

# [Athena]

Avril  
2013

Le mag' *scientifique*

www.athena.wallonie.be • Mensuel ne paraissant pas en juillet et août • Bureau de dépôt Bruxelles X • N° d'agrément: P002218

*Technologie*

Les arts Numériques à la frontière  
du réel et du virtuel

*Santé*

Les jeunes et l'alcool...





Édito

## Gueule cassée, gueule de bois, coup de gueule

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teuf • Photos: **NYC.gov**

**P**eut-être vous souvenez-vous de mon édito intitulé «Biture express» (*Voir Athena n° 265, Novembre 2010, p. 2*) ? J'y évoquais le problème de l'alcool chez les (très) jeunes et plus particulièrement, du *binge drinking* (boire un maximum d'alcool en un minimum de temps). Loin d'être résolu, il s'agit d'un phénomène en augmentation chez les adolescents. Ainsi, en Belgique, 13% des jeunes connaissent leur première cuite à 13 ans ! À 13 ans, est-on même censé avoir déjà goûté à l'alcool ? Mais à 13 ans, on a envie de jouer à l'adulte, on a envie d'être quelqu'un, voire même d'être quelqu'un d'autre, on teste ses propres limites mais aussi celles des autres. À 13 ans, on se cherche et pour se trouver, on se confronte. Pour cela, l'alcool est un «ami» de choix, accessible et peu cher. Désinhibé, on se prend pour le roi du monde: plus de gêne, plus de peur, plus de faiblesse, plus de danger. Résultat: l'alcool, directement ou indirectement, est la première cause de décès chez les 15-24 ans (Source: *OMS*). Les faits divers en sont remplis: accidents de voiture, chutes mortelles, comas éthyliques fatals et... bagarres qui ont mal tourné.

C'est bien cela qui m'inquiète aujourd'hui. L'alcool et l'un de ses plus graves effets, la violence, semblent être devenus les communs dénominateurs des festivités d'aujourd'hui. Qu'est-ce qui fait qu'un «simple» apéro entre gens civilisés dégénère en bain de sang ? Pourquoi l'alcool rend-il bête et méchant ? Parce qu'on perd pied avec la réalité, parce qu'on peut être un autre, parce que surtout, on a «oublié» les barrières morales, le civisme, les responsabilités, tout ce qui fait qu'on est un homme, un ami, un père... Et ce n'est malheureusement plus ici une question d'âge ou d'inconscience juvénile mais de recherche de sensations. Loin de moi l'idée de diaboliser l'alcool, qui reste à bonne mesure un plaisir, mais voir un ami sur un lit d'hôpital ou au cimetière ou des jeunes en prison pour «un verre de trop», ça m'interpelle, ça me met en colère, ça me fait peur. D'autant plus qu'ils n'ont - qu'il n'avait - pas 30 ans... Pour en savoir plus sur le sujet, rendez-vous p.26 ! Bonne lecture et... soyez prudents ! ■

*Géraldine*

ATHENA 290 • Avril 2013

SPW | Éditions

Tirée à 17 000 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

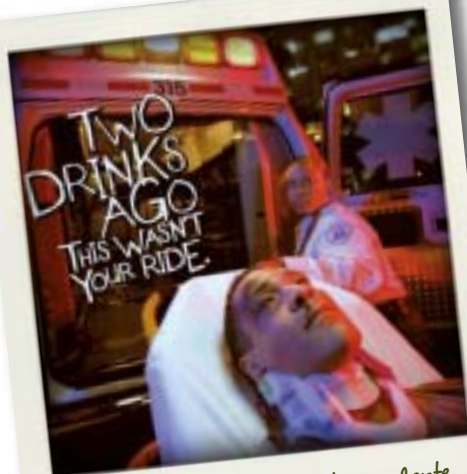
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES

• par téléphone

au 081/33.44.76

• par courriel à l'adresse

[geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)



Campagne d'affichage ultra parlante dans le métro new-yorkais.  
<http://goo.gl/KGuuc>



12



19



31



47

# Sommaire

<b>Actualités</b>	04
<b>Focus</b> sur Citobi	10
<b>Série</b> Le <b>radar</b> détecte dans l'air, le <b>sonar</b> dans l'eau	12
<b>L'ADN de ...</b> Adrien SPINEUX • Architecte paysagiste	16
<b>Technologie</b> Les <b>arts Numériques</b> à la frontière du réel et du virtuel	18
<b>Internet</b> <b>Google</b> et ses concurrents (1 <sup>e</sup> partie)	22
<b>Santé</b> Les <b>jeunes</b> et l' <b>alcool</b> ...	26
<b>Biologie</b>	30
<b>Médecine</b> <b>NDE</b> : la piste des <b>souvenirs éclair</b>	34
<b>Mathématiques</b> Des <b>images</b> réduites à leur plus simple expression	38
<b>Physique</b>	42
<b>Astronomie</b>	44
<b>Espace</b>	46
<b>Agenda</b>	50

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 IPM  
Rue Nestor Martin, 40 à 1083 Ganshoren

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs  
Jean-Michel Debry  
Christiane De Craecker-Dussart  
Paul Devuyst  
Henri Dupuis  
Thibault Grandjean  
Philippe Lambert  
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: Nickimportant/DeviantArt

# Requins ampoules ?



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

Photos: J.MALLEFET - UCL-FNRS

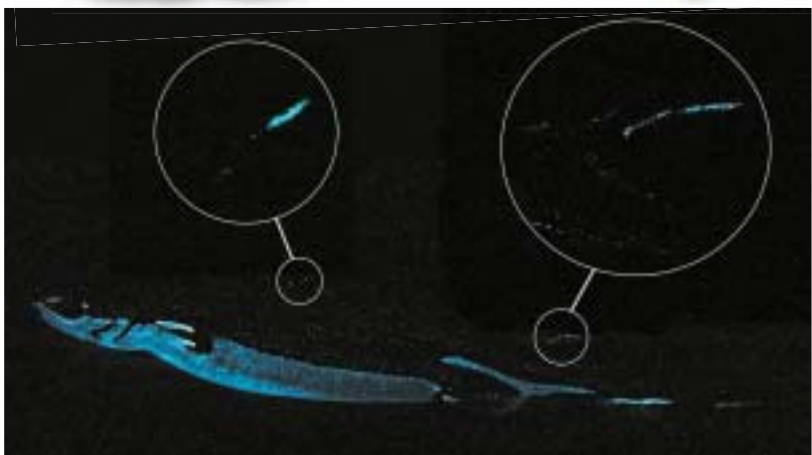
4

**S'**ils nous effrayaient par leurs dents, voilà maintenant qu'ils nous saisissent par leur lumière ! En effet, sur les quelque 530 espèces de requins, une cinquantaine émet de la lumière, nous prouve Julien Claes, jeune et brillant chercheur de l'Université catholique de Louvain (UCL). Une découverte à l'issue d'un cheminement scientifique dont la première étape fut sa thèse en 2010 et la dernière, un travail postdoctoral, couronné du succès que l'on sait. En se penchant sur l'*Etmopterus spinax*, un petit requin long de 60 cm, Julien Claes a d'abord démontré la luminescence ventrale qui permet à ce squalo de se confondre avec la

lumière ambiante au point de disparaître complètement à la vue d'un prédateur l'approchant par en-dessous. Puis, en compagnie de Jérôme Mallefet, son promoteur de recherche post-doc, il a décrypté les stratégies de ces espèces bioluminescentes.

C'est lors d'expéditions en Norvège que les deux compères furent interloqués par le fait que les épines dorsales du requin semblaient lumineuses. Pour étancher leur soif de savoir, ils réalisèrent des photos dans le noir grâce auxquelles ils constatèrent que ce n'était point l'épino mais les organes situés sur les nageoires dorsales qui émettaient de la lumière. Un phénomène totalement inconnu et à la fonction énigmatique !

Comme le suggère Julien Claes dans un article publié dans *Scientific Reports (Nature)*: le requin émet de la lumière sur sa face dorsale afin d'alerter ses prédateurs. L'existence de deux zones lumineuses a été découverte sur les nageoires dorsales du requin, près des épines acérées. La réunion des pièces du puzzle permet d'en démontrer la fonction. En collaboration avec le *Max Planck Institute*, les néo-louvanistes ont analysé la structure de l'épine via micro CT scan et caractérisé la transmission de la lumière à travers l'épine. Enfin, profitant de son séjour postdoctoral au *Neuroecology Group* de l'*University of Western Australia* et d'une collaboration avec la *Lund University* en Suède, Julien Claes a pu établir la distance à laquelle l'épine est visible. «*Les résultats montrent que la luminescence du bord des nageoires dorsales balise les épines dans le noir, que celles-ci transmettent en partie la lumière et que ceci ferait partie d'une stratégie défensive: le requin décourageant ainsi le prédateur en lui montrant la présence de ses épines*». Un beau succès à l'actif du *Laboratoire de biologie marine* de l'UCL qui, depuis plus de 20 ans, étudie la bioluminescence des poissons et échinodermes. ■



<http://sites.uclouvain.be/sc-bmar/>  
et <http://www.nature.com/srep/index.html>

# Actus...

## d'ici et d'ailleurs

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

Photos: GEPPADI (p.5), L. BAVAY/ULB (p.6), R. W. M. JONES (p.6), DuPont (p.8), Imnop88a/Flickr (p.8), GURUMED (p.9)

### Éclairer sans gaspiller...

Un rêve devenu réalité grâce à GEPPADI (Gestion de l'Éclairage Public des Parcs d'Activités, Durable et Intelligente), fruit de la bonne entente scientifique entre la Cellule Architecture et Climat de l'Université catholique de Louvain (UCL), du Service de microélectronique de l'Université de Liège (ULg), d'entreprises comme *Rouveaux* et *Arthos Technics*, du support de l'Agence de développement de la province de Liège (SPI) et de l'apport financier de la Wallonie, via la DGO6. Un cocktail de savoirs et de moyens d'étonnant qui a réussi son pari: développer un nouveau concept d'éclairage automatique offrant quelque 80% d'économie.

Doté d'une intelligence et de capteurs de mouvements et de présence, chaque luminaire identifie le type d'utilisateur (véhicule, piéton, etc.), anticipe ses besoins et gère un groupe de luminaires successifs, le tout dans une ambiance lumineuse agréable et avec la consommation la plus faible possible. «Cela nous a été permis», expliquent les promoteurs de GEPPADI, par l'échange d'informations

entre luminaires voisins lors de chaque modification de leur environnement, et grâce à la dynamique de réponse de LEDs, passant quasi instantanément de l'éclairage minimal à l'éclairage maximal avec *dimming* qui adapte automatiquement l'éclairage aux conditions ambiantes de luminosité».

Complètement autonome et connecté à Internet, le système fonctionne simplement par les modules placés sur les luminaires. Lesquels sont réalisés en magnésium via la technique du *tixo molding* d'injection à basse pression du magnésium qui réduit le bilan carbone de 40%. Ce nouveau type d'éclairage est actuellement en phase de tests dans le parc industriel de Grâce-Hollogne. «Un investissement important qui permettra de réaliser des économies substantielles par un éclairage minimal lorsqu'il n'y a personne sur la chaussée et d'éclairer de façon optimale toute activité nocturne», explique Françoise Lejeune, directrice générale de la SPI. ■

<http://www.spi.be>



### Edel: un café vert !

La société Edel de Grâce-Hollogne (Liège) a inauguré une gigantesque chaudière biomasse brûlant du marc de café ! Cet investissement de 8,5 millions d'euros, soutenu par la Wallonie, réduit les émissions de CO<sub>2</sub> de 50% et la consommation de gaz de 45%. Filiale du groupe allemand *Cafea*, Edel, seule entreprise de lyophilisation de café du royaume, est désormais capable de produire 15 tonnes de vapeur par heure via un mixte de marc de café et de copeaux de bois. Précisons que la capacité de cette chaudière permet de brûler quasiment le double de marc produit actuellement par le site.

Entreprise respectueuse de l'environnement, Edel était déjà, depuis 2002, à la pointe du progrès vert avec la mise en service d'un équipement de traitement des eaux usées via la technologie de filtration membranaire. ■

<http://www.edel-cafe.be>  
et <http://www.dek.de>



# Au fil du Nil...



6

**C'**est Mohamed Ibrahim, Ministre égyptien des Antiquités, qui l'a révélé, une équipe conjointe des professeurs Laurent Bavay de l'Université libre de Bruxelles (ULB) et Dimitri Laboury de l'Université de Liège (ULg), a mis au jour une pyramide datant de l'époque ramesside lors de fouilles archéologiques sur la rive ouest de Louqsor, plus exactement sur la colline de Cheikh Abd el-Gourna. De 12 m de côté et d'une hauteur originelle de 15 m, cette pyramide appartient à Khay, un vizir de la haute et basse Égypte qui exerça ses fonctions sous Ramsès II.

Cette pyramide était sise dans la cour d'une tombe plus ancienne appartenant au substitut du chancelier Amenho-

tep, découverte par une mission belge en 2009. «*La découverte est importante*, notent les membres de l'équipe, *car le vizir Khay a joué un rôle capital sous Ramsès II en supervisant notamment les artisans chargés de la construction des tombes royales de la vallée des rois et de la vallée des reines*». Deux statues de Khay, découvertes en 1903 dans la Cachette de Karnak, sont exposées au musée du Caire. ■

[l.bavay@ulb.ac.be](mailto:l.bavay@ulb.ac.be)  
et [d.laboury@ulg.ac.be](mailto:d.laboury@ulg.ac.be)



**C**iel bleu pour *Skywin*. Six ans après sa création, le pôle de compétitivité voué à l'aérospatial dresse un bilan plus que positif. Ainsi, la dynamique du pôle a boosté une vraie valeur ajoutée et consolidé le maillage et les partenariats entre les membres. Actuellement, l'initiative rassemble 121 entreprises, pour un chiffre d'affaires cumulé dépassant le milliard d'euros et au total, quelque 6 500 emplois directs auxquels se greffent d'autres milliers de jobs indirects. À ce jour, *Skywin* a accompagné 23 projets de Recherche et Développement pour un budget total de 110 millions d'euros.

Après avoir démontré son utilité, *Skywin* a défini, en mars dernier, de nouveaux angles d'attaque: matériaux composites et procédures industrielles; alliages métalliques; systèmes embarqués; services aéroportuaires; systèmes et applications à vocation spatiale; modélisation et simulation. Le temps de se poser pour faire le point et *Skywin* décollera vers d'autres défis... ■

<http://www.skywin.be>

**Skywin**  
Wallonie

# Santé • Santé • Santé •

## Maladies rares, nombreux patients

Une maladie est réputée rare lorsqu'elle n'affecte pas plus d'une personne sur mille. C'est peu mais en Europe, on dénombre tout de même près de 30 millions de personnes atteintes d'une de ces maladies dont on estime entre 6 000 et 8 000 le nombre de pathologies rares différentes. Des maladies qui entraînent une invalidité chronique quand elles ne sont pas mortelles.

Soucieuse de supporter la recherche médicale dans cette lutte, la Commission européenne allouera quelque 144 millions d'euros à la création de 26 projets de recherche pour le développement de 200 nouveaux traitements d'ici à 2020. Ces 26 objectifs cibleront une panoplie de maladies rares dont les troubles métaboliques, cardiovasculaires et immunologiques. Plus précisément, ils s'attacheront à en appréhender les origines et mécanismes et à mettre au point des solutions destinées à améliorer les thérapies ou à en lancer de nouvelles. Ils espèrent aussi déboucher sur un meilleur dépistage et prise en charge des patients en milieu hospitalier ou autres structures de soins. Concrètement, les chercheurs s'attacheront à développer un nouveau système de soutien hépatique bio-artificiel pour le traitement de l'insuffisance hépatique aiguë; des systèmes puissants de traitement des données pour concocter de nouveaux outils de diagnostic, des bio-marqueurs ainsi que des stratégies de criblage des agents thérapeutiques contre les maladies rénales rares. Enfin, les chercheurs plancheront également sur le développement clinique d'un médicament contre l'alcaptonurie, maladie génétique qui provoque une forme grave et handicapante d'arthropathie ainsi que des troubles cardiaques pour lesquels il n'existe à ce jour aucun traitement.

Les projets retenus réuniront plus de 300 participants de 29 pays du vieux continent. Ils porteront à près de 100 le nombre de projets de recherche dans le domaine des maladies rares ayant profité d'un financement de l'Union européenne au cours des 6 dernières années. Pour un total d'environ 500 millions d'euros ! ■

[http://ec.europa.eu/health/index\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/health/index_fr.htm)

## Recherches prometteuses

À l'occasion du symposium ASCO 2013 à Orlando, MDxHealth a annoncé des résultats plus qu'encourageants à propos de son test ConfirmMDx™ for prostate cancer. «Les études cliniques supplémentaires, ajoutées à un vaste recueil de preuves enregistrées par la profession, montrent la capacité de notre test à fournir des données de diagnostic aidant les urologues à améliorer le traitement de leurs patients», affirme Jesse Savala, médecin clinique et directeur médical chez MDxHealth. «Grâce aux progrès accomplis en épigénétique humaine, nous sommes persuadés que les tests de méthylation d'ADN promettent d'améliorer le diagnostic et le traitement des patients souffrant d'un cancer», ajoute-t-il. En effet, les études montrent que ConfirmMDx™ for prostate cancer apporte des informations personnalisées capitales impossibles à obtenir avec les procédures classiques. Société californienne basée à Irvine dont le siège européen est à Liège, MDxHealth est une entreprise de diagnostic moléculaire axée sur les tests épigénétiques pour l'évaluation du cancer et du traitement personnalisé des patients. ■

<http://www.mdxhealth.com>



## Nouveau partenariat

Soucieux de performer sur ses niches, UCB a conclu un accord avec ConfometRx en vue d'aller de l'avant dans la découverte de nouveaux produits médicaux pour les besoins non satisfaits en neurosciences. Selon l'accord, les 2 entreprises se focaliseront sur la biologie structurale pour mieux saisir la modulation des récepteurs couplés aux protéines G (RCPG) afin de développer des médicaments différenciés. Pour rappel, les RCPG forment la plus grande famille de protéines de signalisation dans le génome humain et interviennent dans pratiquement tous les processus physiologiques, au point qu'ils sont la première cible des médicaments en officine.

«La cristallisation des RCPG demeure complexe et suppose savoir-faire et technologie de pointe. Brian Kobilka a reçu le Prix Nobel de chimie pour avoir été le premier à cristalliser un RCPG cible à l'état actif. Nous sommes pressés de collaborer avec ConfometRx, de poursuivre ainsi notre stratégie d'innovation et de convertir le savoir et les nouvelles connaissances en avancées décisives pour la santé», note Ismail Kola, président de Newmedicines d'UCB. Tandis que le président de ConfometRx se dit ravi de participer au renforcement des travaux de recherche sur le système nerveux central conduits par UCB. ■

<http://www.ucb.com>  
et <http://www.confometrx.com>

# À vous de jouer !

## DuPont attend vos dons

**V**ous êtes chimiste et avez des dons en recherche, alors profitez de l'invitation de *DuPont* qui se propose de récompenser les innovations s'inspirant des fluoroplastiques, dont la découverte, voilà 75 ans, a conduit à la création du Teflon®. À cette occasion, la société organise un concours international ayant pour objet de distinguer des utilisations marquantes des fluoroplastiques pour créer des solutions novatrices profitables à l'environnement, faisant preuve d'une innovation réelle ou proposant au marché une application creusant vraiment la différence.

8

Fondée à Wilmington (Delaware) en 1802, par Éleuthère Irénée du Pont de Nemours, un Français qui avait fui la Révolution française, la société débuta par la fabrication de la poudre noire. Si la chimie reste toujours la clé de voûte de l'entreprise, *DuPont* est devenue une entreprise globale active en agriculture, alimentation, électronique, énergie, santé, transport, architecture, construction, matières plastiques et procédures industrielles. Des noms aussi familiers que nylon, téflon, kevlar, lycra, néoprène, corian sont des marques déposées de *DuPont*, issues du savoir-faire de ses équipes de R&D. ■

Les candidatures sont à rentrer au plus tard pour le 31 mai.

<http://www.dupont.com>



Coup d'crayon

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

Non, ce n'est pas une question de lunettes, on a bien découvert un fœtus vivant de requin-bouledogue à 2 têtes dans le Golfe du Mexique ! La déformation est une bifurcation axiale: l'embryon commençait à se scinder en 2 organismes distincts (des jumeaux en fait) avant que le processus s'arrête. Résultat: 2 têtes mais aussi 2 cœurs et 2 estomacs. La nature est parfois étrange et surprenante... (<http://www.sharkdefense.com>)

## En cure

**L**e Fonds national de la recherche scientifique se fait le porte-parole du groupe Spadel en annonçant l'appel à candidature pour la cuvée 2013 du *Spa Foundation Prize*, qui couronnera une recherche postdoctorale dans le domaine *Water & Health*. À la clé: 25 000 euros ! ■

Deadline le 1<sup>er</sup> juin 2013  
à l'adresse [prix@frs-fnrs.be](mailto:prix@frs-fnrs.be)  
<http://www.fnrs.be>



## Recrutement «Santé»

**P**as toujours évident pour les demandeurs d'emploi de trouver le job de leurs rêves, ni pour les entreprises de trouver la perle rare. C'est pour cette raison que la société *Reflexion Medical Network (RMN)*, active dans le secteur de l'édition médicale, vient de créer *JobHealth*, un site de recrutement en ligne spécifiquement dédié au secteur de la santé. Il faut dire que ce champ d'activités occupe actuellement la 4<sup>e</sup> place au classement des secteurs offrant le plus de travail salarié en Belgique. Bien vu donc de la part de *RMN* ! ■

<http://www.jobhealth.be>





La santé aussi a besoin de rentabilité financière pour progresser. C'est dans ce but que *Beta-Cell*, *Bone Therapeutics*, *Cardio3 BioSciences*, *Promethera Biosciences* et *TiGenix* ont créé leur association au sein de la plate-forme *Co-ACT*. «Alors que la Belgique ne représente que 2% de la population européenne, la valeur globale du marché des sociétés belges de biotechnologie représente 30% du total européen», explique Cathy Plasman, secrétaire générale de *bio.be*. Une position que les 5 partenaires entendent bien consolider pour ancrer la Belgique comme terre privilégiée pour les investissements des sociétés de thérapie cellulaire. Des sociétés bâties sur capitaux privés qui reconnaissent avoir largement profité des pouvoirs publics de notre pays. «Mais, ce soutien à l'amorçage est vain sans une politique volontariste dans la durée et sans un cadre réglementaire favorable. La Belgique doit soutenir le secteur de manière cohérente à tous niveaux, si elle souhaite obtenir le meilleur retour sur investissement», ajoute Éric Halioua, administrateur délégué de *Promethera Biosciences*.

