

# [Athena]

Septembre  
2012

Le mag' *scientifique*

www.athena.wallonie.be • Mensuel ne paraissant pas en juillet et août • Bureau de dépôt Charleroi X

*Serious gaming:*  
jouer pour **rééduquer**

*Ipad* et autres **tablettes**  
pour tous les usages



# Édito

## Rentrée... textile !

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teuf - Photo: **G. TOSO**/Flick'r (titre)

2



**A**vant la rentrée, nous n'avons pas fait pas fait nos valises et pris le large définitivement, nous n'avons pas non plus changé de garde-robe... quoique ! En quelque sorte, si, nous avons changé d'apparence. Le site Internet d'*Athena* tout du moins. Après moult essayages, il a enfin trouvé SON look ! Avant, vous deviez télécharger la version PDF dans sa totalité pour découvrir sous son vieux pardessus rapé, une suite de textes, parfois agrémentés de quelques images. Pour des raisons informatiques et techniques, nous ne pouvions ni le rhabiller, ni lui donner un style, encore moins lui construire une identité visuelle plus marquée. Mais la technologie et ses haut-couturiers sont capables de miracles. Le résultat fera sans doute encore l'objet de futurs relookings mais *Athena* peut désormais défiler sur les podiums de la toile sans rougir. La mise en page est intégralement conservée par rapport à la version papier: vous pouvez ainsi l'«effeuiller», page par page et d'un simple clic, passer d'une page à l'autre, avancer, revenir en arrière ... et utiliser quelques accessoires comme la recherche par mots-clés, par numéro... De quoi vous faire un book encyclopédique de qualité ! La lecture en est grandement facilitée (notamment pour une consultation sur tablette, smartphone,...), plus agréable pour les yeux aussi. Le modèle est d'ores et déjà en vitrine à l'adresse <http://athena.wallonie.be>

Habillage pour *Athena*, déshabillage pour la DGO6 qui se met pour la 3<sup>e</sup> fois à nu: le rapport d'activités 2011 est en ligne. Mettant à l'honneur les inventeurs et l'innovation - clé de la R&D -, mine d'informations sur nos efforts dans les secteurs de l'économie, de l'emploi, de la formation, de la recherche et des technologies, la DGO6 vous dévoilera tout ce qu'elle fait, qu'elle ne cache pas mais qui ne se sait pas forcément et gagne à être su. Par souci écologique, le rapport est consultable en ligne et téléchargeable en PDF (<http://rapport-dgo6.spw.wallonie.be/rapport2011/index.html>). Bonne rentrée à tous et toutes ! ■

*Géraldine*

ATHENA 283 • Septembre 2012

SPW | Éditions

Tirée à 15 500 exemplaires, *Athena* est une revue de vulgarisation scientifique du Service Public de Wallonie éditée par le Département du Développement technologique de la Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche (DGO6).

Place de la Wallonie 1, Bât. III - 5100 JAMBES

N° Vert du SPW: 0800 11 901 • [www.wallonie.be](http://www.wallonie.be)

Elle est consultable en ligne sur <http://athena.wallonie.be>

Abonnement (gratuit)

Vous souhaitez vous inscrire ou obtenir gratuitement plusieurs exemplaires, contactez-nous !

• **par courrier**  
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES

• **par téléphone**  
au 081/33.44.76

• **par courriel à l'adresse**  
[geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)

★ **WANTED** ★  
**V**ous exercez un métier scientifique ou technique que vous avez envie de mettre en valeur et faire découvrir à nos jeunes lecteurs dans notre rubrique «portrait». Vous souhaitez vous aussi lutter contre les clichés, les idées reçues et la désaffection de ces filières ?

★ **VOTRE ADN NOUS INTÉRESSE!** ★

N'hésitez pas à poser votre candidature, le «casting» est ouvert !

# Sommaire



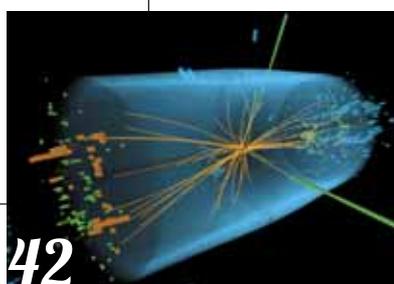
18



26



30



42

**Actualités** 04

**Focus**  
sur DSI 10

**Série**  
Les instruments scientifiques:  
Colorimètre et spectromètre:  
pour analyser lumière et matière 12

**L'ADN de ...**  
Jonathan PARDO • Infographiste 16

**Technologie**  
Le serious gaming:  
Jouer pour réduire 18

**Internet**  
IPad et autres tablettes,  
pour tous les usages 22

**Santé**  
Plus dure sera la rechute... 26

**Biologie** 30

**Médecine**  
Le yin et le yang 34

**Mathématiques**  
L'intuition du concept de nombre 38

**Physique** 42

**Astronomie** 44

**Espace** 46

**Agenda** 50

3

## Éditeur responsable

Michel CHARLIER,  
Inspecteur général  
Ligne directe: 081/33.45.01  
[michel.charlier@spw.wallonie.be](mailto:michel.charlier@spw.wallonie.be)

## Rédactrice en chef

Géraldine TRAN  
Ligne directe: 081/33.44.76  
[geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)

## Graphiste

Nathalie BODART  
Ligne directe: 081/33.44.91  
[nathalie.bodart@spw.wallonie.be](mailto:nathalie.bodart@spw.wallonie.be)

## Impression

Imprimerie Bietlot  
Rue du Rond-point, 185 à 6060 Gilly

ISSN 0772 - 4683

## Collaborateurs

Jean-Michel Debry  
Christiane De Craecker-Dussart  
Paul Devuyt  
Henri Dupuis  
Philippe Lambert  
Carine Maillard  
Yaël Nazé  
Théo Pirard

Jean-Claude Quintart  
Jacqueline Remits  
Christian Vanden Berghen

## Dessinateurs

Olivier Saive  
Vince

## Comité de rédaction

Laurent Antoine  
Michel Charlier

## Couverture

Première  
Crédit: **IMAGEBROKER** / *Imageglobe*

Quatrième

Crédit: **CNES**



# Draguer et après ?

Texte: Jean-Claude QUINTART • [jc.quintart@skynet.be](mailto:jc.quintart@skynet.be) • Photo: DGO2/SPW

**A**vec 450 km, l'entretien de nos voies navigables vaut son pesant d'or ou plus exactement quelque 6 millions de m<sup>3</sup> de sédiments encombrant actuellement nos fleuves, rivières et canaux, au point qu'à certains endroits, le passage des péniches est devenu impossible ! Une situation insoutenable pour le Gouvernement wallon sachant qu'annuellement, s'ajoutent entre 350 et 650 m<sup>3</sup> de nouveaux sédiments !

Ça ne peut plus durer, d'autant que «Chaque année, nos voies navigables permettent le transport de quelque 43 millions de tonnes de marchandises», déclare Yves Libert, directeur de la DGO2 (Direction des recherches hydrauliques). Il faut agir et vite. Aller plus loin que les dragages prioritaires lancés en 2009. «Au-delà des entraves à la navigation et à l'inaccessibilité de certains quais, la réduction de la passe navigable accroît la consommation en carburant des péniches, limite leur gabarit ou la charge transportée, augmente le risque d'inondations suite à la limitation du débit d'évacuation des crues et représente une source de pollution», précise Yves Libert. Fertiles hier, les sédiments sont aujourd'hui source de problèmes environnementaux. «Les produits de dragage viennent pour près de 70% des bassins versants suite à l'érosion des sols et des berges entraînée par le ruissellement. Si au départ, ces matières sont relativement saines, elles accumulent, au cours de leur périples, quantité de micropolluants issus

des rejets de l'activité humaine, agricole, industrielle, ménagère, etc. À quoi s'ajoutent les matières fruits d'incivilités: vélos, pneus, caddies, et qui représentent entre 5 et 10% du total dragué».

Hormis les déchets exogènes, le fond de nos voies d'eau est un cocktail hétérogène de graviers, sables, limons et argiles. Sables et graviers allant de 30 à 40%, limons et argiles de 60 à 90%. C'est ici, dans les limons et argiles, que les micropolluants s'accrochent et créent bien des soucis au gestionnaire des voies navigables. Aussi, le SPW prend-il maintenant ce problème récurrent à bras le corps. «Après 15 années d'analyse, d'étude des sédiments de nos voies d'eau, associées à des recherches sur le recyclage ou de valorisation des boues de dragage, nous concluons en la nécessité du projet SOLINDUS qui permettra de réduire le coût du dragage et d'augmenter les quantités de matières valorisées». SOLINDUS (Solutions Intégrées et Durables pour Sédiments et matières assimilées) associe le Centre Terre et Pierres (CTP), INISMa, et ISSeP, à la construction à Châtelet (Charleroi) d'une plate-forme expérimentale de taille pilote en vue de valider à une échelle semi-industrielle une procédure de traitement minéralurgique des matières issues de dragage. «Une approche avantageuse car ces procédés reposent, en général, sur des principes physiques et/ou physico-chimiques relativement simples tout en figurant parmi les moins chers, sans entraîner la formation de nouveaux sous-produits poten-

tiellement toxiques ou dangereux», note Hervé Brequel du CTP.

Arrivés à Châtelet par container, les sédiments sont déchargés par pelle hydraulique et subissent un premier traitement en vue d'éliminer les éléments de taille supérieure à 20 mm. Tout ce qui passe au travers est alors dirigé vers un crible vibrant avec grille à mailles de 2 mm. Une fois réunis, les deux refus forment la première fraction dont la taille est supérieure à 2 mm. La procédure de fractionnement se poursuit ensuite au travers d'une série d'équipements divers jusqu'à atteindre une fraction limoneuse. L'étape suivante voit la séparation des polluants métalliques et organiques en exploitant leurs propriétés hydrophobes. Ce passage concentre la pollution dans des mousses flottantes pour les séparer des limons purifiés se trouvant dans la cellule de flottation. La fraction la plus fine est envoyée en floculation/décantation où des réactifs mélangés à la pulpe accélèrent le processus de sédimentation. Une fois épaissie, la pulpe est déshydratée par un filtre presse. «Agissant de la sorte, nous caractérisons les produits, dont les deux tiers sont contaminés par des polluants métalliques et organiques, nous les purifions avant de les transformer en matières valorisables pour des utilisations comme sable de drainage ou un retour au sol», conclut Yves Libert. ■

<http://spw.wallonie.be>

# Actus...

## d'ici et d'ailleurs

Texte: Jean-Claude QUINTART • [jc.quintart@skynet.be](mailto:jc.quintart@skynet.be)

Photo(s): CMI (p.6), 2011 Lockheed Martin/DARIN R. (p.9)

### Antibiotiques: du nouveau...

À la lecture d'un papier paru dans la revue américaine *Clinical Infectious Diseases*, des scientifiques de l'Université catholique de Louvain (UCL) ont eu leur attention éveillée par le fait qu'une classe importante d'antibiotiques (les macrolides) considérés comme inactifs à l'encontre de *Pseudomonas aeruginosa* (germe souvent impliqué dans les affections respiratoires, notamment dans les cas de mucoviscidose ou chez des patients en soins intensifs) peuvent en réalité se révéler très actifs s'ils sont évalués dans les milieux représentatifs du lieu d'infection.

Anodine en apparence, cette découverte s'avère importante lorsqu'on sait que dans leurs recherches sur les nouveaux antibiotiques, les laboratoires utilisent actuellement des milieux de culture sélectionnés ou plus exactement fabriqués pour attiser la croissance des bactéries. «Le fait que ces milieux ont des compositions très différentes de l'environnement que rencontrent les bactéries dans les milieux biologiques qu'elles infectent explique pourquoi certaines recherches de ces laboratoires n'aboutissent pas ou pire, donnent des résultats faussés», commente Françoise Van Bambeke, profes-

seur au Louvain Drug Research Institute de l'UCL.

Selon un expert indépendant, ce travail explique et rationalise une observation clinique montrant que les macrolides pouvaient améliorer le statut respiratoire des personnes touchées par la mucoviscidose et infectées par *Pseudomonas aeruginosa*. Et de préciser qu'étant donné que les macrolides étaient considérés comme inactifs sur *Pseudomonas*, cette amélioration a été attribuée à des effets non-antibiotiques des macrolides. Sur cette même ligne, la recherche de l'UCL suggère que c'est très probablement l'action antibiotique qui est essentielle mais qu'elle doit être recherchée de manière adéquate.

«Au-delà de cet exemple précis, les travaux ouvrent la voie vers de nouvelles méthodes d'évaluation des antibiotiques dans lesquelles leurs effets seraient recherchés et analysés dans des conditions plus pertinentes de la clinique. Ainsi, des molécules inactives ou peu actives en laboratoire pourraient s'avérer utiles dans des conditions plus proches de celles du milieu humain ou animal ou inversement, que des molécules considérées comme efficaces au laboratoire expriment mal leur activité au site d'infection», conclut Françoise Van Bambeke. ■

<http://www.uclouvain.be/ldri.html>



### De Fleurus à Shanghai

À peine lancée, la plate-forme d'innovation Chine-Wallonie accroche son premier succès grâce à l'Institut National des Radioéléments (IRE) de Fleurus (Charleroi) qui participe au démarrage d'un projet ambitionnant le déploiement d'une radio-pharmacie centralisée destinée à la radiothérapie, via un radioélément de l'IRE ELiT (IRE Environnement & Life Technology) dans le cadre du traitement de cancers sur le marché chinois.

«Nous croyons fermement dans le succès de ce type de radiothérapie en Chine et dans le monde, sachant que notre maîtrise mondiale en production et distribution de radioéléments à usage médical nous qualifie pour ce type de démarche», note Jean-Michel Vanderhofstadt, administrateur-délégué d'IRE et IRE ELiT.

Selon le calendrier, la thérapie vise, dans un premier temps, les phases de recherche clinique, notamment dans le traitement de cancers du foie et métastases osseuses, largement répandus en Asie. Cette première étape conduira au développement de la radio-pharmacie centralisée avec l'aide d'investisseurs chinois. ■

<http://www.ire.eu>



## Chat va le soulager...

**O**n ne présente plus la maladie tant elle connue.

Et pourtant, lorsqu'on évoque le sida, on pense rarement à cette maladie chez le chat, connue ici sous le FIV ou virus d'immunodéficience féline, une pathologie voisine du VIH responsable du sida chez l'homme.

Quelque 8% de la population féline belge serait touchée par le FIV, affectant le système immunitaire du chat, rendu ainsi vulnérable à diverses infections: inflammations récurrentes de la gencive et de la bouche, infections des voies respiratoires supérieures ou encore diarrhées chroniques. Si le FIV n'est pas transmissible à l'homme, une fois infecté, le chat reste porteur du virus à vie. Transmissible uniquement entre chats, le virus se transmet par morsure, exposant ainsi davantage les chats bagarreurs que les chattes. Souvent délicat à diagnostiquer, car selon les stades de la maladie, les symptômes ne sont pas toujours explicites ni systématiquement les mêmes; seule une analyse de sang permet de poser un diagnostic définitif. Il n'existe actuellement aucun traitement efficace, ni même de vaccin préventif et une fois atteint, le chat peut succomber de complications des maladies contractées.

Agir sur le FIV est la niche qu'exploite la société *Okapi Sciences*, une spin-off créée en 2008 par l'Université de Liège (ULg), la Katholieke Universiteit Leuven (KUL) et l'*Institute of Organic Chemistry and Biochemistry* de Prague (IOCB). Travaillant en étroite collaboration avec des entreprises de recherche contractuelles et des associations académiques, la jeune entreprise vient de développer un médicament dont l'action réduit la concentration virale dans le sang du chat, soulageant ainsi les symptômes de la maladie. «*Il ne s'agit pas d'un vaccin, mais bien d'un antiviral. Ce qui signifie que le virus ne disparaîtra pas totalement, mais que les chats pourront être soulagés et que leur espérance de vie pour-*

*rait être augmentée*», expliquent les responsables d'*Okapi Sciences*.

Non destiné à l'homme, ce médicament est le premier à avoir été développé spécifiquement pour le chat. Des essais cliniques, actuellement conduits à l'Université Gent (UGENT) sur des chats infectés, valideront définitivement l'efficacité du produit et détermineront précisément la durée du traitement. Pour conduire à bonne fortune ces essais, une unité spéciale a été créée et opère selon les critères les plus exigeants en termes de sécurité, hygiène et confort au sein de la clinique des petits animaux de la faculté. Le traitement, provisoirement gratuit, dure de 6 à 7 semaines et les propriétaires peuvent rendre visite à l'animal durant son hospitalisation. ■

<http://www.okapi-sciences.com>



## C'est parti!!

**CMI** Energy annonce avoir engrangé une première commande de sa chaudière thermo-solaire par la société espagnole *Abengoa Solar* pour équiper la centrale électrique thermo-solaire «tour» d'Upington en Afrique du Sud, dont la mise en service est attendue pour 2014.

«*Cette chaudière produira de la vapeur surchauffée à haute pression exploitable directement dans la turbine ainsi que de la vapeur saturée. Stockée*

*dans des accumulateurs, cette vapeur saturée pourra être conditionnée à la demande pour produire de l'électricité, y compris pendant la nuit*», expliquent les responsables de *CMI Energy*.

Une première commande et une étape décisive pour *CMI* qui se positionne sur une nouvelle niche au potentiel mondial de plus de 30 000 MWe d'ici 2020 ! ■

<http://www.cmigroupe.com>



## Ingrédients santé... Ingrédients succès !

L'agroalimentaire de Wallonie a le vent dans les blés ! Un passé, des entreprises, des universités et WagrAlim en sont les bonnes rafales. Mais, on peut toujours faire mieux, aller plus loin aussi. Onze entreprises du secteur ont décidé de créer un groupement d'intérêts économiques baptisé: *Belgian Health Ingredients Group*. Selon ses statuts, le BHIG facilitera l'activité économique conduite par ses membres via le truchement d'une démarche collective et d'une commercialisation appropriée conjointe. Concrètement, les membres touchés par l'initiative développeront en tout ou en partie des produits et/ou ingrédients alimentaires d'origine naturelle ayant des impacts nutritionnels et/ou de santé validés scientifiquement. Le tout étant sanctionné par un label de qualité.

«Ainsi labélisés, les produits s'imposeront plus facilement sur le marché belge et international, générant des revenus créateurs de croissance et d'emplois en Wallonie. Par ailleurs, ce label permettra aux entreprises alimentaires de retenir leurs ingrédients santé sur base d'une information objective et rationnelle», confie Isabelle Grommet, expert en développement international et communication chez WagrAlim. Les onze entreprises fondatrices du groupement, soutenu par WagrAlim, sont: Ajinomoto OmniChem, The Lipid Company, Cosucra Groupe, Warcoing, Enzybel International, Galactic, Hedelab, Kitozyme, Oxylent, Synaco, Tardon Laboratory, et THT. ■

<http://www.wagrAlim.be>

## Par monts et par vaux

Solvay annonce avoir ouvert un centre de recherche, de développement et de technologie à Savli, dans l'État du Gujarat (Inde), en vue d'y poursuivre la mise au point de polymères de haute performance, de chimie organique, nano-composites et chimie verte. Installé dans un nouvel immeuble, les quelque 200 chercheurs travaillent en osmose étroite avec les meilleurs instituts indiens. «En développant des projets en adéquation avec les spécificités de notre marché, nous capitalisons à la fois sur la force du Groupe et sur le potentiel innovant de nos universités», déclare Sanjay Charati, directeur du Centre. Et Pierre Clamdiu, président de Comité exécutif de Solvay, de se dire convaincu que «L'Inde recèle d'importantes opportunités de croissance et que ce centre contribuera largement à la stratégie de Solvay dans ce pays» En Inde, depuis le début des années 2000, Solvay occupe ici près de 900 salariés affectés principalement à la production de polymères spéciaux, de plastiques techniques, de tensioactifs et autres produits chimiques. En 2011, Solvay a réalisé, en Inde, un chiffre d'affaires de 180 millions d'euros et espère doubler ses revenus, sur ce même marché, à l'horizon 2015. ■

<http://www.solvay.com>

De son côté, UCB annonce avoir mis en commun ses ressources avec la société brésilienne Meizler afin de créer Meizler UCB Biopharma. «Ce partenariat avec Meizler s'inscrit dans la stratégie de croissance d'UCB et repose plus spécifiquement sur l'infrastructure locale, l'expérience d'Avi Meizler et de l'excellente réputation de son équipe» explique Roch Doliveux, administrateur délégué d'UCB. «Septième plus grande puissance biopharmaceutique au monde, le Brésil était l'un de nos marchés clés, bien que nous n'y fussions pas directement présents. Ce partenariat renforcera notre présence dans la région et nous permettra de créer une plate-forme pour lancer de nouveaux produits, rendant nos médicaments accessibles à toujours plus de nouveaux patients», ajoute Roch Doliveux. Fondé en 1990 par Avi Meizler, Meizler Biopharma compte environ 130 salariés et commercialise, sous licence, un portefeuille de spécialités pour différentes niches thérapeutiques, dont le système nerveux central et l'immunologie. ■

<http://www.ucb.com> et <http://www.meizler.com.br>





**À** l'occasion de la Conférence des Nations unies de Rio, l'Université catholique de Louvain (UCL) s'est ralliée aux quelque 150 universités des quatre coins de monde qui se sont engagées, par la signature d'une déclaration, à reconnaître leur responsabilité dans la construction du monde de demain et à adopter des pratiques durables.

Par l'adhésion à cette charte, l'UCL s'engage, d'ici à 2015, à accélérer la réduction de son empreinte écologique sur le campus; à offrir des formations spécifiques en matière de développement durable, en veillant à ce que cette dimension soit présente, sous forme de tronc commun, à tous les étudiants; à développer des travaux en développement durable, incluant le problème de durabilité dans toutes les démarches; et à proposer des services à la société axés sur le durable pour rencontrer les questions des citoyens, organisations marchandes et non marchandes. ■

[thierry.desmedt@uclouvain.be](mailto:thierry.desmedt@uclouvain.be)

Coup d'crayon

Illustration: Olivier SAIVE/Cartoonbase



*Vous n'avez pas pu rater l'information: le 6 août dernier, le robot Curiosity a atterri sur Mars sans encombre. Après une série de tests, il s'est lancé dans ses investigations. L'environnement martien a-t-il jamais été propice au développement de la vie? Pourvu que le jeu en vaille la chandelle (2,5 milliards de dollars)!*

**BLOG Santé** Plus de 500 membres et des nouveautés en rafale ont poussé BioWin, le pôle de compétitivité Santé de Wallonie, à ouvrir [Win-Health.org](http://Win-Health.org), blog d'informations sur l'actualité de ses membres. «Cet outil répond à la stratégie de BioWin d'illustrer l'excellence scientifique et industrielle de Wallonie dans des domaines à l'échelle mondiale» explique Frédéric Druk, directeur des Relations internationales de BioWin. L'objectif de cet écran de veille est d'apporter à tout moment une vue sur l'innovation des acteurs de santé de Wallonie en biopharmacie, thérapie cellulaire, diagnostic, radio pharmacie, imagerie médicale, dispositifs médicaux, produits biotechnologiques et services de support.

→ À suivre sur <http://win-health.org>

## Le Zénobe à 12 000 euros



Vous êtes une entreprise ou une unité de recherche  
Vous avez mis en place une innovation pour améliorer un produit, un service ou un processus

**E**ntreprises, universités ou centres de recherche agréés de Wallonie, à vos marques, la cuvée 2012 du Zénobe récompensera cette fois les innovations non technologiques: logistique, design, méthodes commerciales, méthodes de conception, méthodes d'organisation, etc.

Biennale lancée en 2005, Zénobe entend faire connaître les actifs des entreprises innovantes et chercheurs de Wallonie et montrer l'importance des enjeux d'une politique ambitieuse de support à la recherche et à l'innovation dans l'essor des économies modernes.

Action du programme *Creative Wallonie*, la promotion du Prix Zénobe est assurée par la DGO6, le *Conseil économique et social de Wallonie (CESW)*, le Conseil de la Politique scientifique et le Gouvernement wallon. Pour l'édition 2012, la clôture des candidatures est fixée au 30 septembre et la remise des prix au 29 novembre à 18h30 au *Pass de Frameries (Mons)* en présence du Ministre wallon des Technologies nouvelles et du Ministre wallon de la Recherche. ■

<http://www.prixzenobe.be>

# C'est la rentrée !

## Mon job ? Le CO !

La réponse étonne et pourtant, elle risque de devenir courante dans les prochaines années ! En effet, si tout le monde parle de lutter contre les émissions de CO<sub>2</sub>, personne ne sait finalement quelle stratégie adopter ? Comment évaluer les angles d'attaque, analyser les résultats et les comprendre ? En réponse à ces questions qui titillent tous les milieux, l'Université de Liège (ULg) et l'Université catholique de Louvain (UCL) organisent une formation «high level» en matière de gestion stratégique du carbone.

«Auditeurs carbonés ou experts en management du carbone sont des métiers qui émergent et requièrent des compétences particulières pour compiler les émissions carbone, dresser un diagnostic des émissions issues de l'activité de l'entreprise et de ses produits ou développer une stratégie carbone afin de concilier développement économique et écologique», explique Angélique Léonard, professeur et chargée de cours à la Faculté des Sciences appliquées de l'ULg.

Concrètement, la formation en management stratégique du carbone s'adresse aux ingénieurs civils ou industriels, bio-



ingénieurs, architectes, ingénieurs de gestion ou toute personne souhaitant développer des activités de conseil, auditeur ou stratège carbone. Cette formation se déroulera de septembre 2012 à décembre 2013, le vendredi de 9h à 17h à Louvain-la-Neuve. ■

<http://www.ulg.ac.be> (onglet formation continuée).

## Nouveau master

Wallonie rime avec aérospatial. Aussi, la Haute École provinciale du Hainaut-Condorcet (HEPCH) à Charleroi propose, depuis cette rentrée, un master en aérotechnique en vue de former des salariés capables de gérer un service complet sur le plan technique, humain ou opérationnel.

