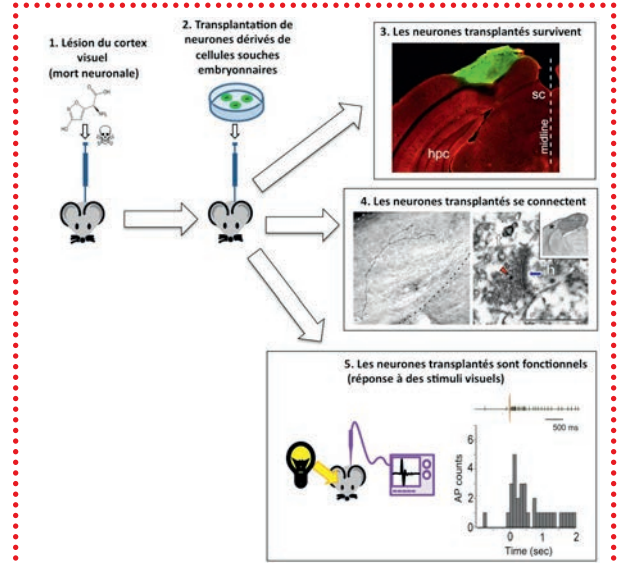
Pr Pierre Vanderhaeghen, ULB





EN ATTENTE DE RÉSULTATS AMÉRICAINS

Au cours des vingt dernières années, des chercheurs européens et puis américains ont procédé à des greffes de neurones issus de la substance noire foetale auprès de patients atteints de la maladie de Parkinson. Des travaux que gardent à l'œil les chercheurs de l'ULB : « Leurs résultats sont restés mitigés et variables, probablement car les connexions entre les neurones greffés et les neurones du cerveau des patients n'étaient pas très bonnes. Une raison pourrait être que les neurones greffés à l'époque n'étaient sans doute pas de très bonne qualité, provenant de tissu foetal résiduel, les chercheurs ne disposaient pas de tout l'arsenal actuel pour faire leur sélection. Ils ont donc remis ces études en route pour tester la connectivité de neurones très bien sélectionnés, générés cette fois à partir de cellules souches pluripotentes, comme les neurones corticaux que nous utilisons. Nous gardons ces travaux à l'œil car ils pourraient nous renseigner sur ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas. S'ils obtiennent de bons résultats, par exemple, ce sera une piste encourageante en faveur de la possible coopération entre un cerveau âgé et des neurones jeunes ».



« Les chercheurs ont développé un modèle réduit à partir de cellules souches embryonnaires. »

Afin de mieux comprendre cette zone cérébrale, les chercheurs ont développé un modèle réduit à partir de cellules souches embryonnaires. « À partir de cellules souches pluripotentes, nous avons produit une population de cellules nerveuses aux fonctions diverses qui sont très semblables aux cellules du cortex cérébral. Mais ces cellules en culture sont-elles capables d'assurer leurs fonctions en conditions réelles ? C'est finalement cette question qui détermine tout l'intérêt de ces travaux. »

Transplanter les neurones

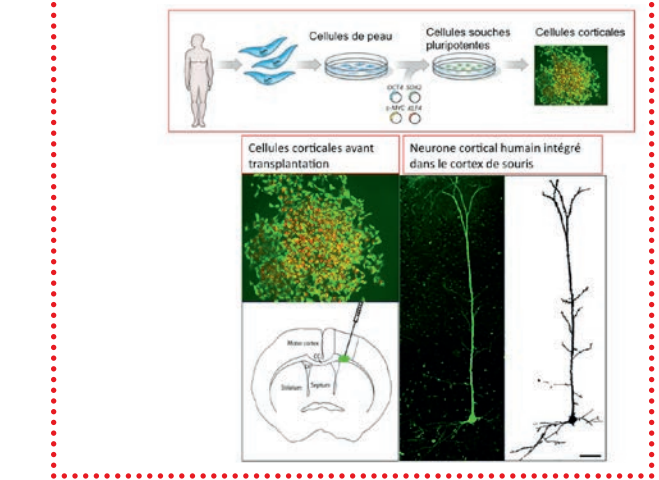
Une question qui n'est pas longtemps restée sans réponse. « Nous avons transplanté ces cellules dans du cortex cérébral de nouveau-nés de souris. Ce qui nous a permis de constater que les cellules réussissaient à s'y intégrer et à suivre le développement naturel de la souris. Une fois transplantées, ces cellules ont été capables de se connecter comme si'il elles étaient nées dans le cortex de ces mêmes souris. Elles ont formé des synapses entre elles et ont été capables de faire passer des informations d'une cellule à l'autre. » Les chercheurs ont cependant décidé de ne pas se contenter de ces résultats ! Ils ont décidé de tester cette transplantation sur des souris adultes avec un cortex cérébral abîmé. Une manière de se rapprocher de l'intérêt médical de ce type de travaux, à savoir : réparer des cerveaux adultes abî-

més par un AVC ou une dégénérescence, par exemple.

« La deuxième partie de nos travaux a donc consisté à greffer ces mêmes cellules dans le cerveau de souris adultes ayant subi une lésion neurotoxique. Celle-ci ayant entraîné une perte massive de neurones dans le cortex visuel. » Ces expériences ont montré que les cerveaux de souris adultes répondent également à ce type de greffe : les cellules greffées ont été capables de se connecter et d'interagir. « Des cellules avec une identité visuelle ont remplacé les cellules natives abîmées. Nous avons réussi à enregistrer une activité électrique dans ces cellules en réponse à un stimulus visuel. Cela ne veut pas dire que la souris a retrouvé la vue – cela doit encore être vérifié –, mais suite à la greffe, elles possèdent de nouvelles cellules nerveuses qui sont intégrées dans le système visuel endommagé », poursuit Pierre Vanderhaeghen.

Un espoir raisonnable ?

Les résultats de ces travaux publiés dans Neuron ne peuvent bien entendu que susciter une nouvelle vague d'espoir auprès des proches et des patients atteints de troubles neurologiques. Un espoir que tempère Pierre Vanderhaeghen : « Nos résultats sont bien entendu encourageants, mais nous sommes loin d'une application thérapeutique. Ce modèle de transplantation va



permettre de mieux comprendre comment les maladies neurologiques se développent et comment des médicaments pourraient aider à l'entraver. Mais de là à envisager la greffe de neurones artificiels chez ces patients, il n'y a pas qu'un pas. D'abord, nous devons vérifier que notre greffe permet effectivement de rendre la vue à des souris déficientes. Ensuite, même si nos résultats sont concluants, cela ne veut pas dire que la greffe fonctionnera chez l'homme. Il faut rester très prudents dans l'interprétation de nos résultats. Le cerveau de l'homme est un organe extrêmement complexe, il n'y a rien qui prouve que les résultats observés seront répliqués chez l'homme, mais les recherches futures nous l'apprendront ».

Elise Dubuisson



Pierre Vanderhaeghen
IRIBHM, ULB
pierre.vanderhaeghen@ulb.ac.be



PLUS D'INFOS

« Area-specific reestablishment of damaged circuits in the adult cerebral cortex by cortical neurons derived from mouse embryonic stem cells », Michelsen KA, Acosta-Verdugo P, Benoit-Marand M, Espuny-Camacho I, Gaspard N, Saha B, Gaillard A, Vanderhaeghen P. Neuron (2015)

Sommes-nous tous des monstres ?

Une vieille question à laquelle les événements des derniers mois donnent une résonance nouvelle. Le 2 avril dernier, deux chercheurs de l'ULB, Ariane Bazan et Olivier Klein, se sont affrontés sur ce thème devant plus de 500 personnes.