*Co-ACT* appelle donc les pouvoirs publics à favoriser la croissance de ses membres par un environnement compétitif et un soutien financier structurel pérenne. L'Association demande tout d'abord une modification du texte de loi afin de donner accès à ses membres aux cellules et tissus utiles directement après prélèvement par des médecins en milieu hospitalier et de les responsabiliser en amont de la procédure. La seconde requête touche à la règle de l'exemption hospitalière, stipulant que dans certains cas, des médecins hospitaliers peuvent fabriquer leurs propres médicaments à base de cellules pour un patient spécifique sans être soumis aux mêmes règles de qualité, de preuve d'efficacité ou de sécurité que les entreprises. «Pour éviter les dérives, il faut ici une transposition claire, précise et spécifique des conditions dans lesquelles cette exemption peut être invoquée car il y va ici de la sécurité des patients et de la compétitivité du secteur», déclare Eduardo Bravo, administrateur délégué de *TiGenix*. Enfin, à l'instar de ce qui existe déjà pour la production audiovisuelle, les partenaires de *Co-ACT* souhaitent que soit créé un tax shelter en vue de favoriser la maturation des PME. «Si les capitaux et aides de départ sont essentiels, c'est dans les phases tardives que les besoins financiers sont les plus pressants et malheureusement, il n'y a ici aucun relais pour soutenir nos travaux. Cette situation force les entrepreneurs à se tourner vers l'étranger, ce qui se termine bien souvent par des délocalisations», prévient Christian Homsy, administrateur délégué de *Cardio3 BioSciences*. Dernier détail, les 5 sociétés associées prévoient la création de quelque 2 000 emplois d'ici à 2017 ! ■

<http://www.bio.be> et [annie.hubert@esah.be](mailto:annie.hubert@esah.be)

*enaero*, *CRM* et *Sirrus*, soutenus par les forces actives des plus grands secteurs industriels de Wallonie dont *Agoria* (Fédération de l'industrie technologique), les entreprises wallonnes membres du *CRM* et les pôles de compétitivité *Skywin* et *Mecatech*, ont créé *GEM<sup>3</sup>* ou Association pour la recherche en génie mécanique, métallurgique et ingénierie des matériaux. L'ambition de cette nouvelle fédération est de mettre à disposition des entreprises wallonnes la combinaison des expertises des associés du *GEM<sup>3</sup>* afin d'augmenter l'efficacité de l'innovation dans les procédés et produits; d'obtenir une masse critique suffisante pour demeurer dans le peloton des acteurs européens et mondiaux sur des

niches identifiées; et d'investir sur des thèmes prioritaires porteurs, à savoir: la maîtrise des technologies de fabrication de produits hybrides ou multi-matériaux, les produits intelligents, les applications en matériaux composites, les technologies globales pour grandes et petites séries, les nano-composites, le développement durable des produits et procédés et le développement d'une plate-forme d'ingénierie et de prototypage pour les PME. Les 3 centres concernés mobilisent pas moins de 250 chercheurs pour un budget annuel de 25 millions d'euros et prestent annuellement près de 2 000 interventions auprès des entreprises. ■

<http://agoria.be>

## Le chiffre

# 4

En avril 1953, James Watson et Francis Crick, du laboratoire *Cavendish* de l'Université de Cambridge, annonçaient la structure en double hélice de l'ADN. Soixante ans plus tard et toujours à l'Université de Cambridge, Shankar Balasubramanian découvre, via des bio-marqueurs fluorescents, un ADN à 4 brins dans des cellules cancéreuses humaines, dit G-Quadrupele (G-4); G en référence à la guanine, l'une des bases à côté de l'adénine, cytosine et thymine, servant à coder l'information génétique.

Pour Shankar Balasubramanian, cette découverte augure favorablement quant à la recherche médicale dans la mesure où ces structures pourraient devenir une cible de choix dans la lutte contre les cancers et maladies rares, sachant qu'on les retrouve en amont des gènes oncogènes. De surcroît, cette avancée débouche aussi sur de nouveaux horizons en recherche génétique. Un ADN à 4 hélices pour avancer 4 fois plus vite. Osons le jeu de mots !

<http://www.cam.ac.uk>

# FOCUS

UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

sur:

# Citobi

## Carte d'identité

NOM

CITOBİ

ANNÉE DE CRÉATION

2000

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Solutions de gestion de la relation client

CHIFFRE D'AFFAIRES

4,5 millions d'euros en 2012

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

40

ADRESSE

Rue de Clairvaux, 8

1348 Louvain-la-Neuve

TÉLÉPHONE

010/45 85 14

SITE INTERNET

www.citobi.eu

10

Texte: Jacqueline REMITS • jacqueline.remits@skynet.be

Photos: Citobi (p.11)

**C**itobi fournit des solutions de gestion de la relation client aux entreprises. La société combine des produits technologiques pointus à une bonne connaissance des processus métiers de ses clients. Elle est dirigée par un comité de direction composé de 3 personnes: Benoît De Nayer, ancien avocat, Pierre De Nayer et Kenya Rose, qui travaillaient auparavant chez Mc Kinsey. Comment est née la société ? «Tous trois, nous étions actifs dans des domaines où nous étions amenés à côtoyer des entreprises qui rencontraient des problèmes dans la gestion de la relation avec leurs clients, commence Benoît

De Nayer, l'un des 3 directeurs de Citobi. En 2000, c'était les débuts de la popularité d'Internet. Nous pouvions résoudre une importante partie de ces problèmes en mettant à la disposition de ces entreprises des logiciels au travers du web. Ce qui s'appelait alors l'ASP (Applications Services Provider) est devenu aujourd'hui le cloud computing. À l'époque, ce procédé était en avance sur son temps. Nous avons commencé à développer ce logiciel tout en créant la société. Nous avons été parmi les premiers à être dotés d'un logiciel de ce type fonctionnant complètement sur le web, c'est-à-dire sans installation à effectuer sur les machines.»

## «Il a fallu tout inventer»

Citobi s'adresse aux moyennes et grandes entreprises. «Nous servons aussi

bien Carrefour, Kia, Toyota en Belgique et en France, des banques... Si notre logiciel est installé dans un centre de données en Belgique, il est utilisé dans le monde entier. C'est l'une de ses originalités. Des personnes l'utilisent aussi bien en France qu'en Allemagne, en Australie... Au début, ce n'était pas fréquent, si bien qu'il a fallu tout inventer: la manière de communiquer sur ce produit et des interfaces faciles d'utilisation pour des non-spécialistes en informatique. Tout a été réalisé en interne avec notre équipe de R&D. À un moment, c'est logique, nos routes ont croisé la Région wallonne. Lancer ce genre de produit à la pointe est très onéreux. Dans les premiers temps, nous avons vraiment compté sur des aides à la recherche et au développement.»

Citobi compte des entreprises clientes dans le domaine des sciences du vivant dont le secteur pharmaceutique. «Depuis 2005, nous travaillons avec pra-

tiquement tout le secteur belge à travers nos différents services.» En 2007, pour enrichir son offre à destination de ces entreprises, Citobi acquiert la société Mediquality qui édite un portail à destination des médecins. «Nous avons ainsi atteint une position de premier plan pour contacter les médecins et mettre en place des services à plus haute valeur ajoutée.» Puis, la société de Louvain-la-Neuve entame un partenariat avec la société Xerox en vue de diffuser des solutions marketing sophistiquées, notamment la mise en place de programmes de communication avec des clients en France et au Royaume-Uni. «Les partenariats, technologiques ou autres, font avancer des entreprises comme les nôtres.»

Citobi a développé une solution informatique, toujours basée sur le même type de logiciel. Elle permet de gérer le suivi de la prise effective de médicaments prescrits, ce qu'on appelle l'adhérence du patient, la compliance. «L'idée était de trouver un mécanisme pour encourager les patients à prendre leurs médicaments aux bons moments, puis à mesurer la prise et le cas échéant, à avertir le médecin ou un tiers de la famille du fait que le médicament a, ou n'a pas, été pris. Avec notre logiciel permettant de gérer les relations, il est possible de collecter des e-mails. Par-dessus, vient se greffer un appareil permettant de déterminer le moment de la prise.» La société française ABR Pharma a mis au point un boîtier et un autocollant à placer au dos du médicament. Chaque fois qu'un médicament est pris, une impulsion est envoyée au boîtier communiquant avec un serveur informatique. La technologie de mesure de cette prise a fait l'objet de brevets clés. Le groupe Aardex fabrique également un dispositif de mesure de prise, le MemS. «De manière plus large, nous sommes intéressés de trouver des technologies qui touchent le consommateur et permettent la

mesure de prise. La seule différence entre le logiciel utilisé par une firme automobile et une firme pharmaceutique sont les règles en matière de sécurité.»

## Une aide pour conserver une position d'avance

Pour conserver une position d'avance sur ce marché, Citobi s'est vue dans l'obligation de sécuriser l'accès aux technologies. «Et c'est ici qu'intervient notre demande à la Région wallonne concernant l'étude de conseil en transfert de technologies, reprend Benoît De Nayer. La société ABR, qui avait développé ce blister, est tombée en faillite. Nous avons alors craint de voir ce brevet acquis par un concurrent, nous privant par-là même de l'accès à ce marché important. L'étude menée est en cours. L'aide de la Région wallonne nous a permis de nous adjoindre une personne qui a fait carrière aux États-Unis dans les transferts de technologies. Elle connaît les divers aspects techniques du brevet et peut négocier avec des acteurs internationaux. Dans les prochains mois, les résultats nous permettront d'acquérir des droits sur la technologie de manière à ce que nous puissions continuer à l'utiliser.»

Citobi investit environ 30% de son chiffre d'affaires en R&D, un département comptant une dizaine de personnes. «Nous continuons à multiplier les partenariats et à développer de nouveaux produits. Malgré la difficulté du marché, nous comptons maintenir le cap de la croissance. Nous tablons sur un chiffre d'affaires de 5 millions d'euros en 2013. Avec des solutions intéressantes et bien pensées proposées par une chouette équipe, on peut le faire!», se réjouit Benoît De Nayer. ■

## Étude

### de conseil en transfert de technologies en résumé :

#### Type de promoteur:

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

#### Partenariat:

Non autorisé.

#### Objet:

Cette aide permet de recourir à des conseils extérieurs en vue de préparer un transfert de technologie. Ceux-ci portent sur:

- l'évaluation de la technologie;
- le positionnement sur le marché (benchmarking);
- l'estimation du potentiel de valorisation par l'entreprise;
- la définition de vos enjeux stratégiques;
- l'identification des besoins de formation;
- l'assistance juridique pour la négociation du contrat.

#### Taux d'intervention:

Le taux d'intervention est de 75%.

#### Dépenses éligibles:

Coût des services du ou des prestataires extérieurs (limités aux coûts correspondant au prix du marché).

#### Propriété des résultats:

C'est vous qui décidez d'exploiter ou non les résultats. Dans tous les cas, vous restez propriétaire des travaux d'étude et vous en disposez totalement dans le respect de la convention.



#### Plus d'infos:



Département du développement technologique

Direction de l'Accompagnement de la Recherche

Tél.: 081/33.44.84

[najat.abau@spw.wallonie.be](mailto:najat.abau@spw.wallonie.be)

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

**S**érie : INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES: UNE AVENTURE CAPTIVANTE !

# Le radar détecte dans l'air, le sonar dans l'eau

Le radar (auquel on associe le sonar, équivalent sous-marin) est un réel «6<sup>e</sup> sens» pour l'homme contemporain.

Il figure parmi les 3 ou 4 inventions les plus marquantes de l'Histoire des Techniques du 20<sup>e</sup> siècle ! Son rôle, évident dans la victoire alliée de 1945, s'exerce également sur nombre de secteurs civils: électronique, télécoms, radioastronomie, astronautique, aéronautique, cartographie, navigation, météo, agriculture, transports routiers, sécurité, océanographie, pêche, médecine, etc...

12

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

Photos: CNES/satellite (p.13), NOAA (p.14)

## Bases et pionniers

Le procédé repose sur 2 principes simples: primo, émettre des ondes électromagnétiques (EM) vers un obstacle pour en obtenir un **écho** discernable; secundo, détecter et mesurer cet écho pour déterminer distance, position et vitesse de l'objet. Le radar naîtra le jour où quelqu'un parviendra à associer concrètement ces 2 principes... Pour que l'écho soit mesurable, vu les déperditions d'énergie, il faut concentrer celle-ci dans la direction visée, en focalisant l'onde émise par une **antenne**, à la façon d'un miroir concave pour la lumière (voir *Athena* n° 277, pp. 16-19). Par l'orientation de l'antenne, le faisceau donne la direction de l'objet. En mesurant le retard entre l'instant d'émission de l'onde sous forme d'impulsion très brève (à énergie concentrée pour avoir un écho détectable) et le retour de l'écho, on a la distance de la cible. La vitesse de

l'onde EM est celle de la lumière  $c =$  environ 300 000 km/s. Associée à la mesure angulaire, la distance localise la cible. Pour connaître sa vitesse, il suffit d'utiliser l'**effet Doppler-Fizeau** (variation apparente de la fréquence d'une onde émise par une source en mouvement), bien connu avec un véhicule à sirène. Ce phénomène est découvert par Doppler en 1842 pour le son et par Fizeau en 1848 pour la lumière.

En 1864, Maxwell décrit les lois de l'électromagnétisme, tandis que Hertz démontre l'existence des ondes EM en 1888. La première application pratique de celles-ci est réalisée par Marconi, dès 1895, par l'installation de la toute 1<sup>re</sup> liaison radio, suivie, en 1899, par celle de la 1<sup>re</sup> liaison TSF transmanche. Dès 1900, Tesla suggère le principe d'une détection par réflexion ou écho d'ondes EM... En 1904, Hülsmeyer met au point son Telemobiloskop, système anti-collision pour navires dans le brouillard, par détection d'écho d'ondes EM sur 3 à

**E**n effet, le **radar** et le **sonar** prennent vite une part prépondérante dans le déroulement de la Seconde Guerre mondiale, puis dans le développement des industries d'après-guerre en général, de l'électrotechnique et de l'électronique en particulier. En voici la chronologie résumée, mettant l'accent sur les principaux sauts technologiques et facteurs déclencheurs de l'innovation: rôle des inventeurs, contexte historique, nouvelles opportunités technologiques et pratiques.

5 km. C'est le véritable ancêtre du radar, vite tombé dans l'oubli suite à son échec commercial ! Il faudra attendre encore 30 ans pour voir apparaître le 1<sup>er</sup> vrai radar opérationnel utilisé... ! Dès 1913, Hull imagine pourtant le concept du **magnétron**, cœur du futur radar, dont le principe est décrit en 1917 par Tesla, avec la détection par écho d'ondes courtes dirigées. Dans les années 1920, Marconi analyse la faisabilité du détecteur EM; des naturalistes remarquent la similitude entre celui-ci et l'**écholocation**; Breit et Tuve réalisent les 1<sup>ers</sup> sondages en impulsions de l'**ionosphère**. Suivent la détection par écoute du rayonnement EM des **magnétos** par David, l'observation de la réflexion d'ondes courtes par Gutton et Pierret, puis la division de l'anode du magnétron en anode fendue par Okabé.

## Avec la guerre, tout s'emballe !

Un an après l'arrivée de Hitler au pouvoir (janvier 1933), David lance l'étude approfondie de la détection EM, tandis que Page étudie un nouveau système d'antenne à impulsion. Mais les Allemands réalisent les 1<sup>ers</sup> essais concluants de réflexion sur navire avec un magnétron *Philips* ! Puis Labat réussit un 1<sup>er</sup> essai de barrage EM David au Bourget, avec détection d'avions à 8 km. Fin 1934, alors que Ponte et Gutton demandent un brevet CSF pour leur système de détection d'obstacles en onde continue décimétrique, les Allemands choisissent définitivement les impulsions...

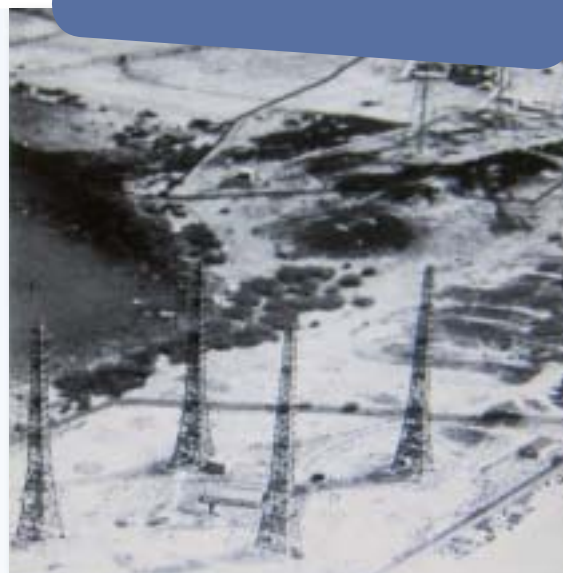
Se produit alors un fait historique: en février 1935, l'Anglais Watson-Watt introduit son mémorandum sur la radiolocalisation, puis réussit les essais d'un système d'alerte aérienne, fondé sur l'émission et la réception d'ondes radio-électriques pulsées. C'est le 1<sup>er</sup> vrai radar opérationnel de détection ET positionnement ! Il aboutit à l'obtention, par **radar HF décimétrique**, d'échos sur avion à 30, puis 100 et déjà 160 km fin 1936. Staal détecte un écho sur plaque métallique, puis sur navire, avec magnétron *Philips*. Ponte et Gutton choisissent aussi - en juillet 1935 - le radiorepérage décimétrique à impulsions. Page met au point un récepteur large bande pour impulseurs. En 1936, Watson-Watt charge Bouwen de l'étude du **radar AI**,

puis démarre, avec la *RAF*, la construction de la fameuse «**Chain Home**» (voir photo ci-contre), dont l'achèvement intervient le 1<sup>er</sup> avril 1939, 5 mois avant l'invasion de la Pologne et le déclenchement de la Seconde Guerre mondiale ! Le brevet de Gloess pour son radioaltimètre date de 1937; les USA développent des radars de veille aérienne avec une portée de 190 km en 1938...

Staal réalise l'«*Electrisch Luistertoestel*», puis, adaptant sa maquette de 1936 pour travailler en impulsions, obtient des échos de bateaux à plusieurs kilomètres. En février 1940, les Britanniques vont à nouveau se distinguer. Randall et Boot réussissent leur 1<sup>er</sup> essai de magnétron 6 cavités, atteignant 400 W continus et rendant ainsi les radars antiaériens à nouveau efficaces. Puis Megaw met au point son magnétron E-1189 avec cathode à oxyde, sur le principe de Randall et Boot. Il atteint la puissance remarquable de 10 kW et développe une gamme complète de radars centimétriques, creusant l'écart définitif avec le camp allemand. La réduction des dimensions d'un facteur 10 permettra de réaliser des radars aéroportés, type **radars H2S**, et aussi de conduite de tir. La victoire britannique lors de la Bataille d'Angleterre (août-octobre 1940) est surtout due à la non prise en compte, par les Allemands, de l'importance du radar anglais, véritable «œil de la RAF». L'installation de radars centimétriques sur les avions du «*Coastal Command*» remet également en cause la suprématie des *U-Boote* dans la Bataille de l'Atlantique. En mars 1941, les Anglais réussissent même les 1<sup>ers</sup> essais en vol du radar AI à magnétron E-1189 de Megaw.

En septembre 1941, Hashimoto réalise, à l'aide d'informations allemandes, son **radar VHF métrique** à impulsions atteignant une portée sur avion de 130 km, tandis qu'Ito réussit l'essai d'un radiotélémetre décimétrique à impulsions. Puis, c'est l'attaque surprise de Pearl Harbour, le 7 décembre 1941, et la destruction d'une grande partie de la flotte US du Pacifique ! Une des causes est la défaillance opérationnelle du radar américain, non intégré dans un système global de défense aérienne. Les États-Unis entrent en guerre...

Puis, Lovell met au point le radar britannique H2S, après essai probant d'un radar AI centimétrique, transformé pour



Chain Home Radar (Coldingham Moor Berwickshire en 1943).

Satellite d'observation franco-indien SARAL, lancé le 25/2/2013 et équipé d'un radar altimétrique AltiKa, pour mesurer la hauteur et la circulation des océans.



13

Antenne radar longue portée (ALTAIR) pour détecter les objets spatiaux aux îles Marshall





## Pour en savoir plus:

- *Le radar 1904-2004. Histoire d'un siècle d'innovations...*, par Y. Blanchard, Ellipses, Paris, 2004.
- *Le Trésor. Dictionnaire des sciences*, par M. Serres et N. Farouki, Flammarion, Paris, 1997.
- *Dictionnaire des inventions & techniques*, par M.-E. Berthon, TEC&DOC, Paris, 2004.
- *Grandes inventions de l'humanité*, par M. Rival, Larousse, 2005.
- <http://smc.cnes.fr>
- <http://www.marine-marchande.net>
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Radar>

14

1. *Electroniciens navals (sonar) à bord du destroyer lance-missiles USS The Sullivans.*

2. *Dans cette image composite de sonar à balayage latéral du US-National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), on peut apercevoir, à environ 300 pieds de profondeur, l'épave d'un patrouilleur de la 2<sup>e</sup> Guerre Mondiale.*

restituer une image du sol. L'utilisation intensive du brouillage permet aux Allemands de mettre la *Chain Home* en échec. Rice (*Bell Labs*) pose, dès 1943, les principes d'une approche statistique de la détection, début du traitement de signal et du radar moderne. Le 8 mai 1945, c'est la capitulation allemande; le 2 septembre, la capitulation japonaise. Ce récit met en lumière une interaction majeure: le rôle déterminant du radar dans ces conflits et celui de ces derniers dans l'accélération du processus novateur ayant conduit à la mise au point de l'invention.

## Moteur industriel d'après-guerre

Partout, la Guerre froide (1945-1990) stimule encore innovations et applications militaires, mais aussi civiles et pacifiques. Le radar devient, dès lors, un moteur de l'industrie électrotechnique et électronique. Darlington (*Bell Labs*) travaille sur la compression d'impulsion dès 1947 et Wiley fait de même sur le **SAR** ou radar à synthèse d'ouverture, en 1951. En 1954, Cutrona traite le SAR par procédé optique inspiré de l'**holographie** de Gabor (1947). Huggins (*Rand Corp.*) conçoit le balayage électronique 2D dès 1956; les Français produisent, en 1960, leur 1<sup>re</sup> maquette d'**antenne active à balayage électronique (AABE)**, le dispositif Chambord. Grâce à leur algorithme de FFT (*Fast Fourier Transform*), Tukey et Cooley démarrent, dès 1965, la généralisation du traitement numérique de signal et du radar numérique; la firme *Raytheon* entame la construction de prototype MSR, 1<sup>er</sup> radar de défense antimissiles à lentille électronique (*bull eyes*). En 1992, c'est le lancement du programme européen d'AABE pour radar aéroporté AMSAR.

À partir de 1990, les applications civiles et pacifiques se multiplient partout: télécommunications; conquête spatiale; radioastronomie (*voir Athena n° 277,*

*pp. 16-19*); télédétection; cartographie et altimétrie y compris satellitaires (*voir Athena n° 285 et 287, pp. 12-15*); aéronautique (contrôle du trafic aérien, guidage,...); navigation maritime et fluviale (anticollision, balises,...); météorologie (précipitations, cyclones,...); agriculture (insectes); circulation et sécurité routières (**cinémomètre** Doppler, anticollision); sécurité anti-intrusion (Doppler + IR), etc..