Le programme touche au développement de compétences essentielles en mécanique, électricité et automatisation pour des débouchés dans les compagnies aériennes, de maintenance, de construction aérospatiale, défense, enseignement, administration, etc. ■

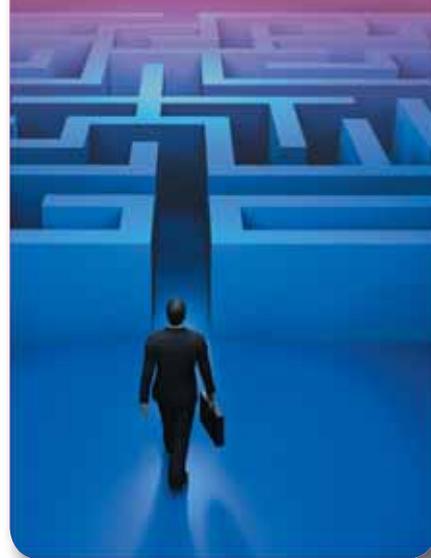
<http://www.condorcet.be>

## Le chiffre

# 6

Six entreprises belges sur dix sont présentes sur Facebook, nous révèle une enquête d'InSites Consulting. Comme quoi, les simples mortels ne sont pas les seuls à se balader dans les labyrinthes des réseaux sociaux. Trois sociétés belges sur dix écoutent les conversations des consommateurs sur les réseaux sociaux et sept sur dix répondent aux questions et plaintes transmises par les clients via le réseau ! Mais en dépit d'un usage élevé du réseau social par les entreprises belges, la manière dont celles-ci l'appréhendent est encore trop souvent distincte de leur stratégie générale.

<http://www.insites-consulting.com>



# FOCUS

UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

sur: **DSi**



Texte: **Jacqueline REMITS** · [jacqueline.remits@skynet.be](mailto:jacqueline.remits@skynet.be)

Photos: **DSi**

## Carte d'identité

NOM

DSi SPRL

ANNÉE DE CRÉATION

2000

SECTEUR D'ACTIVITÉ

services, équipements de mesures  
et moyens d'essais pour le développement  
de moteurs et lubrifiants

CHIFFRE D'AFFAIRES

1,9 million d'euros en 2011

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

16

ADRESSE

rue Mont d'Orcq, 3  
(Tournai-Ouest), 7503 Froyennes

TÉLÉPHONE

069/640.604

SITE INTERNET

[www.deltabeam.net](http://www.deltabeam.net)

10

**C**omme souvent, cette entreprise est née d'une bonne idée. Et Thierry Delvigne, son fondateur, en a plus d'une dans son sac ! Son flash pour DSi ? Proposer des services et des équipements industriels vraiment particuliers. Ils reposent, en effet, sur la mise en œuvre de radiotraceurs dans le développement de moteurs pour le secteur automobile et de lubrifiants et additifs pour les secteurs aéronautique et pétrochimique.

Comment ça se passe ? «Ces techniques novatrices nous permettent de voir au travers du moteur, un peu comme l'image-

rie médicale permet de voir au travers du corps humain, explique Thierry Delvigne. Nous pouvons ainsi découvrir les caractéristiques de certaines pièces en fonctionnement sans les démonter.»

## Moteurs passés aux rayons X

Chez DSi, plusieurs nouvelles méthodologies ont été développées et brevetées. «Il s'agit de mesurer, en continu, le taux de dilution de l'huile par le carburant en provenance des chambres de combustion grâce au marquage de lubrifiant, développe-t-il. Nous assurons aussi le suivi de la dégradation de systèmes de dépollution des gaz d'échappement par le marquage des éléments métalliques dans les additifs des lubrifiants. Nous procédons également à la mesure de la consommation d'huile grâce à un radiotraceur spécifique et du

taux d'aération de l'huile par transmission de rayons X.» Cerise sur le gâteau, la société développe ses propres moyens d'essais. «Actuellement, nous disposons de trois bancs d'essais pour réaliser les mesures de nos clients. Mais bientôt, nous en compterons plus.»

Quel sont les avantages de ces techniques novatrices ? «La mesure en ligne, la courte durée des essais, la lutte contre la pollution, ou encore la réduction des coûts comptent parmi les avantages. Quand elles sont appliquées à l'optimisation de moteurs à combustion interne, de lubrifiants et d'additifs, ces techniques répondent particulièrement bien au besoin essentiel de réduction des nuisances environnementales.»

Parmi les clients de DSi figurent les principaux centres de recherche impliqués dans le développement de moteurs thermiques pour le secteur automobile, de lubrifiants pour les compagnies pétro-

lières et la compétition automobile, dont la F1. «*Nous leur apportons des outils de mesure sophistiqués, pour la plupart brevétés, et dont ils ne disposent pas.*» Le marché de DSi s'étend sur la Belgique, la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni, ainsi que l'Amérique du Nord grâce à son antenne de Montréal.

## Un coup de pouce régional bienvenu

On s'en doute, travailler pour le secteur automobile, qui vit des temps difficiles, demande une bonne dose d'innovation. «*D'autant que nous travaillons beaucoup avec des constructeurs français qui souffrent encore plus que les autres,* souligne Thierry Delvigne. *Mais nous avons la chance de proposer une diversité de nouveaux produits développés avec l'aide de la Région wallonne. Depuis le début de notre activité, nous avons toujours eu recours à des aides régionales. Au début, c'était pour engager du personnel, ingénieurs ou physiciens. Nous avons effectué pas mal de projets de recherche en partenariat avec les universités de Liège, Bruxelles, Louvain et Namur. Cela nous a permis de passer d'un seul produit à six techniques de mesure.*»

DSi et la Région wallonne, c'est déjà une longue histoire ! En 2005, la société tournaise a, en effet, été lauréate du Prix de l'Innovation, catégorie «*Jeune Entreprise Innovante*». Elle s'est distinguée également hors de chez nous : l'année suivante, elle a reçu l'*Award SAE (Society for Automotive Engineering)* à Toronto pour ses travaux de recherche menés avec *Total France*. Elle a mis en place le projet «*Tribofutur/Tribowal, les revêtements du futur, leur lubrification et leur caractérisation*», en collaboration avec les universités wallonnes, ainsi que des

partenaires industriels. Le projet a été recommandé par le Pôle MecaTech pour la labellisation par la Région wallonne dans le cadre du Plan Marshall.

DSi a également fait appel à l'aide «*Projet de développement expérimental*». «*Lorsque l'on développe un nouvel équipement pour une technique de mesure innovante, on passe forcément par un prototype, détaille le fondateur gérant de DSi. Nous avons bénéficié à plusieurs reprises de ce type d'aide. Elle couvre à la fois les dépenses au plan du matériel et celles du personnel impliqué dans la recherche. Nous la réalisons en partenariat avec des universités. Si nous n'avions pas pu bénéficier de ces aides, aujourd'hui, la société ne compterait pas seize personnes, mais peut-être seulement huit ou neuf. Elles nous ont permis de développer des appareils sans trop utiliser nos fonds propres et sans devoir emprunter. Beaucoup d'aides de la Région wallonne l'ont été sous forme d'avances récupérables. Une fois l'appareil commercialisé, on les rembourse au fur et à mesure. Ce petit plus nous permet de nous lancer dans des travaux de recherche que nous n'aurions peut-être pas effectués. Par an, nous consacrons près de 10% de notre chiffre d'affaires en R&D. Les aides de la Région wallonne représentent environ 5%. Ce qui nous permet de réaliser deux fois plus de recherches !*»

Pour quel résultat ? La société est en croissance constante. Après un démarrage sur les chapeaux de roue en 2000, forte de son succès et huit ans plus tard, DSi s'est installée dans de nouveaux locaux plus vastes. Aujourd'hui, ceux-ci sont déjà devenus trop petits ! «*L'acquisition d'un terrain voisin va nous permettre de construire un deuxième bâtiment et d'étendre nos moyens d'essais jusqu'à huit bancs moteurs !*», se réjouit Thierry Delvigne. ■

## Le projet de développement expérimental en résumé :

### Type de promoteur:

Petite, moyenne, grande ou entreprise non autonome dont le siège d'exploitation se situe en Wallonie.

### Partenariat:

Autorisé

### Objet:

- Seul: avance récupérable
- En partenariat: subvention au même taux ou avance récupérable à un taux supérieur.

### Taux d'intervention:

L'intervention maximale de l'aide varie entre 40 et 75% des dépenses admissibles en fonction du type d'entreprise et des caractéristiques du projet.

### Dépenses éligibles:

- les dépenses de personnel relatives aux chercheurs et techniciens
- le coût du matériel utilisé (acquisition et amortissement)
- les dépenses de sous-traitance et l'acquisition de brevets ou licences
- les frais généraux
- les dépenses de fonctionnement (le coût des matériaux, fournitures,...)

### Propriété des résultats:

Vous êtes propriétaire des résultats de vos recherches et vous en disposez dans le respect de la convention et de l'accord de consortium établi entre partenaires le cas échéant.

### Délais:

Avis positif ou négatif au maximum dans les 3 mois qui suivent la réception de votre dossier complet.



### Plus d'infos:



Département du développement technologique

Direction des Projets de Recherche  
Tél.: 081/33.45.62

[raymond.montfort@spw.wallonie.be](mailto:raymond.montfort@spw.wallonie.be)

<http://recherche-technologie.wallonie.be/go/sbv>

Série : INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES: UNE AVENTURE CAPTIVANTE !



# Colorimètre et spectromètre :

pour  
analyser  
lumière  
et  
matière

12

*L'aventure de la spectroscopie et des spectromètres démarre en 1666 avec Newton et la décomposition de la lumière solaire. Ces instruments ont suscité d'innombrables découvertes et inventions. Les domaines d'applications vont de la recherche fondamentale au contrôle des processus industriels, en passant par l'astrophysique, la pharmacie, la biologie, la toxicologie, l'agro-alimentaire, l'environnement, la rénovation artistique, l'archéologie, la police scientifique...*

Texte: **Christiane DE CRAECKER-DUSSART**  
[c.decraecker@skynet.be](mailto:c.decraecker@skynet.be)

Photos: **CNRS Photothèque/C. LEBEDINSKY**  
(p.12), **CNRS Photothèque/**  
**C. FRESILLON** (p.14), **CNRS**  
**Photothèque/H. RAGUET** (p.14)

## La naissance de la spectroscopie

Cette découverte fondamentale, que Newton appelle «spectre» et qu'il expose dans son ouvrage *Opticks* paru en 1704, est la première étape qui ouvre la voie à l'une des méthodes les plus fines d'analyse de la matière: la **spectroscopie**. Bouguer, en 1729, découvre que la lumière est absorbée différemment par le verre selon son épaisseur. Cette constatation, affinée 30 ans plus tard par Lambert et finalisée en 1852 par Beer, aboutit à la **loi**

*Appareil de spectroscopie micro-Raman et visualisation de l'analyse d'un monocristal de diamant.*

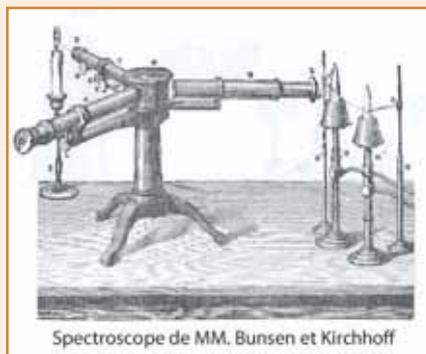
*Les analyses par spectrométrie en général sont rapides, précises et sensibles. Elles ne demandent que peu de substances, mais nécessitent une instrumentation plus ou moins sophistiquée et donc coûteuse, souvent couplée à la chromatographie (voir Athena n° 273, septembre 2011), et un personnel d'autant plus qualifié, soigneux et méticuleux que les concentrations sont faibles (traces et ultra-traces), sous peine de trouver n'importe quoi n'importe où !*

**L**a **colorimétrie** était déjà pratiquée par les Grecs, qui comparaient visuellement les colorations d'échantillons et de témoins de concentrations connues. Elle prend un caractère scientifique avec Newton au 17<sup>e</sup> siècle. Cet illustre pionnier constate que la lumière blanche du Soleil n'est pas simple, mais formée des couleurs élémentaires de l'arc-en-ciel, qui vont du rouge au violet. En 1666, il met en évidence la dispersion et la réfraction (déviation) de la lumière: il décompose en ses différentes couleurs un faisceau lumineux solaire par un prisme de verre.

de Beer-Lambert, qui établit une relation entre concentration de l'**analyte** et **absorbance** du rayonnement. En 1800, William Herschel montre l'existence des infrarouges (**IR**) et, en 1801, Ritter découvre les ultraviolets (**UV**). En 1802, Wollaston détecte la présence de raies d'absorption dans le spectre solaire. Fraunhofer réétudie celui-ci en 1814, au moyen de son instrument de décomposition de la lumière. Il observe que le spectre obtenu n'est pas continu, mais présente de nombreuses raies fines (il en compte alors 576), sombres et irrégulièrement espacées. Un grand pas est franchi qui permet de considérer ce physicien comme l'inventeur du **spectroscopie**. Dès 1823, John Herschel et Fox Talbot avancent que chaque élément chimique a un nombre de raies lumineuses bien déterminé; ils suggèrent donc d'utiliser le spectroscopie pour analyser les substances chimiques. Edmond Becquerel photographie le spectre solaire dès 1842.

## Analyse spectrale et spectrométrie

L'élan est donné. Les recherches se multiplient sur les spectres émis par différentes sources de lumière en laboratoire: lampes, flammes, étincelles. C'est ainsi qu'en 1859, Kirchhoff et Bunsen enrichissent la flamme d'un bec bunsen avec du sodium et déterminent les raies du spectre caractéristique de cet élément avec leur spectroscopie (voir ci-dessus). Cette découverte est essentielle: les spectres émis par les différents corps irradiés de lumière sont bien formés d'une série de raies précises et caractéristiques des corps émetteurs. Chaque élément chimique a donc ses raies, le spectre émis apparaissant comme sa «signature lumineuse». Ils viennent de mettre au point un formidable moyen d'analyse de tout ce qui émet de la lumière: l'analyse spectrale, régie par les trois lois de Kirchhoff (voir schéma ci-contre). Non seulement, ils peuvent déterminer les séries de raies des éléments connus, mais en plus ils découvrent de nouveaux éléments, comme le césium en 1860 et le rubidium en 1861. En 1862, Angström, qui s'intéresse aussi aux spectres, découvre la présence d'hydrogène dans le Soleil. Il établit d'ailleurs l'unité de longueur d'onde des



Spectroscopie de MM. Bunsen et Kirchhoff

raies spectrales de la lumière, qui porte son nom ( $1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm} = 0,1 \times 10^{-9} \text{ m}$ ). En 1868, Janssen et Lockyer découvrent, chacun de leur côté, l'hélium dans le spectre solaire. Il devient donc possible de connaître la composition chimique d'un astre en étudiant son spectre depuis un laboratoire sur la Terre! À partir de cette date, on entrevoit les progrès fulgurants de l'astrophysique...

Différents analyseurs émergent. En 1868, Duboscq conçoit un **colorimètre** à prismes servant à comparer deux échantillons, l'un inconnu, l'autre témoin; il subsistera dans les laboratoires jusque vers 1960. En 1880, Michelson invente l'**interféromètre** et l'**interférométrie**. En 1895, Röntgen découvre les rayons X (**RX**). Il est désormais possible, par divers **spectromètres** et **analyseurs spectrochimiques**, de déterminer l'identité des atomes et molécules et la composition des matières, donc d'analyser des substances inconnues dans un mélange complexe. Les applications se multi-

## Quelques applications de spectromètres parmi bien d'autres

### CG-SM/GC-MS et CL-SM/LC-MS

Méthodes de choix en pharmacie (référence en Pharmacopée), contrôle anti-dopage, police scientifique, surveillance alimentaire et environnementale, etc.

### (Spectro)(Photo) Colorimètre

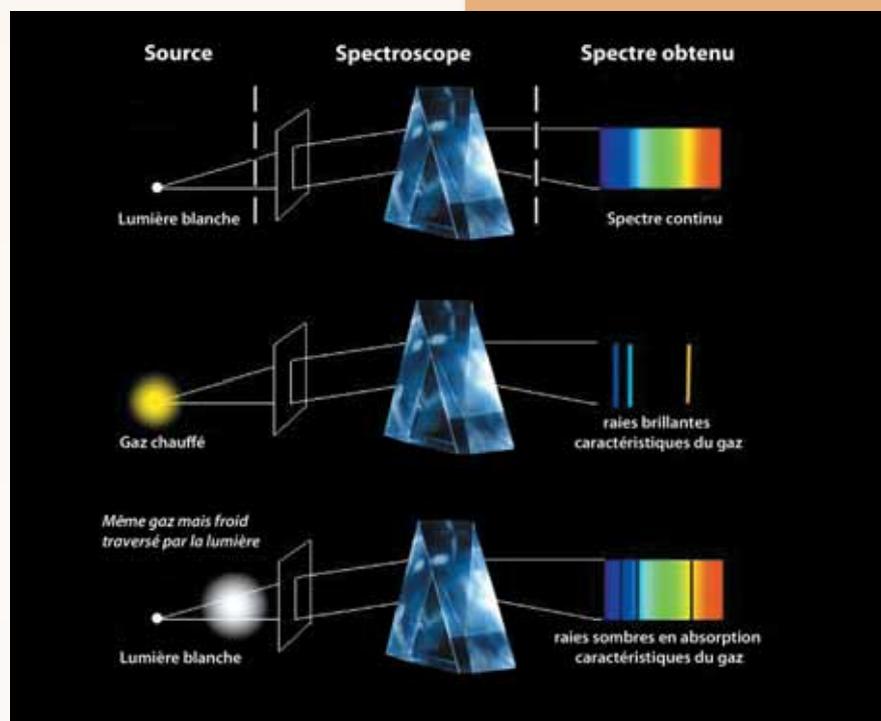
Utilisé couramment en analyse des couleurs en laboratoires (pharmaceutiques, biologiques, électroniques, photographiques, artistiques, ...), dans l'industrie, en analyse fine des eaux, etc.

### SAA/AAS

Méthode quantitative, sélective et très sensible pour (ultra)traces de plus de 60 éléments, en pharmacie (référence en Pharmacopée), biochimie, agroalimentaire, hydrologie, environnement, ...

### UV-vis

Aisée et très utilisée en détection de chromatographie, pharmacie, toxicologie, alimentation, pollution, équilibres et cinétique en solution, etc.





14

Analyses Raman du «grand» Bouddha Amida en bronze au musée Cernuschi (musée des arts de l'Asie de la ville de Paris).

La tête de mesure, permettant la focalisation du faisceau laser vert à faible puissance (voir vignette), est positionnée pour analyser la patine et les produits de corrosion du socle en fleur de lotus. Cette tête déportée est reliée à la source laser et au spectromètre par de la fibre optique. Le chercheur optimise la focalisation en fonction du spectre apparaissant sur l'ordinateur portable avec l'aide de la chercheuse.

Cette analyse Raman (non destructive, sans contact et plus fine que l'IR) des phases constitutives de la patine est effectuée afin de documenter sa technologie d'élaboration et son état de conservation.

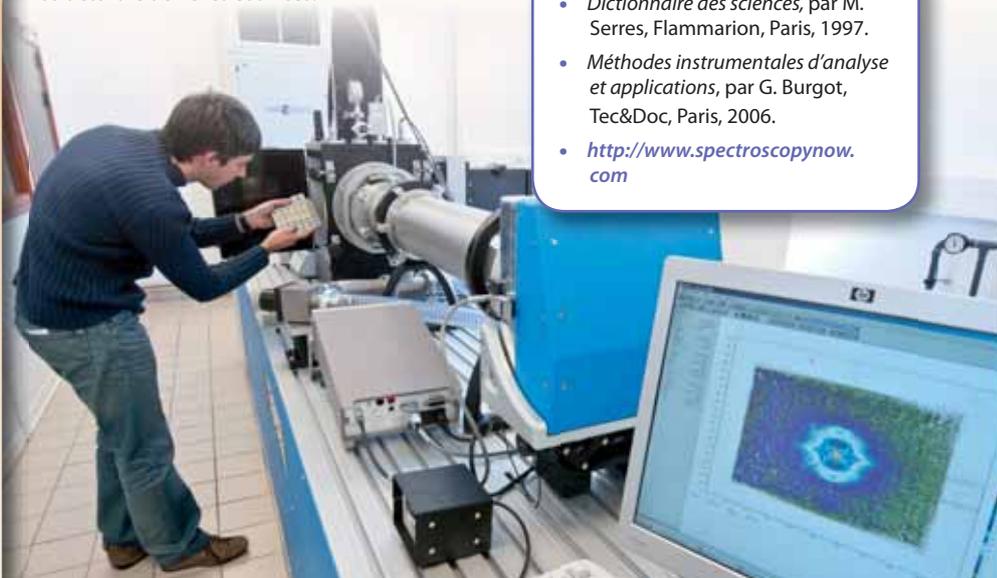
plient en spectrographies structurales, qualitatives et quantitatives, que ce soit en UV-visible, IR, RX ou fluorescence (fluorimètres: SFA/AFS, SFX/XRF). La gamme des spectromètres optiques s'étend (SAA/AAS, SEA/AES,...).

## Le fin du fin

Au 20<sup>e</sup> siècle viennent les explications de ces phénomènes. En 1911, Rutherford (qui avait auparavant découvert les rayons  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  avec d'autres savants) explique l'existence de différentes bandes colorées par le fait que les atomes sont constitués d'un noyau chargé positivement et d'électrons chargés négativement. C'est le premier modèle de structure atomique. En 1913, Bohr complète cette théorie en constatant que les atomes ont des niveaux d'énergie discontinus et produisent une lumière de longueur d'onde spécifique. Le nombre et le type d'atomes d'un élément correspondent à une couleur, c'est-à-dire une bande donnée du spectre. Ils auront le prix Nobel, le premier de Chimie en 1908, le second de Physique en 1922.

À partir de 1913, Thomson, qui avait déjà prouvé l'existence des électrons (prix Nobel de Physique en 1906), découvre la spectrométrie de masse permettant de détecter et d'identifier des molécules par mesure de leur rapport masse sur charge et de caractériser leur structure chimique. Cette méthode est ensuite

*Spectromètre SAXS (Small-angle X-ray scattering) diffusion de RX aux petits angles, pour analyse structurale de fibres et silices.*



mise au point par Aston en 1919, ce qui lui vaut le prix Nobel de Chimie en 1922. Et les progrès continuent. Raman découvre en 1928 un phénomène optique, par lequel un milieu peut modifier très légèrement la longueur d'onde de la lumière qui y circule. En découlent le spectromètre Raman, aux analyses très fines, et... le prix Nobel de Physique en 1930. Kastler présente en 1936 une thèse se rapportant à la spectroscopie et à la physique de la matière. Il reçoit le prix Nobel de Physique en 1966 pour «l'ensemble des méthodes optiques et spectroscopiques développées». C'est le précurseur du laser, de plus en plus utilisé dans les spectrographes. Auparavant, en 1945, Bloch et Purcell découvrent la résonance magnétique nucléaire RMN, à la base d'une méthode spectrométrique structurale irremplaçable.

Force est de constater que le spectromètre a suscité d'innombrables recherches fécondes, depuis les prémisses dues à Newton. C'est dire son importance en analyse de lumière et de matière, y compris de traces et ultratrace, ou comme détecteur d'un chromatographe (CG-SM/GC-MS, CL-SM/LC-MS,...) et ses innombrables applications. ■



### Pour en savoir plus:

- Analyse chimique. Méthodes instrumentales, par F. Rouessac, Dunod, Paris, 2009.
- Analyseurs industriels, par M. Grout, Hermes, Paris, 2000.
- Chimie analytique, par Skoog, De Boeck, Bruxelles, 2012.
- Dictionnaire des sciences, par M. Serres, Flammarion, Paris, 1997.
- Méthodes instrumentales d'analyse et applications, par G. Burgot, Tec&Doc, Paris, 2006.
- <http://www.spectroscopynow.com>

## GLOSSAIRE

(Burgot, 2006; IUPAC, 1999; Quevauviller, 2001; Rouessac, 2009 et 2011; Skoog, 2012; Valeur, 2011)

## Types d'instruments et techniques (l'acronyme anglais est d'usage généralisé)

<b>Analyseur spectrochimique</b> ou <b>spectrométrie</b>	Analyseur physicochimique basé sur la mesure de l'absorption, de l'émission ou de la fluorescence, proportionnelle à la dose d' <i>analyte</i> .
<b>CG-SM</b> (GC-MS)	Méthode d'analyse chimique couplée, dans laquelle un <i>spectromètre de masse</i> (SM/MS) est utilisé comme détecteur en chromatographie gazeuse (CG/GC).
<b>CL-SM</b> (LC-MS)	Méthode d'analyse chimique couplée, dans laquelle un <i>spectromètre de masse</i> (SM/MS) est utilisé comme détecteur en chromatographie liquide (CL/LC).
<b>(Spectro)(Photo)Colorimètre</b> ou <b>Analyseur par Colorimétrie</b>	Instrument optique de mesure du rayonnement électromagnétique visible (environ 380 à 780 nm) avec l'œil humain comme détecteur; instrument de mesure de la couleur basée sur une comparaison optique de couleurs de référence.
<b>(Spectro)Fluorimètre</b>	Appareil permettant des mesures quantitatives de fluorescence.
<b>(Spectro)Fluorimètre atomique (SFA)</b> (AFS)	<i>Spectromètre</i> ultrasensible basé sur l'émission de photons par atomes excités via un rayonnement dont l'énergie vaut la différence entre 2 niveaux d'énergie atomique.
<b>Interféromètre</b> et <b>Interférométrie</b>	Appareil de mesure par <i>interférométrie</i> , méthode de mesure de très grande précision, fondée sur les phénomènes d'interférence.
<b>Spectrographe</b>	Combinaison d'un appareil spectral (avec réseau ou prisme dispersant le rayonnement) et d'une caméra, pour enregistrer l'image d'un spectre.
<b>Spectromètre</b>	Combinaison d'appareils spectraux avec un détecteur, pour mesurer l'intensité d'une bande spectrale et avoir des informations structurales, qualitatives et quantitatives.
<b>Spectromètre d'absorption atomique (SAA)</b> (AAS)	<i>Spectromètre</i> basé sur le processus au cours duquel des atomes non excités (en flamme, four ou plasma) absorbent le rayonnement caractéristique d'une source.
<b>Spectromètre d'absorption UV-visible (UV-vis)</b>	<i>Spectromètre</i> travaillant dans 3 plages de longueurs d'onde: le proche UV (185-380 nm), le visible (380-780 nm), le très proche IR (780-1100 nm).
<b>Spectromètre de masse (atomique) (SM)</b> (MS)	Instrument où l'on sépare les ions (gazeux) suivant le rapport masse/charge et mesure électriquement l'intensité du faisceau d'ions. Il n'utilise pas de rayonnement.
<b>Spectromètre d'émission atomique (SEA)</b> (AES)	<i>Spectromètre</i> basé sur l'émission de rayonnement par des atomes amenés (à $t^\circ \geq 6000^\circ\text{C}$ ) à un état excité par plasma, flamme, arc électrique ou étincelle.
<b>Spectromètre de résonance magnétique nucléaire RMN</b>	Analyseur de l'interaction apparaissant entre les noyaux des atomes, quand on les soumet à un champ magnétique intense et constant, produit par un aimant.
<b>Spectromètre fluorescence X (SFX)</b> (XRF)	<i>Spectromètre</i> fondé sur la mesure des énergies et des intensités des RX caractérisant nature et teneur des éléments présents, réémis après irradiation.
<b>Spectromètre infrarouge IR (SIR)</b> (IRS)	<i>Spectromètre optique</i> d'absorption travaillant dans le domaine de l'IR. Le proche IR occupe le domaine situé entre 0,78 et 2,5 $\mu\text{m}$ ; le moyen IR entre 2,5 et 50 $\mu\text{m}$ .
<b>Spectromètre optique</b>	<i>Spectromètre</i> mesurant l'absorption (voir SAA/AAS), l'émission (voir SEA/AES) ou la fluorescence de rayonnement UV, visible ou IR par des <i>analytes</i> .
<b>Spectromètre (à diffusion) Raman</b> ou <b>Diffuseur Raman</b>	Exploite l'effet Raman: changement discret de la diffusion d'un rayonnement traversant un milieu. Une fraction de la lumière diffusée a une longueur d'onde $\lambda \neq$ lumière incidente, suite à la structure des molécules.
<b>Spectroscope</b>	<i>Spectromètre</i> simplifié d'observation et d'évaluation visuelles d'un spectre optique.
<b>Spectroscopie</b>	Analyse des interactions rayonnement-matière en fonction de la (des) longueur(s) d'onde $\lambda$ . Méthode mesurant l' <i>absorbance</i> , l'émission, la fluorescence,...