LA REPONSE EST NON !

Pour le Professeur Olivier Klein, du Centre de Recherche en Psychologie sociale et interculturelle de l'ULB, nous sommes tous... des Walter White : à l'instar du héros de la célèbre série télévisée américaine *Breaking Bad*, brave père de famille qu'un diagnostic de cancer précipite dans le trafic de drogue, nous pouvons tous être amenés par les circonstances à commettre des actes qui nous semblent au départ répréhensibles, voire monstrueux. La démonstration ne date pas d'hier : elle remonte à l'expérience de Milgram', appellation qui recouvre une série d'études menées entre 1960 et 1963 par Stanley Milgram, professeur de psychologie sociale à l'université de Yale.

4,5 dollars

« En 1961, dans le Connecticut, 40 hommes participent à une expérience scientifique en échange d'une gratifica-

tion de 4,5 dollars, raconte Olivier Klein. L'expérimentateur leur précise qu'il s'agit de tester les effets de la punition sur le processus d'apprentissage. Le rôle des volontaires désignés comme 'professeurs' est d'apprendre à leurs 'élèves' des listes de mots, en leur administrant, d'erreur en erreur, des décharges électriques de plus en plus fortes. » A 75 volts, l'élève émet un 'aïe !' sonore. A 165, il supplie qu'on le laisse sortir. A 330, il invoque l'état de son cœur. Et pourtant, sur les 40 sujets, 26, soit 65%, finissent par envoyer à leurs 'élèves' un choc - mortel ! - de 450 volts.

Délégation

« Comment expliquer que des gens apparemment normaux et bons en arrivent là ? » s'interroge Olivier Klein. Pour lui, l'interprétation 'démonologique', qui voit les racines du mal dans la personnalité, ne tient pas la route. « Elle suggère que certains d'entre nous seraient des monstres... Mais, dans

ce cas, comment expliquer que, dans une variante de l'expérience, où les 'professeurs' n'entendent pas les plaintes des 'élèves', tout le monde pousse jusqu'à 450 volts, alors que, dans une autre, caractérisée par la présence de deux expérimentateurs en désaccord, personne n'atteint cette intensité ? » L'explication de la contrainte et de la peur des sanctions, souvent développée pour justifier l'obéissance à des ordres iniques, ne s'applique pas non plus à l'expérience de Milgram. « Même les 4,5 dollars leur restaient acquis, quoi qu'il arrive ! » Quant à l'explication 'agentique', privilégiée par Milgram lui-même, elle est contredite par les faits. « Milgram suggère que, dans certains rôles sociaux, notamment de subordination, l'individu se retrouve dans un état 'agentique', où il délègue sa conscience à la personne à laquelle il obéit. Mais, chez Milgram, les sujets obéissants ne rejettent pas leur responsabilité sur l'expérimentateur... »



Dr Ariane Bazan, ULB



Pr Olivier Klein, ULB

Monstres libres

Il ne reste donc qu'une seule explication possible: celle des 'petits pas'. « Mettons-nous dans la peau d'un sujet à qui un expérimentateur demande d'administrer à son 'élève' une première décharge de 15 volts. A la question morale que cet acte peut lui poser- y a-t-il une contradiction entre mes valeurs et le fait de pousser sur ce bouton ? - la réponse est évidemment non, puisque la décharge est inoffensive. Le problème est que, passé ce cap, chaque augmentation de 15 volts n'est pas moins justifiable que la précédente ! La solution la plus simple est alors d'accepter l'assignation proposée par l'expérimentateur, en se disant qu'on est un bon professeur. Le sujet s'approprie ainsi le comportement qui lui est suggéré de l'extérieur, et cette appropriation modifie progressivement sa vision de lui-même. » Nos actes transforment donc nos valeurs: quand une personne est amenée à agir dans le cadre d'une idéologie ou de l'identification à un groupe, par exemple, elle s'inscrit dans un processus de conversion idéologique, en vertu duquel ce qui lui semblait mal devient à ses yeux normal et acceptable. « Et, plus paradoxal encore, souligne Olivier Klein, cette transformation serait impossible sans le sentiment de liberté si cher à nos démocraties. Autrement dit, pour devenir un monstre, il faut se sentir libre. »

LA REPONSE EST OUI !

Ariane Bazan, du Centre de Recherche en Psychologie clinique, Psychopathologie et Psychosomatique, s'inscrit en faux contre cette « thèse de l'injection du mal à partir de l'extérieur ». « La meilleure preuve en est, selon elle, que les sujets prennent fréquemment plaisir à torturer l'autre ou à le voir être torturé. S'il s'agit simplement d'éduquer, de redresser, voire d'exterminer ceux qui s'opposent au triomphe d'une idéologie, pourquoi rechercher la cruauté maximale et s'en délecter? » Une cruauté qu'elle retrouve dans l'attrait du grand public pour le spectacle du mal sous toutes ses formes. « Nous devons considérer sérieusement l'hypothèse que la potentialité au mal est en chacun de nous, et donc que nous sommes tous des monstres ou, tout au moins, des monstres en puissance. »

« Individuellement ou collectivement, nous avons toujours le choix de prendre le chemin de la violence ou celui de la compassion, de pousser la porte du totalitarisme ou celle d'une société pluraliste. »

Une part de sadisme

Elle va même (beaucoup) plus loin : pour elle, cette potentialité au mal est constitutive de la condition humaine. Si nous jouissons d'infliger ou de voir infliger le mal et l'humiliation, c'est parce que nous les avons subis nous-mêmes dès notre plus jeune âge : contrairement aux petits mammifères, le bébé humain, né immature, commence son existence dans un état de dépendance totale, et donc dans une souffrance structurelle inconnue des autres animaux. « Le sadisme des jeux d'enfants est une forme de traitement de cette souffrance, commente Ariane Bazan, puisqu'il permet au petit d'homme de récupérer activement ce qu'il subit passivement. Le devenir humain nécessite une part de sadisme. » Faut-il pour autant passer à l'acte ? Evidemment non. Mais pourquoi certains le font-ils, alors que d'autres, même dans des situations extrêmes, résistent ?

Complexité

« Pour se prémunir du passage à l'acte, il faut connaître ses propres tendances sadiques et transgressives, souligne Ariane Bazan. C'est seulement dans la mesure où une personne a pris la mesure de sa propre complexité qu'elle pourra garder le contrôle le jour où se présentera une occasion imprévue de passage à l'acte. Celui ou celle qui refuse de reconnaître sa part transgressive, par contre, est en danger ! Je suis évidemment d'accord avec Olivier Klein pour dire que les circonstances, les discours idéologiques, la pensée dominante peuvent inciter à la violence. Mais, lorsque celle-ci l'emporte, il faut y voir une forme de complicité inspirée par notre tendance au sadisme... »

Rupture de contrat

Cette tendance sadique suffit-elle à expliquer les événements incommensurables des derniers mois ? « Oui et non, remarque Ariane Bazan. Ma pratique clinique m'apprend que c'est en effet l'humiliation qui mène à la barbarie, mais une humiliation exacerbée, chronique, perverse. Comme dans le mythe de Médée, que l'humiliation d'avoir été répudiée par Jason, son époux, pousse à franchir l'ultime frontière : elle se venge en tuant ses propres enfants. C'est

« Le destin psychique n'est jamais complètement déterminé. Nous ne sommes pas obligés de devenir des barbares. »



le manque de respect, de considération et d'équité qui amène certains, auxquels est refusé le statut de sujet, à rompre leur contrat avec la société et à lâcher leur monstre intérieur. Sans amour, sans espoir d'intégration, de valorisation, de prise en charge, le pacte moral entre les hommes s'efface au profit d'un collectif différent : la barbarie. » Une barbarie à laquelle Ariane Bazan ne cherche évidemment ni justification ni excuse. « Mais, si nous ne tentons pas de la comprendre, nous nous coupons de toute perspective d'amélioration. »

LA REPONSE EST... NOTRE!