## Sonar et acoustique sous-marine

Ici, l'événement déclencheur est le naufrage du *Titanic* le 15 avril 1912, dû en grande partie à la confiance excessive vis-à-vis du navire réputé invincible et au mépris pour le Telemobiloskop de Hülsmeier datant de... 1904 ! Quelques semaines plus tard (!), Lewis-Richardson prend un brevet pour un détecteur d'icebergs par échos d'**ultrasons**. On attribue à Langevin la paternité de l'invention du sonar: en 1915-1916, il réalise un 1<sup>er</sup> écho sous-marin d'ultrasons sur une plaque de blindage à 100 m de distance, puis met au point le sonar pour détection d'icebergs. En 1938 seulement, Griffin et Pierce donnent l'explication définitive de l'écholocalisation, mystérieux 6<sup>e</sup> sens des cétacés (sonar naturel ultra-perfectionné) et des chauves-souris (radar acoustique infaillible !). Après 1945, les applications pacifiques se perfectionnent et prolifèrent: navigation maritime et fluviale (anticollision, contrôle du trafic,...); océanographie (télécommunications, altimétrie, cartographie, exploration sous-marines); pêche; pour les ultrasons en général: médecine (**écho-graphie**, imagerie et thérapies médicales); contrôle non destructif industriel (CND-US), etc.

En conclusion, sur base de principes immuables depuis plus d'un siècle, le radar et le sonar, par la diversification de leurs applications, ont été un puissant moteur de l'évolution technologique... ■



1



2



## GLOSSAIRE

(Berthon, 2004; Blanchard 2004; IUPAC, 1999; Larousse, 2013; Perdijon, 2012; Rival, 2005) EM = électromagnétique;  $\lambda$  = longueur d'onde.

### Types d'instruments

<b>Antenne active à balayage électronique (AABE)</b>	Ensemble de sous- <i>antennes</i> à balayage électronique (modules actifs) indépendantes, disposant chacune de leur propre source et assurant le fonctionnement du système après reconfiguration, même si l'une d'elles est défectueuse (réseaux phasés). Dalle plate tapissée de petites sources élémentaires.
<b>Antenne radio ou radar</b>	Émetteur et/ou détecteur-capteur radioélectrique : en émission, convertit une énergie électrique en onde EM; en réception, convertit une énergie EM, provenant de l' <i>écho</i> de l'objet dans une direction donnée, en énergie électrique à la surface de l'antenne et qui, une fois recueillie, focalisée et amplifiée, formera le signal reçu.
<b>Chain Home</b>	Chaîne intégrée de stations-radar installée de 1936 à 1939 le long des côtes anglaises pour prévenir l'invasion allemande.
<b>Cinémomètre</b>	Appareil servant à mesurer la vitesse d'un mobile; par exemple, d'un véhicule à l'aide d'un lidar au laser et de l' <i>effet Doppler-Fizeau</i> .
<b>Échographie</b>	Technique d'imagerie médicale utilisant la réflexion ( <i>écho</i> ) d'un faisceau d' <i>ultrasons</i> par les organes, permettant leur exploration via visualisation sur écran.
<b>Écholocation ou Écholocalisation</b>	Mode d'orientation propre à certains animaux (chauves-souris, cétacés) qui repèrent et identifient obstacles et proies en émettant des ultrasons par impulsions ou paquets, et produisant un <i>écho</i> analysé !
<b>Holographie</b>	Procédé de photographie en relief utilisant la superposition de 2 faisceaux laser, l'un provenant de la source, l'autre réfléchi par l'objet à photographier.
<b>Magnéto</b>	Génératrice électrique où le champ inducteur est produit par un aimant permanent.
<b>Magnétron</b>	Tube à vide générateur ou amplificateur de courants de très haute fréquence, dont le flux d'électrons est commandé et modulé par un champ électrique et un champ magnétique. Produit des ondes EM ultracourtes de plusieurs MW transmettant facilement des informations. Cœur du <i>radar</i> , s'emploie aussi en émetteurs radio.
<b>Radar</b>	Acronyme de l'américain « <i>RA</i> dio <i>D</i> etection <i>A</i> nd <i>R</i> anging»: détection et télémétrie par radio. Appareil et technique de radiorepérage déterminant distance, position et vitesse d'un obstacle dans l'air ou l'espace, par émission d'ondes radioélectriques (ondes EM allant en $\lambda$ du millimétrique au décimétrique et de vitesse $c$ ) et détection de l' <i>écho</i> , via 1 (ou 2) <i>antenne(s)</i> directive(s).
<b>Radar AI</b>	Acronyme de l'anglais « <i>Air Interception</i> »: radar d'avion de guidage d'interception.
<b>Radar H2S</b>	Radar de cartographie pour bombardiers britanniques, basé sur un <i>radar AI</i> centimétrique, transformé pour restituer une image du sol.
<b>Radar HF décimétrique</b>	<i>Radar</i> (côtier) à haute fréquence (3-30 MHz: « <i>High Frequency</i> ») et à ondes décimétriques ( $\lambda = 10-100$ m).
<b>Radar VHF métrique</b>	<i>Radar</i> métrique ( $\lambda = 0,9-6$ m) à longue portée et à très haute fréquence (50-330 MHz: « <i>Very High Frequency</i> »).
<b>SAR</b>	Acronyme de l'anglais « <i>Synthetic Aperture Radar</i> »: <i>radar</i> à synthèse d'ouverture, permettant d'obtenir des images à très haute résolution.
<b>Sonar</b>	Acronyme de l'anglais « <i>SO</i> und <i>N</i> avigation <i>A</i> nd <i>R</i> anging»: navigation et télémétrie par le son. Appareil et technique de repérage sous-marin utilisant les <i>ultrasons</i> , permettant détection, localisation et identification d'objets immergés dans l'eau par traitement d' <i>écho</i> .

### Autres termes techniques

<b>Écho</b>	Répétition d'un son due à la réflexion des ondes sonores sur un obstacle dans l'air ou dans l'eau ( <i>ultrasons</i> d'un <i>sonar</i> ). Onde EM (radioélectrique) émise par un <i>radar</i> et qui y revient après avoir été réfléchi par un obstacle.
<b>Effet Doppler-Fizeau</b>	Modification de fréquence des vibrations sonores ou des rayonnements EM perçu(e)s par un observateur, quand lui et la source sont en mouvement relatif. L'observateur perçoit les ondes sonores ou EM émises par la source à une fréquence supérieure à leur fréquence d'émission si la source s'approche, et inférieure si elle s'éloigne.
<b>Ionosphère</b>	Couche atmosphérique élevée (70-700 km), chargée d'ions et d'électrons et réfléchissant certaines ondes EM.
<b>Ultrason</b>	Vibration acoustique de même nature que le son, mais de fréquence trop élevée (> 20 kHz) pour que l'oreille humaine puisse la percevoir.

# L'ADN de...

## Adrien SPINEUX

### Architecte paysagiste

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), **A.SPINEUX** (pp.16-17)

**Recto**

16

**Architecte paysagiste, c'est une vocation que vous avez depuis tout petit ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue et pourquoi paysagiste ?** Je suis parti un an en Australie après ma rétho. Outre celles de découvrir le pays, d'approfondir mon anglais et de partir seul à l'aventure, la raison principale était mon interrogation sur ma future formation. Trop de portes pouvaient s'ouvrir à moi. Mon 1<sup>er</sup> choix étant l'architecture, j'ai rencontré par hasard un paysagiste, j'ai été séduit rapidement par ce métier atypique et riche, qui fait appel aux sens créatif et artistique, proche de l'environnement, les visites de chantier, la communication graphique et par le fait de travailler avec la «4<sup>e</sup> dimension» - le temps (l'évolution des végétaux notamment).

**Comment devient-on architecte-paysagiste ?** Après les secondaires, il faut se diriger vers un baccalauréat en architecture des jardins et du paysage. Ensuite, il n'est jamais exclu de peaufiner la formation de base au travers de formations diverses (infographie, urbanisme, communication...). Le plus important est d'être passionné et attentif à chaque chose qui pourrait s'avérer intéressante pour le métier !

**Vous travaillez actuellement chez Jardindivers, quelle est votre journée-type ?** Je suis indépendant et travaille en collaboration avec cette société... Fred Lomré, l'administrateur gérant de JardinDivers, me laisse à disposition le bureau quand je le désire... En général, j'arrive vers 8h30, je débute en traitant les mails. Parallèlement, je téléphone à Fred, qui est sur chantier, pour un debriefing du jour d'avant et un briefing de celui à venir. Ensuite je me mets à ma tâche principale: la réalisation des plans d'aménagement. Fin de journée, je consulte mes mails et m'occupe du site Internet... Bien évidemment, le métier est riche en rebondissements et chaque journée peut s'avérer différente en fonction des rendez-vous, des visites sur chantier...

**Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ?** Dès ma 1<sup>re</sup> année d'étude en architecture des jardins et du paysage, des cours spécifiques m'ont été donnés ainsi que les bases scientifiques et techniques requises

pour m'épanouir au mieux dans mon métier futur... Mon rapport avec la science était très minime avant le début de mes études supérieures. Ensuite, des cours de biologie appliquée tels que botanique ou écologie m'ont interpellé sur le monde qui nous entoure... La pédologie (nature du sol) par exemple joue un rôle essentiel dans ma profession. Mes 1<sup>ers</sup> souvenirs scientifiques sont certainement les expériences que l'on nous montrait en secondaire car elles apparaissaient comme des tours de magie !

**Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ?** Sans doute la gestion du temps... Entre les rendez-vous, la communication avec les clients (mails/téléphone/site Internet), le respect des échéances fixées, les visites sur chantier et à titre plus personnel, les cours de mon master en urbanisme à Bruxelles... il faudrait 48 h dans une journée !

**Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ?** Je travaille depuis un an et demi et la réussite professionnelle arrive à chaque fois qu'un projet que j'ai dessiné et présenté est accepté par les clients... Mais également, lorsque le chantier de la réalisation est fini et que mon «œuvre», après un parcours parfois long et délicat, a pris forme.

**Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ?** Il faut surtout vivre la vie que l'on désire en étant ouvert à toutes les expériences potentiellement intéressantes et porteuses pour notre avenir. Personnellement, je n'ai jamais réellement planifié ce que j'allais faire... Mes objectifs personnels et professionnels existent et j'essaye de les atteindre en mettant le plus de cordes à mon arc. Je laisse un maximum de portes ouvertes et dès qu'une opportunité s'offre à moi, je la saisis ! Les seuls conseils que je peux donner sont sans doute d'avoir confiance en soi, d'être ambitieux sans se voiler la face: des déceptions apparaîtront sans aucun doute mais chaque expérience est bonne à prendre car elle nous rend plus fort... Il faut provoquer sa chance et ne pas attendre qu'elle nous tombe dessus ! ■



NOM: SPINEUX

PRÉNOM: Adrien

ÂGE: 24 ans

ENFANTS: Je reste un grand enfant !

Donc pas pour tout de suite 😊

PROFESSION: Architecte Paysagiste / Indépendant  
en collaboration avec JardinDivers SPRL

FORMATION: Etudes secondaires au Collège Saint-Benoit  
Saint-Servais. Etudes supérieures à l'ISIA Gembloux  
(paysagiste) et à l'ISURU (urbanisme)

ADRESSE: Rue François chefnay 13 à 4400 Ramet



## Plus d'infos:

[landscaper@jardindivers.be](mailto:landscaper@jardindivers.be)

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

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

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

## Verso

**Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ?**  
Un métier qui me permettrait d'effectuer un nouveau métier chaque jour ! Cela paraît un peu original mais je me suis toujours intéressé à plein de choses et pouvoir découvrir chaque jour, pendant quelques heures, les possibilités que la société actuelle nous offre est certainement une opportunité que je souhaiterais saisir !

**Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ?** La téléportation ! Après une bonne journée de boulot, pourquoi pas aller boire un verre dans un bar branché de New-York, visiter le Machu Picchu ou encore faire de la plongée dans la grande barrière de Corail... Ce serait top !

**Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ?** Un cours interactif à thème... Quelque chose d'informel où chacun pourrait partager ses expériences sur un thème bien précis... J'inviterais un intervenant à chaque cours pour parler d'un sujet, s'en suivrait un partage d'idées... Un concept permettant de lier la théorie aux approches plus pratiques...

**Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ?** Choisir une priorité parmi tous les défis du 21<sup>e</sup> siècle n'est pas aisé ! En premier, j'opte pour l'amélioration des conditions de vie humaine dans les pays du tiers monde et dans un second temps, une solution pour réduire l'impact environnemental des grands centres urbains.

**Je vous transforme en un objet du 21<sup>e</sup> siècle, ce serait lequel et pourquoi ?** Une fusée ! Pouvoir partir toujours plus loin, au delà des limites que la Terre nous a fixées... Les fusées ont des allures magiques, c'est un objet qui nous offre l'opportunité de nous emmener vers des lieux totalement inconnus ! Elles me font penser à ce titre aux caravelles du 15<sup>e</sup> siècle. Maintenant que la Terre a dévoilé la plus grande partie de ses secrets, la conquête de l'espace est un challenge totalement utopique auquel je voudrais participer !

**Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ?** Dans un pays sous développé et d'Afrique noire. J'ai déjà

effectué quelques voyages humanitaires (Pérou, Inde,...) mais jamais en Afrique. C'est une destination qui me fascine, sans doute grâce aux témoignages de proches qui en sont revenus envoûtés, tant par l'approche culturelle et sociale que pour les paysages ! Y passer du temps pour apporter une goutte d'aide à cet océan de pauvreté est une entreprise à laquelle je m'adonnerais avec le plus grand des plaisirs.

**Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ?** Le Dalai Lama, la force tranquille dans un monde hostile... La philosophie tibétaine m'a toujours impressionné. Dans le nord de l'Inde, j'ai eu l'occasion de rencontrer des tibétains en exil à cause des envahisseurs chinois. Ce conflit me touche énormément depuis et je trouve que les médias n'en parlent pas assez ! Les citations de cet homme sont souvent justes et pleines de philosophie... Dont une que j'affectionne particulièrement: «Qu'est ce qui vous surprend le plus dans l'humanité ?» Le Dalai Lama a répondu: «Les hommes... Parce qu'ils perdent la santé pour accumuler de l'argent, ensuite ils perdent de l'argent pour retrouver la santé. Et à penser anxieusement au futur, ils oublient le présent de telle sorte qu'ils finissent par non vivre ni le présent ni le futur. Ils vivent comme s'ils n'allaient jamais mourir et meurent comme si ils n'avaient jamais vécu.» ■



# Les arts numériques

## à la frontière du réel et du virtuel

*Pénétrer dans la jungle des arts numériques, c'est se perdre dans un foisonnement d'œuvres et de technologies, sans trop savoir qui est au service de qui.*

*Omniprésent depuis la démocratisation des ordinateurs et de l'Internet mondial, le monde du digital s'est insinué dans presque tous les domaines. Et l'art ne fait pas exception à la règle...*

18

Texte : Thibault GRANDJEAN • [grandjean.thibault@gmail.com](mailto:grandjean.thibault@gmail.com)

Photos : L. COLMENARES (p.19), © DISNEY PIXAR (pp.19-20)

La musique est probablement le premier domaine à avoir été influencé par l'électronique, des synthés des années 80, à la techno dans les années 90. La photographie et le cinéma n'ont également pas échappé à la vague informatique. Les vieux appareils argentiques ont été mis au placard, remplacés par les appareils photos numériques, tandis que les écrans ont vu déferler les films d'animations et les effets spéciaux. Aujourd'hui, même les baisers au cinéma sont réalisés numériquement.

Les arts numériques sont-ils alors les arts traditionnels revus et augmentés grâce aux technologies actuelles ? Pas seule-

ment. En mariant plusieurs médias, à l'aide de l'informatique et des nouvelles technologies, de nombreux artistes créent des œuvres inclassables et transgenres, à la fois musicales, visuelles et poétiques. D'abord confidentiels, les arts numériques ont su trouver le chemin des expositions grand public, en grande partie grâce à la miniaturisation des composants et à la démultiplication de la puissance de calcul des ordinateurs. Cette démocratisation des outils a permis l'émergence d'une nouvelle génération d'artistes et avec elle, de nombreux festivals, certains prestigieux comme *Ars Electronica* en Autriche, ou plus proche de nous, *Les Transnumériques* en Belgique. Et toujours avec un seul mot d'ordre: l'interactivité.

### Des œuvres multimédias

La scène se passe au festival *City Sonic*, à Mons, en 2010. Dans un espace clos se trouve une piscine, remplie d'un liquide blanc, donnant à voir des méduses numériques. Elles nagent paresseusement au gré d'une musique électronique. À chaque angle du bassin, une personne issue du public respire dans un masque. Grâce à son souffle, capté par le masque et retransmis dans des enceintes, elle contrôle le mouvement des méduses qui lui sont assignées. Avec ces dernières, Laura Colmenares Guerra (1) signe une œuvre poétique,

*Lungs [The Breather]*, dédiée à la prise de conscience du corps et de ses processus, comme la respiration. «Au début, quand les personnes s'installent et qu'elles enfilent les masques, elles ne comprennent pas, raconte-t-elle, amusée. Puis, peu à peu, elles apprennent à maîtriser leur souffle, à diriger leurs méduses. Enfin, au fil des scénarii qui les guident, elles synchronisent leurs souffles entre elles. C'est assez impressionnant». Dans ce dispositif, des capteurs de pression sont dissimulés dans les masques, permettant à l'ordinateur qui génère les méduses de traduire la respiration du spectateur en signal informatique, et d'adapter leurs comportements en fonction.

En intégrant le spectateur au sein d'un dispositif, mêlant audio et vidéo, les arts numériques font la part belle aux capteurs. Ces outils, souvent issus de la recherche militaire, comme les capteurs de pression, sensibles aux mouvements ou aux infrarouges, permettent aux artistes d'interroger le spectateur sur son corps et son rapport à l'environnement. «La technologie ne doit pas être une fin en soi, confirme Laura Colmenares Guerra. Pour moi, ce n'est qu'un outil, un moyen d'exprimer un questionnement. Si la technologie s'immisce dans mon travail, ce ne doit pas être juste pour faire joli. Elle doit être justifiée, apporter quelque chose que je ne pourrais pas avoir autrement.»

Les capteurs permettent également de démultiplier le potentiel de chaque art, jusqu'à créer des œuvres transgenres, complètement multimédias. En collaboration avec Todor Todoroff, compositeur et professeur à l'École Supérieure des Arts Plastiques et Visuels de Mons, Laura Colmenares Guerra a créé *Evanescents*. Sur scène, le corps de la violoncelliste est équipé de plusieurs capteurs et l'instrument, d'un microphone. Une fois décryptée par Todor, une partie de ces signaux sert à modifier le son de l'instrument. L'autre partie est envoyée à Laura. Elle adapte alors la vidéo diffusée à

l'arrière plan. «Par exemple, je peux décider d'associer la luminosité de la vidéo à la vitesse de son bras. Ainsi, plus elle joue vite, plus la luminosité sera grande.»

Mais tout comme les arts traditionnels, le numérique a également ses courants et ses modes. Et compte tenu de la vitesse à laquelle évoluent les technologies, celles-ci sont éphémères. En plein cœur de Bruxelles, l'asbl iMAL (2), laboratoire de cultures digitales et lieu d'expositions dédié aux arts numériques, propose aux artistes des résidences, des conférences, des *workshops* et un support humain et matériel pour mener à bien leurs projets. Yves Bernard, son directeur artistique, raconte. «Au début des années 2000 sont arrivés les dispositifs interrogeant le rapport du spectateur à son propre corps, des installations immersives, des environnements interactifs souvent à base de vidéos génératives et temps réel. Au milieu des années 2000, avec l'essor d'Internet, des mondes en ligne tels que Second Life [un monde virtuel semblable au nôtre où chacun faisait évoluer un avatar, Ndlr] ont suscité beaucoup de passions. Des œuvres sont alors apparues, questionnant le rapport des gens avec leurs représentations et identités dans le réseau.»

Yves Bernard a d'ailleurs co-créé une installation, *The Gate* (3), une sorte de porte ou fenêtre entre 2 mondes, où les avatars virtuels de *Second Life* pouvaient rencontrer et interagir avec les personnes dans la vie réelle. Certains artistes travaillent même uniquement à l'intérieur de *Second Life*, comme Gazira Babelli, artiste virtuel sans identité réelle (son auteur reste anonyme), où ils interrogent nos identités multiples. «Mais depuis les années 2010, avec l'arrivée de l'Internet mobile, nos vies sont de plus en plus numériques, et les couches du réel et du virtuel s'entremêlent. Se posent alors les questions de la vie privée, de la géolocalisation, de l'influence d'Internet dans la vie réelle... Les technologies sont



## Entre science et art, une relation tirée par les cheveux

**E**n 2012 est née la première héroïne aux cheveux frisés de l'histoire du film d'animation. Merida, l'héroïne de *Rebelle* des studios Pixar, porte en effet sur son crâne virtuel pas moins de 111 700 cheveux, chacun composé de 1 500 boucles individuelles, programmées pour interagir les unes avec les autres !

Six mois ont été nécessaires pour les programmer. Sans parler de leur intégration au décor et aux autres objets. Au final, il a fallu 3 ans pour réaliser ce film. Mais si Merida est la première à arborer une telle crinière numérique, c'est que la technologie n'existait pas auparavant. Les laboratoires de L'Oréal ont même été approchés par les studios d'animation pour leurs logiciels de simulation de la chevelure.



## Les arts numériques en Belgique

**D**epuis le début des années 2000, les arts numériques ont connu en Belgique un formidable essor. En tête de liste se trouve la Fédération Wallonie-Bruxelles qui, par des appels à projets, propose aux artistes un soutien financier. Entre 2006 et 2010, pas moins de 50 artistes ont été soutenus par la cellule des arts numériques (6). Des structures comme iMAL à Bruxelles ou Transcultures à Mons proposent également aux artistes de nombreux soutiens, jusque dans les festivals d'arts numériques nationaux et internationaux. Enfin, les étudiants ne sont pas en reste avec la création de filières dédiées aux arts numériques à l'École de Recherche Graphique de Bruxelles, à l'ESA Saint-Luc (Bruxelles) et à l'École Supérieure des Arts Plastiques et Visuels (Mons).

20



### À voir !

#### Overtoon exhibition

Du 17 avril au 19 mai 2013 à iMAL, partenaire de **Art Brussels 2013**.

L'expo présente de nouvelles installations combinées avec des prototypes ou œuvres en cours réalisées par Christophe De Boeck, Aernoudt Jacobs et les artistes en résidence: Jeroen Uytendaele et Jeroen Vandesande.

Infos et programme sur: <http://www.imal.org>



de plus en plus présentes dans nos vies, et l'on doit s'y intéresser autrement qu'en simple consommateur».

C'est ainsi que l'association propose des conférences et des ateliers mêlant arts et sciences, avec pour objectif de montrer que «la science, ce n'est pas rébarbatif, ça peut être aussi fun. Notre but est de démontrer que les sciences et technologies peuvent susciter une jubilation équivalente à celle de la création et que tout créateur d'aujourd'hui ne doit pas hésiter à se les approprier». iMAL possède d'ailleurs son propre fablab, un mot qui désigne un laboratoire où chacun peut venir pour bidouiller, bricoler, apprendre dans un esprit de partage et d'apprentissage. Mais toujours dans le domaine de l'électronique, avec des imprimantes 3D, des découpeuses laser, des composants informatiques...