## Autres termes techniques

<b>Absorbance (A)</b>	Logarithme du rapport entre la Puissance incidente initiale $P_0$ d'un rayonnement et sa puissance transmise $P$ , après qu'il ait traversé un milieu absorbant: $A = \log P_0/P$ .
<b>Analyte</b>	Constituant à «doser» dans un échantillon, où sa concentration est à mesurer.
<b>Loi de Beer-Lambert</b>	Relation fondamentale décrivant l' <i>absorbance</i> de rayonnement par la matière: $A = \log (P_0/P) = abc$ , où $a$ est le coefficient d'absorption, $b$ la longueur du trajet dans le milieu absorbant (en cm,...) et $c$ la concentration de l'espèce absorbante (en g/l,...).
<b>Trace</b>	Concentration d'un <i>analyte</i> de l'ordre du ppm (partie ou part par million = $10^{-6}$ ).
<b>Ultrace</b>	Concentration d'un <i>analyte</i> de l'ordre du ppb (partie ou part par milliard = $10^{-9}$ ).

## L'ADN de...

Jonathan  
PARDO

Infographiste

Propos recueillis par **Géraldine TRAN** - [geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)Photos: **SCIENCE** (ADN), [freeimageslive.co.uk](http://freeimageslive.co.uk) (p.16), **J. PARDO** (pp.16-17)

## Recto

**Je crois savoir que le graphisme n'était pas vraiment une vocation ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ?** Je suis passionné de graphisme depuis l'adolescence mais je ne me suis jamais rendu compte qu'il pouvait s'agir d'une voie professionnelle. Puis un jour, quelqu'un m'a demandé une réalisation, jugeant que mon travail valait la peine d'être rémunéré. Et là je me suis dit: «Ha oui ! En fait, graphiste, c'est un vrai métier !»

**Comment, d'ingénieur de gestion, devient-on graphiste ?** Je suis autodidacte et c'est la passion qui a principalement guidé mon apprentissage. Du graphisme, j'en faisais tout le temps, sans même m'en rendre compte. J'ai multiplié les contacts avec des gens du métier, lu des kilos de bouquins, passé du temps sur des forums et discuté des milliers d'heures avec d'autres passionnés. Et puis, un jour, j'ai osé le dire : «je pense que je suis graphiste».

**Vous avez lancé votre propre entreprise, quels sont vos projets en cours et à venir ?** En ce moment, je recentre mon activité sur la démarche d'identité graphique (création de logos,...) et me spécialise davantage dans les supports imprimés. À l'avenir, je souhaiterais approfondir les démarches d'accompagnement des clients en termes d'identité graphique et intégrer dans mon travail une activité de photographie.

**Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «graphico-scientifiques» ?** Un de mes premiers projets était le graphisme pour le gala annuel d'une association pharmaceutique. J'ai dû d'abord comprendre de quoi il s'agissait, scientifiquement parlant, avant de pouvoir créer une image cohérente dans les supports. C'est une démarche très enrichissante. J'adore travailler avec le milieu scientifique: le graphisme est une réelle valeur ajoutée pour la diffusion des sciences vers un grand public.

**Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ?** C'est d'abandonner des idées

qu'on juge bonnes et efficaces pour «faire plaisir» au client. Le graphisme est une activité qui fait appel aux goûts, à la subjectivité. Il faut une faculté d'adaptation à toute épreuve: rebondir, mieux comprendre, abandonner ses premières idées, faire différemment. Et comme on n'a pas encore installé sur l'être humain un bouton «créativité ON/OFF», ça peut parfois être compliqué.

**Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ?** C'est de pouvoir dire «je suis graphiste !». Quand on sort d'études universitaires, qui plus est en gestion, on a une étiquette sur le front. Comme j'ai tout appris en autodidacte et que je n'ai pas l'étiquette diplomante «gradué en infographie», il a fallu que je fasse mes preuves et ça n'a pas toujours été facile. Aujourd'hui, le bouche à oreille fonctionne bien et les clients me font confiance. Avoir transformé une passion en activité professionnelle, c'est ce que je considère comme ma plus grande réussite.

**Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ?** D'abord, il faut se détacher des étiquettes. Le diplôme est une chose mais la passion en est parfois une autre. Des compétences, on peut en acquérir à tout moment dans sa vie. Ensuite, pour ce qui est du graphisme, il faut s'immerger. Internet est une source inépuisable d'informations, d'inspirations, de possibilités. Enfin, il ne faut jamais cesser d'y croire. On peut avoir des moments de démotivation, mais l'important c'est de s'accrocher à son objectif, de regarder loin devant et d'avoir confiance en soi. ■



NOM: PARDO

PRÉNOM: Jonathan

ÂGE: 30 ans

ENFANTS: 2 tortues seulement 😊

PROFESSION: Conseiller Marketing et Communication  
(Direction d'Administration et de Valorisation  
de la Recherche à l'UMONS) et infographiste (Onirys)FORMATION: Collège Saint-Stanislas de Mons  
et ingénieurat de gestion à l'UMONS, Faculté WarocquéADRESSE: UMONS: Rue de Houdain, 9 à 7000 Mons  
et ONIRYS: Rue de l'Athénée, 20, 7370 Dour  
Tél.: 065/37.47.85

## Plus d'infos:

[jonathan.pardo@umons.ac.be](mailto:jonathan.pardo@umons.ac.be)

[www.onirys.be](http://www.onirys.be)

[contact@onirys.be](mailto:contact@onirys.be)

## Verso

**Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ?** Photographe. J'ai toujours eu la passion des métiers du visuel et la photographie est un monde qui me plaît énormément. Si j'avais une seconde vie, je plongerais dans un vrai cursus et je me donnerais à fond dans cette profession.

**Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ?** Lire dans les pensées. Ça peut paraître intrusif mais à plein de moments, si je pouvais voir ce que les gens ont en tête, ça me ferait gagner beaucoup de temps dans mon travail !

**Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ?** Un cours sur la créativité. Pour pouvoir expliquer que la créativité, ce n'est pas seulement un peintre qui crée une toile ou un directeur artistique qui crée une pub. La créativité, c'est une manière de penser qui, selon moi, permet de résoudre bien des problèmes.

**Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ?** Un téléporteur ! Quand on voit le temps que l'on perd dans les trajets, pouvoir passer instantanément d'un endroit à l'autre pourrait faire gagner un temps précieux. Pas sûr que je décroche un financement pour ça...

**Je vous transforme en un objet du 21<sup>e</sup> siècle, ce serait lequel et pourquoi ?** Un smartphone. Si on peut le voir comme une source d'addiction, on peut aussi le voir comme un outil de liberté. Rester en contact avec ses amis, partager des choses, atteindre une information dès qu'on le souhaite, etc. Ce sont des petites machines qui peuvent grandement faciliter la vie.

**Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ?** Ce n'est pas très exotique mais c'est en Irlande que je partirais. C'est un pays qui m'a toujours beaucoup fasciné. Je m'imagine bien ouvrir une petite maison d'hôtes dans la région du Connemara... avec un petit bureau de graphisme au fond du jardin, bien sûr.

**Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ?** Steve Jobs. J'aurais aimé discuter avec un homme qui est parvenu à développer au sein d'une société une marque aussi forte et complexe. Niveau créativité, il ne devait pas être en reste ! ■



# Le serious gaming:

## Jouer pour rééduquer



Texte: **Carine MAILLARD** • [carine.maillard@com-media.be](mailto:carine.maillard@com-media.be)

Photos: **Kinect Sports/Microsoft** (pp.18-19), **Lisa/CRAL** (p.20), **CRFNA** (p.20), **ULB** (p.21)  
**Neuroscience Research Australia** (p.21)

**Les jeux vidéo sont-ils un atout pour motiver à la rééducation ? Certainement, si l'on en croit les investissements consentis pour concevoir des jeux spécifiquement adaptés. Car on apprend toujours mieux en s'amusant et cela vaut pour tout le monde !**

18

Il n'y a pas si longtemps, la rééducation se limitait à des gestes, des postures, des exercices à reproduire et répéter, en fonction de son handicap. Souvent rébarbative, elle se heurtait à un manque de motivation chez pas mal de patients, en diminuant d'autant la qualité. Si ces répétitions sont toujours nécessaires, elles ont bénéficié de l'apport des ordinateurs, avec l'apparition de logiciels spécifiques.

Certains thérapeutes, conscients du problème de démotivation, ont cherché à le surmonter et contribué à créer des logiciels de rééducation un peu plus distrayants. Malheureusement, les jeux développés ne bénéficiaient pas d'un graphisme très attrayant, ni d'un ludisme extraordinaire... De plus, puisqu'ils étaient conçus exclusivement pour des

centres de rééducation et réadaptation, le prix pouvait atteindre des sommets...

C'est alors qu'est apparue, en 2006, une console de jeux, grand public, assez révolutionnaire, il faut bien l'avouer: la *Wii*. Son principe: le joueur tient une ou deux manettes à la main et ses mouvements sont reproduits par un personnage ou un objet sur l'écran, avec un effet sur le déroulement du jeu. Par exemple, il peut jouer au tennis en mimant les revers, coups droits, *smashes* ou services, et battre l'avatar de Roger Federer ou de Venus Williams... Le graphisme est réaliste, avec plusieurs niveaux de difficulté, des encouragements et des *incentives* pour toujours se surpasser... (1)

Ensuite a débarqué la *Playstation*, avec le même principe, mais avec un graphisme encore plus saisissant. Et récemment, le sommet a été atteint par la *Xbox*, avec la caméra *Kinect* où il n'est même plus question de manette à tenir: la caméra capte les mouvements du joueur et les reproduit ! (voir encadré page suivante)

Et parce qu'il s'agit de jeux pour le grand public, donc avec des coûts de conception amortissables sur un plus grand

nombre, les prix sont nettement plus abordables...

Les centres de rééducation ont dès lors saisi la balle au bond: ainsi, fin juin 2012, l'ULB a présenté un projet «*Serious Gaming*» qui rassemble différentes équipes qui utilisent les technologies actuelles, même des jeux grand public, au bénéfice de la rééducation.

### Bouger par la force du cerveau !

Se basant sur une recherche réalisée sur le cerveau des astronautes dans l'espace (expérience *Neurospat* de l'ESA), le *Laboratoire de neurophysiologie et de biomécanique du mouvement (LNMB)*, de la faculté des Sciences de la motricité de l'ULB a accumulé les connaissances et développé des interfaces entre le cerveau et l'ordinateur. «*On mesure l'activité du cerveau en analysant les ondes cérébrales en réponse à une stimulation visuelle. Ainsi, les ondes thêta enregistrées à la surface du cuir chevelu sont notamment produites par l'hippocampe lors des mouvements de navigation qui nous per-*

mettent de nous diriger dans notre environnement spatial. Ces ondes pourront être utilisées en rééducation», explique Guy Cheron (LNMB). Il a d'ailleurs lancé une spin-off de l'ULB et de l'Université de Mons, *Human Waves*, qui propose des services et développe des produits en neurotechnologie. (2)

«Les services et produits de *Human Waves* sont basés sur le paradigme PAMDA: Perception, Attention, Mémorisation, Décision et Action. La mesure de l'évolution des ondes cérébrales permet à *Human Waves* de développer un système d'entraînement des ondes cérébrales basé sur le principe du neurofeedback (Brain Wave Trainer). L'objectif est de commercialiser d'ici quatre ans un tel système pour les enfants et les patients souffrant de déficit de l'attention avec hyperactivité (TDAH). Cette pathologie touche de 3 à 7% des enfants dans nos pays. Les parents demandent des solutions de rechange aux médicaments et une approche multimodale.» Concrètement, face à l'écran, le joueur doit, avec ses ondes cérébrales, faire bouger une petite croix pour viser le centre de la cible. Mais les ondes cérébrales peuvent agir sur des objets plus complexes comme sur des avatars de l'homme en mouvement. Dans ce contexte, l'équipe du Pr Cheron est aussi impliquée dans un programme qui vise à développer la commande d'un exosquelette contrôlé par le cerveau, le tout dans un environnement de réalité virtuelle afin d'autonomiser la marche. Ce projet inti-

tulé «*Mindwalker*» est financé par l'Union européenne. (3)

## Jeu réel pour douleurs fantômes

Le *Laboratoire de l'Image: Synthèse et Analyse (LISA)*, de l'École polytechnique de l'ULB s'est allié au *Centre de réadaptation de l'appareil locomoteur (CRAL)* de l'hôpital Erasme pour contribuer au traitement des douleurs neuropathiques, en particulier celles situées dans un membre pourtant amputé (les douleurs fantômes), et celles que l'on appelle Syndrome Dououreux Régional Complexe (SDRC). «Ces douleurs sont généralement sévères, évaluées à plus de 5 sur une échelle de 10, et nécessitent des traitements médicamenteux lourds. On sait que ces douleurs proviennent d'une désorganisation corticale du système nerveux central, suite au traumatisme subi. Mais les mécanismes qui mènent à cette désorganisation ne sont pas encore bien compris», expliquent Benoît Penelle (LISA) et Dominique Mouraux (CRAL) (4)-(5). Inventée dans les années 90, la thérapie par miroir a démontré une certaine efficacité: l'idée est de permettre à la personne dont un membre a été amputé de voir le reflet du membre toujours présent dans un miroir et d'imaginer ainsi voir le membre absent. Cela rétablit une cohérence entre l'intention motrice du patient et le

retour visuel: le patient voit son membre bouger. Il en résulte une réorganisation corticale et de là une diminution persistante de la douleur. «Nous basant sur le succès de cette thérapie, nous avons utilisé la réalité augmentée: une caméra Kinect, un système de vision stéréoscopique actif (c'est-à-dire un écran 3D) et des lunettes adaptées. La caméra filme le patient amputé d'un membre, coupe le corps en deux parties et 'recolle' du côté du membre amputé l'image en miroir du côté sain (voir image 1 p. 20). Le patient qui fait des mouvements symétriques a donc l'impression que son bras amputé réalise réellement les mouvements, et le résultat final a un rendu naturel. Nous avons intégré un aspect ludique avec des cibles virtuelles à atteindre, ce qui réduit l'anxiété liée à la douleur. De plus, le système peut être utilisé à la maison.»

Pour évaluer son efficacité, un test clinique a été réalisé sur 8 patients présentant des douleurs neuropathiques; ils ont été soumis à minimum 6 séances de jeu par ce type de réalité virtuelle. L'intensité de la douleur a ainsi été réduite de 32% en moyenne, diminution qui a persisté dans le temps. Dans certains cas, la douleur a même disparu après 10 séances à raison de 5 séances par semaine. Après 3 mois, l'absence de la douleur était toujours maintenue ! «Ces résultats sont encourageants, mais nous menons une étude plus large à l'hôpital comme à domicile. Il reste aussi à voir comment nous pouvons adapter le sys-

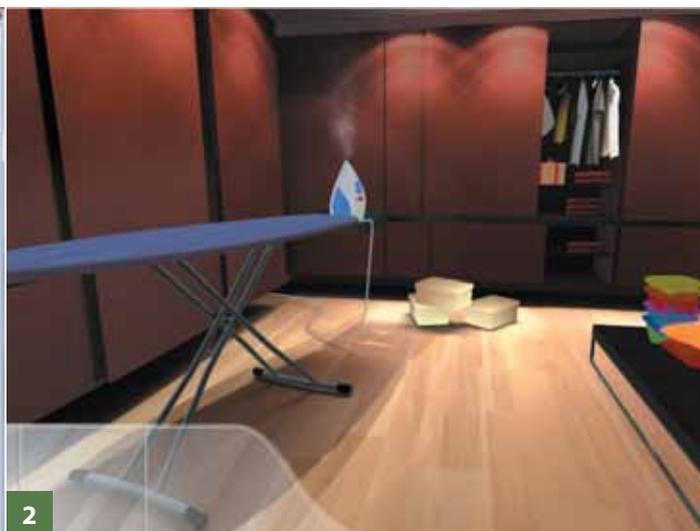


## Comprendre la technologie

Bon nombre des serious games utilisent la caméra Kinect. Mais qu'est-ce donc ? Cette caméra dispose de capteurs qui vont simplement détecter les mouvements du corps de la personne qui lui fait face. Elle fait réaliser ces mouvements à un avatar ou le reproduit sur écran. Ainsi, vous pouvez faire le mouvement d'un shoot sur un ballon et votre joueur fera de même sur écran; vous pouvez tendre la main pour toucher un objet, et la main sur l'écran touchera l'objet représenté dans le jeu. Magique !



1



2

1. Chez le patient amputé souffrant de douleurs fantômes, le membre manquant est reconstitué par une image miroir de la partie saine. Les 2 images accolées, il a ainsi l'illusion d'avoir ses 2 membres, avec lesquels il doit toucher des cibles virtuelles. Cela réduit l'anxiété qui génère la douleur...

2. Les patients qui souffrent d'un trouble de la mémoire ou de l'organisation doivent réaliser des tâches de la vie quotidienne dans un appartement virtuel. Les sollicitations (débrancher le fer à repasser alors que l'on prépare des valises, par exemple) doivent l'aider à gérer les tâches à accomplir dans la vie réelle.

20

tème à d'autres douleurs, comme celles du trijumeau...»

## Stimuler les activités quotidiennes

Troisième projet présenté, «ROGER» (voir image 2 ci-dessus). Ce logiciel, acronyme de *Realistic Observations in Game and Experience in Rehabilitation*, est un simulateur de tâches de la vie quotidienne. «Ce système s'adresse à des patients adultes ayant des troubles cognitifs, c'est-à-dire de la mémoire, de l'attention, de la planification... résultant d'un traumatisme ou d'un accident vasculaire cérébral. Ils se retrouvent donc dans l'incapacité ou rencontrent des difficultés à mener des tâches de la vie de tous les jours. Ces patients deviennent alors dépendants

de leur entourage, expliquent Catherine Degiorgio et Alexia Watelet, neuropsychologues cliniciennes du Centre de Réadaptation Fonctionnelle neurologique ambulatoire pour adultes (CRFNA). Il faut donc leur réapprendre à s'organiser, à trouver des solutions pour résoudre les problèmes du quotidien, de gestion des événements habituels, d'organisation...»

Le patient est mis en situation en présence du thérapeute, par le biais du simulateur ROGER. Ce programme représente un intérieur, qui se limite actuellement à la chambre, le dressing et la salle de bain, mais qui pourra être élargi. Grâce à la caméra Kinect de Microsoft, l'interaction avec cet environnement est directe: la personne, avec son corps entier, se dirige dans l'espace et saisit des objets sans l'aide de manettes ni de souris... juste en tendant le bras. Pour avancer, elle met un pied en avant... Et elle observe au travers de l'écran ses propres mouvements et leurs conséquences immédiates sur les objets. «Les mouvements sont assez naturels. Le feedback est immédiat. L'idée de ROGER est de proposer un cadre motivant et sécurisant: la personne déambule dans l'appartement et réalise des activités de la vie courante selon différents scénarii, comme faire sa valise pour quelques jours, par exemple. Elle doit aussi faire face à des éléments perturbateurs, comme un téléphone qui sonne ou une radio allumée, par exemple. C'est un outil d'observation de la personne: le thérapeute récolte des informations qualitatives et quantitatives sur le fonctionnement du patient. Par ailleurs, il se sert de l'environnement virtuel pour travailler avec le patient les stratégies à mettre en place afin de dépasser ses situations de handicap.»

## Ne pas axer sur la vitesse d'exécution

Enfin, dernier projet présenté, le projet «ICT4Rehab» est un système de gestion de l'infirmité motrice cérébrale (IMC), un projet multidisciplinaire co-mené par l'ULB et la VUB (6). Le projet ICT4Rehab n'a pas pour vocation première de divertir, mais de réhabiliter... dans l'amusement. «Dans le cas des patients IMC, les jeux grand public ne sont pas adaptés car trop souvent axés sur la vitesse. Nous avons donc élaboré des jeux d'adresse qui vont travailler sur la posture, la force, l'équilibre, l'étirement, la proprioception... Le graphisme se veut aussi simple pour ne pas perturber la tâche à exécuter, mais se base sur la technologie de la caméra Kinect, explique le Pr Serge Van Sint Jan, du Laboratoire d'Anatomie, Biomécanique et Organogenèse (LABO), de la Faculté de médecine. «Cette caméra analyse et représente des mouvements sur 20 points du corps, ce qui dans notre cas est insuffisant; il nous faudrait des caméras plus sophistiquées, avec une centaine de points pour avoir un rendu plus anatomique, et mieux analyser les mouvements biomécaniques, mais cela a un coût: 350 000 euros, contre 150 euros pour la Kinect...» Dans un coin de l'écran, le patient peut voir une représentation de son corps entier, et sur le reste, les tâches qui lui sont demandées, comme ramasser des pommes pour les placer dans un panier. Et cela toujours avec des mouvements naturels (on tend le bras pour attraper les objets) captés et restitués par la caméra. «Les jeux doivent être adaptés à la situation de chaque



3. Ce jeu, destiné à des patients IMC hémiparétiques, les incite à stimuler la coordination entre leur côté sain et leur côté atteint. Le patient porte un panier virtuel avec son membre sain. Le bras atteint doit ramasser des objets (ici des champignons) afin de les déposer dans le panier. Ceci répond à une constatation clinique que les patients hémiparétiques ont souvent une tendance naturelle à négliger leur côté atteint, perdant ainsi une partie importante de leur potentiel physique.

efficacité à long terme, car il est trop tôt. Mais le serious gaming est unanimement considéré comme prometteur.»

L'immersion dans la réalité n'est pas neuve, mais était jusqu'à présent cantonnée dans les laboratoires pour faire des évaluations; elle n'était pas utilisée en rééducation. Désormais, c'est chose faite, avec en plus la technologie la plus sophistiquée du moment. ■

patient, avec des paramètres à adapter: vitesse d'exécution, sensibilité de la caméra pour reproduire le mouvement, amplitude du mouvement... Lorsque le patient joue chez lui, à la maison, il peut à tout moment entrer en interaction avec le kiné: celui-ci peut alors voir si le patient effectue bien les mouvements ou doit travailler davantage un membre; il peut dès lors adapter les paramètres du jeu pour coller mieux à la situation du patient.»

D'autres jeux sont en préparation pour plus de variété, ainsi qu'un logiciel d'analyse. Et une phase de validation est également en cours. Enfin, il n'est pas exclu

de développer des jeux à destination de patients atteints d'autres troubles, comme un AVC, une lésion rachidienne, voire pour l'analyse sportive.

Mais Serge Van Sint Jan insiste, se faisant le porte-parole de tous les professionnels de la santé qui ont présenté leurs projets de serious gaming: «Les jeux viennent en plus de la kiné pour motiver les jeunes à continuer à travailler ! Car on assiste à un gros problème de motivation, surtout à la puberté...» D'où cette professionnalisation de jeux réellement «ludiques» pour poursuivre la rééducation. «Il existe encore peu d'études pour évaluer leur

- (1) <http://tinyurl.com/c4hsrrm>
- (2) <http://humanwaves.be>
- (3) <https://mindwalker-project.eu>
- (4) <http://tinyurl.com/chpezmt>
- (5) <http://tinyurl.com/chc5tge>
- (6) <http://tinyurl.com/c2dvv5b>

## Jeux grand public en rééducation

Il y a quelques années, certains centres, bravant les idées préconçues, ont eu l'idée de faire entrer les jeux vidéo actifs grand public dans les salles de rééducation. Sur-tout là où de jeunes patients venaient pour une rééducation,



eux qui étaient habitués à des jeux vidéo particulièrement bien conçus. Ainsi, le Centre de Traumatologie et de Réadaptation de Brugmann avait acquis une Wii en 2009 et testé son efficacité. À cette époque, les ergothérapeutes expliquaient: «Qu'ils soient para-, tétra- plégiques ou encore hémiparétiques, ils sont quasiment tous des candidats potentiels à l'utilisation de ce jeu pour exécuter en s'amusant des exercices classiques d'ergothérapie, habituellement réalisés en salle. Autrement dit, les patients ne sont pas abandonnés devant l'écran avec leur console, mais sont constamment corrigés par les ergothérapeutes.»