Nous ne sommes pas tous des monstres, mais les circonstances peuvent nous amener à commettre des monstruosité. Nous sommes tous des monstres, mais nous pouvons nous empêcher de passer à l'acte si, dès l'enfance, nous sommes 'bercés d'amour et tendrement séduits à ce renoncement'. Ces deux raisonnements semblent incompatibles. Et pourtant, ils se recoupent sur un point – peut-être le plus important : « Bien qu'elle ait subi ce qui est pour une femme la plus grande humiliation, Médée aurait pu agir autrement. Le destin psychique n'est jamais complètement

déterminé. Nous ne sommes pas obligés de devenir des barbares. » Et Olivier Klein de renchérir : « Les situations ne nous tombent pas dessus par hasard. Individuellement ou collectivement, nous avons toujours le choix de prendre le chemin de la violence ou celui de la compassion, de pousser la porte du totalitarisme ou celle d'une société pluraliste. Mais, de même que, dans l'hypothèse d'Ariane Bazan, le fait de ne pas accepter le sadisme qui est en nous facilite notre passage à l'acte, dans la mienne, c'est la surestimation de notre liberté et de notre capacité à faire face qui nous piège dans des situations d'où il nous est difficile de sortir. Notre point commun est donc de l'ordre du libre arbitre. » Un libre arbitre qui dépend avant tout de la connaissance que nous avons – ou pas – de nous-mêmes.

Marie-Françoise Dispa



Ariane Bazan
SPCD, ULB
Ariane.Bazan@ulb.ac.be
Olivier KLEIN
CRPSI, ULB
Klein.Olivier@ulb.ac.be



Comment reconnaissons-nous les visages ?

Notre cerveau possède une habileté particulière à reconnaître les visages : s'ils nous sont connus, il les identifie en une fraction de seconde. Mais comment procède-t-il ?



Pr Bruno Rossion, UCL

Le cerveau s'appuie-t-il sur des mécanismes et des régions cérébrales spécifiques pour reconnaître les visages ? Cette question a toujours été au cœur du débat scientifique mais, ces dernières années, le cas de certains patients prosopagnosiques a permis d'éclairer la question.

La prosopagnosie se définit comme une incapacité à reconnaître visuellement les visages familiers sans que la cause en soit un déficit visuel de bas niveau (songeons à une personne presque aveugle) ou une altération cognitive - confusion mentale, aphasie, amnésie... Les personnes souffrant de ce trouble parviennent néanmoins à reconnaître les visages en tant que tels, mais sont souvent incapables de leur attribuer une identité, y compris, dans les cas les plus sévères, lorsqu'ils renvoient à des individus aussi familiers qu'un conjoint, voire à soi-même reflété dans un miroir.

Si la plupart des personnes prosopagnosiques éprouvent également des difficultés à reconnaître les objets par la voie visuelle, des cas de prosopagnosie pure⁽¹⁾ ont été décrits assez récemment : ces patients n'ont aucune peine à identifier les objets. « Il y a désormais des évidences qui soulignent la présence de déficits propres à la seule reconnaissance des visages », indique le professeur Bruno Rossion, maître de recherches du FNRS au sein de l'Institut de Recherche en Science Psychologique et de l'Institut de Neurosciences de l'UCL. Il ajoute cependant que cela n'implique pas que des régions cérébrales soient dédiées exclusivement au traitement des visages, mais que les processus à l'œuvre dans ces régions soient devenus nécessaires pour l'identification des visages alors qu'ils ne le sont pas pour les autres catégories visuelles, plus résistantes à la dégradation du système.

Comme un puzzle ?

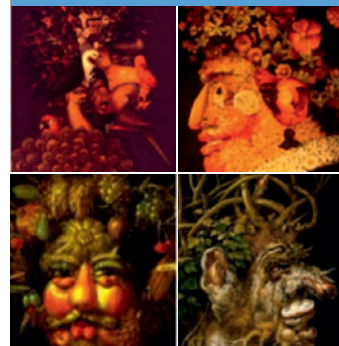
Autre question très débattue : pour identifier un visage, le cerveau se livre-t-il à une analyse élément par élément ou recourt-il à une approche qualifiée de configurale ou holistique ? Selon le courant dominant, la reconnaissance des visages reposerait sur l'extraction d'informations locales. Le cerveau décomposerait l'image des visages en fragments, puis les assemblerait progressivement en entités de plus en plus importantes reflétant des combinaisons de traits, et ce jusqu'à l'obtention d'une représentation globale. « Un ordinateur peut ainsi discriminer les visages en se basant uniquement sur de l'information locale, pourvu qu'il dispose de toute cette information et puisse reconstituer le "puzzle" », rapporte Bruno Rossion.

Différentes propositions de modélisation ont été élaborées dans le cadre de ce courant analytique. S'appuyant sur la neuroimagerie fonctionnelle, le modèle de James Haxby, du Dartmouth College, aux États-Unis, est parmi les plus influents. Selon cette approche, une série de régions



ARCIMBOLDO

Les tableaux du peintre Arcimboldo (1526-1593) sont une autre illustration de la perception du visage basée sur la configuration globale, sans analyse des éléments : chaque élément est non-facial. Comme les visages de Mooneys, ces tableaux sont difficiles à percevoir comme des visages lorsqu'ils sont présentés à l'envers. Cela témoigne du fait que notre perception des visages s'appuie sur des représentations internes, sur notre connaissance ou mémoire du monde visuel.



PREUVE PAR LES ONDES

Parmi les travaux du groupe de Bruno Rossion, une recherche a abouti à la mise en évidence d'une trace objective de la réalité d'une perception visuelle holistique des visages par le cerveau⁽⁶⁾. En effet, lorsqu'on fait osciller sur un écran la partie gauche d'un visage avec une fréquence de 5,88 hertz et la partie droite avec une fréquence de 7,14 hertz, les observateurs ayant pour consigne de fixer une croix située au centre du visage qui leur est présenté, on enregistre non seulement des réponses cérébrales (pics) à 5,88 et 7,14 hertz, mais aussi à 1,26 hertz (7,14 - 5,88). Sur la base des lois physiques, cette dernière réponse permet de conclure à un phénomène d'intégration des données, d'assemblage des deux parties du visage par le cerveau. « D'autant que si l'on écarte ou décale les parties droite à 5,88 hertz et gauche à 7,14, seuls subsistent des pics correspondant à ces deux fréquences », précise encore Bruno Rossion.

L'ILLUSION DES VISAGES COMPOSITES.

Toutes les parties supérieures de visages sont strictement identiques mais elles sont perçues comme différentes, en raison de leur intégration automatique avec les parties inférieures (sous la ligne blanche) différentes. Cette illusion montre que l'on ne perçoit pas le visage comme une somme d'éléments indépendants. Elle n'est pas présente lorsque les visages sont inversés. Il s'agit ici d'une intégration des traits faciaux à un niveau de résolution plus fin que pour les visages de Mooneys ou Arcimboldo puisque nous utilisons cette perception « holistique » pour individualiser les visages.



cérébrales seraient impliquées de façon hiérarchique dans la perception des visages - en particulier, l'occipital face area (OFA) et la fusiform face area (FFA), deux structures situées dans la partie « ventrale » du cerveau, au niveau de la base occipito-temporale. Des régions antérieures associeraient ensuite l'image ainsi reconstruite élément par élément avec une représentation en mémoire.