## Les jeux vidéo, une forme d'art numérique ?

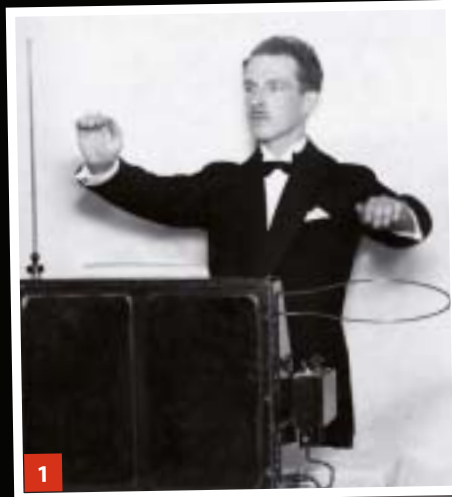
Question interactivité, les jeux vidéo ont évidemment quelques coups d'avance. Avec la démultiplication de la puissance des ordinateurs, les développeurs de jeux vidéo réalisent de véritables prouesses. Le réalisme de certains est poussé tellement loin que les joueurs n'hésitent pas à qualifier certains jeux de chefs-d'œuvre. «L'immersion dans le jeu est telle qu'on pourrait presque appeler ça du cinéma interactif, s'enthousiasme Antoine, un hardcore gamer, c'est-à-dire un joueur passionné. Avec une intrigue pleine de

rebondissements, des dialogues enlevés et une musique épique, vous pouvez sans problème vous prendre pour un chevalier au cœur d'une épopée romanesque digne du Seigneur des Anneaux.» Et pour cause. Les génériques de jeux comme *Deus Ex: Human Revolution* ou la saga des *Elder's Scrolls* comptent presque autant de noms que ceux des blockbusters. On y trouve des programmeurs, mais également des compositeurs, des graphistes, des scénaristes, des voix off... Soit des mois de travail pour des heures de jeu. «Pour des jeux de rôle, il n'est pas rare d'afficher une centaine d'heures de jeu au compteur», confirme Antoine. Une durée accrue par la taille toujours grandissante des mondes virtuels: de quelques dizaines de km<sup>2</sup> à plusieurs centaines pour les jeux massivement multi-joueurs en ligne comme *World of Warcraft*.

Si l'interactivité est bien sûr au cœur des jeux vidéos, pour certains l'implication des joueurs va encore plus loin. Il arrive que les développeurs laissent en accès libre le code source de leurs jeux, laissant ainsi la possibilité aux joueurs d'y apporter leurs propres modifications: les mods. «Dans un jeu comme *Morrowind*, de la saga des *Elder's Scrolls*, on compte plusieurs centaines de mods, rajoutant des quêtes, des monstres, des armes... Et ce, 10 ans après la sortie du jeu !», s'exclame Antoine. Les joueurs s'organisent alors en communautés de partage et d'entraide. On va jusqu'à trouver des logiciels de correction de bugs développés par des fans. Alors les jeux vidéos, art du 21<sup>e</sup> siècle ? Ce qui est sûr, c'est que les adeptes sont de plus en plus nombreux. Il faut dire aussi que les technologies aidant, il est de plus en plus facile de manier un jeu vidéo. Adieu les combinaisons de touches complexes, bienvenue aux détecteurs de



mouvements. Avec la *Wii*, *Nintendo* a remporté un franc succès en transposant à l'écran les mouvements de la manette grâce à une série de capteurs et il est possible d'aller encore plus loin. Avec sa technologie *Kinect*, *Microsoft* permet de jouer sans autre manette que son propre corps.



## Des technologies au service de l'art

Le numérique ne boude pas pour autant les arts traditionnels et certains artistes n'hésitent pas à s'en emparer pour mieux les sublimer. À des fins pédagogiques ou esthétiques, le digital pourrait bien transformer nos musées en concentrés de technologies.



## Le Thérémine, premier instrument électronique

**O**n a tendance à croire que les instruments électroniques datent de la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle. Détrompez-vous ! Le Thérémine, du nom de son inventeur Léon Thérémine, premier instrument électronique, a été créé en 1919. Il est constitué de 2 antennes, horizontale et verticale, captant les modifications du champ électromagnétique. Il suffit alors de bouger ses mains entre les 2 antennes pour créer un son, sans jamais toucher l'instrument. En déplaçant sa main par rapport à l'antenne verticale, on change la hauteur de la note, tandis qu'on fait varier le volume en modifiant la distance entre les 2 mains. Vous avez dit magie ?

1. Léon Thérémine, de son vrai nom Lev Sergueïevitch Termen, l'inventeur du Thérémine.

2. Barbara Buchholz, musicienne et compositrice allemande.

Il n'est déjà plus nécessaire de sortir de chez soi pour admirer les tableaux des musées les plus prestigieux. Dans un projet similaire à *Google Street View*, *Google* a conçu le *Google Art Project* (4), qui permet de se promener dans le musée de Versailles, la *National Gallery* de Londres ou le *Metropolitan Museum of Art* de New York en quelques clics. De l'Australie à San Francisco en passant par Berlin, ce projet a permis la numérisation de 32 000 œuvres de plus de 150 musées différents. Si bien sûr le virtuel ne permet pas de retrouver la sensation de se balader dans un musée, il a cependant quelques tours dans son sac. Outre la qualité remarquable des tableaux, chaque œuvre est agrémentée d'une profusion de détails sur la technique ou le sujet, permettant ainsi de l'apprécier à sa juste valeur. Le site est même pourvu d'une rubrique «Enseignement», prodiguant ainsi des cours illustrés sur de nombreux thèmes.

D'ailleurs, de plus en plus de lieux troquent les anciens audioguides contre des tablettes numériques ou des applications pour *smartphones*. Au gré des

œuvres, on a alors accès à nombre de détails permettant d'interroger un tableau, de le comprendre. En rendant les œuvres interactives, les musées espèrent ainsi conquérir un plus large public.

Si le numérique permet la reproduction fidèle des œuvres, il permet également de les transformer pour mieux les apprécier. En 2010 s'est tenue aux galeries nationales du Grand Palais de Paris, la plus grande exposition jamais réalisée du peintre impressionniste Jean Monet (5). Elle a accueilli près d'un million de spectateurs. Mais les conservateurs de l'exposition ont décidé d'aller encore plus loin. Grâce au web, il était possible non seulement d'admirer des œuvres du peintre, mais également d'interagir avec elles. Taper dans les mains pour faire s'envoler la pie, souffler sur les ailes du moulin et le faire tourner, faire virevolter les pétales du champ de coquelicots tout en gardant la patte du peintre, il s'agit d'un réel tour de force.

Demain, les musées seront probablement encore plus virtuels. Il sera bientôt

possible de manipuler les œuvres et de les explorer sous toutes leurs coutures sans crainte de les abîmer, grâce à la réalité augmentée. Cette technologie permet de superposer des images virtuelles aux images réelles, à travers l'écran d'un *smartphone*, d'une tablette ou encore de lunettes. En évoluant dans le musée, le visiteur équipé de ces lunettes sera alors capable d'interagir avec des œuvres virtuelles, par exemple en révélant les esquisses originelles situées sous la peinture, ou en recréant une œuvre originale avant sa détérioration. ■

(1) <http://www.ulara.org>

(2) <http://imal.org>

(3) <http://imal.org/thegate>

(4) <http://www.googleartproject.com/fr>

(5) <http://www.monet2010.com/>

(6) <http://www.arts-numeriques.culture.be>



# Google et ses concurrents



22

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: **O. SAIVE/ Cartoonbase**

Il peut sembler curieux de consacrer une série d'articles aux concurrents de *Google* alors que l'impression générale est que le géant règne sans partage. Et pourtant, il existe une multitude d'alternatives, parfois fort utiles et souvent plus adaptées.

Certes, *Google* règne en maître absolu, mais ceci est surtout vrai auprès du grand public; beaucoup moins parmi les professionnels. De plus, beaucoup d'utilisateurs vivent très mal la récente décision de *Google* de supprimer toute une série d'outils comme par exemple *Google Reader* (à partir du 1<sup>er</sup> juillet), utilisé intensivement par tous les professionnels de la veille.

Et le problème est que la suprématie de *Google* est telle qu'elle a tué beaucoup de concurrents. De ce fait, quand *Google* supprime une application, tout

le monde se trouve démuné. Bref, beaucoup d'utilisateurs ressentent cette décision comme une trahison et se méfient du coup de la pérennité d'autres services.

Car ce n'est pas la première fois que *Google* décide brutalement d'arrêter des applications. Ce fut par exemple le cas avec *Wave*. *Google+*, présenté comme le concurrent de *Facebook*, ne décolle pas vraiment et ses utilisateurs commencent à s'inquiéter.

De plus en plus de voix s'élèvent contre cette attitude, parfois jugée arrogante, de *Google* qui semble se lasser de développer un outil et le retire sans trop se demander ce que vont devenir ses utilisateurs. Il y a quelques jours par exemple, *Google* a lancé *Keep* pour concurrencer le succès d'*Evernote* et, pour la première fois, chacun se méfie, l'engouement habituel n'est pas au rendez-vous.

Bref, on peut espérer que de nouveaux concurrents vont se manifester et venir chatouiller les pieds du géant dans le petit monde de la recherche sur le Web.

## Le monde avant Google

Avant l'arrivée de *Google* en 1998, le paysage des moteurs de recherche et des annuaires était dominé respectivement par *AltaVista* et *Yahoo!*. Tous deux couvraient 100% du Web, qui n'était pas aussi développé qu'aujourd'hui. Et donc, les moteurs de recherche (= machines) et les annuaires (= classement humain) parvenaient à suivre et à indexer les nouvelles pages et les nouveaux sites.

*AltaVista* et *Yahoo!* n'étaient pas seuls. On se souvient de *HotBot*, *Lycos*, *Teoma*, *Wisnut*, *Northern Light* et de tant

d'autres chers disparus. Certains font encore semblant de vivoter, comme *Excite* (<http://www.excite.com/>). D'autres ont été rachetés, comme *Vivisimo* (<http://www.vivisimo.com/>) ou *AltaVista*, qui appartient désormais à *Yahoo!*

Tous ces sites, disparus ou non, demeurent encore accessibles grâce au travail réalisé par la fondation *The Wayback Machine* (<http://archive.org/>) qui archive le Web depuis 1996. On y trouve les différentes versions de (presque) tous les sites du monde.

Avant l'arrivée de *Google*, tout était différent (techniques de référencement et de recherche, pas ou peu d'applications en ligne, pas de *cloud computing*, etc.).

Et surtout, le Web connaissait une «biodiversité» bien plus importante qu'aujourd'hui. Il y avait de la place pour tout le monde et une grande diversité d'outils de recherche qui trouvaient tous une niche pour se développer.

Aujourd'hui, *Google* domine le Web de la tête et des épaules et peu d'entreprises ont envie de se lancer dans le développement d'un nouvel outil de recherche sachant qu'il aurait peu de chance d'être utilisé en dehors de quelques cercles très spécialisés. Dans ce cas, comment amortir l'énorme investissement que représente la création d'un tel outil ? Peut-être en espérant être acheté par... *Google* ! Pourtant, de nouveaux candidats se lancent. Et d'anciens survivent. C'est ce que nous allons examiner dans cet article.

## Plusieurs types de concurrents

Les professionnels connaissent et s'accommodent des limites de *Google*. Chez eux, il fait partie de la boîte à outils, au même titre que des dizaines d'alternatives.

### Quelles sont les grandes catégories de ces alternatives ?

#### Les autres moteurs de recherche

Il en existe des centaines, certains sont des généralistes comme *Google*, d'autres

sont spécialisés dans des niches parfois très étroites.

#### Les annuaires

Même en perte de vitesse, les annuaires connaissent une nouvelle vie avec les outils de *social bookmarking*.

#### Les métamoteurs

Fonctionnant selon le même principe que les moteurs mais sans posséder de bases de données propres, les métamoteurs sont relativement peu utilisés par les professionnels. Ils peuvent néanmoins être utiles dans certaines recherches.

#### Les bases de données

Les bases de données existaient avant le web. Ce qui a changé, c'est qu'il est désormais possible d'accéder aux bases de données et de les interroger à partir d'une interface web.

#### Les réseaux sociaux

Les réseaux sociaux ne se limitent pas à *Facebook* ni à *Twitter* (qui n'est pas à proprement parler un réseau social mais bien un outil de micro-blogging). On y retrouve les sites de partage d'images et de photos, les sites de partage de favoris, *Pinterest*, etc.

#### Les outils de curation

Les outils de curation permettent à chacun de rassembler et de diffuser des informations provenant de sources diverses. Leur présentation est généralement très esthétique, ce qui explique sans doute en partie leur succès actuel.

### Quelques autres moteurs de recherche généralistes ?

Même s'ils sont peu nombreux, il existe quand même quelques héros pour se lancer face à l'ogre *Google*. Parmi eux, certains font de la résistance depuis longtemps:

#### Bing

<http://be.bing.com/>

Ce moteur de recherche de *Microsoft* n'arrive pas à décoller. Il ressemble extérieurement à *Google* mais dès la première recherche, on constate que tout est différent, depuis la présentation brouillonne jusqu'à la pertinence des résultats. Bref, ce n'est pas vraiment une réussite.

#### Yahoo!

<http://search.yahoo.com/>

L'ancêtre. Il mérite le respect que chacun doit aux personnes âgées. Mais ce n'est





Fig.1: La chasse au duckduckgo.com

pas lui qu'on va consulter pour trouver des réponses. Historiquement, *Yahoo!* est un annuaire et non un moteur. Ce n'est que pour résister à *Google* qu'il a voulu à tout prix ressembler à son challenger. Et pour ce faire, il a acquis un certain nombre de moteurs (dont *AltaVista* et le norvégien *AllTheWeb*). Visiblement, il ne suffit pas d'acheter des bases de données et de les fusionner pour obtenir un bon moteur de recherche...

L'adresse historique de *Yahoo!* (<http://www.yahoo.com>) est devenue de plus en plus confuse depuis l'époque des «portails». On y trouve tellement de choses qu'on n'y trouve plus rien. Dommage.

### Exalead

<http://www.exalead.com/search/>

Très bon moteur français, avec une excellente base de données et fournissant des résultats pertinents, mais incapable de se faire connaître du grand public (l'essentiel de ses revenus provient du B2B, c'est-à-dire des entreprises et non des utilisateurs privés).

L'entreprise *Exalead* est fondée en 2000 par d'anciens développeurs d'*AltaVista*, dont François Bourdoncle. Le moteur propose de chercher directement dans *Wikipédia* à partir de sa page d'accueil, amenant directement des corrélats sur

la page des résultats (<http://www.exalead.fr/search/wikipedia/>)

### D'autres sont plus récents, plus dynamiques, plus adaptés au Web d'aujourd'hui:

#### DuckDuckGo

Ici, pas de suggestions en cours de frappe, pas de dizaines de services annexes, mais une page très simple et dépouillée.

Lorsque la page de résultats s'affiche, des suggestions apparaissent à droite. Il suffit de cliquer dessus pour les intégrer dans la requête. Chaque résultat propose un lien «*More from*», qui cherche d'autres résultats provenant de la même source.

S'il n'existe pas de lien vers des fonctions avancées, *DuckDuckGo* propose un nombre incroyable de syntaxes appelées ici «*Goodies*» (ou «*Extras*» dans la version française). Elles sont accessibles à partir du lien «*Plus*» à droite du champ de recherche.

Certaines de ces syntaxes ressemblent à ce qui se fait ailleurs:

- *site*: suivi de l'adresse d'un site, limite la recherche aux résultats provenant de ce site;

- *inbody*: suivi d'un mot pour chercher ce mot dans le corps de la page;
- *intitle*: suivi du mot recherché, limite la recherche le mot dans le titre des pages;
- *filetype*: suivi d'une extension de fichier recherche les mots dans des fichiers de ce format particulier;
- *region*: suivi du domaine en 2 lettres, limite la recherche à un pays donné.

Pourquoi utiliser *DuckDuckGo* ? Parce que contrairement à *Google* et à tant d'autres, ce moteur ne conserve pas vos recherches et ne les vend pas à des annonceurs. Comme il l'explique très bien sur une de ses pages (<http://dontrack.us/>), le fait de conserver et de revendre vos informations de recherche peut avoir d'importantes conséquences pour votre vie privée. Ainsi, comme vos recherches antérieures ne sont pas conservées, elles n'influencent pas vos nouvelles recherches.

Enfin, ce moteur de recherche essaie également de comprendre une requête et se rapproche ainsi de la recherche sémantique:

- si je tape «*password*», il me propose un mot de passe aléatoire au lieu de me fournir bêtement des liens vers des documents contenant le mot *password*.
- de même, si je lance une recherche sur «*color*», le moteur me prévient d'abord que ce mot recouvre plusieurs sens.

Il est recommandé de lire à ce sujet la page *DuckDuckGo Zero-Click Info* - <http://goo.gl/eBLZS>.

Il existe une extension pour *Chrome* qui vient incruster des résultats provenant de *DuckDuckGo* au-dessus des résultats obtenus par *Google*, dont un lien vers *Wikipédia*.

Voici encore quelques astuces qui rendent ce moteur de recherche vraiment particulier:

- Pleut-il à Bruxelles?  
[is it raining in Brussels](#)
- Bon, d'accord, la réponse était facile à deviner...
- Quelles sont les heures des marées à Marseille?  
[tides Marseille](#)
- Quelle est la racine carrée de 134 ?  
[square root of 134](#)



- Quelle est la moyenne de 12, 254 et 478 ?  
*average 12, 254, 478*
- Quelle est la fréquence des lettres dans une phrase ?  
*frequency of letters in Il n'existe que deux choses infinies, l'univers et la bêtise humaine... mais pour l'univers, je n'ai pas de certitude absolue*
- Quel est le nombre de jours entre deux dates ?  
*days between 6/12/1981 and 1/30/2013 (mois, jour, année)*
- Quand est né Churchill ?  
*birth date Churchill*
- Combien y a-t-il de pays sur Terre ?  
*how many countries on earth*
- Où se situe 50.827143,4.400303 ?  
*50.827143,4.400303*

Comme vous l'aurez constaté, *DuckDuckGo* est anglophone lorsqu'il s'agit d'utiliser toutes ces syntaxes.

### Carrot2

<http://search.carrot2.org/stable/search>

Moteur de recherche qui regroupe ses résultats dans des dossiers; ce qui en facilite souvent la lecture.

### Blekkko

<http://blekko.com/>

Moteur de recherche participatif sur le Web dont le but est de fournir des résultats de confiance.

*Blekkko* repose sur la notion de *slashtag*, balise mise en place par les utilisateurs enregistrés et qui permet de ne «sortir» que des résultats provenant de sites «recommandables». On peut utiliser des *slashtags* créés par d'autres ou en créer soi-même. Ainsi, *Blekkko* est un moteur de recherche collaboratif et basé sur la confiance.

## Les moteurs de recherche spécialisés

Les moteurs de recherche généralistes s'opposent de front à *Google* et savent que la partie est probablement perdue d'avance. En revanche, les moteurs de recherche spécialisés ont de beaux jours devant eux car la taille du Web ne cesse de croître et il est de plus en plus compliqué de dénicher la précieuse information.

### Comment les trouver?

Plusieurs méthodes sont possibles, mais le plus simple consiste à demander à... *Google*. Cela se fait avec une simple requête de type «*maps search engines*» ou «*list of specialized search engines*».

## L'inclassable

**Wolfram|Alpha** (<http://www.wolfram-alpha.com>) n'est ni un moteur, ni un annuaire, ni rien qui ressemble à autre chose. C'est un outil de calcul en langage naturel développé par la société internationale *Wolfram Research*. Il répond directement à la saisie de questions factuelles (en anglais) par le calcul de la réponse à partir d'une base de données, au lieu de procurer une liste de documents ou de pages Web pouvant contenir la réponse.

*Wolfram|Alpha* contient environ 10 milliards d'informations, plus de 50 000 types d'algorithmes et de modèles et des capacités linguistiques pour plus de 1 000 domaines.

Les résultats sont absolument fascinants. Pour s'en convaincre, il suffit de passer un peu de temps dans les exemples fournis (le lien se trouve juste sous le champ de recherche).

Vous pouvez simplement lui demander où vous êtes (*where am I ?*).

Si vous lui demandez:

*Why did the chicken cross the road ?* (Pourquoi le poulet traverse-t-il la route ?), vous obtiendrez pour réponse «*To get to the other side*» (Pour aller de l'autre côté) !

La leçon à retenir de tout ceci est que *Google* est un formidable généraliste, capable de répondre à d'innombrables questions, mais qu'il reste un généraliste. Et qu'il est entouré d'une myriade d'outils spécialisés. ■

### Dans le prochain numéro:

Nous poursuivons l'exploration des moteurs de recherche spécialisés avant de passer en revue d'autres alternatives à *Google*.





**Au cours des dernières décennies, de nombreuses études ont été menées en Europe et aux États-Unis sur la prise d'alcool et l'alcoolodépendance chez les «10-20 ans».**

# Les *jeunes* et l'*alcool*...

26

**Malgré l'éclosion d'un phénomène assez récent, le «binge drinking», pratique qui consiste à ingurgiter chaque week-end d'importantes quantités d'alcool tout en restant sobre durant le reste de la semaine, les statistiques indiquent une légère diminution globale de la consommation d'alcool chez ces jeunes. Mais attention, l'arbre peut cacher la forêt!**

**F**in 2012, Les Presses universitaires de Louvain ont publié un ouvrage placé sous l'égide de l'European Foundation for Alcohol Research (ERAB) et de la Foundation for Alcohol Research (ABMRF - États-Unis). Intitulé *Underage Drinking (1)*, il tire les enseignements de l'ensemble des travaux réalisés à ce jour sur la question de l'alcool chez les jeunes âgés de 10 à 20 ans. Le professeur Philippe De Witte, responsable du Laboratoire de biologie du comportement à l'UCL et président de l'ERAB, est l'un de ses éditeurs. Il a répondu à nos questions.



Texte et propos recueillis par **Philippe LAMBERT** • [ph.lambert.ph@skynet.be](mailto:ph.lambert.ph@skynet.be)

Photos: **MONKEY** (p.26), **Ph.LAMBERT** (p.27), **Image Source /REPORTERS** (p.28), **P. DE WITTE** (p.29)

## I N T E R V I E W

**L**a consommation globale d'alcool chez les jeunes régresse tant en Europe et qu'aux États-Unis. Que révèlent les chiffres ?

Dans la classe des «10-20 ans», comme dans la population générale, la consommation d'alcool diminue faiblement. Mais cela signifie-t-il pour autant que l'ivresse et l'alcoolodépendance sont également en recul ? Non, car tout indique que ce sont les petits et moyens consommateurs qui ont réduit leur consommation. En réalité, on observe une dichotomie entre la population des jeunes prise dans son ensemble et une cristallisation sur certains groupes qui boivent énormément.

Le phénomène est présent dans tous les pays occidentaux. Et même si la consom-

mation globale d'alcool varie de l'un à l'autre - ainsi, elle est de 10 à 15% moins élevée aux États-Unis qu'en Europe -, on dénombre, partout, environ 10% de gros buveurs au sein de la population étudiée.

En matière d'alcoolisme, un élément capital est l'âge de la première biture. On sait qu'il existe une corrélation entre l'âge des premières prises d'alcool et le risque d'une assuétude ultérieure. Il s'agit de distinguer le début de la consommation d'avec les premières cuites. En effet, on ne constate pas, à ce jour, de relation entre le début de la consommation et les futures cuites. De même, il n'y a pas de relation claire entre le début de la consommation et les problèmes futurs liés à l'alcool. Par contre, on remarque une forte relation entre les cuites répé-

tées et ces problèmes, qu'ils soient physiques ou psychologiques. À telle enseigne que chez les garçons, boire des boissons alcoolisées de manière répétées avant l'âge de 14 ans prédit de façon presque directe l'abus à l'âge adulte. Chez les filles, cette consommation précoce a des conséquences différentes: elle augmente le pourcentage de suicides observés.