Ce qui les a frappés, c'était l'engouement pour les jeux: «Bon nombre de patients se laissent prendre au jeu: leur attention est détournée par la recherche de résultat, que ce soit par rapport à leurs propres performances ou par rapport à celles d'autres patients ! Et puis, il est étonnant de voir les performances réalisées par les patients qui battent à plate couture les valides. C'est important: ils voient qu'ils peuvent encore réaliser des choses comme les valides, sinon mieux.»



**Quand l'iPad est sorti, beaucoup se sont demandé à quoi cet étrange objet pourrait bien servir et s'il existait vraiment un marché pour cette tablette. Aujourd'hui, non seulement les iPad se vendent comme des petits pains, mais presque tous les concurrents ont sorti leurs modèles, tous plus ou moins copiés sur l'iPad de Apple. Dans cet article, nous allons examiner quelques utilisations particulières de cette tablette et surtout recommander plusieurs applications remarquables.**

Texte: **Christian VANDEN BERGHEN** • [cvb@easi-ie.com](mailto:cvb@easi-ie.com) • <http://www.easi-ie.com>  
[http://www.twitter.com/easi\\_ie](http://www.twitter.com/easi_ie) • <http://www.inventerlefutur.eu>

Illustrations: **Vince** • [vince@cartoonbase.com](mailto:vince@cartoonbase.com)

L'idée de l'iPad n'est pas récente puisque la première tablette développée par Apple fut le *Newton MessagePad 1003*, un assistant personnel sorti en 1993. Il y a donc 20 ans que ce projet a été lancé. Après une nouvelle tentative en 1998, Apple arrête l'aventure avec le *MessagePad 2100*. Puis, en 2007, c'est le lancement de l'*iPhone*, une sorte de mini-iPad avec écran tactile, caméra et téléphone. Lors d'une conférence, Steve Jobs a par la suite révélé que les deux appareils ont été imaginés à partir du même projet, et que l'iPad était même, à l'origine, destiné à être produit avant l'*iPhone*.

L'annonce officielle de la naissance de l'iPad sera faite le 27 janvier 2010 lors d'une conférence de presse au *Yerba Buena Center for the Arts* de San Francisco. Par la suite, deux versions succes-

sives vont voir le jour, ajoutant quelques éléments comme un appareil photo ou un écran de meilleure qualité, mais l'essentiel était déjà présent dès la première version.

## Les modèles

Apple propose trois modèles qui se distinguent par la taille de leur mémoire: 16, 32 et 64 GB, chacun étant disponible en wifi ou en wifi et 3G. Il existe en outre de nombreux accessoires pour iPad, produits soit par Apple, soit par des constructeurs tiers dans le cadre du programme *Made for iPad*. On retrouve ainsi des claviers physiques à connecter à la tablette, des housses rigides ou souple de toutes couleurs, des adaptateurs tels que des lecteurs de carte ou des sorties vidéo VGA/HDMI, ainsi que divers stylets adaptés à l'écran tactile capacitif de

*iPad*, principalement pour les applications de prise de note et pour le dessin.

## L'équipement

*iPad* compte plusieurs applications intégrées, dont le navigateur *Safari*, *Mail*, *Photos*, *Vidéo*, *YouTube*, *iPod*, *iTunes*, *App Store*, *iBooks*, *Plan*, *Notes*, *Agenda*, *Contacts* et recherche *Spotlight*. Avec *Apple*, on entre dans un monde fermé où tout doit passer par l'*App Store*. C'est la règle ! Même les développeurs d'applications doivent payer l'inscription au programme de développement. S'agissant d'un monde fermé, il n'est pas très simple d'échanger des fichiers entre son ordinateur et l'*iPad*. À moins de passer par *iTunes* qui n'est sans doute pas le programme préféré des utilisateurs. Et ceci est un doux euphémisme. Généralement, les propriétaires d'un *iPad* se plaignent de ne pas disposer d'une sortie USB. Mais il existe un petit adaptateur qui permet de pallier ce manque.

## Les perspectives

La société américaine *Gartner* a publié en avril dernier un bilan (source: <http://goo.gl/sIRPq>) à propos des projections de ventes de tablettes tactiles dans le monde. Pour l'année 2012, les chiffres devraient monter à 119 millions d'unités, soit presque le double par rapport à l'année dernière.

Au niveau des parts de marché, *iPad* devrait, cette année encore, être en tête avec un chiffre annoncé de 61,4% de parts de marché. *Android*, le système d'exploitation de *Google*, reste loin derrière avec seulement 31,9% de parts de marché. Depuis quelques mois, on constate que les tablettes remplacent de plus en plus les ordinateurs ultra-portables dont les ventes sont en chute libre.

## La concurrence

La concurrence est massive et extrêmement active. Le concurrent le plus dangereux semble être le *Galaxy* de *Samsung*, accusé par *Apple* d'avoir purement et simplement copié son *iPad*. Il est vrai que visuellement, la ressemblance est troublante. La tablette de *Samsung* tourne sous *Android*.

Dans le rapport cité ci-dessus, *Gartner* estime que le manque d'applications dédiées serait un véritable frein à la vente de tablettes *Android*. Toutefois, pour 2016, les chiffres annoncés démontrent que *Google* et son système d'exploitation mobile pourraient bien se faire une place sur le marché de la tablette tactile. Celui-ci est actuellement dominé par trois systèmes: *iOS* (*Apple*), *Android* (*Google*) et *Windows*. Si *Apple* occupe toujours la première marche du podium, on constate qu'*Android* équipe déjà 9 tablettes sur 10.

## L'App Store

L'*App Store* est la plate-forme de téléchargement d'applications (similaire au *Google Play* pour les applications *Android*) d'*Apple*. On y trouve les applications pour les appareils mobiles fonctionnant sous *iOS* (*iPod Touch*, *iPhone* et *iPad*) et pour les ordinateurs *Apple* fonctionnant sous *Mac OS X*.

Il y a un an, en juin 2011, lors de la présentation pour l'ouverture du WWDC 2011, les chiffres suivants étaient annoncés:

- 🔊 425 000 applications disponibles, dont 90 000 pour l'*iPad* et 100 000 jeux
- 🔊 14 milliards d'applications téléchargées en 3 ans.

Début mars 2012, 25 milliards d'applications avaient déjà été téléchargées.

Sur l'*App Store*, on trouve des applications gratuites et payantes. Pour pouvoir télécharger une application, même gratuite, il faut disposer d'un compte avec mot de passe.



Par où commencer ?

Quand on arrive sur l'*App Store* pour la première fois, on est un peu comme un enfant dans une confiserie. *Apple* vous propose une sélection d'applications mais qui a peu de chance de correspondre à vos centres d'intérêt. Il y a aussi ce qu'*Apple* appelle *Genius* et qui, en fonction des applications déjà installées, vous en suggère d'autres. Mais évidemment, pour que cela soit efficace, il faut avoir déjà installé quelques applications. L'*App Store* vous propose aussi



Z'ÊTES PAS  
ENCORE  
SUR L'APP STORE!?  
PFF...

J'PEUX VOIR  
VOTRE WEBSITE  
QUE JE DOWNLOADE  
LE PDF DES TOMATES?



24

L'App Store, c'est l'hypermarché des applications Apple, qui offre pas moins de 425 000 produits gratuits et payants. Pas étonnant qu'en y «entrant», le «client» se sente aussi excité qu'un enfant dans un magasin de jouets ! Commerce juteux puisque 14 milliards d'applications ont été téléchargées depuis son ouverture en 2008.

des classements des applications gratuites et payantes. Malheureusement, ces classements sont pollués par les jeux. Alors, que faire ? Le mieux est de demander l'avis des autres utilisateurs ayant déjà une certaine expérience. Certains blogs et sites sont spécialisés et proposent des sélections souvent pertinentes. Vous pouvez aussi lancer une recherche dans un moteur.



### Les applications de base

Les applications fournies avec l'iPad sont souvent très vite remplacées par des applications beaucoup plus performantes. Si vous avez pris la bonne habitude de travailler avec les applications de Google pour votre courrier, votre agenda ou vos documents, il est probable que l'application d'origine d'Apple vous semble rapidement désuète. Voici une sélection de quelques applications recommandées dont le choix est évidemment très subjectif. Les prix indiqués varient souvent, généralement à la baisse. Ils ne sont donc fournis qu'à titre indicatif.

### COURRIER ÉLECTRONIQUE

L'application *Mail* de base peut facilement être paramétrée pour recevoir

le courrier électronique provenant de *Gmail*. Cela se fait (assez) facilement à partir des réglages de l'iPad. Mais il existe évidemment plusieurs applications spécialement développées pour *Gmail*. L'une d'entre elles ressemble beaucoup à l'environnement auquel on est habitué avec *Gmail* en ligne. Il s'agit de *Safe Gmail*, qui propose notamment de protéger l'accès à votre courrier électronique par un code à quatre chiffres (ce qui n'est pas le cas avec *Mail*, sauf si vous vous déconnectez chaque fois que vous avez fini de consulter votre courrier, ce qui n'est évidemment pas pratique). *Safe Gmail* (0,79 euro) permet aussi de passer d'un compte *Gmail* à l'autre, ce qui est bien utile si vous disposez de plusieurs comptes.

#### Alternatives:

- Si vous avez un compte *Gmail*, mais aussi un compte *Yahoo!* et un compte *Hotmail*, vous apprécierez *Better Webmail* (1,99 euro).
- Il existe également *Gmail*, une application gratuite et très basique.

### AGENDA

L'application *iCalendar* de base de l'iPad est franchement peu esthétique quand on la compare à ce que propose la concurrence. Et de nombreuses personnes rencontrent des difficultés lorsqu'il s'agit de la synchroniser avec plusieurs agendas en ligne et sur un smartphone. La meilleure alternative est sans doute *Calendars* (6,99 euros) proposée par *Readdle*. En quelques secondes, ce calendrier récupère les données des

#### Alternatives:

- *Agenda Calendar* (0,79 euro) est un excellent agenda qui enchante les adeptes de la sobriété. Tout est en noir et blanc, parfaitement clair et lisible.
- *Informant* (11,99 euros) est le couteau suisse de l'agenda. Il permet de gérer non seulement plusieurs agendas avec icônes et couleurs, mais aussi les contacts et les tâches.

agendas de *Google* et synchronise le tout. Les données peuvent être affichées sous forme de liste, par jour, par semaine, par mois ou par année. La présentation est très claire.

## 📌 PRISE DE NOTES

L'*iPad* est un excellent outil de prise de notes pour plusieurs raisons: il est facile de l'emporter en réunion, l'écran est suffisamment grand pour être confortable et surtout, il est immédiatement opérationnel dès qu'on l'allume.

Il est d'emblée fourni avec *Notes*, un petit carnet aux feuillets jaunes, tellement basique qu'il ne sert en général que pour les premiers pas.

Que choisir ? Tout utilisateur d'un *iPad* devrait immédiatement installer ces deux applications. Il y a d'abord l'indispensable *Evernote* (gratuit) que nous avons déjà évoqué dans d'autres articles et qui sert à tout noter. Cet outil est capable d'enregistrer une note vocale, une photo ou une note tapée sur le clavier. C'est l'outil universel pour noter toutes les idées qui nous viennent en cours de journée (ou de nuit), pour photographier une couverture de livre à lire ou une carte de visite, pour écrire un article, pour créer une liste de courses, pour tenir un carnet de voyage, pour conserver la photo d'une carte mentale dessinée sur un tableau blanc, etc.

Et surtout, *Evernote* synchronise tout cela entre tous vos appareils: PC, Mac, smartphone.

*Notability* (0,79 euro) est une formidable application de prise de notes qui permet de combiner la prise de notes au clavier ou à la main (à l'aide d'un stylet vendu séparément) et le dessin. Le «papier» est proposé en plusieurs couleurs, ligné, quadrillé ou uni. Les notes peuvent être sauveées sous différents formats, dont le PDF, avant d'être envoyées par email ou synchronisées avec un service de *cloud computing* comme *DropBox*.

### Alternatives:

- *Penultimate* (0,79 euro) est une bonne application pour réaliser des schémas et éventuellement noter quelques mots à la main.
- *Remarks* (3,99 euros) ressemble beaucoup à *Notability*. Cette application permet également l'exportation vers *DropBox* et *Google Drive*.



### Les applications intéressantes

Avec ses dizaines de milliers d'applications, l'*App Store* est une véritable caverne d'Ali Baba dans laquelle il est facile de s'égarer. Voici quelques

applications non indispensables mais intéressantes:

- *Wikipanion* (gratuit) permet de consulter l'encyclopédie *Wikipédia* dans une interface parfaitement adaptée à l'*iPad*.
- *Instapaper* (4,99 euros) permet de sauver le contenu de pages Web pour lecture ultérieure. Il suffit d'installer une petite extension dans votre navigateur pour sauver les pages que vous souhaitez conserver et retrouver dans *Instapaper* sur votre *iPad*.
- *Tuneln Radio* (gratuit) transforme votre *iPad* en Web radio, vous permettant d'écouter l'une des dizaines de milliers de radios du monde entier. Celles-ci sont classées par genre, par pays ou par langue. Et vous pouvez même enregistrer votre émission favorite.

## À suivre...

Les tablettes, celles d'*Apple* ou d'autres modèles, se multiplient. Elles sont de plus en plus utilisées, tant dans le cadre professionnel que dans le cadre privé. Et elles engendrent une dépendance rapide. Dans le prochain article de cette série, nous verrons que, même si l'usage de l'*iPad* est tellement intuitif qu'il est possible de se passer d'un mode d'emploi, il existe cependant quelques astuces qui facilitent grandement la vie. ■



**La question de l'alcoolisme est d'une rare complexité, dans la mesure où l'éthylisme chronique se situe au point de convergence de facteurs génétiques, biologiques, psychologiques, sociaux et environnementaux. Des travaux récents menés par des chercheurs de l'Université libre de Bruxelles ont permis**

# Plus dure sera la rechute...

**de mieux cerner et de «mesurer» deux processus neuropsychologiques impliqués dans l'alcoolodépendance et dans les innombrables rechutes après cure de désintoxication**

26

Il existe une forme d'inégalité face à l'alcool, puisque si 90% des adultes en consomment, une personne sur dix seulement en deviendra dépendante. Parmi les nombreux facteurs de vulnérabilité susceptibles de conduire à l'assuétude alcoolique, certains sont à souligner d'un trait gras. C'est le cas de la résistance aux effets de l'alcool. Les individus capables de boire d'imposantes quantités sans paraître ni se sentir soûls ne rencontrent pas de frein physiologique à l'accroissement de leur consommation, laquelle retentira alors sur la biochimie de leur cerveau et les coulera progressivement dans le moule de la dépendance.

Autre facteur primordial: l'âge des premières expériences. «La prise régulière d'alcool par des garçons de moins de 14 ans, fût-ce une fois par semaine, pré-

dit de façon presque directe l'abus à l'âge adulte, indique le professeur Philippe De Witte, responsable du Laboratoire de biologie du comportement à l'Université catholique de Louvain (UCL). La consommation précoce conditionne d'une autre manière l'existence des filles: elle induit fréquemment des suicides.»

La recherche de sensations est également considérée comme un important facteur de vulnérabilité. Que pouvait-on lire à ce propos dans un vaste rapport (1) publié en 2003 par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM - France)? «La recherche de sensations peut (...) constituer l'un des facteurs favorisants essentiels des premières alcoolisations, notamment chez les sujets les plus jeunes. Corrélée à la désinhibition, l'impulsivité et l'intolérance à la frustration, la recherche de sensations pourrait représenter une dimension fondamentale

de la personnalité des alcooliques, les incitant aux expériences toxiques et à leur répétition.»

## Un risque familial

Au sein d'une famille, l'alcoolisme a tendance à se transmettre de génération en génération, les enfants de parents alcoolodépendants ayant trois fois plus de risques de développer eux-mêmes une telle addiction. La génétique n'est pas étrangère au phénomène. Selon certaines études centrées sur des comparaisons entre jumeaux homozygotes et dizygotes ou entre des jumeaux élevés par leurs parents biologiques ou par des parents adoptifs, les gènes interviendraient pour 35 à 40% dans le



Texte et propos recueillis par Philippe LAMBERT • [ph.lambert.ph@skynet.be](mailto:ph.lambert.ph@skynet.be)  
Photos: ILLUSTR (p.27), Ph.LAMBERT (p.28)

risque de cheminer vers un éthylysme chronique. D'après le *Canadian Journal of Psychiatry*, ce serait même 50 à 60% du développement de l'éthylysme chronique qui serait attribuable à des facteurs héréditaires.

De nombreux travaux portent sur l'identification de gènes de prédisposition à la dépendance alcoolique, et l'on sait aujourd'hui que plusieurs gènes y concourent, dont ceux qui codent pour des enzymes intervenant dans le métabolisme de l'alcool. L'intérêt des biologistes se porte aussi sur des gènes liés à la neurotransmission, tel le gène D2 à la dopamine. «Le système dopaminergique est très clairement impliqué dans les sensations de plaisir de toute nature, dont celles qui résultent de la consommation de boissons alcoolisées», commente le professeur De Witte, qui précise que les études sur le gène susmentionné ont abouti à des résultats divergents.

Lorsqu'on se réfère à la tendance à une perpétuation de l'alcoolisme au sein des familles, on ne peut se focaliser sur la seule composante génétique du phénomène et passer sous silence des facteurs essentiels tels que l'exemple fourni par les parents, la mise à disposition d'alcool, etc. Plus largement, la pression sociale exercée par un entourage (famille, amis, collègues de travail...) promouvant la consommation d'alcool représente un rouage important dans la descente vers l'enfer de l'éthylysme chronique.

Les facteurs de stress ne sont pas à négliger non plus. De même, des désordres psychiatriques comme la dépression ou la schizophrénie majorent le risque de problèmes d'alcool. «La comorbidité entre la dépendance à l'alcool et d'autres désordres psychiatriques pourrait refléter le partage d'un même héritage génétique», concluaient les experts de l'INSERM dans leur rapport *Alcool - dommages sociaux, abus et dépendance*. L'addiction à des médicaments, au tabac ou à la drogue est également corrélée avec un risque accru d'alcoolodépendance.

### Le temps des échecs

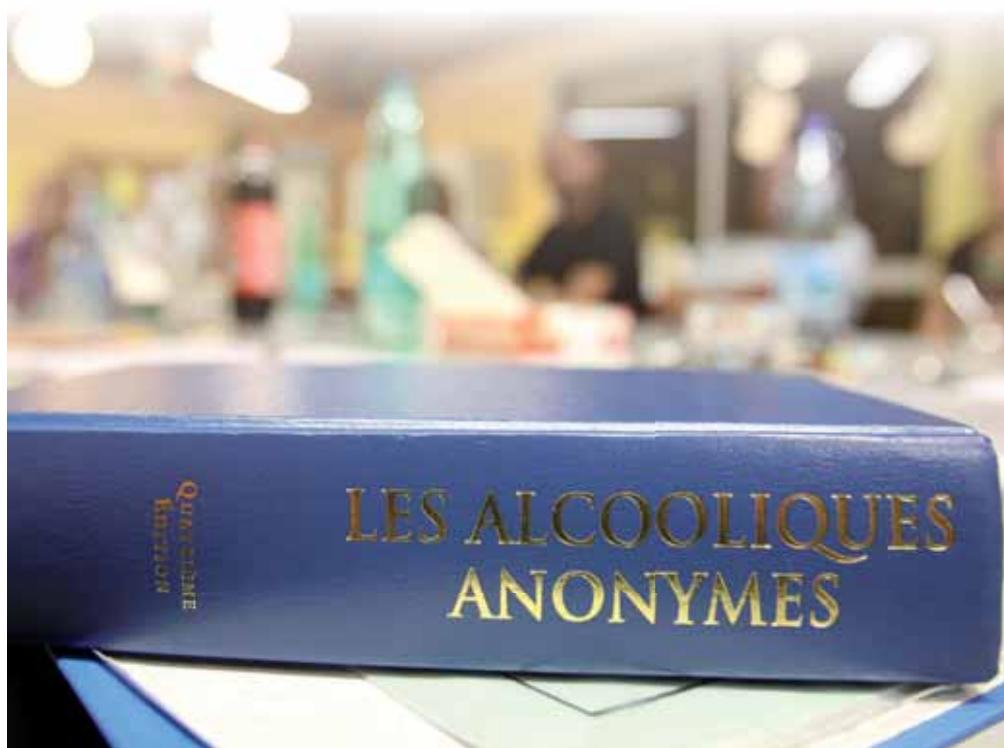
L'étiologie de l'alcoolisme suggère un échec extrêmement difficile à démêler. Parmi les facteurs qui s'entrecroisent

pour faire le lit de l'assuétude, les facteurs génétiques et biologiques sont encore insuffisamment connus, tandis que les facteurs sociaux et environnementaux se caractérisent par leur multiplicité. Le versant psychologique de l'addiction semble néanmoins plus clair. Les travaux de recherche ont mis en évidence deux processus primordiaux qui seraient à l'œuvre chez les éthyliques: un «biais attentionnel» envers les stimulations liées à l'alcool (l'attention du sujet est automatiquement attirée par ce qui touche à ce dernier) et un déficit d'inhibition (le sujet ne peut s'empêcher de boire s'il en a l'occasion). L'interaction de ces deux processus serait un élément cardinal de l'alcoolodépendance. Mais elle jouerait aussi un rôle crucial dans la rechute après une cure de désintoxication (2).

Classiquement, une telle cure se réalise en deux temps. Durant la période de sevrage physique (environ une semaine), le patient reçoit d'importantes doses de calmants de la classe des benzodiazépines. Ces médicaments ont pour objet de s'opposer aux symptômes engendrés par l'arrêt de la consommation d'alcool: tremblements, sudation, palpitations, delirium tremens... Durant la seconde phase du traitement, des médicaments destinés à diminuer le *craving* (l'envie irrésistible, la pulsion à boire) sont prescrits pendant deux semaines dans le but d'aider le patient à rester abstiné. Un suivi médical, social et psychologique est également à l'ordre du jour.

«Pour l'heure, l'acamprosate et la naltrexone sont les deux grands médicaments anti-craving reconnus par l'Organisation mondiale de la santé et régulièrement prescrits», indique Salvatore Campanella, chercheur qualifié du Fonds national de la recherche scientifique (FNRS) au sein du Laboratoire de psychologie médicale de l'Université libre de Bruxelles (ULB). Très utilisée aux États-Unis, la naltrexone l'est peu chez nous en raison de son coût. «Une autre molécule, le baclofène, qui était au départ un relaxant musculaire, fait son apparition sur le marché dans le cadre du sevrage alcoolique», précise encore Salvatore Campanella.

L'efficacité des cures de désintoxication, et donc des médicaments qui les soutiennent, est assez limitée, puisque 65 à 70% des patients rechutent dans l'année. D'aucuns estiment d'ailleurs que la rechute fait partie de l'évolution normale du traitement. Depuis des décennies, chercheurs et cliniciens s'efforcent de comprendre les raisons de ces nombreux échecs. On considère aujourd'hui que l'interaction entre le biais attentionnel et le déficit d'inhibition évoqués précédemment les explique en partie. Publiée dans la revue *PLoS ONE* (3), une étude récente réalisée par des chercheurs du Laboratoire de psychologie médicale de l'ULB confirme l'interaction «biais attentionnel-déficit d'inhibition» chez les buveurs sociaux et met en exergue des marqueurs neurophysiologiques de ces deux processus.



## I N T E R V I E W



## Salvatore Campanella

[ *Tout semble indiquer que le passage d'une consommation régulière d'alcool à une consommation pathologique est partiellement le fruit de l'interaction entre biais attentionnel et déficit d'inhibition* ]

**S**alvatore Campanella, les notions de biais attentionnel et de déficit d'inhibition se trouvent au cœur de vos travaux. Pouvez-vous les préciser ?

Dans le cadre qui nous occupe, un biais attentionnel consiste à avoir l'attention automatiquement et inconsciemment attirée par tout ce qui a trait à l'addiction. Ainsi, lorsqu'il déambule en ville, l'alcoolique remarquera beaucoup plus vite que d'autres les bistrots, les publicités liées à l'alcool, les bouteilles dans les vitrines...

On sait par ailleurs que l'alcool exerce une action délétère très prononcée sur les régions frontales du cerveau, siège des fonctions exécutives - prise de décisions, définition de stratégies, inhibition d'informations et de comportements non pertinents, etc. On assiste, chez l'éthylique chronique, à un problème d'inhibition de ce qu'il est convenu d'appeler la «réponse dominante». Autrement dit, le sujet éprouve de grandes difficultés à réfréner l'action de consommer de l'alcool dès que son attention est attirée par des stimuli addictogènes.

Tout semble indiquer que le passage d'une consommation régulière d'alcool à une consommation pathologique est partiellement le fruit de l'interaction entre ces deux phénomènes qualifiés de biais attentionnel et de déficit d'inhibition.

## P100 et P300

**E**n 2012, deux études menées par votre équipe ont été publiées respectivement dans *Clinical Neurophy-*

*siology* (4) et dans *PLoS ONE*. La première, qui annonçait en quelque sorte la seconde, portait sur l'existence d'un biais attentionnel chez des étudiants grands consommateurs d'alcool ?...

Cette étude, dont le premier auteur était Géraldine Petit (ci-dessous), aspirante *FNRS*, comparait deux groupes d'étudiants universitaires, dont 18 étaient des «*binge drinkers*» et 18 de petits consommateurs d'alcool. Le «*binge drinking*», rappelons-le, consiste à ingurgiter hebdomadairement, en une occasion ponctuelle, une importante quantité d'alcool dans le seul but d'être saoul le plus vite possible, tout en restant sobre le reste de la semaine.

Nos travaux nous ont permis de mettre en évidence, via des tests et le recours à la technique électroencéphalographique (EEG) des potentiels évoqués, un biais attentionnel à l'égard de l'alcool chez les étudiants qui boivent beaucoup. Dans cette expérience, un stimulus neutre (l'image d'une fourchette, par exemple) était présenté de façon répétitive sur un écran. De loin en loin, un stimulus déviant, en relation ou non avec l'alcool, y était projeté. Il appartenait alors aux étudiants de le détecter le plus vite possible et d'appuyer sur un bouton. Lorsque les stimuli étaient en relation avec l'alcool (la vision de bouteilles de vin, d'une personne saoule, de verres qui s'entrechoquent lors d'une fête...), la composante P100 de l'EEG se révélait de beaucoup plus grande amplitude

chez les «*binge drinkers*» (et uniquement chez eux) que lorsque d'autres stimuli déviants, mais sans lien avec l'alcool, apparaissaient à l'écran, qu'ils soient neutres (cuiller, lampe de chevet) ou de nature à susciter une émotion positive (un grand-père avec ses petits-enfants...) ou une émotion négative (une agression...).