L'illusion des visages composites

Malgré sa pertinence, la voie analytique est-elle vraiment celle que le cerveau emprunte préférentiellement ? Pour le professeur Rossion et nombre de neuropsychologues, la réponse est non. La reconnaissance des visages se fonderait au contraire sur une perception configurale, holistique, la plus efficace pour les identifier. Autrement dit, le cerveau percevrait chaque visage comme un tout indissociable.

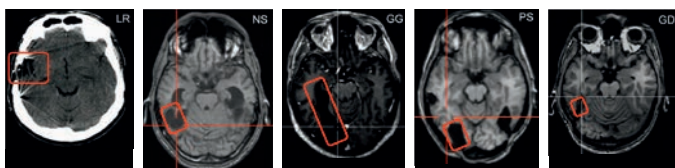
Aux yeux de notre interlocuteur, une des plus belles démonstrations de la validité de cette hypothèse, par ailleurs étayée de nombreux autres arguments expérimentaux, est l'« illusion des visages composites »⁽²⁾. Imaginons une série de visages formés de deux moitiés séparées par une ligne blanche horizontale. Les parties supérieures desdits visages sont toujours les mêmes, contrairement aux parties inférieures. Si l'on demande à des sujets sans prosopagnosie

de se concentrer sur les moitiés supérieures, ils les décriront comme différentes, alors qu'elles sont rigoureusement identiques. Toutefois, cette illusion perceptive n'a plus cours si l'on présente les visages à l'envers ou si l'on décale latéralement les deux parties qui les composent. « Autrement dit, il est impossible pour le système perceptif de traiter une partie d'un visage sans être influencé par une autre partie, souligne le professeur Rossion. Il faut donc bien parler de perception configurale ou holistique. »

Chez les patients prosopagnosiques, l'illusion susmentionnée ne se produit pas, car ils n'ont plus la faculté d'appréhender les visages de manière globale. La voie analytique sur laquelle ils se rabattent interviendrait de façon prépondérante pour la reconnaissance des objets. « Mais, pour les visages, elle est trop lente et, par conséquent, inadaptée aux exigences de la vie sociale », commente Bruno Rossion.

Lésions diverses

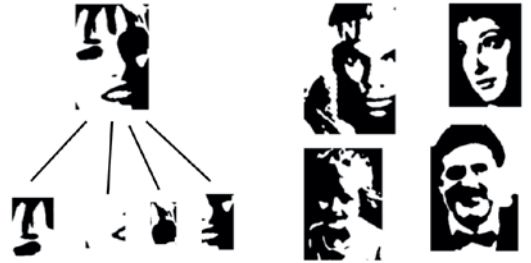
À la suite de travaux en imagerie cérébrale fonctionnelle datant des années 1990, il fut communément admis que la partie moyenne du gyrus fusiforme jouait un rôle crucial dans la reconnaissance des visages. D'où l'appellation qui lui fut accolée: l'aire fusiforme du visage (fusiform face area - FFA). Mais que révèlent la plupart des études⁽³⁾ ? Qu'en fait, une lésion cérébrale donnant lieu à une prosopagnosie peut



Lésions. Les lésions de patients souffrant d'incapacité à reconnaître les visages - la prosopagnosie - peuvent être très variables, parfois sans recouvrement d'un patient à l'autre (ici, 5 patients prosopagnosiques, la partie droite du cerveau se trouvant à gauche de l'image). En rouge, la lésion unique ou dominante, au sein de l'hémisphère droit, à la base de la prosopagnosie.

MOONEYS

Dans des images "Mooneys", les pixels sont soit en noir, soit en blanc (images binaires), ce qui rend les traits faciaux difficiles à identifier localement. La perception du visage émerge de la configuration globale et ne peut être perçue à partir des éléments. Le fait que le cerveau humain perçoit ces images comme des visages met en cause la conception analytique de traitement de l'information faciale. Les systèmes artificiels ne sont pas capables de détecter ces images comme étant des visages.



se situer en maints endroits de la partie ventrale du cerveau, du pôle occipital au pôle temporal, avec une dominance de l'hémisphère droit. « Nous avons notamment étudié trois patients atteints d'une prosopagnosie pure. Il n'y avait, entre eux, pratiquement aucun recouvrement des lésions. Une de ces personnes présentait des lésions multiples, mais la FFA était intacte », relate notre interlocuteur.

Depuis 2011, le chercheur du FNRS et son équipe recourent à la technique de stimulation rapide et à fréquence fixe pour caractériser de façon objective les processus mis en œuvre lors de la reconnaissance visuelle des visages.

On sait depuis les observations d'Adrian⁽⁴⁾ en 1934 que, quand le cerveau se voit présenter des stimuli visuels de façon périodique, c'est-à-dire à intervalles fixes (par exemple, tous les quarts de seconde), sa réponse électrophysiologique se synchronise exactement avec la fréquence de stimulation (4 hertz). « Nous avons simplement repris cette approche pour l'appliquer à la présentation d'images complexes - des formes visuelles, dont en particulier des visages - afin de mesurer de façon objective (à une fréquence déterminée à l'avance par le chercheur) les réponses du cerveau à de telles images », souligne le professeur Rossion.

Réponses sélectives

Dans une des expériences⁽⁵⁾ de l'équipe de l'UCL, 6 images étaient projetées par seconde, avec la modalité particulière qu'un visage était systématiquement présenté après 4 objets. Autrement dit, 2 fréquences avaient été définies : une de 6 hertz (6 images par seconde) et une de 1,2 hertz

(un visage toutes les 5 images). « Si le cerveau des participants à l'expérience opérait une discrimination entre les visages et les objets, mais également une généralisation des réponses aux images très différentes de visages, il devait manifester une réponse à 1,2 hertz, explique Bruno Rossion. Ce fut le cas, en quelques minutes, chez tous les participants. Nous avons même obtenu un tel résultat chez des enfants de 4 à 6 mois, avec une réponse générée exclusivement par l'hémisphère droit. C'est un résultat important parce qu'il indique que la latéralisation cérébrale droite pour la perception des visages est indépendante de l'apprentissage de la lecture, contrairement à ce que suggèrent certaines théories en vogue. »

Philippe LAMBERT

(1) Bisugny, T., Graf, M., Mayer, E., Rossion, B. (2010). Acquired prosopagnosia as a face-specific disorder: Ruling out the general visual similarity account. *Neuropsychologia*, 48, 2051-2067.

(2) Rossion B: The composite face illusion: a whole window into our understanding of holistic face perception *Visual Cognition*, 21, 139-253 (2013)

(3) Weiner KS, Grill-Spector K: Sparsely-distributed organization of face and limb activations in human ventral temporal cortex *Neuroimage*, 52(4), 1559-73 (2010)

(4) Adrian, E. D., & Matthews, B. H. (1934). The interpretation of potential waves in the cortex. *J Physiol*, 81(4), 440-471.

(5) B., Jacques, C., Torfs, K., Liu-Shuang, J. (2015). Fast periodic presentation of natural images reveals a robust face-selective electrophysiological response in the human brain. *Journal of Vision*, 15(18), 1-18.

(6) Boremanse, A., Norcia, A.M., Rossion, B. (2013). An objective signature for visual binding of face parts in the human brain. *Journal of Vision*, (11):6, 1-18.



Bruno Rossion
IONS, UCL
bruno.rossion@uclouvain.be

La vie professionnelle une arme anti-Alzheimer ?