Au niveau européen, 12% des jeunes ont leur première biture à l'âge de 13 ans. Plus alarmant encore: depuis une vingtaine d'années, l'âge de celle-ci diminue de 6 mois tous les 5 ans, ce qui est énorme. Étudier l'alcool, c'est finalement étudier la société. Tout tend à y devenir plus précoce: les premières sorties, les premières relations sexuelles, la première cigarette, le premier joint, etc, le tout avec gsm et tablettes. On remarque néanmoins de grandes disparités entre les pays. Dans les pays de l'Est, par exemple, c'est 20% des jeunes qui ont leur première cuite à 13 ans, alors qu'ils ne sont que 5% en Italie ou en Islande. Avec 13%, la Belgique est très proche de la moyenne européenne.

### **P**ourquoi l'âge des premières consommations d'alcool est-il un facteur de risque d'une telle importance ?

Essentiellement parce que le cerveau n'arrive à pleine maturité que vers l'âge de 18-20 ans et que, depuis la petite enfance jusqu'à la fin de l'adolescence, ses régions ne se développent pas à la même allure. Or, précisément, les zones moyennes, celles qui contrôlent les émotions et les motivations, sont plus vite matures que les zones frontales, siège des fonctions exécutives et donc du raisonnement. Autrement dit, plus l'individu est jeune, moins l'impact affectif et émotionnel de l'alcool et des psychostimulants est sous le contrôle des fonctions supérieures. Cela signifie par ailleurs que se réfugier derrière des arguments purement rationnels pour essayer de détourner un adolescent de la prise d'alcool est voué à l'échec.

Autre point essentiel: abstraction faite des différences interindividuelles, plus un individu est jeune, moins il est sensible aux effets de l'alcool et plus il peut en boire avant d'être saoul. Cela s'explique par la manière dont l'alcool est métabolisé et par le contexte hormonal présidant à ces périodes de la vie.

Une faible sensibilité aux effets de l'alcool représente un des principaux facteurs de vulnérabilité face à l'éthylisme chronique. L'individu tolérant à la boisson ne rencontre pas de frein physiologique à l'accroissement de sa consommation, laquelle va retentir sur la biochimie de son cerveau et de son foie et le faire dériver vers la dépendance alcoolique. Aussi faut-il tirer la sonnette d'alarme dès qu'un adolescent se vante d'être capable de boire 4 bières d'affilée, par exemple.

ce dernier devienne lui-même alcoolique. Raison pour laquelle la protection des garçons de père alcoolique doit être organisée le plus tôt possible, notamment en agissant sur l'environnement afin de réduire au maximum les autres facteurs de risque.

Les filles sont moins en danger. En outre, la génétique a une influence moins marquée si l'éthylisme touche un autre membre de la famille que le père.



27

### **La part des choses**

#### **O**utre l'âge, un facteur aggravant est la prédisposition génétique ?

Elle constitue effectivement un grave facteur de risque. Des études épidémiologiques ont souligné combien le poids des gènes transmis du père alcoolique à son fils augmente la probabilité que

#### **L'**âge, la dotation génétique. Quels sont les autres facteurs de risque ?

Tout d'abord, certains traits de personnalité prédisposent à la consommation d'alcool. Ainsi, les enfants et adolescents qui ont des comportements antisociaux ou qui sont très timides présentent un risque accru de dériver vers l'alcoolodépendance. De surcroît, chez les jeunes filles en proie à une «timidité malade», il existe une corrélation entre prise d'alcool et tendances suicidaires.



### **Philippe De Witte**

[ *Se réfugier derrière des arguments purement rationnels pour essayer de détourner un adolescent de la prise d'alcool est voué à l'échec.* ]

L'impulsivité et la recherche de sensations favorisent également la consommation de boissons alcoolisées. Les traits de personnalité en lien avec l'alcoolisme doivent être appréhendés comme des signaux de danger. Leur détection précoce est très souhaitable.

L'anxiété et les états dépressifs, courants chez les adolescents, sont aussi des facteurs prédisposants. Il en est de même des conflits familiaux. Mais un élément plus déterminant encore est le type de copains que le jeune fréquente. S'il s'agit de buveurs d'alcool, la probabilité que l'adolescent le devienne à son tour est très élevée. Dès lors, un contrôle parental bien pensé est capital. Si les bonnes barrières sont posées, le risque de cheminement vers l'alcoolisme est statistiquement diminué de moitié. Attention, cependant ! Il ne faut pas que les parents se muent en policiers. Trop de sévérité aurait un effet contre-productif.

### **L**e livre *Underage Drinking décrit les facteurs de protection contre l'intoxication alcoolique ?...*

Premier point: si l'écoute et le dialogue sont privilégiés au sein de la famille, ils permettent de résoudre les conflits et d'évacuer les trop-pleins émotionnels, de rassurer le jeune, de freiner son impulsivité, d'orienter le choix de ses fréquentations. Les copains, s'ils sont de bon conseil, remplissent également un puissant rôle protecteur. Par ailleurs, les études mettent en lumière que l'appartenance à une communauté structurée fondée sur des croyances philosophiques ou religieuses est très bénéfique.

On observe d'autre part que la tradition latine, où les enfants restent plus longtemps dans le giron familial qu'ils ne le font dans les pays anglo-saxons, est nettement plus protectrice. Ainsi, l'Italie a beaucoup moins de problèmes d'alcool avec ses jeunes que l'Angleterre.

Autre élément essentiel: les parents ne doivent pas rester muets devant le spectacle de quelqu'un qui est saoul; ils doivent au contraire attirer l'attention de leurs enfants sur cet état peu reluisant, sans stigmatiser pour autant la personne. Rester indifférent serait interprété comme une approbation.

### **L**a famille doit-elle apprendre au jeune à «bien boire» ?

De façon générale, il faut postposer au maximum les premières prises d'alcool. Aussi les mariages, les anniversaires, les baptêmes ne doivent-ils pas être considérés comme des exceptions à la règle.

Dans les sociétés où la consommation d'alcool est très modérée, comme en Italie, et où il est traditionnel de boire un verre de vin en mangeant en famille, initier les jeunes d'un certain âge à ce genre de pratique est protecteur. En revanche, dans les familles où l'on boit rarement du vin, en proposer un verre à un jeune, même pour une occasion exceptionnelle, ouvre une brèche. Pourquoi ? Parce que, dans ce type de familles, l'adolescent n'est pas guidé par une communauté où la modération est au cœur des habitudes de consommation. Les Pays-Bas ont tenté l'expérience de l'écolage. Résultat: une explosion de la prise de boissons alcoolisées chez les jeunes.

### **A**ux États-Unis, les autorités ont mis en place des programmes scolaires de sensibilisation des jeunes au problème de l'alcool. Qu'en pensez-vous ?

C'est une excellente initiative. On estime que ces programmes ont permis de réduire de 20% le nombre de «binge drinkers». Selon les cas, ils sont donnés par les enseignants de l'école ou par des personnes extérieures. Il apparaît néanmoins que lorsque ces dernières sont des représentants de l'ordre - des policiers, notamment -, l'échec est assuré.

Ont également été développés des programmes spécifiques pour les élèves confrontés à un problème d'alcool. S'ils sont efficaces pour cette population cible, il faut absolument éviter de les étendre à toute la classe, auquel cas, les études le montrent, on obtient l'effet inverse de l'effet recherché.

### **D**epuis quelques années, on parle beaucoup du «binge drinking». Cette pratique s'avère-t-elle plus dangereuse que la consommation régulière de quantités assez importantes d'alcool ?

Non, la probabilité de devenir alcoolique n'est pas plus élevée pour le «binge drinker» qui se soûle le samedi et le dimanche que pour quelqu'un qui boit 4 bières par jour, par exemple. Dans les 2 cas, elle est de l'ordre de 10%. Toutefois, le fait de boire souvent et beaucoup augmente les conflits avec la famille et l'environnement, ainsi que l'anxiété qui y est liée. Cela perturbe aussi le parcours scolaire - le nombre d'échecs à l'université, par exemple, est supérieur - et, plus généralement, conduit à une baisse des performances cérébrales.

Des conséquences sont également à redouter à long terme, tels une diminution progressive des défenses immunitaires de l'organisme et par conséquent, un développement plus fréquent de pathologies inflammatoires. ■

(1) *Underage Drinking. A report on Drinking in the Second Decade of Live in Europe and North America*, Presses universitaires de Louvain, 2012, ISBN: 978-2-87588-089-4; <http://pul.uclouvain.be/fr/>



# La double vie de Philippe De Witte

**L**e professeur Philippe De Witte sait ce qu'est la démesure. En tant que scientifique, il la côtoie tous les jours dans son activité de neurobiologiste à l'UCL, ses études portant sur les assuétudes, en particulier l'alcoolodépendance. Mais lorsqu'il abandonne son tablier blanc de chercheur, il franchit lui-même des frontières inaccessible au commun des mortels, poussant l'effort physique et mental aux confins de ce qui est humainement possible.

Vêtu de ses vêtements de sport, cet homme, l'autre Philippe De Witte, court, nage, pédale sans relâche, encore et encore.

Le voilà sur son vélo, effectuant Paris-Brest-Paris (1 200 km) d'une seule traite. Le voilà dans le désert saharien, sous un soleil de plomb, participant au *Marathon des sables*. Le voilà, perclus de fatigue, entamant les derniers kilomètres du *Triple Ironman de Fontanil*, qu'il bouclera en 54 h. Le voilà au bord de l'évanouissement, sillonnant la *Death Valley*, aux États-Unis. Le voilà dans l'Himalaya...

Pourtant, rien ne prédisposait Philippe De Witte à arpenter les territoires de l'extrême. Jusqu'en 1980, il était un sédentaire inféodé à son paquet de cigarettes quotidien. Vint la naissance de son premier enfant. Un électrochoc. «*Je ne voulais pas être usé lorsque ma fille aurait 20 ans*», dit-il. Alors, il s'est mis au sport, et puis c'est le sport qui s'est mis en lui, l'incitant, par une emprise physiologique, à aller toujours plus loin, à relever des défis hors norme. «*Quand je cours en endurance sur de longues distances, j'ai le sentiment de prier, de me trouver dans la situation de ces personnes qui égrènent inlassablement leur chapelet, confie-t-il. Pour moi, le but est le même: atteindre une certaine routine physiologique.*» Et de citer l'écrivain autrichien Rainer Maria Rilke: «*Rythmiquement l'homme se fait.*»

Est-ce pour cette raison, le rythme, que Philippe De Witte joue aussi du saxophone baryton ? Il en est persuadé. Chaque cerveau aurait ses refrains, sa partition. S'y conformer serait la voie royale pour atteindre une forme de plénitude.

L'homme qui nous parle ainsi a 64 ans, est marié et père de 2 enfants; il dirige le *Laboratoire de biologie du comportement* de l'UCL et préside l'*European Foundation for Alcohol Research (ERAB)*. Pour préparer ses défis sportifs, il court 15 km chaque matin et chaque soir, s'adonne au vélo ou à la natation à l'heure du déjeuner. Comment réussit-il à concilier cet ensemble d'activités auquel s'ajoute encore la pratique du jazz ? Selon lui, la recette est simple: «*Il faut être capable de peu dormir, s'appuyer sur une organisation sans faille et mener une vie d'ascète.*»

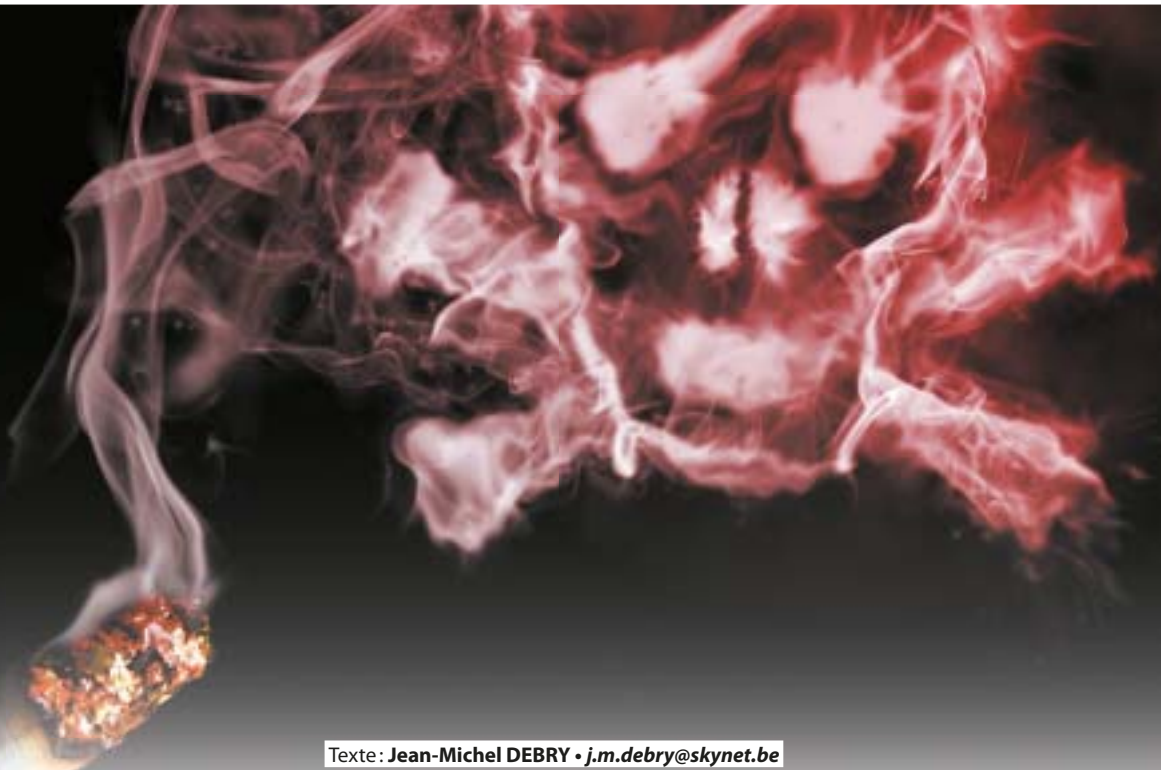


Depuis quelques années, Philippe De Witte s'est spécialisé dans les très longues courses, telle la *Transmauritanienne* (320 km), les courses dans le désert et les courses par étapes en haute altitude. «*L'an dernier, j'ai cru que j'allais mourir dans l'Himalaya, raconte-t-il. Je m'étais perdu. Le soir était tombé et je me suis dit: "C'est ici que tu vas finir ta vie, tout seul dans les cailloux." J'ai quand même continué à avancer. Soudain, j'ai vu une lueur au loin mais malheureusement, c'était une étoile. Plus tard, j'ai enfin aperçu une autre source de lumière: celle du campement.*»

En 2004, Philippe De Witte a pris part à la course réputée la plus chaude au monde, la *Badwater*, un périple de 225 km à travers la *Death Valley*, sous une température diurne de 50 °C. Ce qu'il recherche, ce n'est pourtant pas la performance, mais plutôt cette routine physiologique, cette «*prière*», à laquelle il faisait allusion. Tous ses efforts convergent en un point cardinal: la contemplation. «*Les coureurs de grand fond sont des introvertis qui ont pour but d'arpenter la terre à leur rythme pour contempler la beauté du monde*», déclare-t-il.

Durant les épreuves de très longue haleine, Philippe De Witte a dérivé plus d'une fois vers un état second propice aux hallucinations. Ce fut notamment le cas lors de *Triple Ironman de Fontanil*, lors d'une seconde nuit sans sommeil. «*Je m'étais mis à progresser sur les pointillés blancs tracés au centre d'une chaussée, se rappelle le professeur De Witte. Subitement, j'ai eu l'impression que les pointillés se dressaient à la verticale et que le macadam noir s'enfonçait dans le sol. J'étais bel et bien en proie à des hallucinations, et j'ai pensé: "De Witte, ton cerveau est en manque de sérotonine; c'est comme si tu avais pris des produits hallucinogènes."*»

Il connut un épisode similaire dans la *Death Valley*, où ses bras écartaient des branches d'arbres imaginaires. Selon lui, une fatigue extrême peut induire une certaine structuration du système nerveux central analogue à celle recherchée par les consommateurs de LSD ou de haschisch. Voilà donc que par un détour inattendu, l'effort physique poussé à son paroxysme ramène le scientifique à l'objet même de ses travaux de laboratoire.



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

**Menu équilibré pour cette rubrique printanière, avec comme commun dénominateur: la santé. La santé de nos poumons (oui, fumer tue), celle des fœtus (une nouvelle technologie de détection des anomalies a été mise au point), de nos plantes potagères et même la santé sexuelle de certains petits poissons !**

30

## De l'intérêt d'arrêter

**F**umer tue. Le message est clair, écrit en lettres capitales là où il est censé être le plus porteur, mais on sait à quel point ce qui relève de l'évidence n'est pas forcément ce qui paraît le plus clair. Les rapports médicaux sont cependant nombreux à rappeler la chose, abordée sous tous les angles possibles. Un des derniers en date repose sur une enquête rétrospective qui a porté sur, en moyenne, plus de 1,3 million de femmes britanniques nées en 1943. Pourquoi cette date ? Essentiellement parce que c'est à partir de ce moment que le tabagisme des femmes a réellement commencé, avant de s'accroître dans une proportion plus grande encore au cours des années 60, au nom de la libération que l'on sait.

Ces mêmes femmes ont ensuite fait l'objet de 2 enquêtes par questionnaire entre 1996 et 2001, puis quelques années plus tard. Objet: connaître leur statut en matière de tabagisme (non fumeuses, ex-fumeuses, fumeuses actives et nombre de cigarettes consommées quotidiennement). Différents critères

fondamentaux (âge, etc.) ont également été relevés. On a aussi pu établir le pourcentage de femmes décédées à ce moment et le mettre en rapport avec la consommation. L'enquête rapporte d'abord que dans les tranches d'âge concernées (55 ans et plus), 19,7% des femmes questionnées restent consommatrices, 27,8% affirment l'avoir été mais ne le sont plus et 52,5% déclarent n'avoir jamais fumé. 53% des fumeuses et 22% des non-fumeuses n'atteignent pas 80 ans, le second groupe s'offrant, de manière générale et en moyenne, 11 années de vie en plus que le premier. En cas de décès - quel que soit l'âge auquel celui-ci survient - on constate que chez les fumeuses, 2/3 des 23 causes les plus fréquentes sont clairement associées au tabagisme. Il faut certes «mourir de quelque chose», mais les différents cancers liés à la consommation de tabac ne figurent pas dans les plus agréables.

Cela sert-il à quelque chose d'arrêter de fumer ? La réponse est incontestablement oui et, chiffres à l'appui, le plus tôt est le mieux. Si on fixe le

facteur de risque (*odd ratio*) à 1,0 pour une non fumeuse, l'accroissement n'est que de 5% si on arrête de fumer entre 25 et 34 ans et de 20% si on arrête au cours de la décennie suivante. Il y a certes une augmentation dans les 2 cas, mais elle est incontestablement modérée. En revanche, on a calculé le facteur de risque de décès lié à la consommation de tabac entre les 2 enquêtes successives menées (en moyenne entre 55 ans et 63 ans pour les femmes questionnées); il apparaît que le facteur de risque est près de 3 fois plus élevé pour celles qui fument encore à cet âge, rapporté à celui des non-fumeuses (2,76 précisément). Ce risque est toutefois un peu diminué (1,98) pour celles qui ne consomment «que» 10 cigarettes ou moins par jour. Tout cela paraît éminemment clair, mais fumer ou non relève de la liberté de chacun; une liberté qui mène à une assuétude de «jeunes» mais à une mortalité accrue de «vieux»... ■

► *The Lancet* 2013; 381: 133-141



# Diagnostic prénatal: du changement ?

**D**ans les pays occidentaux, le diagnostic prénatal est inscrit dans tout suivi de grossesse; il consiste pour l'essentiel en un examen échographique répété et, si des indications le justifient, à un examen génétique. Dans la routine, celui-ci est réalisé vers la 12<sup>e</sup> semaine avec le prélèvement d'un peu des villosités qui entourent le sac embryonnaire (dont les cellules ont un fort pouvoir de division) ou, plus souvent, vers la 16<sup>e</sup> semaine, par la ponction de liquide amniotique contenant des cellules d'origine fœtale. Facultative dans le premier cas mais imposée dans le second, une culture cellulaire est réalisée afin de permettre l'étude des chromosomes et d'établir la normalité du fœtus de ce point de vue. La méthode fonctionne bien depuis quelques décennies, grâce à la mise en évidence, sur les chromosomes, d'une série importante et ordonnée de bandes alternées sombres ou claires qui, à la façon d'un code-barres, permet l'identification d'éventuelles anomalies de structure.

On sait aussi que d'autres méthodes, de nature différente, permettent d'examiner la normalité de gènes pour lesquelles on a de bonnes raisons de suspecter une anomalie. Même si ces 2 méthodes sont complémentaires d'un point de vue génétique, elles ne le sont pas complètement: la lecture des chromosomes ne permet d'observer que de «grosses» différences structurales, riches de quelques dizaines de milliers de nucléotides au mieux, tandis que l'examen des gènes repose sur quelques dizaines ou centaines de ces éléments. Et entre les deux ?

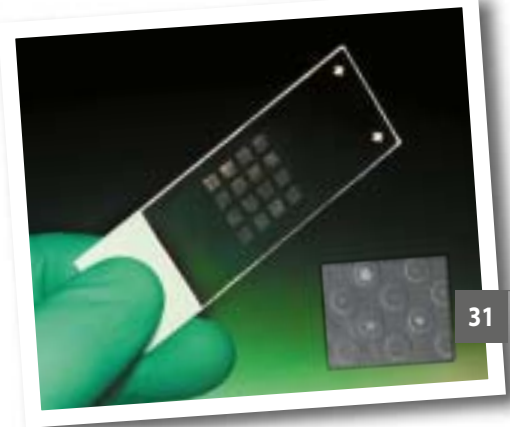
La solution existe et devrait tout simplement supplanter (bientôt peut-être ?) l'examen des chromosomes. Il s'agit du recours aux biopuces, plus souvent appelées *microarrays*. La technologie, différente, est aujourd'hui bien maîtrisée. Pour faire simple, elle consiste à comparer l'ADN - dont la normalité est à vérifier - à un autre, de référence, déposé en séquences de longueur moyenne sur une lame de verre. Combien de séquences ? Selon la méthode, de plusieurs dizaines de milliers à près de 2 millions... Un vrai tour de force technologique ! L'avantage est évident: non seulement on peut identifier des anomalies qui échappaient à l'examen jusque-là, mais on peut aussi

s'affranchir de la nécessaire culture cellulaire, souvent indispensable à l'obtention des chromosomes.