Par définition, l'onde P100 se manifeste 100 millisecondes après la présentation d'un stimulus. Elle constitue un marqueur du traitement - inconscient - de l'information au niveau attentionnel.

**L**a seconde étude, dont le premier auteur est encore Géraldine Petit, met à nouveau en scène deux groupes de 18 étudiants, les uns «*binge-drinkers*», les autres se caractérisant par une consommation d'alcool faible ou modérée. En quoi consistait-elle ?

Dans cette expérience, les participants furent soumis à une tâche qualifiée de «*Go-NoGo*». Ils devaient appuyer le plus rapidement possible sur un bouton lorsqu'un stimulus visuel (par exemple, la lettre M) apparaissait sur un écran et s'abstenir de cliquer lorsque c'était un stimulus déviant (exemple: la lettre W) qui s'y dévoilait - M (je réponds), M (je réponds), M (je réponds), W (je ne réponds pas)... Par ailleurs, trois conditions avaient été prédéfinies: soit le fond de l'écran restait noir, soit il abritait une image sans rapport avec l'alcool (un panier ou un bic), soit il représentait un ensemble de bouteilles de vin, de bière et de liqueur ou une personne en train de boire de la bière.

Résultats ? D'abord, les «*binge drinkers*» poussaient sur le bouton plus souvent que les membres de l'autre groupe au moment où apparaissait la lettre W. Ils commettaient donc plus d'erreurs, surtout quand le fond de l'écran avait un rapport avec l'alcool. Dans ce cas, leur attention était attirée par l'image située en arrière-plan, de sorte que leur performance d'inhibition était moins bonne. Autrement dit, les grands consommateurs d'alcool souffrent d'un déficit d'inhibition qui est accentué en situa-





tion de biais attentionnel. Autre observation: la composante P300 de l'EGG, qui se manifeste 300 millisecondes après la présentation du stimulus, avait une amplitude nettement diminuée chez ces sujets. Il en résulte que cette onde constitue un marqueur de la qualité des processus d'inhibition.

Nous disposons donc désormais, via l'EGG, de deux marqueurs neurophysiologiques (les ondes P100 et P300) caractéristiques respectivement du biais attentionnel et du déficit d'inhibition chez les buveurs sociaux.

### La part des choses

**D**ans quelle mesure vos travaux sur cette catégorie de consommateurs d'alcool vous permettent-ils de tirer des conclusions au sujet de l'alcoolodépendance et des rechutes après cure de désintoxication ?

C'est dans la perspective inverse qu'il faut réfléchir, car l'interaction «biais attentionnel - déficit d'inhibition» chez les alcooliques a été suggérée par diverses études antérieures. Nos expériences montrent que la dégradation de ces deux processus cognitifs est déjà à l'œuvre chez les «binge drinkers» et, partant, que ces individus encore «sains et normaux» représentent une population à risque pour l'alcoolodépendance, en particulier si des événements de vie ou des facteurs de personnalité favorisent leur dérive vers cet état.

Hormis ce message de prévention, la clé de voûte de nos études est que nous possédons désormais des marqueurs

neurophysiologiques qui devraient nous permettre de déterminer, chez les alcooliques, le ou les processus cognitifs sur lesquels agit chacun des médicaments *anti-craving* - naltrexone, acamprostate et baclofène. À l'heure actuelle, en effet, on ignore largement sur quels mécanismes porte l'action neuropharmacologique des molécules employées durant les cures de désintoxication. Or, dans le but de réduire le nombre impressionnant de rechutes, il serait souhaitable de pouvoir orienter la thérapie médicamenteuse sur la base d'une analyse neurophysiologique cognitive. De fait, chez un patient donné, les problèmes cognitifs peuvent se situer plutôt au niveau d'un biais attentionnel, plutôt au niveau d'un déficit d'inhibition ou à ces deux niveaux de façon assez équivalente.

**D**ès lors, quelle est la prochaine étape de vos recherches ?

Nous allons entreprendre une étude longitudinale d'une durée de 12 mois, au cours de laquelle nous utiliserons les deux marqueurs neurophysiologiques à notre disposition afin de déterminer, chez des patients en cure de désintoxication, la présence ou non d'un biais attentionnel, d'un déficit d'inhibition ou des deux. Nous essayerons ensuite d'établir une corrélation entre les profils ainsi définis et le moment plus ou moins éloigné où surviendra une éventuelle rechute.

Par la suite, nous effectuerons une étude en double aveugle (contre placebo) au cours de laquelle nous nous efforcerons de mesurer l'action de la naltrexone, de l'acamprostate et du baclofène sur les problèmes cognitifs des patients. La question sera: tel médicament a-t-il permis une évolution favorable du biais

attentionnel ou du déficit d'inhibition dont souffrait le patient à l'entame de son sevrage alcoolique ? D'autre part, le traitement prescrit a-t-il ou non tendance à retarder les rechutes ?

**N**e peut-on agir sur le biais attentionnel et le déficit d'inhibition par une approche neuropsychologique ?

En tout cas, une idée fait son chemin: coupler médicaments et rééducation neuropsychologique afin de restaurer de bonnes procédures de gestion de l'attention et de l'inhibition. Reinout Wiers, de l'Université d'Amsterdam, utilise des moyens de désensibilisation de l'attention à l'égard de l'alcool analogues à ceux employés dans le traitement des phobies. Ses résultats sont prometteurs: atténuation du biais attentionnel, accroissement du délai avant une éventuelle rechute.

Dans une phase ultérieure de nos travaux, nous comptons étudier en EEG, pour chacun des déficits cognitifs, l'effet de l'association d'une rééducation neuropsychologique et du médicament le plus efficace pour le combattre. ■

- (1) Alcool - dommages sociaux, abus et dépendance. *Éditions INSERM, 2003.*
- (2) Au sein de la population des éthyliques chroniques, la sollicitation d'une aide thérapeutique est rare et tardive. Moins de 20% des personnes concernées font appel à un professionnel de la santé dans un délai moyen de dix ans après l'apparition des premiers symptômes d'une assuétude.
- (3) Géraldine Petit et al., Alcohol-Related Context Modulates Performance of Social Drinker in a Visual Go/No-Go Task: A preliminary Assessment of Event-Related Potentials, *PLoS ONE, 2012.*
- (4) Géraldine Petit et al., Early attentional modulation by alcohol-related cues in young drinkers: An event-related potentials study, *Clinical Neurophysiology, 2012.*



Texte : Jean-Michel DEBRY • [j.m.debry@skynet.be](mailto:j.m.debry@skynet.be)

Photos : ROV T./MBARI (p.31), T. NOWACK Photography (p.32), MONKEY (p.33)

«Tant qu'on a la santé» répètent souvent nos grands-mères. Et elles ont raison! C'est notre trésor le plus précieux. Et c'est d'ailleurs pour cela que nos chercheurs y travaillent sans relâche: stress, maladies, nocivité des cosmétiques,... autant de sujets «santé» dont on va vous parler ce mois. Bonne lecture!

30

## Enrhumés de stress

Un peu de stress peut donner, parfois, le petit «coup de fouet» nécessaire à l'accomplissement de l'une ou l'autre tâche chroniquement laissée en attente. Les étudiants connaissent la chose en période d'examen. Un stress plus intense ou chronique est en revanche nettement plus dommageable. Personne n'en doute plus, d'autant que des effets somatiques sont clairement objectivables.

C'est aussi le cas pour la résistance aux rhinovirus - responsables du rhume - comme une étude vient clairement de le démontrer. Des séries d'individus chroniquement stressés ont, après une période de quarantaine, été soumis au virus évoqué. Des témoins, plutôt sereins, ont été placés dans les mêmes conditions. Des dosages de cortisol ont bien entendu été réalisés. Il s'agit de l'«hormone de stress» qui a pour fonction essentielle de mobiliser toute l'énergie nécessaire pour permettre à l'organisme «agressé» de répondre au mieux aux conditions difficiles qu'il

traverse. Ce qui est apparu surprenant aux chercheurs, c'est que les sujets stressés ne présentaient pas un taux de globules blancs (qui ont une fonction anti-inflammatoire) en rapport avec le dosage de ce cortisol; un peu comme si le stress empêchait l'établissement d'un lien entre l'hormone et ce moyen de défense. Résultat: le corps est moins apte à réguler son état d'inflammation et, en particulier, celui qui est consécutif à l'infection virale. Une incidence plus élevée du rhume chez les stressés chroniques en est le signe évident dans l'expérience rapportée.

Que faire dès lors ? La réponse semble évidente: essayer de s'imposer autant qu'il est possible la «zen attitude». Certains affirment qu'il ne peuvent l'atteindre, étant en proie à une forme d'angoisse permanente. D'autres semblent y goûter sans se forcer. Cela rend-il

les premiers plus à risque de s'enrhumer et les seconds plus aptes à lutter contre un refroidissement ? Apparemment oui, puisque les chiffres semblent l'indiquer, appuyés par une statistique signifiante. Mais si la tendance existe, elle est loin d'être une garantie: on s'enrhume aussi dans les lamasseries du Tibet... ■

► *Nature* 2012; 486: 9



## Perturbateurs endocriniens: parce qu'on le vaut bien...

On ne peut plus aujourd'hui ignorer l'existence, dans notre environnement immédiat, des perturbateurs endocriniens, ces substances d'origines les plus diverses qui toutes, partagent un caractère commun: altérer notre physiologie hormonale. Elles ne sont évidemment pas conçues pour ça: on y retrouve des pesticides, mais aussi des composants des matières plastiques (les phtalates et le bisphénol A sont les plus connus), des solvants, des métaux lourds et une foule d'autres substances qui peuvent d'ailleurs être tout à fait naturelles, comme les isoflavones du soja.

Elles ne posent réellement problème que lorsqu'elles sont assimilées en grande quantité ou quand elles le sont à des âges particuliers où la sensibilité à la perturbation hormonale est la plus grande; comme c'est le cas du tout jeune embryon qui, entre la 6<sup>e</sup> et la 20<sup>e</sup> semaine de développement utérin, voit ses organes sexuels se mettre en place. Il est certes, à ce moment, «protégé» par le métabolisme de sa mère, si ce n'est que quelques-uns des perturbateurs évoqués passent allègrement la barrière placentaire. Quelle est leur origine ? Elle est multiple, mais une des sources les plus récurrentes - chez la femme surtout - et peut-être la plus sournoise parce qu'ignorée, est constituée par les cosmétiques et les onguents en tous genres (y compris d'origine pharmaceutique). Qu'y trouve-t-on ? Des parabènes par exemple, constituants presque incontournables de toutes les crèmes et lotions et dont la présence est imposée par leur propriété antibactérienne. Il y a aussi les filtres solaires et leur contenu de méthylbenzylidène, homosalate, benzophénone et quelques autres, qui font barrière aux rayons agressifs du Soleil. Les éthers de phénol entrent quant à eux dans la composition de tous les produits dont la confection réclame la présence d'un solvant. Quant aux alkylphénols, ils sont les émulsifiants de nombre de ces produits d'usage quotidien tels que les shampooings ou démaquillants. Est-ce tout ? Pas encore. Tous les cosmétiques - ou presque - sont parfumés. Là encore, il y a matière à perturbation: les muscs de synthèse utilisés font partie eux aussi du groupe. Enfin, il y a des phtalates

dans nombre de produits, vernis à ongles en tête.

Rien qu'en matière de soins cosmétiques, ce sont des perturbateurs par dizaines qui, par une voie ou par une autre, pénètrent le corps. On a bien compris que l'intention des fabricants est d'assurer aux produits divers des propriétés recherchées (fragrance, onctuosité, caractère mouillant, assouplissant, etc.), pas d'altérer la santé des utilisatrices et utilisateurs. La plupart de ces derniers, quel que soit leur sexe, sont adultes et les quantités assimilées sont faibles. En revanche, si l'utilisatrice est enceinte, elle risque de faire «profiter» son futur enfant d'une perturbation hormonale qui, chez lui, risque d'avoir des conséquences au long terme. On sait désormais que l'infertilité de nombre d'hommes aujourd'hui adultes, est due à une exposition de ce genre de perturbateurs. Il s'agissait sans doute dans leur cas plutôt de «polluants» (produit de dégradation du DDT, dioxines), mais on sait que les effets peuvent être cumulés. Autant, par conséquent, en réduire l'importance si c'est possible.

Autant que toutes les femmes qui souhaitent enfanter le sachent. Une pause



dans l'usage de cosmétiques pendant quelques mois ne leur portera aucun préjudice. En revanche, elle aidera peut-être leur futur enfant à conserver l'intégrité de son potentiel hormonal. ■

► Inspiré par un travail de fin d'étude: N. Ballesteros-Manso, L. de Viron, H. Lecloux. *Les perturbateurs endocriniens et la santé reproductive: cas particulier des cosmétiques*. ISEI Woluwé, 2012. 78 pp.

BIOZOOM

Photo: ROV T./MBARI



Il s'agit de l'arbre éponge ping-pong. Mesurant un peu plus de 30 cm, celui-ci a été photographié à 2,555 m de profondeur en-dessous de la surface, dans le Golfe de Californie. Contrairement aux autres éponges qui se nourrissent en filtrant des particules microscopiques de l'eau de mer, le chondrocladia lampadiglobus capture et digère de petites crevettes et autres crustacés qui se collent à ses globes translucides.

**Pourquoi les  
moustiques  
résistent-ils  
aux gouttes  
de pluie ?**

Un moustique de 3 mm a une masse de 2 mg, tandis qu'une goutte de pluie pèse entre 4 et 100 mg, soit 2 à 50 fois plus que l'insecte. Comment fait-il pour survivre à la vitesse d'impact et à un tel écrasement ? Grâce à sa faible masse. Contradictoire ? Pas tant que ça ! Car l'insecte, au lieu d'éviter les gouttes, se déplace avec elles, devenant ainsi leur «passager clandestin». À l'instar d'un maître du tai-chi-chuan, art martial qui consiste à éviter les coups de l'adversaire en les accompagnant dans la même direction. Il utilise ensuite ses ailes et ses pattes pour faire pivoter le «couple» qu'il forme avec la goutte et s'en libérer.

Les chercheurs évaluent la force d'impact qui s'exerce sur le moustique à 300 à 600 dynes, soit plusieurs dizaines de fois son poids. Il pourrait pourtant supporter beaucoup plus: de 3 000 à 4 000 dynes ou l'équivalent de 1 000 autres moustiques ! Belle source d'inspiration n'est-ce pas ? ■

► PNAS 2012

*L'exosquelette du moustique lui permet d'encaisser la force de compression exercée par les gouttes d'eau.*



### Ne plus voir Chagas en peinture

La maladie de Chagas est endémique de l'Amérique latine et en particulier de la région de la Gran Chaco, une vaste forêt sèche qui confine à la Bolivie, à l'Argentine et au Paraguay. Ce biotope n'est pas sans implication dans la présence de la maladie: il est particulièrement apprécié par de grandes punaises hématophages (du groupe des Réduviides), vectrices de *Trypanosoma cruzi*, le responsable de la maladie. D'abord asymptomatique ou associée à quelques signes souvent bénins, celle-ci peut évoluer ensuite pendant une, voire plusieurs dizaines d'années en une phase chronique devenant symptomatique. Les systèmes organiques principaux sont progressivement affectés. L'atteinte cardiaque est la plus sévère, et se révèle parfois mortelle. L'affection est par conséquent grave, fréquente et touche préférentiellement les campagnes pauvres; donc moins attractives pour les opérations sanitaires coûteuses et répétitives.

Les habitations sont les niches privilégiées des insectes vecteurs: les cloisons en terre offrent en effet des abris multiples dans lesquels les réduviides trouvent l'espace pour se cacher, mais aussi pour pondre et croître. De mœurs nocturnes, ils viennent piquer les habitants endormis, transmettant au passage le redoutable trypanosome. Principale défense de nombreux habitants: dormir dehors...

C'était le cas jusqu'à ce qu'une application, qui n'était pas spécialement pré-

vue pour ça, trouve sur ce terrain particulier sa plus belle application; une peinture anti-insectes, initialement prévue pour notre confort d'occidentaux. Une peinture high-tech tout de même, qui renferme des microcapsules remplies d'un agent bloquant la croissance des insectes de façon étroitement spécifique; des agents tels que le pyriproxifène ou le diflubenzuron. Avantage: il n'y a pas de libération systématique de poison dans l'atmosphère, comme le font les fumigations réalisées jusque-là. En outre, ces produits ne seraient pas réputés toxiques pour l'homme, qui n'entre de toute façon pas en contact avec eux. Et puis, cerise sur le gâteau puisqu'il s'agit aussi d'une peinture, cela permet à la fois de savoir d'un simple coup d'œil, quelles maisons ont été traitées. Au passage, ça leur donne aussi un petit coup de jeune. C'est apparemment tout bénéfique. Sauf qu'il y a un prix et aussi, des sceptiques qui doutent des résultats d'efficacité affichés par le procédé. C'est évidemment l'extension de la pratique qui permettra de valider la méthode avant peut-être, de l'étendre à notre confort domestique d'occidentaux ensuite; des occidentaux qui, à défaut de connaître les affres d'une maladie tropicale, sont incommodés par les mouches et moustiques à la belle saison. Les vaporisateurs et autres diffuseurs ont peut-être un avenir désormais limité ! ■

► Science 2012 (336): 666-667

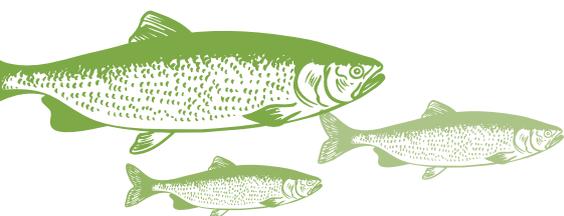


## Une contraception qui coûte

Un des premiers signes de présence environnementale de perturbateurs endocriniens a été l'observation, dans des lacs et rivières, d'un transsexualisme de poissons et reptiles, des mâles produisant par exemple des œufs dans leurs glandes génitales. On a recherché les causes de ce phénomène et la plus probable est la présence, dans les eaux d'effluents domestiques, de résidus hormonaux urinaires provenant de femmes sous contraception hormonale. Le responsable est même montré du doigt: il s'agit de l'éthinyl œstradiol (EE2) qui entre dans la composition des pilules. Il résiste apparemment bien aux conditions environnementales et a donc une demi-vie suffisamment longue dans les eaux de surface pour perturber le développement gamétique de poissons. Il le fait de surcroît à des doses particulièrement faibles puisqu'on a reproduit en laboratoire des anomalies chez des poissons à des concentrations de cinq parts par mille milliards ( $10^{12}$ )...

La problématique inquiète les écologistes depuis de nombreuses années et l'Union européenne a récemment décidé de prendre le problème à bras le corps en proposant de réduire la charge polluante de l'hormone à 0,0035 part par mille milliards, ce qui représente une réduction de près de 150 fois.

Si supprimer l'hormone coupable des effluents ne paraît pas impossible (grâce en particulier à l'absorption sur charbon actif), la mise en place de tels dispositifs risque d'être réellement prohibitive. On a calculé que pour une ville moyenne de 250 000 habitants, l'installation coûterait 8 millions d'euros et sa gestion, 800 000 euros supplémentaires chaque année. Pour les 1 400 sites de traitement d'eaux usées d'Angleterre et pays de Galles réunis, la facture approcherait 30 milliards d'euros... Les regards, dans ce contexte, se tournent inévitablement vers l'industrie pharmaceutique à laquelle d'aucuns reconnaissent un devoir moral, celui de produire des substances sans danger, y compris pour les poissons des lacs et rivières.



La problématique est désormais ouverte. La recherche va-t-elle porter sur le moyen d'élimination du résidu qui a le meilleur rapport qualité/prix ou sur une hormone de synthèse dont la demi-vie en conditions environnementales est

singulièrement diminuée ? La question est ouverte mais demeure momentanément sans réponse. ■

► *Nature* 20122; 485: 441



Lorsqu'on évoque l'axe nord-sud, il est souvent question de «fracture» sociale et financière entre les pays riches au nord et les plus pauvres au sud. Pourtant, ce qui paraît évident aujourd'hui ne l'a pas toujours été; il faut toutefois remonter loin pour voir la tendance s'inverser.

On sait que l'agriculture a dû voir le jour au Moyen-orient, dans le «croissant fertile», il y a 9 à 10 000 ans. Auparavant, l'homme se contentait de chasser et cueillir. Il a continué à le faire longtemps encore dans d'autres zones du globe (ce n'est d'ailleurs pas encore totalement terminé), mais en Europe en tout cas, l'innovation a petit à petit gagné tout le territoire, du sud vers le nord, débutant au sud vers - 8 400 pour arriver du côté de l'actuelle Suède il y a 6 000 ans environ. Sur le territoire scandinave, la cohabitation des deux méthodes d'approvisionnement alimentaire aurait subsisté pendant un millier d'années avant que la maîtrise progressive de la production animale et végétale s'impose. Mais, question: la compétence a-t-elle été simplement transmise par imitation de proche en proche, ou a-t-elle été accompagnée de la migration d'humains aptes à la transmettre ?

Des scientifiques ont récemment voulu apporter la réponse. Leur démarche a été longue et complexe mais on peut tenter de la simplifier. Ils ont d'abord pu obtenir une séquence suffisamment longue d'ADN (250 millions de nucléotides environ) extraite de restes

exhumés de trois chasseurs-cueilleurs du Néolithique (il y a 5 000 ans) et d'un agriculteur. C'est bien sûr les informations livrées par les sites de fouille qui ont permis de connaître l'aptitude agricole (ou non) de ces différents individus. Leur séquence d'ADN a ensuite été comparée à celle d'autres hommes de la même époque exhumés de sites de fouilles divers, ainsi qu'à celle de contemporains. Ce qui semble se dégager de l'étude, c'est que le génome des trois chasseurs-cueilleurs serait plus proche de celui d'anciens Européens du nord (de Finlande et de Suède), tandis que celui de l'agriculteur serait plus étroitement apparenté à celui d'anciens Européens du sud et plus particulièrement, de Grecs et de Chypriotes.

Avec toutes les réserves qu'impose l'interprétation de résultats portant sur peu de sujets, il semblerait donc que la maîtrise progressive de l'élevage et de l'agriculture ait été accompagnée de la migration de ceux qui la possédaient. L'axe du savoir et d'une forme de richesse intellectuelle était donc bien orientée sud-nord, du Moyen-Orient à la Finlande, entraînant comme on l'imagine une hybridation génétique progressive. Rappelons que les grands blonds aux yeux bleus du nord ont aussi des gènes méditerranéens et arabes a probablement de quoi gêner quelque peu aux entournures ceux qui souhaiteraient encore promouvoir une «race» aryenne pure ! ■

► *Science* 2012; 336: 466-469

# Le yin et le yang

*Sous bien des aspects, le sommeil demeure une terre inconnue. Depuis une vingtaine d'années, le professeur Pierre Maquet, directeur de recherches au FNRS (1), en arpente les arcanes à travers les expériences qu'il mène ou coordonne au Centre de recherches du cyclotron (CRC) de l'Université de Liège (ULg). Les découvertes de son équipe ont souvent dévoilé d'étonnantes réalités. De quoi l'inciter à toujours garder l'esprit en éveil...*

Texte : Philippe LAMBERT · [ph.lambert.ph@skynet.be](mailto:ph.lambert.ph@skynet.be)

Photos: Science Photo Library/REPORTERS - Photomontage par N. BODART (p.34),

Dr J. ADRIEN (p.36), AGEFOTOSTOCK (p.37)

**S**cience, *Neuron*, *PLoS ONE*, *PNAS*...: les travaux du professeur Pierre Maquet sont jalonnés de publications dans des revues prestigieuses. Il y a quelques mois, le chercheur de l'ULg s'est vu décerner le prix triennal de la *Fondation Simone et Pierre Clerdent*, qui consiste en une subvention de 400 000 euros destinée à soutenir pendant trois ans un projet de recherche médicale dans le domaine des maladies neurologiques humaines. Il s'agira en l'occurrence d'une vaste étude relative à l'influence du gène *PERIOD3* (*PER3*) sur les performances cognitives et le fonctionnement cérébral de volontaires ayant été privés de sommeil durant 40 heures.

En 2009, Pierre Maquet et son équipe s'étaient déjà intéressés à ce gène exprimé par les neurones du noyau suprachiasmatique, notre horloge biologique (publication dans *The Journal of Neuroscience*). *PER3* existe en fait sous deux formes, les allèles «4/4» et «5/5». Les neuroscientifiques liégeois démontrèrent que les personnes détentrices de la forme «4/4» s'avèrent moins sensibles à la privation de sommeil que celles qui en possèdent la forme «5/5». Ils s'apprentent aujourd'hui à creuser le sillon plus avant en recourant aux techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle les plus performantes.

«*Le sommeil et l'éveil, c'est le yin et le yang*», aime à répéter Pierre Maquet. En effet, tout ce qui se passe pendant l'éveil influence le sommeil, et vice versa. Dans certaines de leurs expériences, les chercheurs du *CRC* ont montré, par exemple, que le sommeil joue un rôle cardinal dans la consolidation mnésique (mémoire) des apprentissages diurnes.

L'équipe de Pierre Maquet a également souligné à quel point le sommeil est trompeur, sa composante lente (voir encadré p.36), caractérisée par des ondes d'une fréquence inférieure à 4 hertz, étant le théâtre d'embrassements transitoires et récurrents de régions cérébrales déterminées. Mais n'égrenons pas la liste des recherches de

pointe dont le sommeil a fait l'objet au *CRC*. Braquons plutôt le regard sur deux d'entre elles, très récentes.