Catherine Grotz, ULg



L'âge de la retraite influe-t-il sur celui d'une possible entrée dans la maladie d'Alzheimer ? Une étude conduite par Catherine Grotz, aspirante FNRS à l'Université de Liège, nuance la réponse à cette question et incite à une réflexion prudente.

Il y a une vingtaine d'années émergeait le concept de « réserve cognitive », selon lequel toutes les activités que nous entreprenons dans notre vie contribueraient à nous doter d'une sorte de réserve mentale qui nous permettrait de compenser les effets délétères du vieillissement normal ou pathologique. Nombre d'articles mettent en exergue le rôle protecteur de différents facteurs censés intervenir dans la « construction » de cette réserve. Par exemple, exercer une profession d'une certaine complexité, s'adonner à des loisirs culturellement enrichissants, avoir un style de vie actif ou posséder un réseau social étoffé.

Un lien a été établi entre ces facteurs et une diminution du risque de développer la maladie d'Alzheimer ainsi que l'accroissement du délai précédant son apparition éventuelle. Or, comme le souligne Catherine Grotz, doctorante et aspirante FNRS au sein de l'Unité de psychologie de la sénescence dirigée à l'ULg par le professeur Stéphane Adam, l'univers professionnel est propice aux contacts sociaux et à l'exercice d'activités stimulantes sur le plan cognitif, deux sources auxquelles s'abreuve la réserve cognitive.

Des faiblesses

Dans un article⁽¹⁾ publié en février 2015 par la revue PLoS One et dont elle est le premier auteur, la chercheuse revisite les données d'une des rares études consacrées à l'impact de la retraite sur le risque de développer la maladie d'Alzheimer et sur le moment de sa survenue.

Parue en 2010, cette contribution⁽²⁾ réalisée sous la responsabilité de Michelle K. Lupton, du King's College London, arrivait à la conclusion que chaque année supplémentaire de travail permet de différer l'âge d'entrée dans

la maladie d'Alzheimer de 0,13 an. Toutefois, il apparut à Catherine Grotz et aux coauteurs de l'article de PLoS One que l'étude britannique prêtait le flanc à des critiques méthodologiques. Et tout d'abord, le fait que, dans l'échantillon sélectionné par Lupton (382 individus) à partir d'une banque de données comportant 938 personnes, ne figurait aucune femme. Non seulement leur exclusion de l'étude diminuait la taille de l'échantillon, mais empêchait aussi de généraliser les résultats recueillis.

Une seconde limite relevée dans le papier de Lupton est qu'il est difficile d'y déterminer sur quel paramètre repose l'apparition de la maladie d'Alzheimer : l'âge de la manifestation des premiers symptômes (un paramètre subjectif, autorapporté) ou un paramètre plus objectif, plus fiable : l'âge des sujets au moment du diagnostic.

Deux biais majeurs

Mais, plus fondamentalement, l'étude dirigée par le chercheur du King's College London est entachée de deux biais.

L'échantillon retenu par les psychologues britanniques était constitué uniquement d'individus retraités ayant reçu un diagnostic de maladie d'Alzheimer, à l'exclusion de la population âgée normale. Par ailleurs, afin de s'assurer que c'était bien la retraite qui a un impact sur l'âge d'entrée dans la pathologie et non l'inverse (causalité inverse), Lupton et ses collaborateurs ont exclu de leur échantillon tous les individus chez qui un diagnostic de maladie d'Alzheimer avait été posé avant leur départ à la retraite.

Ce type de stratégie ne permet pas d'éviter le biais de causalité, d'autant que les premiers symptômes de la maladie peuvent débiter



COLS BLANCS ET COLS BLEUS

Il existe un lien entre retraite et fonctionnement cognitif de la personne âgée. Néanmoins, il est important de nuancer ce constat par la prise en compte de différents facteurs qui pourraient jouer un rôle dans l'association.

Ainsi, le type de profession n'est probablement pas anodin. « Deux études⁽³⁾ ont mis en évidence, chez des sujets normaux, que l'effet négatif de la retraite ne persiste que pour les professions à col blanc, c'est-à-dire les professions de type intellectuel », indique Catherine Grotz. Cela peut se comprendre : une fois retraité, le travailleur manuel a davantage l'occasion de s'adonner, à travers ses loisirs, à des activités où la composante cognitive est plus affirmée que durant sa carrière de « col bleu ».

jusqu'à 10 ans avant que le diagnostic de démence ne soit prononcé, et ceci crée un biais de sélection susceptible de surestimer l'impact de la retraite sur l'apparition de la maladie d'Alzheimer. En effet, ainsi conçue, la sélection fait en sorte que les individus qui partent tard à la retraite sont forcément ceux qui développeront la maladie plus tard.

Une tendance confirmée

Les auteurs de l'article de PLoS One s'étaient fixé pour objectif d'étudier, eux aussi, l'association entre l'âge de la retraite et celui de l'émergence éventuelle de la maladie d'Alzheimer, mais en prenant en considération les deux biais susmentionnés.

Ils s'appuyèrent sur la base de données de l'étude ICTUS/DSA (Impact of Cholinergic Treatment Use/Data Sharing Alzheimer). Réalisée entre 2003 et 2005 dans 12 pays européens, cette étude avait recruté 1 379 patients avec diagnostic probable d'Alzheimer, dont 815 furent sélectionnés sur des critères précis par l'équipe de Catherine Grotz.

Initialement, les chercheurs procédèrent à une mesure similaire à celle effectuée par Lupton. La tendance décrite par ce dernier fut confirmée, et même amplifiée : chaque année supplémentaire de travail retardait l'âge d'entrée dans la maladie d'Alzheimer de 0,31 an.

Prudence !

Pour tenir compte des biais de sélection et de causalité inverse, Catherine Grotz et ses collaborateurs ne conservèrent

ensuite dans l'étude que les personnes parties à la retraite entre 50 et 65 ans et ayant développé une démence au moins 10 ans après. « Il demeuraient 447 personnes dans l'échantillon, précise la psychologue. Il apparut alors qu'une année supplémentaire d'activité professionnelle retardait en moyenne de 0,06 an l'âge d'entrée dans la maladie d'Alzheimer. L'association n'était plus statistiquement significative ; seule une tendance était observée. »

Prudence donc quant aux conclusions que l'on pourrait tirer sur les liens entre ces deux paramètres que sont l'âge de la retraite et celui de l'entrée dans une éventuelle maladie d'Alzheimer ! « Seules des études longitudinales prospectives permettraient de les préciser vraiment », estime Catherine Grotz.

Philippe LAMBERT

- (1) Grotz C et al., Retirement age and the age of onset of Alzheimer's disease: Results from the ICTUS study, 2015 Feb 25;10(2):e0115056. doi: 10.1371/journal.pone.0115056.eCollection 2015.
- (2) Lupton MK et al. (2010) Education, occupation and retirement age effects on the age of onset of Alzheimer's disease. Int J Geriatr Psychiatry 25: 30-36.
- (3) Coe N et al., 2009. The effect of Retirement on Cognitive Functioning. Netspar Discussion Paper 10/2009-044. Adam et al. (en préparation)
- (4) Grotz C et al. (soumis). Why is later age at retirement beneficial for cognition? Results from a French population-based study.
- (5) Andel R et al. (2015) The role of midlife occupational complexity and leisure activity in late-life cognition. J Gerontol B Psycho Sci Soc Sci 70:314-21.