La méthode semble en revanche se montrer déficitaire sur certains points qui devraient néanmoins très prochainement être solutionnés. Constitue-t-elle un progrès ? Incontestablement. Constitue-t-elle pour autant l'approche ultime du génome fœtal ? Ça, c'est moins sûr: le séquençage intégral du génome fait des progrès énormes en termes de vitesse d'exécution et de coût. Quelques cellules devraient suffire à le mettre en œuvre. Or, on sait que le sang maternel contient, au cours de la grossesse, un petit nombre de cellules sanguines du fœtus et que ces globules disposent d'un noyau... et donc d'un ADN. Une simple prise de sang de la future mère suffira: inutile de

prélever du liquide amniotique ou des villosités chorales. Mais si cela constitue une perspective caressée, elle n'est pas encore pour demain. ■

► *N Engl J Med*, 2012; 367(23): 20175-2184.



31

## BIOZOOM

Photo: A. Leubscher



**L'***Eucalyptus deglupta* (ou *eucalyptus arc-en-ciel*) est originaire des Philippines. Si on le retrouve en Nouvelle-Bretagne, Nouvelle-Guinée ou en Polynésie française, il est cultivé partout dans le monde pour fabriquer de la pâte à papier. L'effet multicolore de son tronc est dû à la perte de lambeaux d'écorce, qui change de couleur en vieillissant. L'arbre, qui se plaît en milieu tropical humide, peut atteindre 75 m de haut !

**Pourquoi  
les verres  
à bière  
doivent-ils  
être passés  
à l'eau**

**avant utilisation ?**

**O**n en a parfois fait la - mauvaise - expérience: on a servi une bière dans un verre sorti du lave-vaisselle et la boisson a été servie aussi plate qu'un jour sans joie. À l'inverse, après avoir servi le même liquide dans un verre bien sec, il s'est mis à mousser de façon insensée...

L'explication est simple: dans le premier cas, il reste sans doute un peu de savon sur les parois du verre. Le produit est réputé «mouillant»; il favorise les surfaces bien lisses, uniformes et nettes et réduit donc la formation de bulles qui, elles, augmentent la surface du liquide. D'où le résultat observé. Dans le cas du verre bien sec (et sans savon), le temps qui passe a permis que de petites particules contenues dans l'air ambiant se déposent en grand nombre sur les parois, même si on ne les voit pas. Leur effet est à l'inverse de celui du savon: elles constituent autant de points de départ de microbulles qui, par accumulation, produisent l'effet observé.

La bonne option est donc simple: éviter le savon et rincer le verre à l'eau claire (pour éliminer les particules) avant de servir. Le reste est affaire d'habitude et de doigté !

32



## Un alphabet qui s'accroît !

**L**es spécialistes du gène ont coutume de dire que l'ADN est une (très) longue phrase qui définit l'ensemble de nos caractères, mais qu'elle ne repose que sur un alphabet fait de 4 lettres. C'est certes une façon un peu elliptique de voir les choses mais, sur le fond, ce n'est pas faux. L'ADN est en effet composé d'une succession de 3 milliards d'unités construites sur le même modèle moléculaire: le nucléotide. Outre un sucre (le désoxyribose) et un groupement phosphate qu'ils ont tous en commun, les nucléotides possèdent également une base dont il existe 4 modèles: l'adénine, la cytosine, la guanine et la thymine. Si on ne retient que l'initiale de chacun de ces mots (A, C, G et T), on détient précisément les 4 lettres de ce court alphabet.

Cela reste globalement vrai, bien qu'on ait de plus en plus tendance, aujourd'hui, à en ajouter une cinquième. Elle n'a plus trait directement à la génomique au sens strict, mais aux processus épigénétiques; des processus dont on prend de plus en plus conscience de l'importance dans l'expression des gènes. Et comment procèdent-ils ? En plaçant, à des endroits précis de ces derniers, des protéines qui les accompagnent (les histones), des petits radicaux, dont le plus présent est le méthyle. Compte-tenu de son importance dans l'expression des gènes, on en a fait une cinquième lettre de l'alphabet évoqué. La place n'est pas usurpée, même si le

radical en question ne participe pas directement à la structure de l'ADN.

Va-t-on en rester là ? Il semble bien que non puisqu'on parle déjà d'une 6<sup>e</sup> lettre à ajouter à la courte série. L'heureuse élue est cette fois l'hydroxyméthyle, dont on aura compris qu'il s'agit d'une modification du radical précédemment cité, par adjonction d'un radical hydroxyle (-OH). On évoque donc aussi l'hydroxyméthylation de l'ADN au même titre, depuis quelques années, que sa méthylation.

Fort bien, mais qu'est-ce que ça change ? C'est précisément ce qu'on est occupé à chercher, notamment au Laboratoire d'épigénétique du cancer de l'ULB. On a établi un lien entre cette hydroxyméthylation et une famille de gènes, appelé TET (pour *ten-eleven-translocation*), dont on sait que des tumeurs en contiennent des formes mutantes.

Il y a incontestablement matière à recherche pour caractériser ces TET et préciser leur rôle exact, tant dans la forme sauvage que dans la forme mutée.

S'approche-t-on d'une meilleure compréhension des processus tumoraux ? Sans aucun doute, bien qu'à petit pas. Cela vaut bien à l'alphabet de la génomique de gagner 1 ou 2 lettres de plus. ■



## Action un peu désordonnée... mais payante

Tous les aquariophiles connaissent les Poecilidés, ces petits poissons à la fois jolis, rustiques et résistants. Les guppys et les mollys, qui font la joie des débutants, en font partie, en particulier aussi parce qu'ils sont prolifiques. Cette particularité ne pouvait pas échapper à des scientifiques qui ont plongé un regard un peu indiscret dans les comportements sexuels de ces hôtes bien pacifiques de nos aquariums et en particulier, des *Poecilia mexicana*. Plus précisément, ils ont filmé leur comportement et ont analysé les images avec tout le recul et l'expertise nécessaires.

Ce qui ne les a pas surpris, c'est que - comme dans de très nombreuses espèces d'ordres divers - ce sont les femelles qui choisissent les mâles avec lesquels elles envisagent d'assurer une progéniture. La couleur de la parure - c'était connu - est un élément déterminant dans ce contexte: plus l'animal est coloré, plus grande est son attractivité sur les femelles. Mais cela ne s'arrête pas là. Un autre élément séduit ces dernières: l'aptitude des mâles à multiplier les copulations. Certes, cela constitue aussi un critère de choix parmi les plus déterminants. Mais ce qui est surprenant, c'est que le critère reste le même, que les mâles en question aient des relations hétéro- ou homosexuelle. C'est la fréquence (ou le nombre, comme on voudra) qui constitue l'élément déterminant. Les femelles ne feraient-elles donc pas la différence ? Contre toute attente, si; mais à leur yeux, c'est la «bonne santé» sexuelle qui prime avant toute autre chose et qui donne aux plus vigoureux un avantage évolutif. Toute transposition à l'humain, une fois de

## Hybride malin

La plupart des plantes d'utilité alimentaire et d'importance commerciale ont fait l'objet d'une sélection qui a le plus souvent permis de retenir des caractères jugés d'intérêt. La tomate, juteuse à souhait, n'a pas échappé à cette sélection. On ne peut *a priori* pas s'en plaindre, sauf que quelques caractères tout aussi utiles ont, semble-t-il, été perdus en route. C'est en particulier le cas de molécules de défense contre des insectes parasites qu'on retrouve encore pourtant chez les «parents» sauvages de la plante. Ces derniers contiennent en effet, dans les poils (appelés trichomes) couvrant les feuilles et les tiges, des molécules telles que le 7-épizingiberène (EZB) qui tient généralement les parasites tels que mouches blanches et acariens à distance.

La démarche logique voudrait donc que ces substances soient réintégrées dans les cultivars actuels pour limiter à la fois les attaques de ces arthropodes et la charge de pesticides utilisés à titre compensatoire. Des chercheurs viennent d'y arriver en croisant des plants de tomates cultivés avec d'autres, sauvages. Ils ont également montré que 2 gènes en particulier étaient responsables de l'expression de l'EZB. Voilà donc une bonne nouvelle. Reste désormais à réintégrer l'agent répulsif identifié dans toutes les tomates qui nous sont offertes à la consommation. ■

► *Science* 2012; 338: 1512

plus, serait évidemment hors propos d'autant, faut-il le rappeler, que 15% des espèces de poissons peuvent connaître un transsexualisme occasionnel quand, en particulier, le mâle dominant d'un ban disparaît. Qui se charge alors de la relève ? La femelle qui occupe la première place en ordre utile. Il lui suffit

de changer de sexe, ce qui est rendu possible par l'évolution. On comprendra que, dans un tel contexte, la notion d'attraction sexuelle prenne subitement une importance un peu secondaire... ■

► *Nature*, 2013 (493): 136



Le nom de Keith Campbell ne vous dit sans doute rien. Même au plus fort de sa gloire, il est resté dans l'ombre de son chef de département et d'un animal qui, lui, a accédé à une renommée planétaire; une brebis prénommée Dolly... Au cours des années 90, Campbell était en effet le chercheur responsable des essais de clonage au laboratoire de l'Institut Roslin, en Écosse. Des essais le plus souvent couronnés d'un insuccès chronique qui n'a toutefois jamais attaqué la détermination du scientifique. Pour mémoire, il tentait de générer des embryons de mouton en intégrant dans des ovules privés de leurs chromosomes, des cellules prélevées dans la peau d'une brebis et maintenues, un temps, en culture in vitro. Un vendredi, l'esprit sans doute ailleurs, Campbell a oublié d'ajouter du sérum au milieu de culture. Résultat, les cellules étaient flétries et moribondes à son arrivée au laboratoire le lundi matin. Le «clonage» dans des ovules étant programmé ce jour-là, il n'y avait pas le choix et bien qu'en mauvais état, ces cellules ont été utilisées... et le succès que l'on sait fut au rendez-vous. Il fallait donc mettre les cellules en état de «déprivation» protéique pour que ça marche. On ne le savait pas et le hasard - ou la distraction ? - a permis de le découvrir. Dolly, accédait ensuite à la gloire et Keith Campbell était nommé professeur à l'Université de Nottingham. Bien qu'agé de 58 ans seulement, ce précurseur vient pourtant de quitter brutalement le monde de la science auquel son nom restera lié... ■

# NDE:

## la piste des *souvenirs éclair*

Texte : **Philippe LAMBERT** • [ph.lambert.ph@skynet.be](mailto:ph.lambert.ph@skynet.be)  
Photos : **SCIENCE** (p.34), **Reporters/SPL** (p.35), **IAC** (p.36)

**L**es «expériences de mort imminente» (NDE - *Near-Death Experience*, en anglais) sont relativement fréquentes, dans la mesure où environ 10% des personnes ayant survécu à un arrêt cardiaque rapportent un tel épisode. En outre, il arrive que des personnes relatent une expérience de mort imminente alors que leur vie n'a pas été en danger et qu'à aucun moment, elles n'ont sombré dans le coma. En fait, un stress très important peut parfois suffire à générer une NDE comme par exemple, lorsque des personnes échappent à la noyade.

Les composantes des NDE sont très spectaculaires. Il n'est pas anodin, en effet, d'éprouver le sentiment de quitter

croyanances culturelles, philosophiques et religieuses de départ. «Ainsi, dit-elle, si la description d'un faisceau de lumière est présente dans toutes les cultures, quelques variantes peuvent parfois être observées au niveau de la représentation des différentes composantes. Par exemple, les bouddhistes peuvent rapporter une rivière au lieu d'un tunnel tandis que pour les musulmans, ce sera plutôt une grande porte; les hindous rapporteront parfois la vision d'un sage tournant les pages d'un livre et les catholiques se représenteront les êtres de lumière comme étant des anges.»

Attention ! Malgré le caractère étrange et très interpellant des NDE, il n'y a pas que les croyants qui en font et en ressortent convaincus de l'existence de Dieu. Il



**Les expériences de mort imminente (NDE) font encore souvent l'objet d'interprétations mystiques. En rupture avec celles-ci, des chercheurs de l'Université de Liège (ULg) tentent de déterminer les processus physiologiques et psychologiques qui pourraient les expliquer. Leurs travaux les plus récents montrent que les souvenirs des personnes ayant connu une NDE ont des caractéristiques phénoménologiques très particulières**

son corps, de percevoir une lumière éclatante au fond d'un tunnel, de voir son passé défiler devant soi, d'être persuadé d'avoir communiqué avec des défunts ou un être mystique ou encore de se sentir en communion avec l'univers. Pour être qualifié d'«expérimenteur» (personne ayant été confrontée à une expérience de mort imminente), il n'est pas nécessaire d'avoir vécu l'ensemble des phénomènes caractéristiques d'une NDE, mais un certain nombre d'entre eux.

Baptisées OBE (*Out-of-Body Experiences*), les expériences de décorporation se rencontrent en moyenne dans un tiers des cas. Il en va de même de la sensation de percevoir un tunnel de lumière ou de voir défiler sa vie. Bref, les NDE sont à géométrie variable. D'autant que, comme l'indique Vanessa Charland-Verville, aspirante FNRS et doctorante en sciences médicales au sein du *Coma Science Group* de l'ULg et du CHU de Liège, les souvenirs de NDE sont le plus souvent colorés par les grandes

n'est pas rare que des athées se convertissent après une telle expérience. À l'inverse, certains expérimenteurs croyants n'y voient aucunement la main de Dieu.

### Des images cachées

Les théories explicatives des NDE peuvent être regroupées en 3 catégories: spirituelles, psychologiques et neurologiques. Les premières ne reposent sur aucune démonstration rigoureuse. «Jusqu'à preuve du contraire, personne n'a jamais pu mettre en évidence un phénomène conscient sans activité neuronale», souligne le professeur Steven Laureys, responsable du *Coma Science Group*.

Les tenants de l'explication spirituelle des NDE affirment que ces expériences prouvent l'existence d'une âme extérieure au corps. Pour étayer cette thèse, ils se fondent principalement sur le fait

qu'un tiers des personnes ayant connu une expérience de décorporation (OBE) déclare avoir assisté, d'une position surélevée, à la scène de leur réanimation. À l'occasion de recherches entreprises en Scandinavie, des chercheurs eurent l'idée de dissimuler, à proximité du plafond de blocs opératoires, des images invisibles à un patient couché sur la table d'opération. En 2008, une étude similaire, toujours en cours, fut lancée à l'échelon international. Elle regroupe 25 établissements hospitaliers. Si des expérimenteurs parvenaient à faire état de la présence de ces images cachées en hauteur, cela tendrait à prouver que la conscience est probablement dissociable du corps. Mais pour l'heure, la question ne s'est jamais posée, car aucun patient n'a rapporté avoir vu ces images.

Il existe plusieurs interprétations psychologiques des NDE. Selon l'une d'elles, ces expériences consisteraient en une forme de dépersonnalisation, en un sentiment de perte du sens de la réalité qui servirait de moyen de défense devant une menace de mort. En quelque sorte, notre inconscient bâtitrait de toutes pièces une «fable» pour nier l'imminence de notre disparition. «Cette hypothèse ne peut expliquer toutes les NDE, puisque certaines d'entre elles se produisent en l'absence d'un quelconque danger de mort», commente Marie Thonnard, doctorante en sciences psychologiques au sein du *Coma Science Group*.

On recense par ailleurs de nombreuses théories neurologiques des NDE. Actuellement, les plus pertinentes asso-

cient les diverses composantes des NDE (tunnel de lumière, OBE, etc.) à un dysfonctionnement de régions cérébrales spécifiques ayant été lésées, notamment à la suite d'un traumatisme crânien ou du manque d'oxygène provoqué par un arrêt cardiaque. Les faits plaident en faveur de cette hypothèse. Reprenons l'exemple des *Out-of-Body Experiences*. En 2002, des chirurgiens de l'hôpital universitaire de Genève ont provoqué une OBE chez une patiente épileptique en lui stimulant involontairement la région temporo-pariétale droite du cerveau. Et 5 ans plus tard, une équipe anversoise obtint expérimentalement le même résultat en stimulant la même région au moyen d'électrodes implantées.

## D'infimes indices

Voilà qui nous conduit au cœur des travaux initiés par les chercheurs du *Coma Science Group* et de l'Unité de psychologie cognitive de l'ULg. Des études dont les premiers résultats viennent de faire l'objet d'une publication dans la revue *PLoS One* (1), le 27 mars 2013.

Eu égard aux conditions chaotiques dans lesquelles apparaissent les NDE, il est quasiment impossible de les étudier en temps réel. Aussi les chercheurs liégeois ambitionnent-ils de mettre en relation les caractéristiques des expériences de mort imminente rapportées par les expérimentateurs participant à leurs études avec d'éventuelles lésions résiduelles dans les régions cérébrales susceptibles d'être responsables du vécu peu commun dont ils font état. Nous venons d'évoquer la région temporo-pariétale droite pour les OBE, mais d'autres régions sont candidates comme «supports» d'autres composantes des NDE. Ainsi, des études (2009) réalisées en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) par des neuroscientifiques de l'Université de Californie ont mis en évidence, chez des religieux, que le cortex pariétal postérieur pourrait servir de soubassement à la sensation que l'on peut éprouver d'une union avec le cosmos ou d'un accès à une expérience spirituelle.

Lors d'un arrêt cardiaque ou d'un traumatisme crânien, certaines régions cérébrales souffrent plus que d'autres, notamment en réponse au manque

d'oxygène. Ce sont elles dont les chercheurs de l'ULg suspectent l'implication dans les expériences de mort imminente. «*La sensibilité des techniques d'imagerie nous permet de rechercher, même des années après un épisode de NDE, de minuscules cicatrices, une infime activité épileptique, de petits œdèmes ou de légers dépôts de sang témoignant de microlésions dans telle ou telle région cérébrale*», explique Steven Laureys.

C'est dans ce contexte que le *Coma Science Group* et l'Unité de psychologie cognitive de l'ULg ont entamé des recherches afin d'explorer les versants neuro-anatomiques et psychologiques des NDE. Le recours à un vaste éventail de moyens est prévu: IRM structurale et fonctionnelle, tomographie par émission de positons (PET), électroencéphalographie à haute densité, exploration neuropsychologique standardisée.

## La dissection des souvenirs

Avant d'utiliser la neuroimagerie pour asseoir leur hypothèse et pour mener des investigations systématiques visant à mieux cerner les corrélats neuronaux des différentes composantes des NDE, l'équipe liégeoise s'est intéressée à l'identification, au moyen d'outils validés en psychologie, des caractéristiques des souvenirs relatés par les personnes ayant été confrontées à une expérience personnelle de mort imminente. Leurs récits font-ils appel à de pures créations imaginaires ou au contraire, à des souvenirs revêtant les attributs de souvenirs d'événements réels? «*La description des caractéristiques phénoménologiques des souvenirs rapportés par les personnes concernées peut aider à orienter la recherche des corrélats neuronaux impliqués dans les NDE*», indique Marie Thonnard.

Sur quels éléments, autres que la plausibilité, les psychologues se basent-ils pour opérer le tri entre souvenirs réels et souvenirs imaginés? «*Généralement,*



les premiers sont plus riches en détails sensoriels (visuels, auditifs, etc.), autoréférentiels (ce qui a trait au sujet lui-même) et émotionnels», précise Hedwige Dehon, docteur en sciences psychologiques et assistante au sein de l'Unité de Psychologie Cognitive de l'ULg. Le plus souvent, les caractéristiques phénoménologiques de ces 2 types de souvenirs sont donc différentes.

Publiée dans *PLoS One*, l'étude liégeoise regroupait 39 volontaires selon la clé de répartition suivante: 8 personnes ayant vécu une NDE, 6 ayant des souvenirs d'un coma sans NDE, 7 ayant eu un coma mais n'en conservant aucun souvenir, 18 sujets contrôles. Les critères d'inclusion dans l'étude en tant qu'expérimentateur se référaient à l'échelle de Greyson, la plus usitée en la matière. Explorant plusieurs dimensions (cognitive, affective, paranormale...), cette échelle se fonde sur 16 questions pouvant donner lieu chacune à un score de 0, 1 ou 2. On parle de NDE lorsque le score total obtenu par un sujet ayant répondu aux 16 questions est de 7 ou plus (sur 32).

Les chercheurs demandèrent aux participants de se remémorer des souvenirs de NDE ou de coma, s'ils avaient vécu de tels épisodes, ainsi que des souvenirs réels et des souvenirs imaginés, anciens et récents, dont le poids émotionnel était élevé. Un souvenir imaginé est celui qui consiste à se rappeler un événement que son imagination a bâti de toutes pièces. Par exemple, la représentation mentale

que l'on s'était forgée de vacances futures ou d'une fête d'anniversaire à venir.

Le but poursuivi n'était pas d'analyser le contenu des souvenirs relatés par les participants, mais d'en évaluer les caractéristiques phénoménologiques au moyen d'un questionnaire. En l'occurrence, la version modifiée en 2008, par Arnaud D'Argembeau et Martial Van der Linden, du *Memory Characteristics Questionnaire* (MCQ) conçu par M.K. Johnson en 1988. Les réponses aux différentes questions étaient cotées de 1 à 7. Ainsi, à la question de savoir si tel souvenir renfermait des détails visuels, la cote 1 était attribuée s'il n'en comportait aucun, la cote 7 s'il en foisonnait et une cote pouvant aller de 2 à 6 pour chiffrer les situations intermédiaires. Pour les autres questions («*Vous rappelez-vous ce que vous faisiez au moment de l'événement ?*», «*Vous souvenez-vous de l'endroit où l'événement a eu lieu ?*...»), idem.

## Comme dans une hallucination

Que révélèrent les résultats ? Tout d'abord, que les scores globaux recueillis respectivement pour les souvenirs d'événements réels et pour les souvenirs imaginés étaient du même ordre dans toutes les sous-populations de l'échantillon et qu'ils correspondaient à ceux que l'on retrouve dans la littérature scientifique. «*Cela nous a permis de savoir que les participants à notre étude ne constituaient pas un échantillon particulier et que parmi eux, les personnes qui avaient connu une NDE ne se distinguaient pas des autres par la phénoménologie de leurs créations imaginaires*», explique Hedwige Dehon.

Évidemment, le résultat le plus attendu concernait les souvenirs de NDE. Leur phénoménologie était-elle proche de celle des souvenirs réels ou de celle des souvenirs imaginés ? Que ce soit sur le plan sensoriel, sur le plan émotionnel ou sur ceux de la précision ou des détails autoréférentiels, ils avaient clairement la force de souvenirs réels. Leurs scores étaient même significativement plus élevés. «*On pourrait presque parler d'hyperréalité*», dit Vanessa Charland-Verville.

Une mesure du MCQ porte sur la fréquence de rappel des souvenirs. Elle met

en évidence que, contrairement à ce que l'on pourrait croire, les souvenirs de NDE ne sont pas récapitulés plus souvent que les autres. «*Ce qui montre que leurs caractéristiques phénoménologiques (grande précision, richesse sur les plans sensoriel et autoréférentiel, etc.) ne sont pas le fruit d'incessantes remémorations*», précise Hedwige Dehon.

Similaires à celles des souvenirs d'événements réels - et d'une plus grande intensité encore -, les caractéristiques des souvenirs de NDE n'établissent pas pour autant la réalité des événements décrits (OBE, dialogue avec des défunts...). Nous l'avons vu, des mécanismes physiologiques semblent pouvoir expliquer les différentes composantes des NDE. Ces mécanismes pourraient «*créer*» une perception qui serait traitée par le sujet comme venant de l'extérieur, de la réalité. En un sens, le cerveau de l'individu lui mentirait, comme dans une hallucination.