## Un bruit dans la nuit

On a coutume de présenter le cerveau comme un organe qui reçoit de l'information du monde extérieur, la traite et renvoie à son tour de l'information, notamment sous la forme d'un comportement moteur. Il s'agit là d'une vision parcellaire du fonctionnement cérébral, puisqu'il est bien établi à présent que notre organe le plus noble a une activité spontanée permanente. Celle-ci varie dans le temps en fonction de l'état qui nous habite: éveil, sommeil lent, sommeil paradoxal, état hypnotique...

Ces dernières années, différents projets de recherche ont été initiés afin de déterminer si la nature de l'activité spontanée du cerveau modifie ses réponses à des stimuli externes. Dans un article (2) paru en septembre 2011 dans la revue américaine *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, le professeur Thien Thanh Dang-Vu, de l'Université Concordia de Montréal, et Pierre Maquet se sont penchés sur un versant du problème: l'influence, sur le traitement des sons, de l'activité spontanée du cerveau durant le sommeil lent.

Dans cette expérience, les deux chercheurs du *CRC* ont essayé de cerner la manière dont le cerveau humain réagit aux bruits environnants durant le sommeil. Leur attention s'est portée sur des ondes appelées «fuseaux», qui reflètent une activité spontanée du cerveau. Ces ondes modifient-elles le traitement des stimuli auditifs? Telle était la question. En effet, des travaux réalisés chez l'animal par l'équipe de Mircea Steriade, de l'Université Laval, à Montréal, le laissaient augurer. Les chercheurs québécois ont montré que les fuseaux du sommeil prennent naissance dans le noyau réticulaire thalamique, sorte de fine demi-coque qui entoure toute la partie latérale et latéro-dorsale du thalamus, d'avant en arrière.

L'activité rythmique de ses neurones provoque une inhibition cyclique des neurones thalamiques se projetant sur le cortex. Ce phénomène, dont la rythmicité épouse la fréquence des fuseaux, aboutit à l'inhibition des messages sensoriels au niveau du thalamus, de sorte qu'ils ne peuvent atteindre le cortex.

Pour mener à bien leurs travaux, Thien Thanh Dang-Vu et Pierre Maquet s'appuyèrent sur l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), combinée à l'électro-encéphalographie (EEG). Des volontaires coiffés d'un casque doté de 72 électrodes avaient pour instruction de se coucher dans le scanner d'IRMf et de se relaxer. L'expérience se réalisant vers minuit, cette relaxation ne tardait pas à engendrer l'endormissement des sujets. L'EEG permettait de s'assurer qu'ils dormaient, de déterminer la phase de sommeil dans laquelle ils étaient plongés et les moments où ils produisaient des fuseaux de sommeil, lesquels correspondent à un train d'ondes quasi-sinusoïdal de 13 à 15 hertz et d'une durée de 0,5 à 1,5 seconde.

## Un étrange complexe

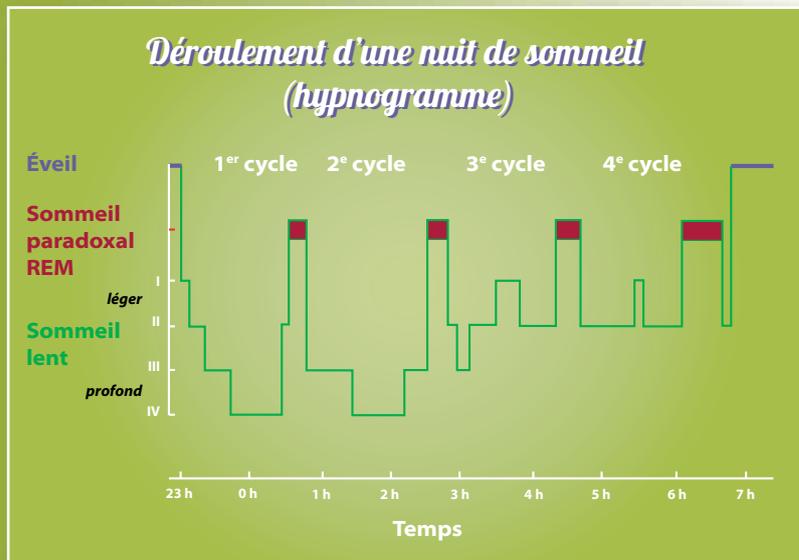
Dès le début de l'expérience, des sons un peu étouffés (3) leur parvenaient par intermittence durant 300 millisecondes. Lorsque les sujets étaient éveillés, pas de surprise: on observait une activation bilatérale des aires auditives du thalamus et du cortex temporal.

Mais que se passait-il chez les sujets endormis? Lorsque le stimulus sonore était présenté au cours d'une phase de sommeil lent, mais en dehors de la présence d'un fuseau, la réponse du cerveau se révélait plus étendue qu'à l'éveil, recrutant notamment les structures auditives du tronc cérébral ou encore le cortex cingulaire antérieur. «*Il est donc erroné de considérer que le sommeil nous isole totalement du monde extérieur*», commente Pierre Maquet. En revanche, opérer une stimulation auditive pendant un fuseau de sommeil ne suscitait aucune réponse thalamique ou corticale. Autrement dit, les fuseaux font obstacle à la transmission des sons vers le cortex auditif et les autres structures cérébrales appelées à les traiter.



## L'architecture du sommeil

Hétérogène, le sommeil se compose du sommeil lent (non REM) et du sommeil paradoxal (REM), grand théâtre de nos rêves. Une nuit normale comprend 4 ou 5 cycles (rarement 6), au sein desquels la quantité respective de sommeil lent et de sommeil paradoxal (surtout présent en fin de nuit) peut fluctuer. Le sommeil lent est lui-même une entité divisible comportant 4 stades. Le premier s'assimile à un état de somnolence. Le stade 2 est le support d'un sommeil léger. Il consolide un état d'inconscience qui nous permet d'accéder au sommeil lent profond (stades 3 et 4), lequel va se morceler pour s'inscrire dans les cycles précédemment évoqués et y cohabiter avec des épisodes de sommeil paradoxal.



- (1) Pierre Maquet est également chef de service au CHU de Liège et assurera, à partir d'octobre 2012, l'enseignement de la neurologie à la faculté de médecine de l'Université de Liège.
- (2) Thien Thanh Dang-Vu et al., Interplay between spontaneous and induced brain activity during human non-rapid eye movement sleep, *PNAS*, 2011.
- (3) Afin de ne pas réveiller les participants.
- (4) Également appelée engramme, la trace mnésique désigne le substrat physique de la mémoire dans les circuits cérébraux.
- (5) Mélanie Boly et al., Hierarchical clustering of brain activity during human nonrapid eye movement sleep, *PNAS*, 2012.
- (6) Ingénieur électricien et mathématicien américain, Claude Elwood Shannon (1916-2001) est l'un des principaux pionniers de la théorie de l'information.
- (7) Contact: [crcgw@ulg.ac.be](mailto:crcgw@ulg.ac.be).

Tous les neurologues savent que si l'on frappe dans les mains à côté d'une personne en sommeil lent, son électroencéphalogramme peut révéler l'apparition d'une onde lente particulière de grande amplitude dans la seconde qui suit. Baptisée «complexe-K», une telle onde constitue la réponse stéréotypée d'un cerveau engagé dans des oscillations lentes. «Dans un tiers des cas, les sons que nous avons délivrés en dehors de la présence d'un fuseau ont induit un complexe-K», souligne le professeur Maquet. Or la production de ces ondes a un double impact. D'une part, la réponse du cortex auditif est plus importante. D'autre part, le cerveau recrute des régions cérébrales typiques (frontales médianes et frontales latérales inférieures) qui reflètent le trajet commun à toutes les ondes lentes. Bref, des sons peuvent déclencher une réponse typique du sommeil lent, le complexe-K, comparable aux ondes lentes spontanées du sommeil lent, qui renforce le traitement de l'information auditive et la propage dans le cerveau.

Une précision mérite d'être apportée: la transmission de l'information sonore vers le thalamus et le cortex n'implique pas le réveil du sujet endormi et la prise de conscience des bruits environnants. «Pour que l'individu soit extrait du sommeil, il faut que la stimulation auditive soit suffisante pour que le cerveau quitte le champ des oscillations lentes et bascule dans le mode de fonctionnement fait de décharges toniques caractéristiques de l'éveil», commente Pierre Maquet.

## Au service de notre mémoire ?

Ce qui vaut pour le sommeil lent vaut-il pour le sommeil paradoxal, siège de nos rêves ? Non, assurément, car cette phase de sommeil est vierge d'oscillations lentes, le cerveau y étant aussi actif qu'à l'éveil. Toutefois, la question des interactions entre l'activité cérébrale spontanée en sommeil paradoxal et les stimuli extérieurs mérite d'être étudiée. Des travaux en ce sens sont menés actuellement au CRC. «Une chose est certaine: nous avons des preuves comportementales d'une réactivité du cerveau aux stimuli extérieurs pendant le sommeil paradoxal, explique Pierre Maquet. Ainsi, on relève l'incorporation de tels stimuli dans les rêves.»

Quelle fonction remplissent les processus mis en lumière par les neuroscientifiques dans l'expérience publiée dans *PNAS* ? Des ondes cérébrales spécifiques contrôlent les effets du bruit durant le sommeil lent, mais dans quel «but» ? Dans quelle perspective le cerveau humain, par la grâce des fuseaux, se retrouve-t-il isolé du monde extérieur ? L'hypothèse la plus solide est que cet isolement lui permettrait d'accomplir un certain nombre de tâches essentielles, dont principalement la consolidation des traces mnésiques (4) encodées auparavant, c'est-à-dire des éléments servant de support à notre mémoire.

Mais, au fait, pourquoi notre conscience du monde extérieur et de nous-mêmes s'amenuise-t-elle lorsque nous nous abandonnons aux bras de Morphée et, plus particulièrement, au sommeil lent profond ? Cette question, *a priori* un peu triviale, mais qui est loin de l'être, Pierre Maquet et son équipe l'ont abordée récemment dans un article publié à nouveau dans *PNAS: Hierarchical clustering of brain activity during human nonrapid eye movement sleep* (5).

Contrairement à une croyance largement répandue, nos neurones demeurent très actifs durant cette phase de sommeil. On peut donc affirmer que la conscience résulte moins de leur taux d'activité que de la capacité de notre cerveau à traiter de l'information. Les neuroscientifiques ont isolé 6 réseaux fonctionnels qui s'établissent spontanément dans le cerveau: le réseau dorsal attentionnel, le réseau du contrôle exécutif, le réseau sensori-moteur, le réseau visuel, le réseau de détection de stimuli saillants et le réseau du mode par défaut, lequel, faisant «cavalier seul», est plus actif lorsque le sujet éveillé n'accomplit aucune tâche que lorsqu'il en effectue une. Le groupe de Pierre Maquet s'est efforcé de mesurer, chez le sujet éveillé et chez le sujet en état de sommeil lent profond, la quantité d'informations échangées entre les 6 réseaux susmentionnés. Pour ce faire, les chercheurs eurent recours au couplage des techniques d'EEG et d'IRMf. Des méthodes de calcul très sophistiquées se référant à la théorie de l'information de Shannon (6), elle-même liée au concept d'entropie, furent également mises en œuvre grâce à une collaboration avec le *Centre national de la recherche scientifique (CNRS - Université Pierre et Marie Curie, à Paris)*.

## Une myriade de mini-réseaux

Au terme de ces travaux, il apparut que le flux d'informations enregistré durant une période de temps déterminée dans le cerveau d'un sujet endormi différait notablement de celui observé chez un sujet éveillé. De façon assez surprenante, le sommeil lent l'emportait sur l'éveil quant à la quantité d'informations échangées. Mais l'essentiel n'est pas là. Il se situe au niveau de la distribution

même des flux d'informations. Au cours du sommeil lent, l'information s'échange au sein d'une multitude de réseaux restreints dont chacun résulte d'un fractionnement d'un des 6 réseaux fonctionnels principaux. Souvent, des régions homologues (par exemple, le putamen gauche et le putamen droit, le thalamus gauche et le thalamus droit...) communiquent, se «parlent» avec une certaine «frénésie», formant ainsi un de ces «mini-réseaux» que la terminologie anglo-saxonne désigne sous le nom de «cluster». «*Ces réseaux restreints, où l'activité est intense, apparaissent comme isolés, déconnectés des autres parties du cerveau*, explique Pierre Maquet. *Bref, les "clusters" discutent très peu entre eux.*»

En revanche, l'état d'éveil se caractérise par un dialogue entre les «clusters» d'un même réseau fonctionnel. L'information n'est donc pas traitée uniquement à un échelon local, mais est partagée par les différents éléments du système.

Cette découverte du CRC et de l'Université Pierre et Marie Curie constitue la première preuve expérimentale en faveur de la théorie de Giulio Tononi, du département de psychiatrie de l'Université du Wisconsin, à Madison. «*Celle-ci prédit que des flux d'informations circonscrits à des "clusters" travaillant largement en vase clos sous-tendent un état d'inconscience. Dans des conditions où le fonctionnement cérébral n'est pas unifié, mais émane de l'activité d'une myriade de petites unités ne dialoguant pas entre elles, il est impossible que se dégage un percept unique conscient*», indique Pierre Maquet.

Dans la foulée de ces travaux, les neuroscientifiques du *Centre de recherches du cyclotron* se sont également intéressés à l'anesthésie. Elle aussi est au centre d'un «clustering». Mais différent, plus radical encore: chez le sujet anesthésié, aucune intégration ne se réalise, ni par la biais d'une communication entre les «clusters» d'un réseau fonctionnel, comme à l'éveil, ni au sein même des «clusters». Autrement dit, tout échange d'informations disparaît.

## 40 heures d'éveil

Et demain ? Grâce à la subvention de recherche du Prix Clerdent, le groupe de Pierre Maquet compte mener à son terme



une étape cruciale de la vaste étude qu'il a entreprise sur la manière dont certains gènes, en particulier PER3, influencent la capacité des individus à faire face à la privation de sommeil. L'expérience se déroulera en deux phases. Au cours de la première, les chercheurs analyseront, par IRMf, les interactions cérébrales chez 40 volontaires ayant été soumis à une longue période de veille continue - 40 heures. Changement d'«outils» pour la seconde phase, où la combinaison des données de l'EKG à haute résolution et de la stimulation magnétique transcrânienne permettra de disséquer l'activité du cortex cérébral chez 40 autres volontaires, eux aussi privés de sommeil durant 40 heures d'affilée.

Cette étude de la régulation veille-sommeil s'appuiera sur une cohorte de sujets âgés de 20 à 30 ans, de type caucasien, consommant peu d'alcool et de café, ne fumant pas, n'effectuant pas des travaux de nuit et n'ayant pas connu de décalage horaire de plus d'une heure au cours des 3 mois précédant le début de l'expérience. Ils devront séjourner une semaine au CRC. Avis aux amateurs (7) ! ■

# L'intuition du concept de nombre

Les recherches du professeur Mauro Pesenti (Université catholique de Louvain) portent sur les mécanismes impliqués dans le traitement des nombres et le calcul. Quels sont-ils? La «bosse des maths» existe-t-elle vraiment?

38

Texte : Paul Devuyt

Photos : M. PESENTI (p.39), T. TROJANOWSKI (p.39)

## >> En bref...

- \* La bosse des maths, entendue comme quelque chose d'entièrement inné, n'existe pas. Par contre, nous naissons tous avec une sensibilité numérique à développer.
- \* Il existe une réelle phobie des maths dont les mécanismes cérébraux sont à l'étude.
- \* Les animaux, s'ils ne savent pas réellement compter, possèdent également un sens du nombre plus ou moins affiné, allant parfois jusqu'à l'aptitude à additionner.

Les nombres sont les briques de base sans lesquelles l'édifice des mathématiques n'aurait jamais pu s'élever et la question des fondements de l'arithmétique occupe une place centrale en philosophie des mathématiques, depuis Platon et Descartes jusqu'à Bertrand Russel. Les recherches suggèrent qu'un des fondements de l'arithmétique, l'intuition du concept de nombre, trouve son origine dans l'architecture de notre cerveau, qui représente spontanément, vraisemblablement dès la naissance, ce paramètre du monde de la physique.

L'intuition du nombre est si solidement ancrée dans la profondeur de nos sillons intra-pariétaux, si inconsciemment présente derrière le moindre de nos calculs, que nous n'en réalisons pas l'importance. Nous comprenons sans le moindre effort

que 3 est plus petit que 5, il nous paraît tellement évident que 2 et 2 font 4 que nous ne nous interrogeons guère sur l'appareil cérébral à l'origine de cette intuition. Nous ne prenons conscience de son importance, paradoxalement, que lorsqu'elle se détériore.

Si l'observation de troubles après une lésion pariétale est assez ancienne, leur étude scientifique précise ne date que du début des années 80, et la démonstration du lien entre cortex pariétal et capacités numériques est en fait très récente puisqu'elle date de la fin des années 90. Une telle lésion, à l'âge adulte comme dans la petite enfance, peut entraîner une incapacité totale à comprendre ce que signifient les nombres. Dans certains cas, le déficit est si global que même la lecture et l'écriture des nombres sont impossibles: ces «dessins»

deviennent soudain si vides de sens que le patient est incapable d'en faire le moindre usage. D'autres patients peuvent conserver de bonnes capacités de lecture et d'écriture des nombres, voire de récitation par cœur de la table de multiplication. Cependant, s'ils se souviennent des mots «trois fois neuf vingt-sept», ils n'en connaissent plus le sens.

## Tout bien compté...

Le professeur Mauro Pesenti, de l'Institut de recherche en sciences psychologiques de l'Université catholique de Louvain (UCL) dirige un groupe de recherche spécialisé dans l'étude de la cognition numérique, c'est-à-dire sur la manière dont les individus traitent les nombres et les informations numériques qui les entourent. Ses travaux portent plus particulièrement sur des individus adultes alors qu'un autre groupe étudie la dyscalculie chez l'enfant.

«Nos travaux portent sur un panel de tâches et de compétences très large avec des populations assez variées elles aussi: des enfants, des adultes, des enfants qui n'ont pas de problèmes d'apprentissage ou qui en ont, des adultes sains ou qui ont des difficultés à traiter les nombres», explique le professeur Pesenti. «Cela peut aller de choses très basiques comme compter combien il y a de personnes dans une pièce ou dans une file d'attente, à des opérations beaucoup plus complexes telles que des multiplications de nombres à 2 ou 3 chiffres en passant par du calcul de base que tout adulte normalement scolarisé et que la plupart des enfants maîtrisent, les quatre opérations et notamment les tables de multiplication», poursuit le chercheur.

Que serions-nous sans les chiffres ? Prix, coût, tarif, valeur, salaire, kilos, secondes, mètres, surface, volume... Pourtant l'humanité a vécu beaucoup plus longtemps sans chiffres qu'avec car il est possible, dans une certaine mesure, de «compter» sans chiffres. C'est d'ailleurs comme cela que l'homme connaissait le nombre de membres du clan, celui des animaux tués à la chasse ou le nombre de bêtes dans un troupeau. Il fallait pouvoir se repérer, évaluer les distances, mesurer l'écoulement du temps. Et tout cela sans chiffres. C'est encore comme

cela que certaines peuplades, dites «primitives» comptent encore aujourd'hui.

## Une thématique importante

«On n'a pas toujours conscience de ce problème parce que les adultes normalement scolarisés traitent les nombres et la numérosité sans s'en rendre compte mais si vous vous arrêtez un instant pour vous demander le nombre de fois où vous êtes amené à traiter des informations de type numérique, vous serez étonné», explique le professeur Pesenti.

On compare souvent le fait de ne pas être capable de traiter l'information numérique à une difficulté dans la vie de tous les jours à peu près équivalente au fait d'être illettré. Il est évident que notre société actuelle est remplie de chiffres: pour utiliser son ordinateur, son téléphone, un micro-onde, une radio ou une télévision, il faut être capable de comprendre la signification des chiffres, il faut savoir les reconnaître et certaines personnes, après une lésion cérébrale, en sont incapables. Si vous leur fixez rendez-vous à une certaine date, une certaine heure dans un certain bâtiment, elles n'y parviendront pas. Être totalement désorienté dans l'espace et dans le temps est invalidant et malheureusement, n'est pas rare dans la pratique clinique.

Cette situation est étonnante à une époque où tout le monde dispose d'une calculatrice, mais il ne faut évidemment pas réduire les problèmes des nombres à des calculs. Si l'on présente deux chiffres à certains patients, ils sont incapables de dire celui qui est numériquement le plus grand car ils sont dans l'impossibilité de traiter les chiffres arabes. Pour certains autres, c'est l'inverse: si vous leur présentez deux chiffres, il n'y a aucun problème, mais si vous leur présentez ces mêmes chiffres écrits en toutes lettres, ils sont incapables de répondre. C'est la raison pour laquelle le groupe du professeur Pesenti s'est attaché à l'étude de ces problèmes.

«À cela s'ajoute le fait qu'il y a de 30 à 40% d'enfants qui arrivent au terme de l'école primaire avec des difficultés de calcul. Et ce nombre augmente à l'école secondaire

Bio *express*



**Nom :** PESENTI

**Prénom :** Mauro

**Formation :**

Humanités à La Louvière, doctorat à l'UCL, chercheur qualifié FNRS

**Adresse :**

Psychological Science Research Institute, Bâtiment Mercier, Université catholique de Louvain, Place Cardinal Mercier, 10 B-1348 Louvain-la-Neuve

**Tél :** 010/47. 88. 22

**E-mail :** mauro.pesenti@uclouvain.be





40

Les bébés ont la notion des nombres dès leur septième mois. Ils pourront être à l'aise en mathématiques si et seulement si, on leur en donne le goût assez tôt.

Il y a vraisemblablement des aptitudes «de base» et donc une sensibilité numérique naturelle, mais rien n'arrivant sans rien, pour exceller, il faut travailler !

puisqu'il y a environ 50% des élèves qui terminent le secondaire en ayant des difficultés à maîtriser les mathématiques. Ce sont là des chiffres importants dans notre société et qui méritent d'être investigués», déclare le chercheur.

## Peur des maths ?

Si l'équipe du professeur Pesenti travaille régulièrement avec les services neuropsychologiques des hôpitaux afin de comprendre les troubles d'un patient ou participe à l'étude d'un cas spécifique afin d'en tirer des leçons dont bénéficieront d'autres patients, elle étudie principalement des individus en bonne santé (surtout des étudiants de facultés scientifiques ou littéraires) pour comprendre comment fonctionne notre système cognitif.

«Notre groupe étudie par exemple un phénomène qui s'appelle 'l'anxiété par rapport aux mathématiques', un phénomène selon lequel certains adultes, pour diverses raisons, ont développé une sorte de phobie spécifique aux mathématiques. Cela se manifeste bien sûr à l'école mais aussi dans la vie de tous les jours, et peut avoir des conséquences assez importantes pour la personne qui en souffre. Par exemple, l'étudiant aura tendance à choisir une filière d'étude ou une profession où il ne risque pas de rencontrer beaucoup de mathématiques. Cela ferme également certaines portes dans la vie professionnelle à ces personnes peu à l'aise lorsqu'il s'agit de manipuler des nombres. Notre idée est de bien comprendre les raisons de cette anxiété par rapport aux mathématiques et de mettre au point une prise en charge spécifique en vue de la faire disparaître. Mais, et c'est là l'essentiel de notre travail, nous voulons comprendre le système cognitif humain et dans ce contexte, la fonction numérique est finalement un prétexte pour comprendre comment fonctionne le cerveau humain», explique le professeur Pesenti.

## Peut-on avoir la bosse des maths ?

Le concept de «bosse des maths» est né au début du 19<sup>e</sup> siècle. Deux drôles de fées se sont penchées sur son berceau:

d'une part des démonstrations ahurissantes et «magiques» de calculateurs prodiges, d'autre part les premières tentatives pour comprendre le fonctionnement du cerveau. À cette époque, l'idée était que plus développée était telle ou telle capacité, plus grosse devait être la zone de cerveau où elle résidait. Un ouvrage de Franz Josef Gall (1757-1828), fondateur de la phrénologie qu'il appelait «cranioscopie», en dit long sur le sujet: «Art de reconnaître les instincts, les penchants, les talents et les dispositions morales et intellectuelles des hommes et des animaux par la configuration de leur cerveau et de leur tête» ! Il cartographia ainsi plus d'une trentaine de protubérances pour l'amitié, la ruse, la finesse, la prévoyance, l'esprit métaphysique...

On sait aujourd'hui que tout cela est faux et archifaux. L'idée, toute aussi fautive, qu'être doué en mathématiques est un «don» de naissance est néanmoins encore fort répandue. Pourtant, mis à part quelques cas particuliers, toutes les études montrent que nous naissons égaux devant les maths et les autres matières. Les bébés, qui ont la notion des nombres dès leur septième mois, seront à l'aise en mathématiques... si on leur en donne le goût très tôt.

Pour le professeur Pesenti, «il y a ceux qui pensent que les compétences en calcul sont quelque chose d'inné: on est bon en math ou on ne l'est pas, et il y a ceux qui pensent (et il en fait partie) que c'est essentiellement le fruit d'un sur-apprentissage. Si on parle de compétence arithmétique ou calcul de haut niveau, c'est encore plus évident».

En effet, il a eu la chance de tester un calculateur prodige, c'est-à-dire quelqu'un qui a des compétences exceptionnelles en calcul. Durant son enfance, il n'était pas bon du tout en mathématiques. À l'école primaire, le calcul ne l'intéressait pas car il lui était mal expliqué par ses professeurs; en secondaire, c'était encore pareil. Finalement, il ne voyait pas en quoi les mathématiques pouvaient lui être utiles. Il s'en est donc désintéressé jusqu'au jour où, jeune adulte et par hasard, il a découvert un algorithme qui lui permettait de calculer à quel jour de la semaine correspondait une date donnée. C'est donc en s'amusant qu'il a découvert le côté mathématique du problème. Il s'est alors plongé dans des livres de mathématiques et est

devenu un calculateur expert. Il s'agit là du fruit d'un surentraînement et cela montre que toute personne qui a suffisamment de temps et de motivation à consacrer à ce genre d'exercice, peut atteindre un très bon niveau d'expertise en calcul.