Catherine Grotz
Psychologie de la Senescence, ULg
cgrotz@ulg.ac.be

0,31 an
Chaque année supplémentaire de travail retardait l'âge d'entrée dans la maladie d'Alzheimer de 0,31 an.

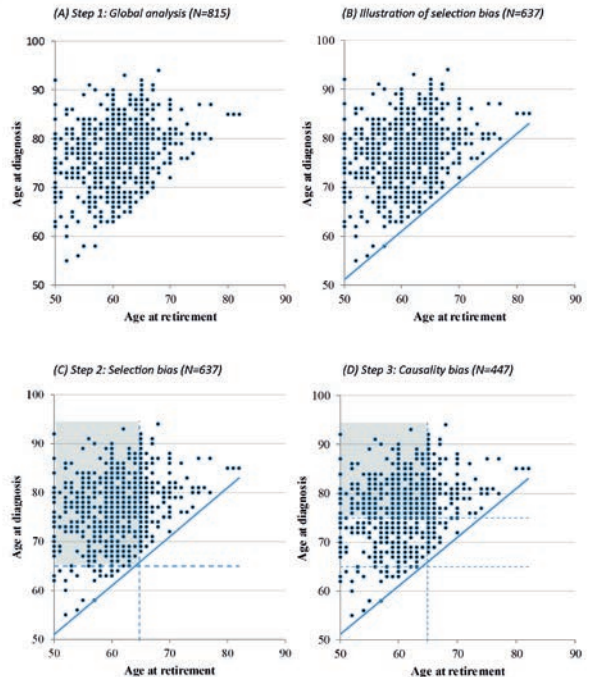


Figure A Analyse globale.

Cette figure montre l'existence d'une association entre l'âge du diagnostic et l'âge de la retraite sur l'ensemble de l'échantillon (815 sujets). En d'autres termes, plus l'âge de la retraite augmente plus l'âge du diagnostic est différé.

Figure B Illustration du biais de sélection.

Cette figure montre qu'en raison de la sélection des sujets ayant été diagnostiqués après leur retraite, aucune donnée n'est observée dans la partie inférieure droite du graphique, suggérant ainsi que les sujets qui ont pris leur retraite à un âge plus tardif ont une certaine influence dans l'association observée.

Figure C: Biais de sélection.

Afin de limiter le biais de sélection, nous avons restreint les analyses au cœur du nuage de points. Pour ce faire, nous avons sélectionné un sous-échantillon de 637 sujets retraités à ou avant l'âge de 65 ans et qui n'avaient pas développé de maladie d'Alzheimer avant cet âge.

Figure D: Biais de causalité inverse.

Sur la base de ces données observationnelles, la causalité reste indéterminée : est-ce réellement la retraite qui a un impact sur l'apparition de la maladie d'Alzheimer ou est-ce les difficultés cognitives qui poussent les personnes à quitter leur emploi ?

Cette figure illustre donc qu'en vue de réduire le biais de causalité inverse (c'est-à-dire s'assurer que les sujets n'étaient pas en phase prodromique de la maladie et qu'ils ne sont pas partis à la retraite en raison de difficultés cognitives), seuls les sujets qui sont partis à la retraite avant l'âge de 65 ans et qui ont développé une démence au moins 10 ans après avoir pris leur retraite ont été considérés (n = 447). Ceci permet de réduire la possibilité que les sujets aient quitté leur emploi en raison de difficultés de mémoire.



UNE NUÉE DE VARIABLES

On peut se demander si l'effet de la retraite sur la cognition passe uniquement par le cerveau. Car si un plus grand nombre d'années de travail permet de le stimuler plus longtemps et participerait donc à la constitution de la réserve cognitive, des facteurs psychosociaux (sentiment d'utilité, estime de soi...) seraient aussi impliqués⁽⁴⁾.

« De plus en plus, on s'aperçoit que des facteurs non pas biologiques mais psychologiques et sociaux ont un impact sur la mémoire, fait remarquer Catherine Grotz. Nous pensons donc que la retraite peut également influencer le fonctionnement de la mémoire via ces facteurs psychosociaux. Les retraités sont la cible de certains stéréotypes négatifs, d'une forme d'âgisme dont on a pu montrer l'effet délétère sur la cognition. Par exemple, le simple fait d'activer des stéréotypes négatifs liés à l'âge (déclin cognitif avec l'âge et comparaison aux performances des sujets jeunes) a un impact sur les performances de mémoire du sujet âgé. Le nouveau retraité peut parfois avoir l'impression d'être moins utile et de représenter un coût pour la société, ce qui pourrait avoir un retentissement sur ses performances mnésiques. »

Catherine Grotz signale en outre qu'une étude⁽⁵⁾ conduite par Ross Andel (University of Sough Florida) montre qu'un manque de stimulations intellectuelles au travail peut être compensé par des activités de loisirs caractérisées par leur richesse sur le plan cognitif, et vice-versa.

Un autre point mériterait d'être soulevé : quel est l'impact cognitif de la retraite selon qu'elle est volontaire ou imposée ? Bref, pour démêler l'écheveau des relations entre l'âge de la retraite et l'évolution des facultés cognitives, y compris l'émergence d'une démence neurodégénérative, il existe probablement une nuée de variables à prendre en considération.



Obésité : les secrets de l'intestin...



Pr Patrice Cani, UCL

Il est commun de penser que si nos ingesta dépassent nos dépenses énergétiques, nous grossissons. En théorie, et le plus souvent en pratique, c'est vrai ! Cependant, nous ne sommes pas tous égaux face au surpoids et à l'obésité. Patrice D. Cani, du FNRS, étudie depuis des années avec ses collaborateurs l'influence qu'ont les bactéries de notre tube digestif sur l'assimilation des nutriments. Outre que le microbiote intestinal diffère d'une personne obèse d'une personne qui ne l'est pas, le secret espoir est de trouver un moyen pour modifier ce microbiote afin qu'il puisse aussi avoir un effet sur le poids de la personne. La recherche avance, c'est-à-dire qu'elle permet d'entrevoir ce qui reste encore à explorer...

L'obésité et le surpoids sont considérés aujourd'hui comme une épidémie vu le nombre de personnes atteintes aujourd'hui. L'indice de masse corporelle, appelé auparavant indice de Quetelet, définit les limites de l'obésité et du surpoids. (voir « Un indice de poids »). A l'échelle mondiale, selon l'OMS, le taux d'obésité a doublé depuis les années 80. En 2014, on considérait que près de 2 milliards d'adultes étaient en surpoids et

600 millions étaient obèses. Les pays industrialisés sont évidemment les plus touchés, mais l'OMS met en garde également les pays en développement et les pays émergents. « En Belgique, explique Patrice D. Cani, 1 adulte sur 5 peut être considéré comme étant obèse et un Belge sur 3, voire sur 2, serait en surpoids. Si on considère les deux, l'obésité et le surpoids pris ensembles concernent potentiellement la moitié de la population ! »

La question n'est pas uniquement d'ordre esthétique ; elle est principalement d'ordre médical et sanitaire. Le surpoids et l'obésité sont à la base de toute une série de désordres métaboliques (diabète type 2, hypertension, maladies cardio-vasculaires) mettant la vie en danger. Toutes les statistiques montrent qu'on meurt plus de l'obésité que de la faim.



UNE EXPRESSION SOUS CONTRÔLE...