## Souvenirs éclair ?

En 1977, Roger Brown et James Kulik, de l'Université de Harvard, ont introduit la notion de «*souvenir éclair*» - *flashbulb memories*, en anglais. À quoi se réfère-t-elle ? À des souvenirs ayant trait aux circonstances dans lesquelles on a pris connaissance d'un événement public important: la chute du mur de Berlin, l'explosion de la navette *Challenger*, les attentats du 11 septembre, etc.

Brown et Kulik ont centré leurs recherches sur l'assassinat du président Kennedy, montrant que beaucoup se souvenaient des personnes avec qui ils étaient, de l'endroit où ils se trouvaient, de ce qu'ils faisaient au moment où ils l'ont appris. Selon les 2 psychologues, les événements émotionnels donnant lieu à des souvenirs éclair enclenchent un mécanisme «*spécial*» d'enregistrement en mémoire. Il assurerait un encodage plus détaillé et plus exact du contexte dans lequel on a appris un événement public important et garantirait son maintien prolongé en mémoire.

«*Si l'on considère la nature particulièrement surprenante des représentations qui s'imposent au sujet lors d'une NDE et l'importance qu'elles doivent revêtir pour*

*lui sur les plans émotionnel et personnel, il semble légitime d'établir un pont entre les souvenirs de NDE et les souvenirs éclair*», souligne Marie Thonnard. In fine, l'hypothèse serait que les souvenirs de NDE pourraient être des souvenirs éclair (2) d'une hallucination.

Dans la foulée des travaux de Brown et Kulik, de nombreuses études ont été consacrées aux *flashbulb memories*. Il apparaît que si ces souvenirs particuliers sont souvent enregistrés de manière plus détaillée et plus durable que les autres, ils sont cependant susceptibles de renfermer des erreurs et des distorsions, de faire l'objet d'ajouts au fil du temps ou d'être progressivement amputés de certains éléments. Pour s'en rendre compte, il suffisait de mesurer leur consistance de façon périodique: après quelques jours ou quelques semaines, quelques mois, quelques années. C'est ce que firent les travaux de recherche. Aujourd'hui, les chercheurs de l'ULg se proposent de suivre une piste analogue dans le cadre de l'analyse des souvenirs de NDE (3).

Jusqu'à présent, les explications physiologiques et psychologiques des NDE apparaissaient souvent comme mutuellement exclusives. Les travaux menés conjointement par le *Coma Science Group* et l'Unité de Psychologie Cognitive de l'ULg plaident, au contraire, en faveur de l'intégration de ces 2 dimensions. ■

- (1) Marie Thonnard & Vanessa Charland-Verville, Serge Brédard, Hedwige Dehon, Didier Ledoux, Steven Laureys, Audrey Vanhauzenhuyse, Characteristics of Near-Death Experiences Memories as Compared to Real and Imagined Events Memories, *PLoS One*, 2013.
- (2) *Hormis le fait que la définition stricte des souvenirs éclair se réfère à un événement public.*
- (3) Le Coma science Group et l'Unité de Psychologie Cognitive de l'ULg cherchent à recueillir le témoignage de personnes ayant vécu une NDE, même ancienne. Contact: Vanessa Charland-Verville [vanessa.charland-verville@ulg.ac.be](mailto:vanessa.charland-verville@ulg.ac.be)

# Des images

## réduites à leur plus simple expression

**Laurent Jacques est chercheur à l'Université catholique de Louvain. Son domaine ? Acquérir, comprimer, traiter et «maltraiter» des images de toutes natures pour finalement... les reconstituer**

38

Image de la couronne solaire acquise par EIT/SoHO

Texte : **Paul Devuyst**

Photos : **NASA** (p.38), **L. JACQUES** (p.39),

**P. BOUFONOS, MERL, USA/Schéma** (p.39),

**Y. LEBLEBICI, P. VANDERGHEYNST** (p.40)

**I**l aura longtemps hésité à devenir mathématicien ou physicien mais finalement c'est la physique théorique qui l'a emporté. «Elle m'a donné la possibilité d'aller au-delà des équations, c'est-à-dire de pouvoir à chaque fois associer un sens physique à chaque terme qui apparaît dans une équation. Et en même temps, ce lien guide l'intuition afin de trouver une évolution dans une théorie ou d'essayer de comprendre comment on peut passer d'une équation à une autre et en quoi cela peut donner lieu à des prédictions ou estimations de choses qui sont au-delà des mathématiques», explique le jeune chercheur qualifié FNRS, Laurent Jacques.

«C'est l'aspect modélisation qui m'intéressait et plus spécialement, l'idée de pouvoir prédire de nouveaux phénomènes qui n'ont pas encore été observés. Mon idée était de faire du traitement de signal, être capable de prendre un signal, par exemple un enregistrement sonore, une image

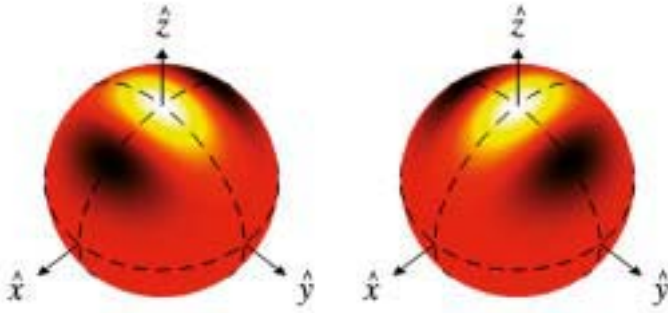
satellite ou une vidéo et de pouvoir traiter l'information qu'il renferme», poursuit-il.

### Du soleil au fond cosmique

Dans sa thèse de doctorat, Laurent Jacques a analysé des signaux et plus précisément, des images solaires. Des satellites observent le Soleil dans certaines longueurs d'ondes situées en dehors du spectre visible et l'Observatoire royal de Belgique (ORB) était intéressé par un développement technique capable de détecter certains éléments singuliers dans des images du Soleil, par exemple les taches solaires et des «points brillants». Ceci a des applications dans le

domaine de la météo solaire, c'est-à-dire être capable de prévoir quand la Terre subira un afflux de rayons cosmiques d'origine solaire, lesquels peuvent perturber les satellites et nos systèmes de télécommunications (GPS, Galileo).

La première chose à faire, selon le chercheur, était de regarder quand les images du Soleil changent; c'est le premier indicateur qu'il y a quelque chose à mesurer et qui nécessite le passage par une étape de «traitement d'images». C'est ainsi qu'avec les techniques étudiées pendant sa thèse et en collaboration avec les scientifiques de l'ORB, il a commencé à développer des méthodes qui détectaient les taches solaires et qui faisaient un tri entre celles-ci et les événements non intéressants, comme du bruit instrumental ou des variations globales du Soleil.



Exemple de fonctions «ondelettes» à la surface d'une sphère.

En parallèle, Laurent Jacques travaillait sur des développements beaucoup plus théoriques, comme par exemple la manière de traiter des données situées à la surface d'une sphère. Ce genre de travail peut être assimilé à celui de l'œil humain lorsqu'il observe une scène de la vie courante: avoir d'abord une vision d'ensemble des caractéristiques à grande échelle de ce qui nous entoure et ensuite, se focaliser sur le particulier, le détail. En traitement de signaux et d'images, cela s'appelle «des analyses multi-échelles» (ou en «ondelettes»), une technique qui était alors inexistante pour l'analyse à différentes échelles de données à la surface d'une sphère (voir illustration ci-dessus).

Comme application possible de cette recherche, il y avait l'observation du bruit de fond cosmique, un reliquat du rayonnement fossile des premiers instants de l'Univers. Ce travail était très intéressant car les données satellites acquises se situent dans toutes les directions possibles et leurs fluctuations trouvent un sens dans différents modèles cosmologiques, c'est-à-dire les modèles expliquant l'évolution de l'Univers depuis le *Big Bang*. Pouvoir caractériser ces fluctuations donne dès lors des pistes de recherche aux cosmologistes qui pourront alors confirmer, invalider ou créer de nouvelles théories. En collaboration avec d'autres chercheurs à Lausanne (en Suisse) et à Cambridge (en Angleterre), Laurent Jacques a donc mis en forme certains outils de détection des singularités sphériques.

## L'acquisition comprimée

«Le but de mes travaux est d'obtenir de l'information utile aux chercheurs. Je me situe à l'interface: je crée des méthodes de travail, je développe des théories et des

algorithmes qui vont permettre d'extraire de l'information, mais ce n'est pas moi qui vais finalement utiliser l'information extraite», explique Laurent Jacques.

Après avoir travaillé pendant un an à l'UCL dans le domaine du traitement d'images biomédicales par des techniques d'analyse multi-résolution et de transformées en ondelettes, le chercheur s'est rendu aux États-Unis, à l'Université de Rice (Houston, Texas) afin d'acquérir des connaissances nouvelles dans les techniques d'acquisition d'images et plus particulièrement, sur la théorie de l'acquisition comprimée (*Compressed Sensing*). Une théorie qui modifiait considérablement la conception de capteurs de signaux et d'images.

En réalité, depuis 2004-2005, une révolution dans la manière d'acquérir de l'information à partir d'une image avait déjà vu le jour. Cette théorie consistait dans la chose suivante: d'habitude, lorsqu'on utilise une simple caméra et qu'elle acquiert une image, il y a une sorte d'échantillonnage, c'est-à-dire que l'on acquiert l'information lumineuse pixel par pixel pour former ensuite une image. Ensuite, s'il faut transférer cette image par ordinateur, on lui applique une «compression». L'ensemble de ce processus est assez gourmand en ressources, en calculs et en algorithmes.

Les chercheurs américains se sont demandés, à cette époque, s'il n'était pas possible de créer une théorie qui fédérerait ce processus et qui arriverait à

Acquisition comprimée 1-bit: si une image «x» est observée en ne gardant que le signe d'un mélange de pixels, géométriquement, cela fixe l'image d'un côté d'un plan à grande dimension. Avec beaucoup de mélanges, et donc de plans, l'image est confinée à une zone de plus en plus réduite (en rouge). Il est alors possible de la reconstruire.

## Bio express



**Nom :** LAURENT

**Prénom :** Jacques

**Âge :** 38 ans

**Formation :**

Docteur en Sciences UCL en 2004, séjours post-doctoral à l'Université de Rice (Texas, USA) et à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse), chercheur qualifié F.R.S.-FNRS à l'UCL (2012).

**Adresse :**

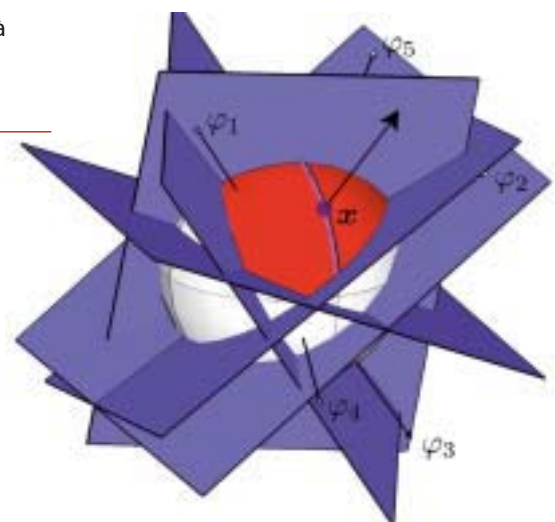
Université catholique de Louvain, Pôle en ingénierie électrique (ELEN), Place du Levant, 2 1348 Louvain-la-Neuve

**E-mail :**

[laurent.jacques@uclouvain.be](mailto:laurent.jacques@uclouvain.be)

**Tél.:** 010/47.81.24

**Web:** <http://perso.uclouvain.be/laurent.jacques>



compresser l'information au moment où elle est observée. «Prenons l'exemple de cette bibliothèque derrière nous, avec ses livres rangés sur des rayonnages, poursuit le chercheur, il y a une structure, des bords et des contours. S'il est possible d'exploiter d'une manière ou d'une autre cette information, il est peut-être possible de rendre l'acquisition de l'image plus efficace».

Il y avait quelque chose de très nouveau dans la technique d'acquisition de l'information imaginée par les chercheurs américains: pour reprendre l'exemple de la caméra, plutôt que d'acquérir pixel après pixel, il est plus intéressant de les mélanger d'une manière aléatoire et d'envoyer ensuite simplement le résultat du mélange. In fine, on s'aperçoit que le mélange (en mathématique, c'est une

combinaison linéaire aléatoire) que l'on doit acquérir est beaucoup moins important que le nombre de pixels.

## Un passage en Suisse

Autrement dit, on fait un mélange de l'information lumineuse, par exemple avec des optiques particulières ou dans le schéma électronique d'une caméra - chaque mélange étant différent du suivant. On transmet alors le résultat de tous ces mélanges à l'ordinateur avec l'information *a priori* (dans l'image, il y a certaines structures, des bords et des contours), lequel reconstruit l'information. On constate que l'objectif est atteint car le nombre de mélanges est inférieur au nombre de pixels. On a donc comprimé l'information en même temps qu'elle a été acquise.

Pendant les 2 années suivantes, Laurent Jacques s'est inséré dans une équipe de chercheurs de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) où, ensemble, ils ont examiné les développements théoriques possibles de l'acquisition comprimée. C'est ainsi qu'ils ont, avec des micro-électroniciens, développé une caméra capable de réaliser ces mélanges aléatoires. Ils ont généralisé l'acquisition comprimée et envisagé la reconstruction d'une image après que le mélange ait été digitalisé et perdu un peu d'information.

Toujours dans le domaine de la vision par ordinateur, les chercheurs ont créé une sphère dite «panoptique» avec, en surface, une centaine de caméras de type commercial, l'ensemble imitant le processus de vision d'une mouche. En arrivant à faire communiquer toutes ces caméras entre elles, ils étaient capables d'obtenir une vision à 360 degrés. Il fallait ensuite établir la théorie mathématique du système de manière à être certain que ce qui était vu était bien ce qui devait l'être.

«En poursuivant mes travaux sur l'analyse des cartes du bruit de fond cosmique, j'ai pu montrer que l'on pouvait acquérir de manière comprimée non pas le bruit de fond cosmique, mais plutôt l'information acquise par radiotélescopes pour des

observations astronomiques», poursuit Laurent Jacques.

En fait, dit-il, en radioastronomie, ce que l'on a, ce n'est pas l'image que l'on voit directement mais une partie des fréquences de l'image que l'on veut observer. Or, jusqu'à présent, il fallait acquérir énormément d'informations pour obtenir une image relativement décente de ce que l'on veut observer dans le ciel. En fait, cela nécessite souvent la création d'immenses complexes de radiotélescopes couvrant des dizaines voire des centaines de kilomètres carrés.

Avec d'autres chercheurs de l'EPFL et de Cambridge, Laurent Jacques a montré que l'on pouvait aussi utiliser, dans ce cas, les principes de l'acquisition comprimée. Et qu'il y avait aussi moyen d'obtenir des observations de l'objet qui nous intéressait et de les reconstruire presque parfaitement en sachant à l'avance que si on observe une carte céleste, ce ne sont pas des fluctuations aléatoires que l'on est en train d'observer mais un fond noir, des étoiles et des galaxies avec des bras, des filaments, etc. C'est-à-dire des contours connus. En utilisant cette information, un ordinateur est capable, en résolvant «un problème inverse», de reconstruire une image de bien meilleure qualité.

## Des fibres optiques transparentes

«Mes recherches dans le domaine de l'acquisition comprimée d'images m'ont fait découvrir d'autres applications que les images astronomiques, notamment en optique pour déceler s'il y a un défaut dans un objet transparent comme des fibres optiques par exemple», déclare encore le chercheur de l'UCL.

Il est évident qu'une fois fabriquée, on ne peut pas couper une fibre optique afin de tester sa qualité. Il est néanmoins possible de la sonder en l'observant de manière indirecte grâce à un principe qui n'était pas encore totalement exploité, à savoir la déflectométrie optique. Cela consiste simplement à envoyer des rayons lumineux parallèles entre eux au travers d'un matériau transparent. Ainsi, en analysant la manière dont les rayons lumineux sont

La caméra «Panoptique» créée à l'EPFL en Suisse. Celle-ci est composée de 100 caméras miniatures à la surface d'une sphère de 12 cm. Comme pour la vision biologique d'une mouche, cette technologie permet d'observer une scène de manière omnidirectionnelle et en 3D.





## L'acquisition comprimée, c'est quoi ?

**P**renons l'exemple des appareils de photographie numériques. Ils enregistrent des images à l'aide d'un capteur CCD ou CMOS de 10 millions de pixels environ, mais un algorithme comprime immédiatement ces images: au final, à peu près 5% des mesures initiales sont conservées en mémoire. Pourquoi prendre autant de mesures quand on sait que l'on va jeter la majeure partie de ce qu'on a enregistré ? Ce n'est pas tant que l'on a envie de gaspiller, mais c'est que la compression fonctionne ainsi: pour décider ce que l'on peut éliminer dans l'image sans perte perceptible, il faut avoir initialement accès à tout le signal. **L'acquisition comprimée**, ou Compressed Sensing en anglais, élimine cette nécessité. On peut, pour la plupart des images, récupérer uniquement les données utiles sans regarder directement l'image, autrement dit, en mélangeant adéquatement son contenu pendant l'observation. Cette idée se généralise à la plupart des signaux.

La clé de cette approche réside dans la modification de l'instrument d'acquisition afin qu'il observe

les images indirectement, et de reconstruire celles-ci avec des algorithmes mathématiques comme les méthodes de minimisation des fonctions convexes ou des approches itératives. Celles-ci ressemblent à une reconstruction statistique, comme celle utilisée par les méthodes fractales. En définitive, on peut dire que les acquisition et reconstitution sont parfaitement entremêlées, l'une influençant l'autre afin d'obtenir de meilleurs résultats. Et ceci peut être appliqué à tout signal !

À quoi sert l'acquisition comprimée ? Par exemple, à l'hôpital de l'Université Stanford, un enfant de 2 ans avait besoin d'une image à très haute résolution de son foie en imagerie par résonance magnétique (IRM). Pour obtenir une telle image, il fallait que l'enfant reste immobile et donc qu'il ne respire presque plus. Or, l'anesthésie profonde pour l'empêcher de bouger ne pouvait pas durer plus de 40 secondes. Alors qu'une IRM normale aurait nécessité 2 minutes, un appareil équipé d'un algorithme d'acquisition comprimée a enregistré une image dans le temps imparti.

déviés et en reproduisant cette observation pour de nombreux angles d'incidence autour de l'objet transparent, on peut reconstruire les variations d'indices de réfraction du milieu transparent. Ce principe peut également s'appliquer à des lentilles intraoculaires afin de vérifier si la surface de la lentille correspond bien au cahier des charges.

Dans ce cadre, il est possible de formuler un problème inverse afin de reconstruire la carte d'indice de réfraction de structures bien définies (interfaces, défauts, etc.). Ce travail de recherche fait d'ailleurs partie d'un projet soutenu par la Région wallonne (DETROIT/WIST3), en collaboration avec l'UCL, l'Université libre de Bruxelles et des industriels (*Lambda-X, Physiol*).

«Les applications en vue actuellement se situent également dans l'imagerie dite hyper-spectrale comme par exemple pour l'observation d'images biomédicales ou satellites. Dans ce contexte, où le signal à reconstruire vit dans un espace de très grande dimension, je recherche la possibilité d'obtenir une meilleure qualité d'images afin d'aider les médecins ou les biologistes dans leur analyse de données. En général, dès le moment où il y a une

application qui parle d'imagerie ou même d'observation de signaux, et que l'on dispose d'observations indirectes d'une réalité qu'on ne voit pas immédiatement et qu'il faut dès lors trouver des moyens pour la reconstruire, cela m'intéresse», précise encore Laurent Jacques.

### Presque de la magie

Un pixel d'une image est un nombre, chaque mélange de pixels est aussi un nombre et c'est en collectionnant tous ces nombres que l'on est capable de reconstruire l'image. Lors de son séjour à l'Université de Rice, en discutant avec d'autres chercheurs et en imaginant de nouvelles théories, Laurent Jacques a envisagé la possibilité d'enregistrer non pas le nombre mais simplement son signe, positif ou négatif. Un système de codage à 1 bit où on ne doit garder qu'une seule information: + ou -.

«Et si on regarde simplement si l'information est un + ou un - et qu'on oublie la valeur qu'elle pourrait prendre, on est encore capable de reconstruire l'image

de départ (à une amplitude près). C'est presque de la magie mais c'est effectivement possible», affirme le chercheur (voir illustration page 39).

Cette recherche recèle énormément d'implications car le fait de ne garder que l'information du signe est une forme de compression de l'information: on doit «simplement» transmettre à un ordinateur que le mélange de pixels est positif ou négatif - une information déjà binaire - et celui-ci est capable de reconstruire l'image sous-jacente. On a comprimé l'information de manière radicale au moment où elle a été acquise et on est cependant capable de la reconstruire.

«Je suis un chercheur pur, bien intégré au sein de l'Institut ICTEAM et de l'UCL. Je me destinais à la recherche et le poste de chercheur qualifié FNRS me permet de poursuivre mon rêve. J'aime aussi à partager avec les étudiants, pendant les quelques heures où je donne cours ou dans le cadre d'encadrement de thèses de master ou de doctorat, mes connaissances dans un domaine plein d'avenir, à l'interface entre théorie et applications», conclut Laurent Jacques. ■

# Notre univers

**Le 21 mars dernier, l'Agence spatiale européenne (ESA) a dévoilé une vue de notre univers tel qu'il était alors qu'il n'existait que depuis 380 000 ans ! Un bond de 13,8 milliards d'années en arrière et une performance inouïe que l'on doit au satellite européen Planck.**

42

L' image présentée par l'ESA est exceptionnelle. Certes, ce n'est pas la première fois que l'on «photographie» ainsi le «rayonnement fossile» de l'univers (*Cosmic microwave background*, selon la dénomination anglaise plus explicite) - les satellites COBE en 1992 puis WMAP en 2003 avaient déjà livré des photographies du fond diffus de l'univers - mais celle prise par *Planck* est d'une précision jamais atteinte jusqu'à aujourd'hui. Mais qu'est-ce que ce rayonnement fossile, pourquoi s'en préoccuper et que nous apprend cette nouvelle photographie ?