## Volonté et travail

«Je crois, poursuit le professeur Pesenti, que l'enfant, comme l'animal, est sensible à la numérosité, c'est-à-dire le nombre d'objets, d'éléments ou d'évènements dans l'environnement. Cette sensibilité numérique, extrêmement importante, est partagée par le plus grand nombre d'entre nous et même par les espèces animales. Notre cerveau est construit de manière à pouvoir traiter une telle information de manière très précoce. Si on passe à des compétences plus complexes, je ne suis personnellement pas partisan de dire que c'est quelque chose d'inné, quelque chose donné à certains individus et pas à d'autres».

Il est évident que tous les musiciens ont passé des heures et des heures au travail, que les sportifs de haut niveau ont passé des jours et des jours à s'entraîner avant de devenir virtuose ou médaillé d'or. Il y a peut-être une prédisposition à la base mais sans travail quotidien, il est bien certain que jamais ils n'atteindront un sommet. Il en est de même pour le calcul: il y a peut-être un «quelque chose» à la base mais il faut ensuite une motivation, de l'intérêt pour devenir un expert.

«Il faut reconnaître que notre société occidentale n'est pas très portée sur

les mathématiques, au contraire des Orientaux et des Indiens, des Japonais ou des Chinois en particulier, chez qui existent des clubs de calcul où l'on utilise encore le boulier compteur et où il est bien vu d'être bon calculateur. Leur système scolaire favorise d'ailleurs ces dispositions», poursuit le chercheur.

Cette sensibilité à la numérosité vient de notre évolution: l'homme des cavernes s'intéressait déjà à la quantité de nourriture qu'il devait rapporter pour son clan et dans l'Antiquité, le berger devait savoir s'il avait le même nombre de chèvres et de moutons en revenant qu'en partant ! Et aujourd'hui, physiciens et chimistes, économistes et banquiers ont développé des modèles mathématiques (traductions d'une certaine réalité) pour répondre aux besoins de la vie du 21<sup>e</sup> siècle.

## Et les animaux ?

Si les animaux, ailleurs que sur certaines scènes de spectacle, ne savent généralement pas compter, nombreux sont ceux, en revanche, à avoir un certain sens du nombre. Plusieurs expériences le montrent.

«L'animal est capable de déterminer que dans un tel arbre il y a davantage de fruits que dans tel autre, qu'il y a plus d'agresseurs que de défenseurs dans son propre clan. En 1994, un groupe de chercheurs anglais (de l'Université de Cambridge) et américains (de l'Université du Minnesota) a réalisé une étude sur le comportement des lions dans la savane. Des haut-parleurs, cachés dans des fourrés, diffusaient soit un soit trois rugissements face à une lionne et ses petits. Dans le premier cas, intéressée, elle se dirigeait seule vers la source du

bruit; dans le second, elle adoptait deux attitudes: soit elle allait vers les haut-parleurs avec d'innies précautions, soit elle s'éloignait en emmenant ses petits», explique le professeur Pesenti.

D'autre part, des chercheurs de l'Université de Duke (États-Unis) ont comparé l'aptitude d'humains et de macaques à résoudre des calculs mentaux (*PLoS Biology*, décembre 2007). Placés devant un écran tactile, les primates ont vu défiler deux images représentant chacune un nombre de points. Ensuite, l'écran affichait deux images, l'une contenant la somme des points de deux images précédentes et l'autre, un nombre de points différents. Les singes étaient récompensés lorsqu'ils sélectionnaient la réponse exacte à l'addition. Les résultats montrent que dans 76% des cas, les singes choisissaient la bonne réponse. Des étudiants, placés devant les mêmes problèmes, voyaient juste dans 94% des calculs. Dans les deux groupes, les performances diminuaient si les réponses affichées représentaient un nombre proche de points.

La capacité partagée des humains et des singes à effectuer des additions suggère que l'arithmétique basique est une part de notre héritage commun de l'évolution sauf que les humains, eux, ont acquis le langage et l'écriture, deux éléments qui changent fondamentalement notre façon de percevoir les nombres. ■





# Le boson en questions

Événement enregistré par le détecteur CMS en 2012 à une énergie dans le centre de masse de la collision proton-proton de 8 TeV. L'événement montre les caractéristiques attendues pour la désintégration du boson de Higgs du modèle standard en une paire de photons (lignes jaunes pointillées et tours vertes).

Texte : **Henri DUPUIS** • [dupuis.h@belgacom.net](mailto:dupuis.h@belgacom.net)  
Photos : **CERN**

42

**La nouvelle est tombée le mercredi 4 juillet vers 10H00: les chercheurs du CERN (Organisation européenne de recherche nucléaire) ont trouvé une nouvelle particule qui pourrait être le fameux boson de Brout-Englert-Higgs. Une découverte qui appelle bien des questions...**

## Qu'ont réellement vu les physiciens ?

Lorsque les responsables des expériences *Atlas* et *CMS* ont affiché les résultats de leurs travaux lors de la conférence de présentation, ce n'est évidemment pas une «photo» du boson qui est apparue sur les écrans, pas même celle d'une désintégration, mais bien des courbes d'énergie avec l'indication de la masse de la particule mystère (126,5 GeV) et le taux de confiance dans les mesures effectuées (5 sigma) (voir le diagramme p. 43).

On peut comprendre la déception d'un public non averti et surtout sa légitime interrogation: n'est-ce pas de la pure spéculation mathématique sans lien avec la «vie réelle»? Selon la théorie, le boson

de Higgs serait apparu  $10^{-10}$  sec après le *Big Bang*, lorsque l'Univers affichait encore une température de  $10^{15}$  K. C'est une particule instable qui se désintègre presque instantanément. Autrement dit, il n'est pas question d'essayer de piéger une telle particule comme on piégerait par exemple un atome de fer ou un électron qui, eux, sont bien dans notre présent. C'est pour cela que les accélérateurs comme le *LHC* sont aussi considérés comme des machines à remonter le temps: ils permettent de reconstituer les conditions d'apparition des constituants de notre matière au tout début de l'histoire de l'Univers. Mais comme le boson a, en outre, une durée de vie infime, même si on parvient à en créer, il n'est pas directement détectable. Ce que cherchent les physiciens, ce sont des particules issues de la désintégration du boson, sa signature en quelque sorte. Il

faut donc d'abord produire le boson puis examiner sa désintégration. Pour la fourchette de masse dans laquelle les physiciens avaient fini par coincer le boson de Higgs, celui-ci est issu de la combinaison des quarks et gluons qui composent les protons qu'on précipite les uns contre les autres. Quant à la désintégration la plus observée, celle qui est sortie du lot au fur et à mesure des expériences, c'est la désintégration en deux photons  $\gamma$ . C'est-à-dire le mécanisme prévu dans le cas d'une particule dont la masse tourne autour de 126 GeV. C'est cela qu'ont observé les physiciens.

Enfin, comme on le verra ci-dessous, ce processus est rare, ne se produit pas à chaque rencontre entre deux protons. Et s'il est observé, il faut être certain que cela se distingue du «bruit de fond» ou ne soit pas dû à un aléa expérimental. Ce sont donc des lois statistiques qui sont prises en compte, ce que traduit la mention «5 sigma», à savoir 5 risques d'erreur sur 10 millions. Un intervalle de confiance qui permet d'affirmer que les mesures sont correctes à 99,9999%.

## Est-ce vraiment le boson de Higgs ?

C'est évidemment LA question ! Ce dont les physiciens sont à peu près certains, c'est qu'ils ont découvert une nouvelle particule d'une masse voisine de 126 GeV, soit environ 133 fois plus lourde que le proton. Mais est-ce le boson de Higgs ? Prudents, ils préfèrent parler officiellement d'une «particule compatible avec le boson de Higgs». Il faudra sans doute plusieurs mois, voire des années, pour être certain que cette particule est le Higgs. Les physiciens vont devoir identifier toutes les caractéristiques de cette nouvelle particule et voir si elles correspondent bien avec celles prédites pour le Higgs par la théorie. Et si ce n'est pas le cas ? D'abord, cela ne voudra pas dire que le Higgs n'existe pas: il se cache peut-être là où on ne l'a pas encore cherché. Mais surtout, cela voudrait dire qu'on se trouve avec une particule inconnue sur les bras, qui ne rentre pas dans le cadre du modèle standard. Lequel volerait alors sûrement en

*Une petite bosse dans une courbe, qui fait toute la différence. L'évidence la plus forte pour cette nouvelle particule vient de l'analyse d'une désintégration en deux photons. La courbe en ligne pointillée suit le bruit de fond issu de processus connus. La courbe continue suit un ajustement statistique du signal et du bruit de fond. La nouvelle particule apparaît avec l'excès autour de 126.5 GeV.*

éclats. Ou bien, hypothèse encore plus alléchante, le modèle standard resterait valable pour la matière visible tandis que la nouvelle particule ouvrirait la porte à la compréhension du monde invisible.

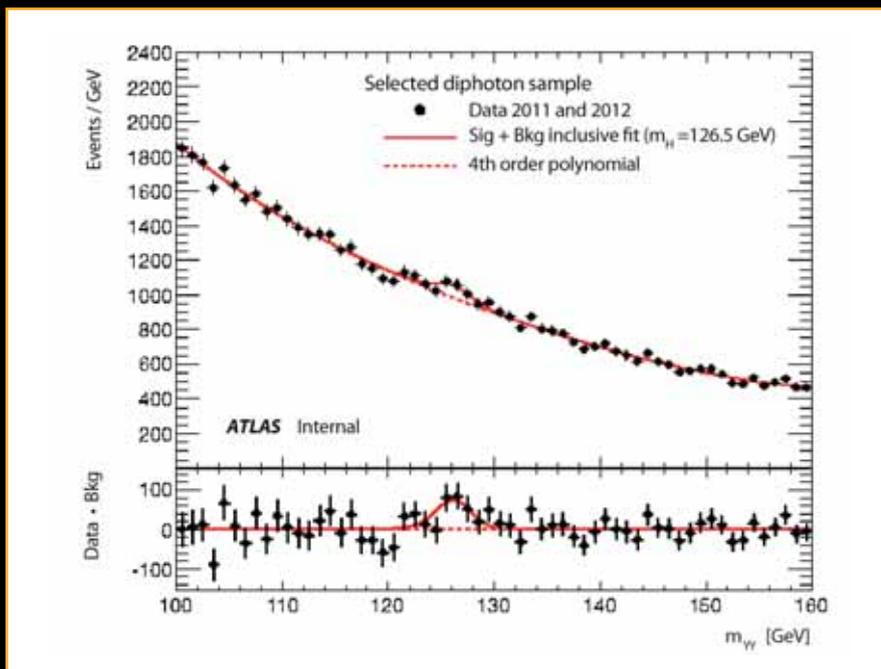
## Pourquoi a-t-il fallu tant d'années pour le découvrir ?

Essentiellement pour **trois** raisons.

Tout d'abord, la théorie imaginée par les physiciens ne disait rien sur la masse du boson tant convoité. Autrement dit, les expérimentateurs ne savaient pas où chercher le boson, entendons par là qu'ils ne savaient pas dans quelle gamme de masse (ou d'énergie) chercher cette fameuse particule ! La traque a réellement commencé dès les années 1980, particulièrement au *LEP* (le prédécesseur du *LHC* à Genève) et au *Tevatron* (accélérateur du *Fermilab* aux USA). Il a donc fallu «cerner» (sans jeu de mot !) cette particule d'expérience en expérience. Pour y arriver, il a fallu passer au crible les différents cas de désintégration possibles en fonction des fourchettes de masse attribuée au boson. Cela a tout d'abord permis d'exclure toute masse inférieure à 114 GeV, puis une masse supérieure à 130 GeV et ainsi de suite jusqu'à ne conserver qu'une fenêtre très étroite autour de 125 GeV..... ou supérieure à 600 GeV qu'il n'est pas possible d'explorer aujourd'hui !

C'est là qu'intervient la deuxième raison qui explique le nombre d'années nécessaires: plus l'énergie (la masse) de la particule est importante, plus l'accélérateur doit être puissant. Or c'était le cas de notre boson puisqu'on avait déjà éliminé l'hypothèse d'une particule de masse faible. Il a donc fallu construire (et financer !) des accélérateurs de plus en plus puissants capables de provoquer des chocs à des énergies de plus en plus élevées. Pour mémoire, on pourra rappeler que le premier accélérateur de particules, construit en 1931 (le cyclotron de Lawrence), faisait .... 10 cm de diamètre (le *LHC* fait 27 km !) et l'on était alors dans une gamme d'énergie autour de 80 000 eV (un million de fois moins que le *LHC*). Il aurait coûté une cinquantaine de dollars de l'époque (le *LHC* représente un investissement de 6,5 milliards d'euros !).

Enfin, troisième raison: il ne suffit pas d'une seule expérience pour espérer voir apparaître le boson. Pour le comprendre, il faut introduire une unité réservée au monde des particules: le barn. C'est une unité de surface qui correspond à la section géométrique du noyau d'un atome, autrement dit c'est très petit, de l'ordre de  $10^{-24}$  cm<sup>2</sup> ! Mais lors d'un phénomène de collision, ce n'est pas cette surface entière qui importe puisque les particules ne se cognent pas «tranche contre tranche» si l'on peut ainsi s'exprimer. Les physiciens ont donc introduit la notion de section efficace. Celle-ci n'est pas constante pour une particule donnée, et dépend d'ailleurs peu de sa taille, mais bien de la vitesse de la particule et du type de collision. Cette section efficace rend donc compte de la probabilité d'interaction d'une particule pour une réaction donnée: plus la section efficace est élevée, plus la réaction a des chances de se produire. Ainsi, la section efficace de l'absorption d'un neutron lent dans la matière est de 1000 barns. Mais quelle est la section efficace des collisions mettant le Higgs en jeu ? Manque de pot, elle est plutôt de l'ordre du femtobarn ( $10^{-15}$  barn). En clair, il faut au moins 10 000 milliards de collisions pour espérer voir la trace d'un boson de Higgs ! Et n'en apercevoir qu'un seul est évidemment statistiquement insuffisant: il a donc fallu provoquer des centaines de milliers de milliards de collisions pour être sûr de son coup. ■



À suivre dans le prochain numéro...

# À la Une du Cosmos

Texte: Yaël NAZÉ • [naze@astro.ulg.ac.be](mailto:naze@astro.ulg.ac.be) • <http://www.astro.ulg.ac.be/>



Certains voient grand (E-ELT, 40 mètres de diamètre), d'autres petit... Ainsi, KELT, télescope liliputien (42 millimètres), a découvert une exoplanète et une naine brune.

Photo: KELT



C'est parti - après un atterrissage en fanfare, la mission Curiosity a commencé à explorer Mars !

Photo: NASA



Les grosses étoiles (plus de 100 masses solaires) trouvées dans la nébuleuse de la Tarentule ne seraient pas nécessairement nées telles quelles: elles pourraient provenir de la fusion d'étoiles moins massives.

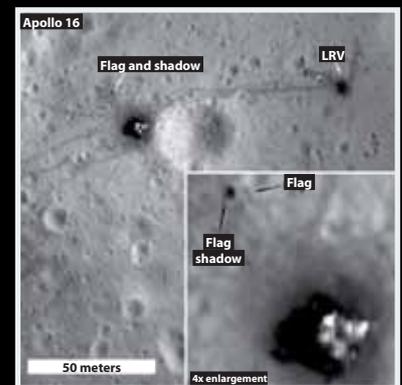
Photo: Sefirot / Wikipedia

44



Trop peu de naines brunes, ces «étoiles ratées»: le télescope spatial WISE n'en a détecté que 33 à moins de 26 années-lumière de nous, contre 211 étoiles dans le même volume. En théorie, on s'attendait à trouver autant des unes que des autres !

Photo: WISE



Les drapeaux des missions Apollo tiennent le coup !

Photo: NASA

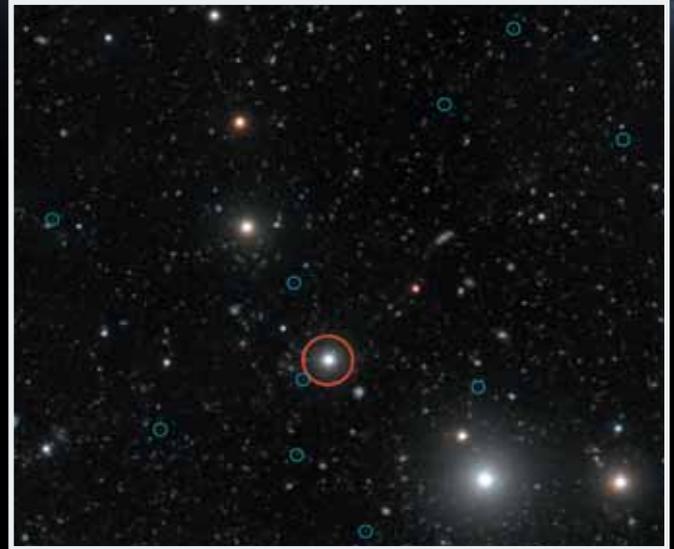
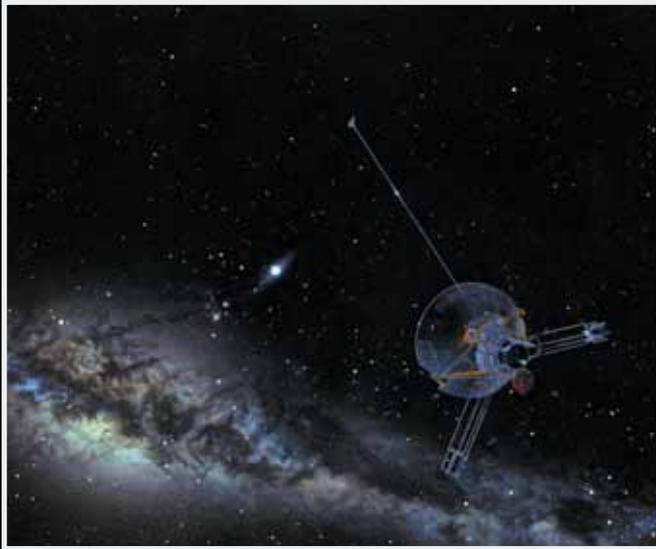


Coup de foudre sur Saturne - la sonde Cassini a photographié un éclair au cœur de la tempête qui rageait l'an passé dans l'hémisphère nord.

Photo: NASA

Vu ses asymétries, notre Galaxie aurait subi une collision récemment (quelque cent millions d'années quand même) avec une galaxie naine.

Photo: NASA



À gauche: Il n'y a plus d'«anomalie Pioneer». On a longtemps cru que les sondes Pioneer avaient un mouvement anormal, que certains utilisaient pour remettre en cause les théories de gravité et autres. Pas de chance, une étude technique démontre que la chaleur produite par le système électrique est la cause de l'accélération «anormale». Photo: NASA. À droite: Nos modèles cosmiques prédisent l'existence de petites galaxies, riches en gaz et ne formant pas ou peu d'étoiles. Ces «galaxies noires» ont été observées pour la première fois grâce aux télescopes européens. En parallèle, une autre prédiction se voit confirmée: l'existence de filament de matière sombre. Photo: ESO

45

## RENTRÉE SPATIALE à Liège

### Space Days

Les Space Days sont des rencontres entre industriels du spatial. Cette année, la 4<sup>e</sup> édition se tient à Liège sur le thème de l'observation de la Terre. À cette occasion, l'exposition «Look at Me» se tiendra à la Médiacité. Elle a pour objectif de contribuer à la sensibilisation du grand public et des jeunes au secteur du spatial.

- 21/9 au 31/10, Médiacité, Liège
- grand public et écoles
- Site web: <http://www.space-days.com/en/public-exhibition>

### Space Week

#### Matinée de la rentrée académique

La space week est l'occasion de rencontrer les astronautes de la mission à laquelle a participé Dirk Frimout il y a 20 ans (dont Charles Bolden, actuel directeur de la NASA). Il y a des activités à divers endroits de Belgique, dont une rencontre prévue avec 600 élèves à Liège.

- mercredi 26/9, 9-12h, Université de Liège (Amphis de l'Europe, Sart-Tilman)
- écoles à partir de la 4<sup>e</sup> secondaire et grand public
- Site web: <http://www2.ulg.ac.be/sciences/astro/>
- Contact et réservation: Réjouissiences, [sciences@ulg.ac.be](mailto:sciences@ulg.ac.be)

### Awesome Universe

Depuis 50 ans, les astronomes européens explorent le ciel austral grâce à un ensemble de télescopes installés au Chili, rassemblés sous le label de l'organisation ESO (European Southern Observatory) au sein duquel Liège a toujours joué un rôle important. Depuis les montagnes de La Silla et Cerro Paranal, ainsi que le plateau de Chajnantor, les astronomes dévoilent ainsi les secrets du cosmos. Ils en ont rapporté des images superbes, qui vous sont présentées dans l'exposition «Awesome Universe».

- 21/9 au 31/10, accessible durant les heures d'ouverture de la Médiacité, Liège
- grand public et écoles
- Info et contact: Réjouissiences, [sciences@ulg.ac.be](mailto:sciences@ulg.ac.be), <http://www2.ulg.ac.be/sciences/>





Texte: Théo PIRARD • Photo: ESO

**N**otre nouvelle frontière - au-delà des 100 km d'altitude - s'ouvre sur l'Univers. Pour la sonder, l'astronomie et l'astrophysique se dotent de moyens de plus en plus importants et performants. On assiste dans le monde à une prolifération d'observatoires pour regarder et écouter les phénomènes du ciel qui ont pour noms nébuleuses, galaxies, pulsars, quasars, supernovae, trous noirs, exo-planètes... L'homme, insatiable curieux, cherche à en savoir plus sur le fonctionnement de la mécanique céleste, la naissance, l'étendue et les mystères du Cosmos. Pour la communauté scientifique, l'Europe vient de donner le feu vert à la réalisation de l'observatoire E-Elt (European Extremely Large Telescope) sur le Cerro Amazonas au Nord du Chili, non loin du Vlt (Very Large Telescope) du Cerro Paranal. Avec un miroir primaire de 39,3 m de diamètre, l'E-Elt sera le plus grand du monde lors de sa mise en service prévue début des années 2020

**L**es Européens, en décidant de coopérer depuis un demi-siècle, jouent donc un rôle clé dans l'étude de l'Univers ?

L'Eso (European Southern Observatory), alias l'Observatoire Européen Astral, est la première organisation intergouvernementale de recherche astronomique. Créée en 1962, elle s'est implantée au Chili avec des observatoires «made in Europe» (1) sur plusieurs sites dans la Cordillère des Andes. Privilégiés par un ciel pur et serein, ils scrutent la voûte céleste de l'hémisphère sud. 50 ans plus tard, l'Eso compte 15 États-membres (14 européens et le Brésil), fonctionne avec un budget annuel de 150 millions d'euros et participe notamment à des réseaux d'observation financés par l'Union Européenne. Elle met ses outils sur les monts La Silla (2 400 m d'altitude) et Paranal (2 635 m), ainsi qu'à Chajnantor dans le désert de l'Atacama (5 100 m) à la disposition des chercheurs du monde entier. Son siège à Garching (Munich) possède une importante banque d'images et de données.

**P**ourquoi cet engouement mondial pour découvrir «le monde infini» de l'espace ?

Ce qu'on a coutume d'appeler l'infiniment grand n'a jamais autant fasciné. Outre l'Europe avec l'Eso et le Gtc (Gran Telescopio Canarias) espagnol, les États-Unis, le Canada et le Japon se trouvent aux premières loges avec des instruments de grande classe, tant au sol que sur orbite. La Chine, l'Inde, le Brésil, l'Argentine, l'Australie et l'Afrique du Sud se dotent de télescopes et radio-télescopes pour prendre part à la moisson d'observations. L'évidence d'une vie extra-terrestre, pas nécessairement intelligente, reste à démontrer en collectant un maximum d'informations précises. Quel groupe d'astronomes et d'astrophysiciens sera le premier à faire la grande découverte d'éléments vivants dans notre galaxie, la Voie Lactée ? C'est l'un des enjeux scientifiques de ce siècle.

**L**a mise en œuvre de puissants télescopes va-t-elle signifier la mise au rancart des petits observatoires et le désintérêt pour le travail des astronomes amateurs ?

Pas du tout. L'exploitation coûteuse des grands systèmes d'observation doit être partagée entre plusieurs équipes ayant des objectifs de recherche différents. Leurs activités sont généralement ciblées sur des objets précis à étudier. L'emploi de petits télescopes permet des observations longues de phénomènes comme les manifestations d'exo-planètes, de comètes, de débris spatiaux, de géocroiseurs (astéroïdes qui passent dans le voisinage de notre planète)... Ainsi les astrophysiciens de l'Université de Liège utilisent à distance *Trappist (Transiting & Planetsimals Small Telescope)*, un instrument automatique avec miroir de 0,60 m, installé à l'observatoire Eso à La Silla. En province de Luxembourg, l'Oca (Observatoire Centre Ardenne) propose à Grapfontaine (près de Neufchâteau) des télescopes dans un complexe - unique en Wallonie ! - de 6 coupoles qui servent à des «classes de ciel», à l'astrophotographie, l'étude des études variables, au suivi des météores... C'est qu'il y a du travail pour tous quand il est question de l'immensité cosmique ! ■

(1) La société liégeoise Amos est partie prenante dans le développement des observatoires de l'Eso. Elle s'est illustrée avec la fourniture de petits télescopes mobiles qui, auxiliaires du Vlt du Paranal, lui servent à faire de l'interférométrie pour une vision 3D des phénomènes célestes. Elle est candidate pour participer à la réalisation de l'observatoire E-Elt.



Vue d'artiste de l'imposant E-Elt qui va prendre forme dans les années à venir.

# Lambda-X :

## le «fin du fin» en micro-optique

Texte: Théo PIRARD • theopirard@yahoo.fr

Photo: LAMBDA-X

**D**epuis qu'elle a débuté ses activités en 1996, *Lambda-X* a inventé, mis au point et réalisé plus de 25 instruments optiques de pointe pour l'Europe dans l'espace. Ils équipent des satellites pour des missions scientifiques et des fusées-sondes *Maser* destinées à des recherches en microgravité. Ils servent à effectuer des expériences et observations à bord de l'*Iss* (*International Space Station*), avec le laboratoire européen *Columbus*. Les activités technologiques de *Lambda-X* suivent trois axes:

- dans le spatial, la Pme a tissé des liens avec les fabricants de systèmes spatiaux en Europe, notamment avec *Eads Astrium* et *QinetiQ Space*. On la trouve présente avec de l'optique miniaturisée dans l'instrumentation scientifique (un pointeur solaire de haute précision pour satellite et pour radiomètre, le suivi du comportement des fluides et de la cristallisation des protéines...) et pour l'observation de la Terre. Dans le cadre de l'*Esa* (*European Space Agency*) et pour le *Vito* (de Mol), contractant principal, elle a conçu et mis au point l'optique ultra-légère pour la caméra *Medusa* (*Monitoring Equipment & Devices for Unmanned Systems at high Altitude*) de 0,6 kg, économique et performante. Cet équipement de prises de

vues est prévu pour voler à bord d'un avion ultra-léger sans pilote et à énergie solaire. Il pourrait prendre place à bord d'un nano-satellite de télédétection, de type *Cubesat*.