La villine est une protéine uniquement exprimée au niveau des cellules épithéliales intestinales. Son expression entraîne normalement l'expression d'une recombinaison, appelée CRE recombinaison, qui vient couper de part et d'autre des séquences codantes du gène MYD88. Après cette excision, le gène disparaît. « Cela se passe dès la naissance quand on ne possède pas de système inductible. » Dans le système inductible utilisé par l'équipe louvaniste, il n'y a pas d'expression de la CRE recombinaison sauf si on injecte un produit spécifique, en l'occurrence du tamoxifène puisque le système était combiné avec un récepteur aux oestrogènes humains. Dès l'injection, la CRE recombinaison peut s'exprimer pour détruire MYD88.

Comprendre le métabolisme

Les recherches pour tenter d'enrayer le phénomène vont bon train. Les campagnes pour une alimentation saine et équilibrée sont menées, mais elles ne semblent pas très efficaces. Patrice D. Cani s'intéresse aux troubles métaboliques depuis plus de 20 ans et s'est demandé si on ne pouvait pas aussi tenter de comprendre ce qui se passait en étudiant notre univers intérieur, impliqué directement dans l'absorption des nutriments, à savoir notre microbiote intestinal. Majoritairement méconnu, il serait pourtant naïf de penser que les dizaines de milliards de bactéries contenues dans un gramme de nos fèces n'interviennent pas dans notre homéostasie. « Nous ne sommes pas tous égaux en regard de notre métabolisme, que ce soit en termes de dépenses énergétiques ou d'accumulation de la graisse. La question qui reste ouverte est de savoir s'il existe un type de microbiote intestinal qui serait plus favorable qu'un autre. » C'est là que la compréhension des mécanismes de régulation du métabolisme au-delà de la balance des entrées et des sorties est essentielle.

Le microbiote intestinal est en relation avec notre système immunitaire et ce dernier pourrait influencer notre métabolisme. « Il y a 10 ans, nous avons découvert que chez les obèses présentant un diabète de type 2, on retrouve plus de lipopolysaccharides, ou LPS, qui sont des constituants de bactéries GRAM- et qui, a priori, n'ont rien à faire là. Nous savons maintenant que l'augmentation de ces LPS circulants est impliquée dans l'inflammation de bas-grade associée à l'obésité, et le déclenchement de l'insulino-résistance. » L'un des récepteurs du LPS est le Toll Like receptor (TLR) de type 4, notamment. « Il est difficile d'imaginer que le LPS ne soit que le seul facteur qui entre en jeu. Nous avons des preuves que d'autres interagissent avec d'autres récepteurs TLR. » Or tous ces TLR ont une protéine commune de transduction du signal : MYD88* vers qui convergent l'ensemble des signaux. MYD88 est donc probablement présent sur tous les types cellulaires. « Or, des équipes de chercheurs ont montré que des souris où MYD88 est absent présentent un microbiote intestinal modifié par rapport aux souris normales. Toutefois, avec ce type de souris knock-out, on sait que le microbiote est

modifié depuis la naissance. C'est pourquoi avec le Dr Amandine Everard (chargée de recherches du FNRS), nous avons créé un modèle animal permettant de répondre à la question concernant l'interaction entre les cellules épithéliales de l'intestin et les bactéries qui y demeurent. Ce modèle permet d'éliminer spécifiquement et uniquement dans les cellules épithéliales de l'intestin le MYD88 de manière inductible et non pas dès la naissance. » (voir encadré « Une expression sous contrôle... »)

Une question de poids

Il peut être utilisé chez des animaux jeunes ou adultes et bien entendu chez des souris obèses. « Les souris sont tout à fait normales tant qu'elles ne sont pas en contact avec le tamoxifène. Phénotypiquement, elles ressemblent à des souris normales et leur microbiote est similaire. Après induction de la délétion de MyD88 par le tamoxifène, les animaux ont été placés sous un régime hyperlipidique. La première surprise a été de constater que les animaux qui ne possédaient pas de MYD88 dans l'intestin grossissaient moins, avec moins de masse grasse. Cela démontre l'interaction entre un

régime riche en graisse et la présence de MYD88 alors qu'ils consomment la même quantité de nourriture. » La question s'est posée alors s'il n'y avait pas de malabsorption, mais les chercheurs n'ont pas retrouvé de lipides non digérés dans les fèces. En revanche, quand on les place en cage métabolique, permettant de mesurer le métabolisme de base, on remarque que ces animaux dépensent plus d'énergie au repos et lors des périodes d'activité pour la même quantité d'activité physique. Ils ne deviennent pas hyperactifs. Nous avons aussi corrigé cela par la masse maigre. Actuellement, nous n'avons pas encore d'explications claires à ce sujet. » Toutefois, l'équipe a étudié de plus près le système immunitaire inné et adaptatif de ces souris. « Un régime riche en graisses entraîne la disparition de certains peptides antimicrobiens. Or, en l'absence de MYD88, certaines de ces protéines sont beaucoup plus exprimées. Toutefois, nous ne savons pas encore si chez l'homme obèse ou diabétique de type 2, la signalisation de MYD88 dans l'intestin est différente. L'idée est évidemment de trouver un système permettant d'utiliser nos connaissances chez l'homme. Nous avons identifié des molécules qui pourraient mimer la délétion de MYD88 sans toucher à la génétique. Ce sont d'ailleurs des molécules issues de bactéries. Cependant nous ne sommes pas encore capables avec ces molécules de ne cibler que la cellule intestinale. L'objectif n'est pas d'inhiber le système immunitaire, mais bien de modifier en quelque sorte la signalisation. C'est d'ailleurs dans cette piste-là que nous travaillons. »

« L'obésité et le surpoids pris ensembles concernent potentiellement la moitié de la population ! »

« Toutes les statistiques montrent qu'on meurt plus de l'obésité que de la faim. »



Changer le microbiote ? Pas si simple...

On pourrait imaginer alors de modifier le microbiote intestinal qui inhiberait MYD88. « C'est ce que nous tentons de faire au laboratoire depuis 20 ans et plus récemment avec *Akkermansia muciniphila* ». C'est d'ailleurs pour ces recherches que Patrice Cani a reçu un prix de la Fondation Inbev-Baillet-Latour de 450.000 € à répartir sur 3 ans. « Actuellement, *Akkermansia* est notre meilleur candidat, mais la difficulté à laquelle nous nous heurtons est de connaître son impact sur la complexité de notre microbiote. Actuellement, nous avons des pistes probantes grâce à nos recherches menées chez l'animal. Cependant, si je transpose nos résultats antérieurs obtenus par exemple avec les prébiotiques chez l'animal à ce que nous avons observé chez l'homme, et bien, les effets sont nettement moins puissants sur la masse corporelle. Cependant d'un point de vue

clinique, on observe une amélioration de la glycémie et une diminution de l'inflammation et des marqueurs de la résistance à l'insuline chez l'homme. Cela satisfait le clinicien, mais le patient est peu intéressé. C'est le problème de l'obésité pour laquelle on ne voit que la question du poids qui prime alors que l'aspect métabolique est au moins aussi important. » L'administration d'*Akkermansia muciniphila* ne présente d'ailleurs pas forcément le même intérêt pour tout le monde. « Supplémenter un patient obèse ne présente probablement pas d'avantages pour le patient qui en a déjà beaucoup. En revanche, pour un patient chez qui on ne la retrouve pas ou trop peu, cela pourrait s'avérer utile. Mais quoi qu'il en soit, nous manquons cruellement d'informations sur les rapports entre microbiote, système immunitaire et réactions métaboliques. Il existe donc encore un vaste champ de recherche fondamentale. » Pour l'étude concernant le MYD88, les travaux vont s'orienter à essayer de comprendre pourquoi ces animaux dépensent plus d'énergie.