- pour le contrôle optique dans les laboratoires au sol, lors des processus de production et d'assemblage, *Lambda-X* a réussi à intéresser l'industrie ophtalmologique avec sa gamme brevetée d'appareils *Nimo* (*Nouvel Instrument de Mesure Optique*). Automatiques, d'une utilisation simple et conviviale, ils analysent et vérifient rapidement la qualité des lentilles. Ils permettent surtout de visualiser les défauts infimes que d'autres systèmes ne détectent pas ! À ce jour, 75 *Nimo* ont été fournis à des fabricants d'optique en Europe, aux États-Unis, au Japon, à Singapour... Le *Nimo* est en constante évolution pour répondre à de nouveaux besoins.
- en R&D, *Lambda-X* est à l'affût des activités qui poussent à innover. Elle est partie prenante dans les études pour des missions autour de Mars et sur la Lune. On la trouvera à bord de la sonde *ExoMars 2016* avec l'expérience de spectrométrie *Nomad* (*Nadir & Occultation for Mars Discovery*) dont est responsable l'*Institut d'Aéronomie Spatiale* de Belgique. Cet équipement doit étu-

*Implantée dans le zoning industriel de Nivelles-Sud, la Pme Lambda-X tire parti des exigences de la technologie spatiale pour proposer de l'optique miniaturisée de très haute qualité. C'est le leitmotiv d'Olivier Dupont, administrateur-délégué de la société nivelloise: «Pour nous, le spatial est un réservoir de technologies nouvelles. En relevant les défis de l'instrumentation et de la métrologie optiques pour mener à bien des expériences dans l'espace, notamment dans la Station spatiale internationale, nous avons accumulé un précieux savoir-faire dans le développement de composants simples et efficaces, légers et résistants pour des micro-systèmes optiques. Nous cherchons à diversifier cette expertise dans des services et produits pour des applications industrielles à valeur ajoutée.»*

dier les composants de l'atmosphère martienne dans l'infrarouge et l'ultra-violet. Par ailleurs, *Lambda-X* dirige une équipe composée de sociétés belges (*Delphi Genetics*, l'Université de Gand et Canberra) et belgo-australienne pour le projet *Amere* (*Autonomous Microscope for Examination of Radiation Effects*) de l'*Esa*. Cette étude doit préparer la charge utile d'un atterrisseur lunaire européen prévu pour la fin de cette décennie. *Amere* est un bio-réacteur équipé d'un microscope autonome à haute résolution: il doit observer les effets du rayonnement de grande énergie sur des cellules humaines, quand elles sont exposées sur la Lune aux rayons cosmiques durant une longue période. ■

# La Cité Ardente à l'heure spatiale

Texte: Théo PIRARD • [theopirard@yahoo.fr](mailto:theopirard@yahoo.fr) • Photo: CNES

**D**urant deux journées de septembre, Liège sera la Cité Ardente de l'espace. Son Université a prévu de placer sa rentrée académique sous le signe des vols spatiaux habités en conférant les insignes de docteur *honoris causa* à trois astronautes et deux personnalités de l'astronautique. Dans le cadre de la *Space Week* organisée chaque année par l'*Euro Space Society* (<http://www.spaceweek2012.com>), la Belgique va accueillir l'équipage de la mission Atlas-1 qui s'est déroulée du 24 mars au 2 avril 1992 avec la navette *Atlantis*. Le 26 septembre, Charles Bolden, l'actuel administrateur de la *Nasa* (*National Aeronautics & Space Administration*) et Dirk Frimout, chercheur chargé d'expériences sur l'état de santé de l'atmosphère terrestre, seront mis à l'honneur à l'Université. En même temps que Jean-Jacques Dordain, directeur général de l'*Esa* (*European Space Agency*), Frank De Winne, qui a séjourné à deux reprises dans l'*Iss* (*International Space Station*), et Paul Van Hoeydonck, sculpteur anversois et seul artiste à avoir réalisé une œuvre sur la Lune (depuis le 1<sup>er</sup> août 1971).

Les 26 et 27 septembre se tiendront les traditionnels *Space Days* (<http://www.space-days.com>) de Wallonie Espace, qui fait partie du Pôle wallon de compétitivité aérospatiale SKYWIN. Cette association professionnelle regroupe 27 acteurs - industriels, universités, centres de recherche - en recherche et technologie spatiales, implantés en Wallonie et à Bruxelles. Tous les deux ans, elle met sur pied des journées sur le thème des produits et services de l'espace. Cette année, avec le mot d'ordre de *Zoom on Earth* (Gros Plan sur la Terre), ces deux journées seront l'occasion de faire le point sur les systèmes et applications de l'observation de la Terre par les satellites. En vedette: le *Csl* (*Centre Spatial de Liège*) pour son expertise dans le développement de systèmes optiques et le traitement des données radar. Lors d'échanges de vues, présentations et rencontres, l'accent a été mis sur le rôle de premier plan que l'Europe, avec

l'*Esa* et la Commission, ainsi que la Belgique jouent dans les activités et retombées de télédétection spatiale.

La journée du 26 (après-midi) sera réservée aux visites d'entreprises du «spatiopôle» au Sart Tilman et s'achèvera par une réception de bienvenue au Palais des Princes-Evêques. Au programme du 27 qui se déroulera à l'amphithéâtre de l'Europe sur le campus universitaire, la parole sera donnée aux professionnels de l'industrie spatiale et les contacts d'affaires privilégiés. Deux tables rondes traiteront du programme européen *Gmes* (*Global Monitoring for Environment & Security*), de la vision stratégique avec ses défis opérationnels et pour l'accès aux données et ce, dans la perspective de la Conférence ministérielle de l'*Esa* qui se tiendra à Caserte (Italie) en novembre. À noter la présence de Jean-Jacques Dordain et Josef Aschbacher (*Esa*), Jean-Pierre Malingreau (Commission européenne), Reynald Seznez (*Thales Alenia Space*), Marc Tondriaux (*Astrium Geo-Information Services*), de représentants du *Cnes* (*Centre National d'Études Spatiales*), du *Dlr* (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*), d'*Ohb* et de *Telespazio*...

L'après-midi du 27 septembre verra les chercheurs, institutionnels et industriels s'exprimer au cours de trois sessions parallèles sur des thèmes spécifiques: l'instrumentation, le traitement des données, les applications terrestres. L'événement spatial liégeois aura un prolongement «grand public» à la *Médiacité* avec une exposition sur l'impact des technologies de la télédétection par satellites, qui se tiendra du 21 septembre au 31 octobre. Bienvenue aux groupes scolaires afin de mieux comprendre, grâce à une scénographie pertinente de la Maison de la Science de l'Université de Liège, les multiples aspects du spatial au service de tous. De quoi se rendre compte que l'espace est un réel stimulant de matière grise et se trouve bien présent dans notre quotidien. ■

Le satellite d'observation Pleïades HR-1 utilise une structure réalisée par Sonaca à Gosselies.



# Brèves spatiales...

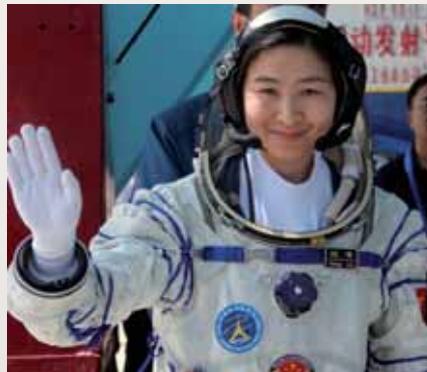
## d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: Nasa, XINHUA

### Liu Yang, première Chinoise dans un laboratoire sur orbite.

Alors que Washington n'a plus la capacité de faire voler ses astronautes vers l'Iss (International Space Station), Beijing continue de marquer des points dans la maîtrise des systèmes spatiaux habités pour des opérations complexes dans l'espace. Avec une feuille de route officielle qui doit lui donner une station spatiale dès 2020, puis permettre à ses taïkonautes un aller-retour sur la Lune en 2030 ! La Chine a l'ambition, ainsi que l'enthousiasme, de devenir l'alternative de la Russie dans l'exploration et l'exploitation du Cosmos. Elle vient de s'illustrer avec le vol d'une première femme autour de la Terre.

Du 16 au 29 juin, le vaisseau *Shenzhou-9* de 8 t a servi à la quatrième mission habitée de taïkonautes. À son bord, deux hommes et une femme, tous pilotes de l'Armée rouge: ils vont passer près de deux semaines en impesanteur. L'arrimage avec *Tiangong-1* - un module-



laboratoire de 8,5 t satellisé le 29 septembre 2011 - a démontré le savoir-faire chinois dans les manœuvres d'assemblage de systèmes spatiaux. Il est réalisé, du premier coup, en mode automatique le 18 juin, créant un ensemble de plus de 16 t, ayant un volume habitable de 25 m<sup>3</sup>. L'équipage l'a refait de façon manuelle le 23 juin, sans le moindre problème. Le prochain *Shenzhou-10* est en préparation pour un vol de 23 jours et de nouvelles expériences dans *Tiangong-1* durant 2013. La pilote chinoise Wang Yaping devrait être de la partie. ■

**L**e «père» belge de l'Europe spatiale s'en est allé. Charles Hanin vient de décéder à l'âge de 97 ans. Cet ancien ministre fait partie du panthéon de l'histoire de l'Europe unie dans l'espace: en juillet 1973, à l'issue d'une épique et délicate Conférence spatiale européenne, il réussissait le lancement de l'Esa (European Space Agency) et la mise en place d'un programme spatial européen. On se souvient de son ton savoureux pour conter l'heureux événement de la nouvelle Europe spatiale, auquel il avait largement contribué: *«Toujours est-il qu'à cette fameuse date du 31 juillet [1973], nous avons dû discuter longuement. Tous les journaux avaient estimé que ça tournerait mal. Quand nous avons terminé positivement à 5 h du matin - positivement sur Ariane que les Français voulaient, sur Spacelab auquel les Allemands tenaient comme à la prune de leurs yeux, et sur Marots que les Anglais souhaitaient pour leurs navires. Quand on a terminé, il faisait clair, les oiseaux chantaient. On avait réussi. Il n'y avait plus un seul journaliste qui était là... parce qu'ils étaient tous partis, persuadés que ça allait rater. Ils sont venus pour m'interviewer le lendemain. Mais, le lendemain, c'était moi qui n'étais plus là parce que j'étais parti en vacances !»* ■



## Agenda

### Down to Earth (Retour sur Terre) à l'Euro Space Center

Il s'agit d'une exposition pertinente, réalisée par la société *Créaction* avec le soutien de la DG06 - Département du développement technologique. Elle veut sensibiliser le public aux multiples retombées des systèmes spatiaux dans notre vie de tous les jours: des couches-culottes aux prévisions météo, en passant entre autres par les airbags, les cellules photovoltaïques et les feuilles de mylar, l'espace a changé nos habitudes !

Inaugurée et visitée le 16 février par les Ministres Rudy Demotte, Jean-Claude Marcourt et Jean-Marc Nollet à l'issue d'un Conseil du gouvernement wallon qui s'est tenu dans l'incubateur technologique «Galaxia», cette expo de l'Euro Space Center (Transinne-Libin) accueille petits et grands pendant une année. C'est l'occasion de découvrir, au-delà du rêve, combien l'investissement public pour l'espace a donné lieu à des produits et services nouveaux qui valorisent au plus haut niveau les connaissances universitaires et les compétences industrielles de Wallonie. ■

<http://www.eurospacecenter.be>

Down to earth

# À vos AGENDAS!

La Nuit des Chercheurs: Science à la maison !

28 septembre 2012

À Bruxelles et en Wallonie...

Cette année encore, la *Politique Scientifique Fédérale (Belspo)* organise l'édition belge de cette manifestation européenne. L'objectif ? Valoriser les sciences, l'innovation et la technique. Les scientifiques désireux de «désacraliser» leur métier et grand public se rencontreront autour de nombreuses activités insolites sous le thème de «Science à la maison».

Combinant initiation et interactivité, les scientifiques révolutionneront la conception traditionnelle des sciences par le biais de spectacles réunissant chercheurs, danseurs, musiciens, calligraphes et vidéastes, des jeux de piste, jeu digital et des workshops interactifs notamment sur les biocarburants à base de micro-algues, sur la chimie dans la cuisine et la salle de bains, ou encore sur la maison du futur.

## Infos ?

<http://www.ulb.ac.be/inforsciences2/evenements/stages/index.html>  
et <http://www.nuitdeschercheurs.be>

## LIÈGE

### ► Médiacité

(Bld. Raymond Poincaré, 7 à 4020 Liège)

Au programme: diverses activités interactives, ateliers présentant les travaux des chercheurs, démonstrations, expositions et même un jeu de piste à travers la galerie ! À travers 2 sujets *a priori* éloignés, «la Maison», et «l'Espace», les chercheurs de l'ULg offriront l'occasion de mieux percevoir la science au quotidien et de se projeter dans le futur...

Activités de découverte de l'astronomie pour les 4<sup>e</sup> - 6<sup>e</sup> primaire.

Visite de l'exposition «Look at me» pour les élèves jusqu'à la 6<sup>e</sup> secondaire.

Pour les **écoles** <13h - Pour **tous** <17h.

<http://www2.ulg.ac.be/sciences/>

## BRUXELLES

### ► Botanique

(Rue Royale, 236 à 1210 Bruxelles)

Plusieurs workshops interactifs se tiendront dans les serres et l'Orangerie et porteront notamment sur les nouvelles technologies et les commandes et applications intelligentes de la maison du futur. D'autres ateliers porteront un regard sur l'environnement et les matériaux renouvelables, notamment à travers le bois et la bibliothèque, ou encore sur les réseaux sociaux et les énergies de demain. Dans la rotonde se tiendront d'étonnants shows scientifiques présentés par *Technopolis*, de même que plusieurs projections de films en harmonie avec le thème.

Pour les **écoles** <13h - Pour **tous** <18h.

<http://www.botanique.be>

### ► Planétarium

(Avenue de Bouchout, 10 à 1020 Bruxelles)

Dans son splendide dôme sphérique de 840 m<sup>2</sup>, le Planétarium vous invitera à (re)découvrir l'influence du ballet Terre-Lune-Soleil dans notre vie quotidienne. Des marées aux changements de saisons en passant par l'influence du Soleil, il sera mis en évidence à quel point nous sommes plus que jamais rythmés et domptés par l'astronomie. Danseurs, musiciens, calligraphes et vidéastes se joindront au spectacle qui sera projeté:

Pour les **écoles** <14h - Pour **tous** <18h

<http://www.planetarium.be>

## LOUVAIN-LA-NEUVE

### ► Auditoire & Salle d'étude de la Faculté des Sciences

(Pl. des Sciences, 2 à 1348 Louvain-la-Neuve)

Divers stands feront découvrir au public les trésors cachés de la Nature dans nos maisons, qu'ils s'agissent d'insectes, de champignons en ciblant leurs mérites et usages, de notre pharmacie à nos assiettes. Ils montreront également les bénéfices d'un habitat en harmonie

avec la Nature. Des visites d'une école écologique, le Collège du Biéreau, sont également prévues à 17h, 18h et 19h. Parallèlement, 2 conférences conduites par l'architecte Luc Schuiten et le Pr André De Herde, rendront une vision futuriste de la maison et de la nature. Enfin, la projection du film *La clé des Champs* complétera ce programme.

Pour **tous** <17h - Drink & échanges à 21h30

<http://www.uclouvain.be/411165.html>

## MONS

### ► Hôtel de ville

(Grand-Place, 22 à 7000 Mons)

Parmi les nombreux workshops interactifs et véritablement vivants: la science dans le four, les emballages biodégradables, les biocarburants à base de micro-algues, la chimie dans la cuisine et la salle de bains, ou encore la maison du futur. Des conférences interactives entre public et chercheurs, un intrigant jeu digital et une performance musicale par des scientifiques en tant qu'activité de clôture complèteront ce séduisant programme !

Pour les **écoles** secondaires de 13h à 16h - Pour **tous** <18h.

<http://www.umons.ac.be/nuitdeschercheurs>

## CHARLEROI

### ► Brasserie de l'Eden

(Bld. Jacques Bertrand, 1 à 6000 Charleroi)

Réunis autour de boissons et avec convivialité, des chercheurs du Biopark de Charleroi s'invitent à votre table et répondent à toutes vos questions sur la vaccination. Pourquoi faut-il se faire vacciner ? Pourquoi certaines maladies résistent aux vaccins ? Peuvent-ils guérir le cancer ? Le domaine de la santé concerne l'ensemble de la population d'où la nécessité d'en discuter.

Pour **tous** à 18h

<http://www.eden-brasserie.be>



Award de la plateforme IB

## Inscrivez-vous !

La plateforme IB (*IngenieursBelges.be*), pour la toute première fois en Belgique francophone, organise la remise d'une récompense à un établissement scolaire de la Fédération Wallonie Bruxelles ayant réalisé la meilleure sensibilisation et préparation aux métiers d'ingénieur durant l'année scolaire 2011-2012. La remise de l'Award, ainsi que la mise à l'honneur de cet établissement distingué par un jury de professionnels, constitue pour *IngenieursBelges* une réelle opportunité de mettre en lumière le rôle majeur des acteurs de l'enseignement secondaire auprès des jeunes dans leur préparation et dans leur choix de s'engager dans les filières scientifiques.

### Infos & inscription ?

- pour le 12 octobre au plus tard sur le site:

<http://www.ingenieursbelges.be>



[www.ingenieursbelges.be](http://www.ingenieursbelges.be)

# Sorti de PRESSE

**Matière et matériaux.  
De quoi est fait le monde?**

**Étienne GUYON**

**Belin**

**Q**ue représente l'action de déchirer ou de plier du point de vue du matériau ? Comment un fil s'étire et se casse-t-il ? Comment les contraintes internes font-elles tenir une tige de rhubarbe, une poutre en béton précontraint ou les vitres de la pyramide du Louvre ? Pourquoi préfère-t-on fabriquer des poutres en bois et des colonnes en pierre ? Derrière ces questions disparates se cache un principe fondateur de la science: l'universalité de la matière et de ses propriétés. Mêlant physique, chimie, biologie et géologie, ce livre propose un passionnant voyage haut en couleurs dans toutes les échelles de la matière, depuis la molécule unique jusqu'aux nuages interstellaires. Au-delà de la beauté des phénomènes qui régissent l'agencement de la matière, une évidence s'impose: cette dernière est féconde. Les êtres vivants, et notamment l'homme, l'ont façonnée pour leur usage, la transformant en matériau pour se déplacer, se nourrir, bâtir, se vêtir, voire s'embellir et créer des œuvres d'art. Ces 5 fonctions sont au cœur de cet ouvrage original.

Penser la différence de discipline comme altérité et non comme infériorité, pour porter des regards complémentaires et cohérents sur différents objets du monde qu'inouventoure, fut la préoccupation permanente des 8 auteurs. Il s'agissait d'offrir à l'amateur de belle vulgarisation scientifique, au curieux, à l'étudiant comme à

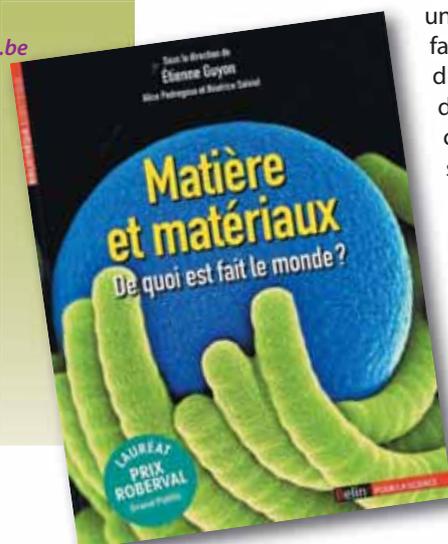
l'enseignant, une nouvelle façon interdisciplinaire de voir les choses, faisant référence aux derniers développements de la science contemporaine et pourtant accessible à tous.

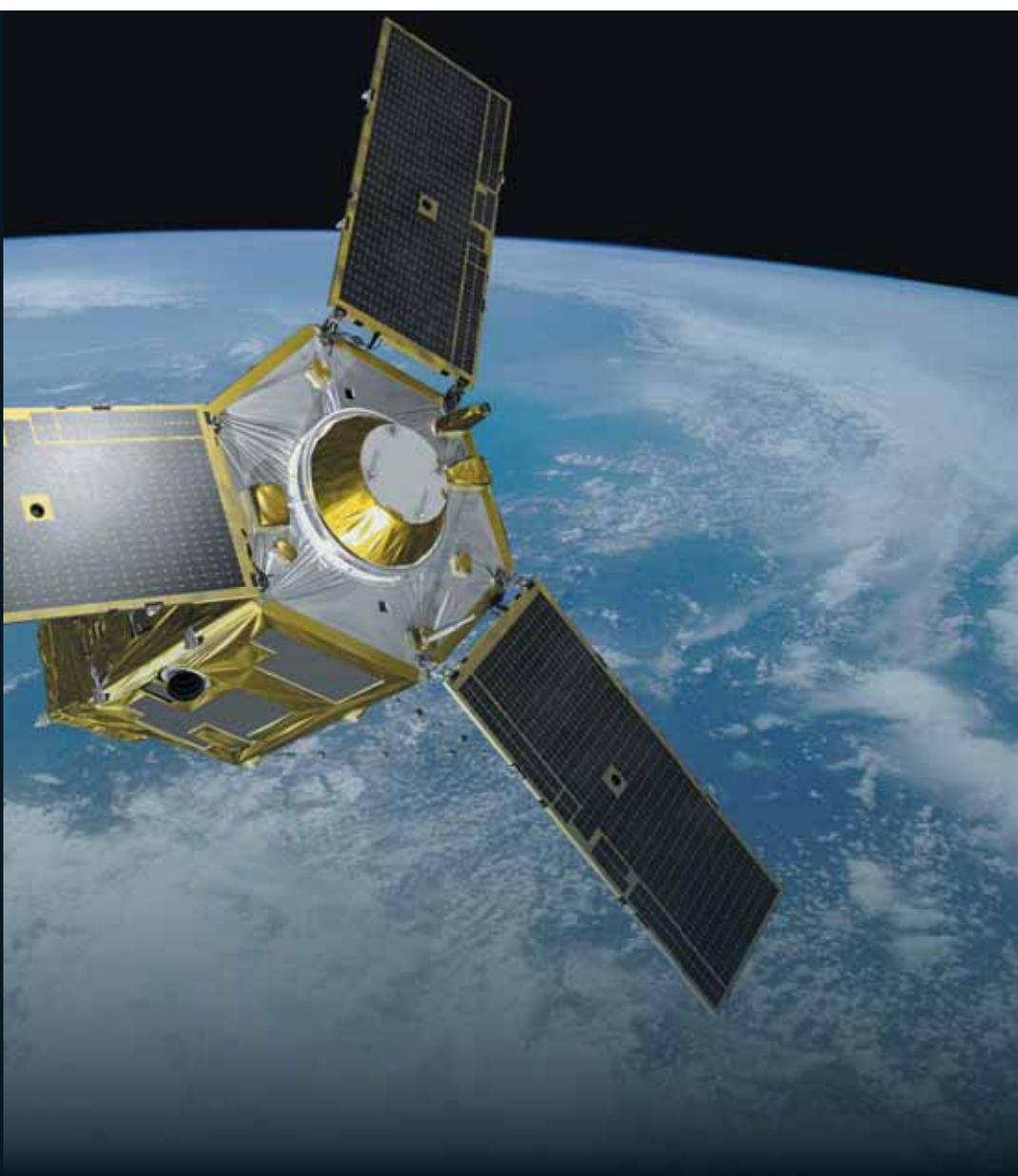
La matière est constituée d'atomes, organisés le plus souvent en molécules. Son analyse la plus fine s'opère par spectrométrie. Quand cette matière est destinée à une utilisation précise, on parle de matériau. Une réponse aux questions posées s'organise en observant comment la matière est agencée depuis le niveau moléculaire jusqu'à celui des assemblages, que ce soit celui d'une tige ou de la construction architecturale. Intervient alors le zoom dans les échelles, cher aux physiciens des matériaux, car il établit une liaison entre le microscopique et le macroscopique. Il rapproche le chercheur en sciences fondamentales de l'ingénieur, le chimiste et le biologiste moléculaire du naturaliste, le physicien des solides du géologue et du pédologue (spécialiste des sols). Une démarche interdisciplinaire bien féconde !

L'ouvrage est structuré en 3 parties: les échelles de la matière, la mise en œuvre des matériaux pour les 5 fonctions précitées et des clés pour leur étude (propriétés, notamment des couleurs et des surfaces, regroupement en familles). Il s'inscrit dans un projet fondamental: donner aux jeunes ce goût de la découverte, de l'observation et de l'investigation. Ce livre veut faire partager à tous les merveilles de la matière. La matière dans tous ses états, à différentes échelles, donne matière à... réfléchir ! Devant nous, se déroule la pensée du véritable chercheur, celui dont l'esprit fait usage de tous les moyens, de toute la diversité de sa culture, pour essayer de saisir les mystères de la nature dans leur globalité.

Bref, un ouvrage inédit et ambitieux (plus de 80 sujets en 340 pages), particulièrement soigné, illustré et pratique (avec bibliographie, glossaire et index fournis). À juste titre, le Lauréat du Prix ROBERVAL Grand Public 2011. ■

Texte: **Christiane De Craecker-Dussart**  
[c.decraecker@skynet.be](mailto:c.decraecker@skynet.be)





**Visitez nos sites:**

<http://athena.wallonie.be>  
<http://recherche-technologie.wallonie.be/>  
<http://difst.wallonie.be/>