Dans tous les cas, les recherches menées par Patrice Cani montrent que l'hôte et les modifications du métabolisme de l'hôte ont un impact sur le microbiote intestinal. « En retour, le microbiote intestinal influence lui aussi le métabolisme. Donc je pense que nous devons retenir qu'il s'agit d'une relation mutuelle et d'un 'dialogue' entre nos organes, en ce y compris ceux présents à distance de l'intestin et des bactéries de notre intestin. Le futur de notre recherche est donc de découvrir les métabolites qui pourraient contribuer à expliquer ce dialogue », conclut Patrice Cani.

*MYD88 : le diminutif MYD vient de l'anglais Myeloid differentiation primary response. Il s'agit d'une protéine que l'on a décrit au départ comme nécessaire à la réponse primaire contre une infection virale par exemple.

Ref : Everard A. et al. Intestinal epithelial MyD88 is a sensor switching host metabolism towards obesity according to nutritional status *Nature Communications* 5, Article number: 5648

Pierre Dewaele



UN INDICE DE POIDS

L'Indice de Masse Corporelle (IMC ou BMI en anglais pour Body Mass Index) aussi est le rapport entre la masse corporelle et le carré de la taille exprimé en mètre, soit une personne mesurant 1,85 m avec une masse de 80 kg a un IMC de 23,37. L'OMS a fixé la limite pour le surpoids à 25 et pour l'obésité à 30. L'IMC était aussi appelé indice de Quételet du nom de son inventeur : Adolphe Quételet né à Gent le 22/02/1796 et décédé à Bruxelles le 17/02/18874. Ce scientifique belge est aussi le fondateur de l'observatoire royal de Belgique.

« il s'agit d'une relation mutuelle et d'un 'dialogue' entre nos organes, en ce y compris ceux présents à distance de l'intestin et des bactéries de notre intestin. »



Patrice Cani
MNut, UCL
patrice.can@uclouvain.be

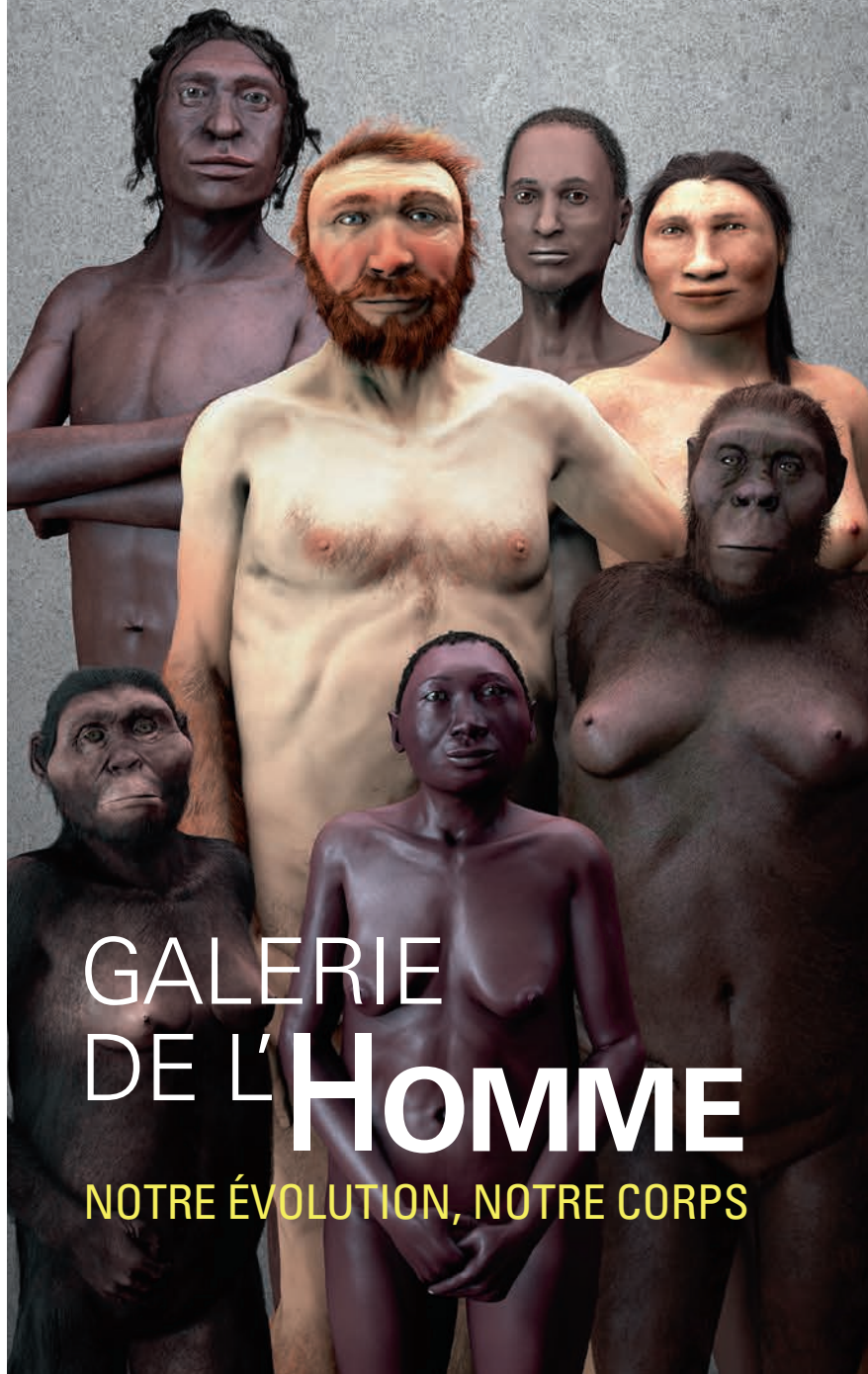
Télévie 2015
9.027.731 €



danki tannirt nouari hvala
 bedank asante obrigada
 stuutiya mamnun tau
 barka takk
 marahaba mauruuru
 Télecience Télévie
 merci shukriya tau salam
 tualumba
 ngiyabonga enkosi
 najis tuke yekeniele o sheun
 faafetai lava waad mahadsantahay
 miigwetch obrigado dank gratzias
 mercé miigwetch
 chercheurs gratzias faafetai lava
 najis tuke manana waad mahadsantahay
 dhanyavadalu
 nandri kettu'i enkosi
 merci tack
 rahmat meharbani ke ya leboha
 tualumba m-sapo shukriya
 marahaba
 motashakkeram djiere dieuf
 ngiyabonga kakhulu o sheun
 yekeniele shukriya
 sulpay dank
 ngiyabonga obrigado
 waita
 recherche



NOUVELLE GALERIE
DEPUIS LE 7 MAI 2015



GALERIE DE L'HOMME

NOTRE ÉVOLUTION, NOTRE CORPS



De *Sahelanthropus* à *Homo sapiens*, de l'embryon à l'adulte : explorez l'évolution de l'Homme et de son corps dans la toute nouvelle **Galerie de l'Homme**.

Pour commencer, empruntez les sentiers ramifiés de 7 millions d'années d'évolution, jalonnés de fossiles et reconstitutions 3D.

Ensuite, découvrez de manière interactive les adaptations qui nous distinguent de nos ancêtres (cerveau plus gros, dents plus petites...).

Puis, notamment au moyen de mises en situation, penchez-vous sur la merveilleuse et complexe machine qu'est notre corps, son développement, son fonctionnement et ses besoins pour survivre et se reproduire (ça devrait intéresser vos ados...).

Surfez sur notre site sciencesnaturelles.be pour plus d'informations sur nos horaires, tarifs, expositions en cours et à venir, accessibilité... et abonnez-vous à notre newsletter, le *MuseumContact*.