## Rayonnement fossile et pigeons

C'est sans doute le physicien George Gamow qui, en 1948, a le premier remarqué une conséquence de la théorie cosmologique du *Big Bang*: si ce scénario est correct, la naissance de l'univers s'est accompagnée de l'émission d'un intense rayonnement. Bien sûr, ce rayonnement s'est affaibli au fil du temps, mais il ne peut avoir totalement disparu et doit persister de nos jours. L'expansion de

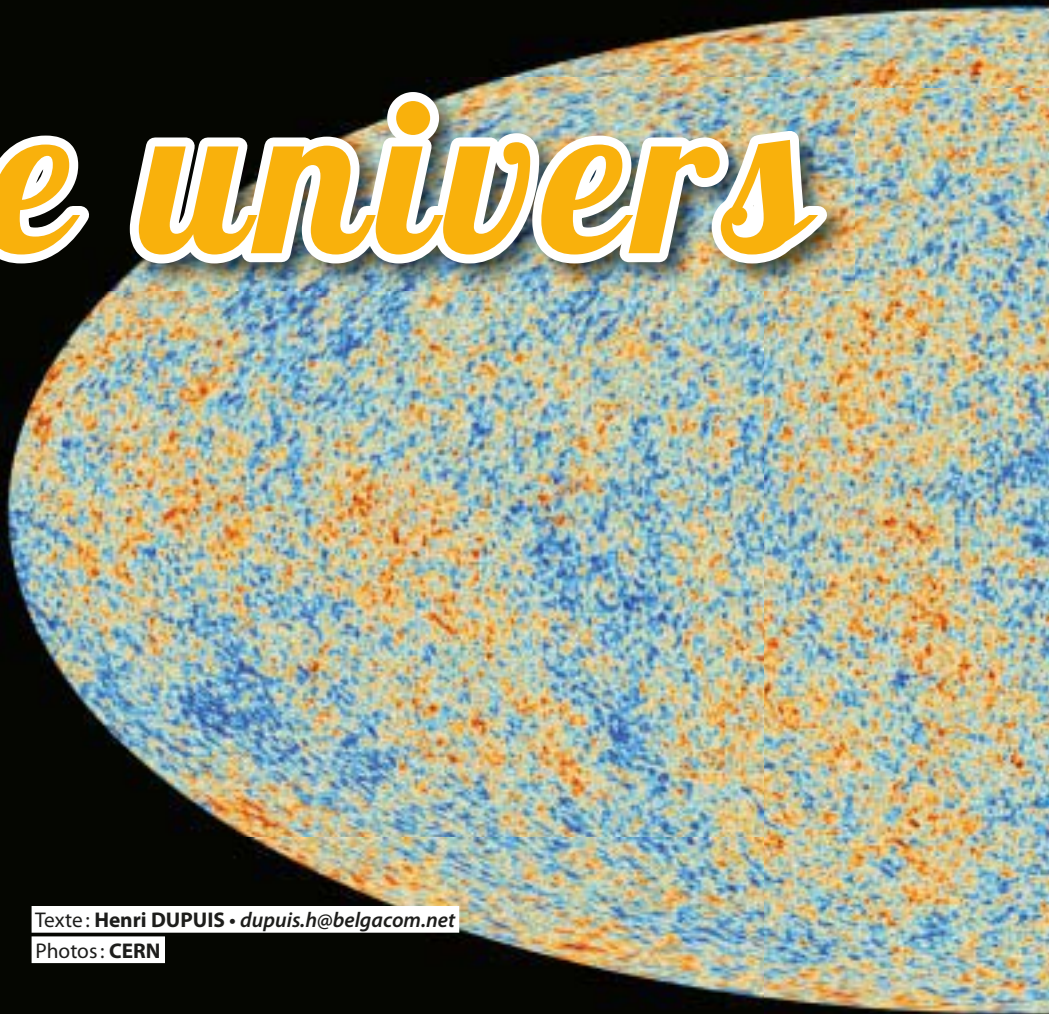
Texte: Henri DUPUIS • [dupuis.h@belgacom.net](mailto:dupuis.h@belgacom.net)  
Photos: CERN

l'univers entraînant un décalage des longueurs d'onde vers le rouge (effet Doppler), George Gamow a pu calculer que la longueur d'onde des photons de ce rayonnement, depuis le moment d'émission, s'était allongée et multipliée par 1 000. Il en a déduit qu'en plus des rayonnements cosmiques émanant des objets célestes, on devrait observer une émission isotrope correspondant à une température d'environ 3 Kelvin. Comme souvent, la théorie a précédé la preuve expérimentale et pendant des années, il a été impossible de trouver trace du rayonnement... jusqu'à faire douter certains de la justesse de la théorie du *Big Bang*.

En 1964 cependant, deux radioastronomes de la *Bell Telephone*, Arno Penzias et Robert Wilson, scrutent le ciel avec leurs antennes à la poursuite des signaux d'un des premiers satellites de télécommunications, *Echo*. Ils constatent vite que tous leurs enregistrements sont pollués par la présence d'un bruit de fond radio qui semble provenir de toutes les directions du ciel. Comme ils découvrent la présence de fiente de pigeons sur leur détecteur, ils sont persuadés que le bruit provient de cette

«substance diélectrique». Les pigeons sont chassés, l'antenne est nettoyée... et le problème demeure. D'expériences en discussions, la communauté scientifique doit se rendre à l'évidence: c'est bien le fond diffus de l'univers qui a été découvert et en 1965, l'*Astrophysical Journal* publiera à la fois la détection du bruit «parasite» et son interprétation comme étant le fond diffus.

Ses caractéristiques sont rapidement fixées. Le signal est bien homogène dans toutes les directions (on dit qu'il se comporte de manière isotrope) et son intensité reste constante quelle que soit la direction visée (enfin, presque, comme on le verra dans la suite !). Les astrophysiciens en déduisirent qu'il provenait du passé le plus lointain du cosmos et pas du tout d'une quelconque origine proche ou locale. Ensuite, il se comporte comme le rayonnement d'un «corps noir». Max Planck (d'où le nom du satellite lancé par l'ESA) avait établi, en 1900, l'émission idéale d'une substance chaude et opaque à l'équilibre, quelle que soit sa composition. La courbe du fond diffus obéit à cette loi, avec un pic vers 3 mm de longueur d'onde, ce qui signifie que la température du rayonne-



ment est de 3 K, soit environ  $-271$  °C. Pile comme l'avait prédit Gamow !

## Un rayonnement capital

Si tant d'efforts ont été, et sont toujours, déployés pour étudier ce rayonnement, c'est parce qu'il raconte notre histoire la plus lointaine. Ce que l'image de *Planck* nous montre, c'est un univers très différent de ce qu'il est aujourd'hui. Il n'est âgé que de 380 000 ans, il n'y a ni étoile, ni galaxie, rien qu'une «soupe» chaude d'environ 3 000 °C. Au départ, cette soupe est opaque car aucun photon ne peut en sortir. Mais les électrons finissent par s'attacher aux protons, laissant ainsi la voie libre aux photons: la lumière jaillit ! Lumière que *Planck* va enfin pouvoir enregistrer 13,8 milliards d'années plus tard. Ce rayonnement demeure la forme de radiation qui domine l'univers. Environ 400 de ses photons sont présents dans chaque  $\text{cm}^3$  d'espace et si vous allumez votre téléviseur, ce «cri» primordial de l'univers représente 1% de la «neige» qui remplit l'écran !

Ce que *COBE* et *WMAP* déjà, mais bien plus encore *Planck*, ont montré, c'est que l'intensité de ce rayonnement n'est pas tout à fait homogène. Les taches colorées sur l'image du satellite correspondent en effet à des différences de température entre les points de l'univers primordial. Des différences... d'un milliardième de degré d'écart ! Mais cela suffit car ces petites singularités vont donner naissance aux étoiles et aux galaxies. Pour les repérer aussi finement, *Planck* était équipé de détecteurs capables de déceler des variations de température de l'ordre du milliardième de degré. Soit, par analogie, capables de repérer une variation de hauteur de la tour Eiffel de l'ordre de l'épaisseur de quelques cheveux !

## Plat comme une crêpe

Les analyses des innombrables données fournies par *Planck* (du moins d'une partie d'entre elles, car il en a fourni un milliard par jour pendant près de

1 000 jours) ont fourni des précisions importantes sur notre univers, à défaut de bouleversements comme certains physiciens l'espéraient. Tout d'abord, elles ont permis de préciser la composition de l'univers: 4,8% de matière ordinaire (les étoiles et nous...), 25,8% de matière noire (de nature inconnue) et 69,4% d'énergie noire qui pousse l'univers à grossir. L'analyse a également permis de préciser la forme de l'univers: absolument plat alors que les estimations précédentes laissaient entrevoir la possibilité d'une légère courbure. Quant à la vitesse à laquelle les galaxies s'éloignent les unes des autres, elle a été fixée à 66 km/sec.

Enfin et surtout, les analyses ont validé le modèle cosmologique simple qui décrit l'évolution de l'univers depuis le *Big Bang* (certains espéraient le contraire...). Et notamment le phénomène d'inflation, de dilatation brutale de l'espace juste après (c'est-à-dire quelques milliardièmes de milliardièmes de milliardièmes de seconde) le *Big Bang*. Un phénomène d'une brutalité inouïe pendant lequel la taille de l'univers passe d'une pointe d'épingle à presque sa taille actuelle: une multiplication quasi instantanée des distances par  $10^{25}$ . Ainsi donc, l'examen de la carte de *Planck* aura aussi permis de «voir» une partie invisible de l'histoire de notre univers. ■

## Planck et Liège

On s'en voudrait de ne pas rappeler ici le rôle joué par l'Université de Liège et son *Centre spatial (CSL)* dans le succès de la mission *Planck*. La particularité du télescope embarqué sur le satellite est qu'il devait fonctionner à une température très basse, voisine du zéro absolu. Il a donc fallu soumettre les équipements à ce régime ici, sur Terre, avant de le lancer dans l'espace. Peu d'endroits au monde sont capables d'une telle performance, ce qui est le cas du *CSL*, centre agréé de l'*Esa*. C'est donc tout d'abord un prototype qui y a été testé en 2005. Puis une partie du modèle de vol en 2006 ainsi que les performances des miroirs avant de les assembler dans le télescope. Enfin, en avril 2008, peu avant son transport vers la base de Kourou et son lancement, c'est le satellite complet qui a fait l'objet de vérifications et d'un étalonnage au *CSL*. Son cœur - le télescope avec ses senseurs - y a été exposé sous vide durant 60 jours, durant lesquels la température a été abaissée jusqu'à atteindre 0,1 K, soit  $-273,05$  °C.

43



Aux petits soins autour du satellite complet *Planck* au *CSL*. De gauche à droite: la tente thermique, l'observatoire (en position verticale), l'entrée du simulateur spatial *FOCAL 5*.

# À la Une du Cosmos

Texte: Yaël NAZÉ • naze@astro.ulg.ac.be • <http://www.astro.ulg.ac.be/>

Les étoiles cannibales - des systèmes où un objet compact «dévore» son compagnon - se révèlent très utiles: le satellite européen Integral a montré qu'on pouvait utiliser ces cadavres pour trouver la structure de notre Galaxie, tandis que le télescope Swift a trouvé des structures étranges dans le disque-repas de ces bestioles.

Photo: ESA



La comète Pan-Starrs a illuminé la mi-mars, ainsi que la comète Lemon. Par contre, le show prévu cet automne commence à avoir du plomb dans l'aile, la comète ISON ne devenant pas aussi brillante que prévu...

Photo: B. LARMAY



On trouve énormément de météorites en Antarctique, mais il est rare d'en voir d'aussi grosses que celle de 18 kilos qu'une équipe belgo-nipponne a déniché.

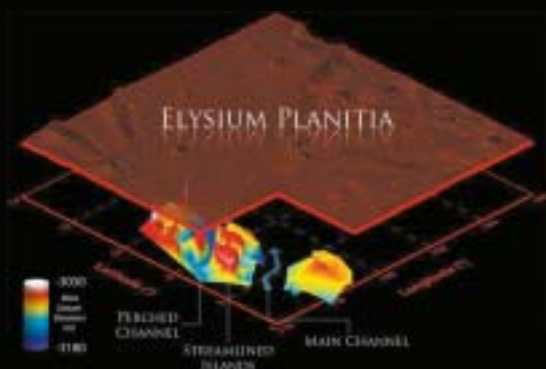
Photo: IPF



Des observations minutieuses ont permis de mesurer avec une précision inégalée la distance de notre proche voisine, le Grand Nuage de Magellan, via l'amélioration de la méthode d'arpentage utilisée: cela a des répercussions sur les distances plus lointaines, donc nos modèles d'Univers...

Photo: ESO





Des astronomes utilisant le VLT ont sans doute obtenu la première observation directe d'une planète en formation encore enfouie dans son épais disque de gaz et de poussière.

Photo: ESO



La surface de Mars a été reconstruite en 3D grâce au radar de la sonde MRO. Les chenaux creusés par des inondations catastrophiques (probablement dues à la rupture de réservoirs souterrains par suite de l'activité tectonique ou volcanique de la Planète Rouge) s'avèrent beaucoup plus profonds qu'on ne le croyait.

Photo: NASA



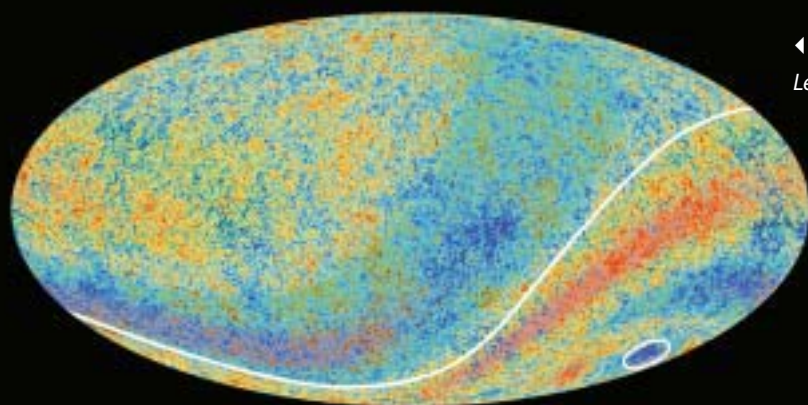
Le fraîchement inauguré observatoire ALMA, installé au Chili, fournit déjà des résultats intéressants, par exemple une révision de l'histoire du baby-boom stellaire: les taux de naissance les plus importants se sont produits bien plus tôt que ce que l'on pensait !

Photo: ALMA

45

Le rover Curiosity, qui a connu quelques problèmes techniques ces temps-ci, a analysé le sol martien. Les éléments trouvés dans l'échantillon suggèrent que la Planète Rouge a pu supporter la vie.

Photo: NASA



Le télescope européen Planck étudie les premières lueurs de l'Univers, émises 380 000 ans après le Big Bang.

Il en a livré ses premiers résultats: paramètres revus (âge de l'Univers de 13.8 milliards d'années, constante «de Hubble» de 67 km/s/Mpc, composition,... voir pages précédentes), mais aussi signal à grande échelle bizarre et mystérieuse asymétrie globale...

Photo: ESA



Texte: Théo PIRARD • Photo: NASA

**D**epuis le 2 novembre 2000, l'espace est habité en permanence. Au-dessus de nos têtes, entre 350 et 410 km, 3 à 6 personnes (des États-Unis et de Russie, d'Europe, du Japon ou du Canada) vivent ensemble, travaillent en équipe et gardent la forme à bord de l'ISS (International Space Station). Cette imposante infrastructure d'environ 400 t, qui évolue à 7,7 km/s, a les dimensions d'un terrain de football avec ses panneaux solaires et radiateurs. C'est un long corridor central habitable constitué d'habitacles russes et américains sur lequel se trouvent fixés des modules-laboratoires européen (Columbus) et japonais (Kibo), ainsi que de la robotique canadienne pour des bras de télémanipulation externe. Ce laboratoire de vie extra-terrestre, qui offre un volume habitable de quelque 840 m<sup>3</sup>, est l'héritage du Space Shuttle. Sans les navettes Discovery, Atlantis et Endeavour, qui ont amené modules et équipements, structures et panneaux solaires, il n'eût pas été possible de l'assembler autour de la Terre. À présent, tous les 6 mois en moyenne, les équipages s'y relaient en prenant place dans les petits vaisseaux Soyouz, dont la conception remonte aux années 60 !

46

**C**ette Russie, qui a perdu la course à la Lune face aux États-Unis, détient donc la clé pour l'accès habité à la Station... Jusqu'à quand va durer cette dépendance internationale à Moscou ?

L'Amérique n'a pu maintenir en vol le système Space Shuttle et ses 3 navettes réutilisables. Elle s'est résignée à arrêter son utilisation, trop coûteuse et risquée, sans avoir prévu d'alternative pour le transport d'équipages vers l'ISS. L'Europe et le Japon, si leur industrie en a la capacité technologique, sont dans l'impossibilité d'allouer des financements importants dans le développement de systèmes habités de vol spatial. C'est la Russie qui assure la desserte de la Station avec des équipages. Et ce, de façon exclusive, jusqu'en 2016 au moins.

La Nasa (National Aeronautics & Space Administration) doit mettre en œuvre, avec la société Lockheed Martin, son vaisseau d'exploration spatiale Orion avec un équipage de 4 astronautes. Elle compte surtout sur l'entreprise privée pour faire voler jusqu'à 7 personnes autour de la Terre. En 2014, pour autant que suivent les ressources budgétaires, elle choisira de recourir à l'un des 3 véhicules actuellement à l'étude: les capsules Dragon (SpaceX) et Cst-100 (Boeing), le planeur Dream Chaser (Sierra Nevada et Lockheed Martin). À noter que, parmi ses candidats, SpaceX a déjà réussi le ravitaillement et la maintenance de l'ISS à 3 reprises.

**Q**uels aménagements et agrandissements peut-on encore attendre pour la Station ?

La prochaine extension, prévue depuis 2007, sera réalisée par Roscosmos, l'agence spatiale russe, avec le lancement du module Nauka de 20 t en 2014. Celui-ci viendra s'arrimer à l'ISS pour des activités scientifiques de longue durée. De son côté, la Nasa a accepté l'offre de Bigelow Aerospace qui veut tester, dès 2015 et durant 2 ans, le petit module gonflable Beam (Bigelow Expandable Activity Module). Placé dans la partie arrière du Dragon, il sera amené à la Station lors du 8<sup>e</sup> vol de ravitaillement commandé à SpaceX.

**Q**ue deviendra, après 2020, cette réalisation d'envergure ?

Les partenaires de l'ISS hésitent à prolonger son existence au-delà de 2020.

Surtout que les premiers modules de fabrication russe, qui ont constitué son embryon en 1998-2000, présenteront alors des risques étant donné que la limite d'âge sera atteinte. Il faudra les remplacer... mais à quel prix ? Il est question d'abandonner l'infrastructure, alors que, dans le même moment, la Chine mettra en service sa station de 60 t et en proposera l'utilisation à des fins internationales... Plusieurs scénarios de post-ISS sont à l'étude dans la perspective d'une expédition sur Mars en 2035-2040: un retour sur la Lune pour y implanter une colonie permanente ou une mission habitée sur un astéroïde. D'ores et déjà, l'Esa (European Space Agency) et l'industrie européenne se positionnent pour réaliser le module de propulsion du vaisseau américain Orion. Il faudra concevoir le remorqueur qui sera chargé de provoquer la fin contrôlée de l'ISS dans l'atmosphère, en évitant de causer des dommages sur la Terre. ■



# Nano-lanceur S3

## Suisses et Belges au septième ciel !

«*Habemus navetam*». C'est avec ce titre étonnant qu'un quotidien belge annonçait le projet privé de petit lanceur belgo-suisse, partiellement réutilisable, pour nano-satellites. Son annonce, prévue depuis plusieurs semaines, était faite le 13 mars, jour de l'élection du pape François. L'aérodrome suisse de Payerne, où est testé l'avion solaire *Solar Impulse*, se met à l'heure spatiale, puisqu'on va y implanter un «*spaceport*» pour quelque 40 millions d'euros. Pour la nouvelle société S3 (*Swiss Space Systems*) Holding qui y a dévoilé son système *low cost* d'accès à l'espace, en présence des autorités du canton de Vaud, de représentants d'entreprises et d'institutions belges. Et S3 de donner ses premières infos sur son site [www.s-3.ch](http://www.s-3.ch) après avoir tenu en haleine les internautes avec un compte à rebours

Texte: Théo PIRARD • [thepirard@yahoo.fr](mailto:thepirard@yahoo.fr)

Photos: S3/Swiss Space Systems

On est en effet surpris d'apprendre qu'aux côtés du célèbre horloger *Breitling*, de l'avionneur français *Dassault*, du *Swiss Space Center* de Lausanne et du système espagnol *Elecnor Deimos*, l'odyssée S3 associe la *Sonaca* de Gosselies (Charleroi), les *Space Applications Services* de Zaventem, le *Vki* (*Von Karman Institute*) de Rhode Saint-Genèse et l'UCL (Université catholique de Louvain). Si le projet est suisse, il a une forte coloration belge. Déjà, à *Solar Impulse*, participent plusieurs acteurs de la recherche et de l'industrie en Belgique. Avec S3, il s'agit d'aller très haut, de voler jusqu'à la frontière de l'espace et de placer de petits satellites sur orbite.

### Un fameux bond dans l'inconnu

Dès 2018, la communauté des micro- et nano-satellites devrait passer par Payerne pour leurs lancements. Claude Nicollier, l'astronaute suisse de l'*Esa* (*European Space Agency*), parraine l'aventure S3, qui a déjà créé 25 emplois. Ce sont près de 205 millions d'euros qui vont être inves-

tis entre aujourd'hui et 2017 pour réussir un premier essai en vol avec satellisation. L'objectif, avec un appareil de parure noire - aux couleurs de *Breitling*, sponsor principal - est de placer sur orbite basse une charge utile de 250 kg maximum. Et ce, pour un prix annoncé d'environ 8 millions d'euros par lancement. L'atout du système S3, qui peut décoller de n'importe quel aéroport, est d'être en grande partie réutilisable, grâce à la combinaison de ces 3 éléments:

- un avion de ligne du type *Airbus A300*, qui sera un appareil d'occasion au fuselage renforcé pour emporter sur son dos, jusqu'à 10 000 m d'altitude, une structure ailée d'une masse de 30 t (1);
- le planeur-fusée *Soar* (*Sub Orbital Aircraft Reusable*), entièrement automatisé, qui sera largué dans les airs, se propulsera à plus de 100 km au moyen de son moteur à 4 tuyères et reviendra se poser sur un aérodrome (en l'occurrence celui de Payerne);
- un étage doté d'un propulseur à poudre qui ira déployer, autour de la Terre, un ou plusieurs petits satellites... avant de provoquer sa disparition dans l'atmosphère. Il faut éviter de polluer l'environnement spatial !

Ce n'est pas la première fois qu'on associe un avion gros porteur à une fusée ailée pour le transport de satellites. À la fin des années 80, l'entreprise américaine *Orbital Sciences* a développé et commercialisé le *Pegasus*, qui utilise 3 étages à propulsion solide. La *Nasa* (*National Aeronautics & Space Administration*) y a encore recours pour satelliser de petits observatoires. D'autres lanceurs aéroportés sont en préparation aux États-Unis pour des services durant la seconde moitié de cette décennie: le *LauncherOne* de *Virgin Galactic* à partir de son expertise du tourisme suborbital, ainsi qu'un dérivé d'*Antares* avec *Stratolaunch Systems* qui, dans ce but, construit le plus grand avion du monde en accolant 2 *Boeing 747*.

Bien des défis technologiques restent à relever pour le système *S3*. Sa mise en œuvre endéans les 5 ans se trouve face à 3 grandes inconnues concernant le planeur réutilisable *Soar*. Quelle propulsion à liquides pour atteindre la dimension de l'espace ? Quelle avionique pour lui permettre un retour précis et un atterrissage sûr ? Comment sera organisée la logistique pour sa remise en état entre chaque mission ? Les promoteurs de *S3* se sont montrés plutôt évasifs sur la conception, les opérations et l'exploitation du *Soar*. Ils ont révélé un ambitieux programme de développement: l'essai en vol d'une maquette dès 2014, l'inauguration du *spaceport* de Payerne en 2015, la réalisation du *Soar* pour 2016 et son expérimentation avec lancement spatial durant 2017.

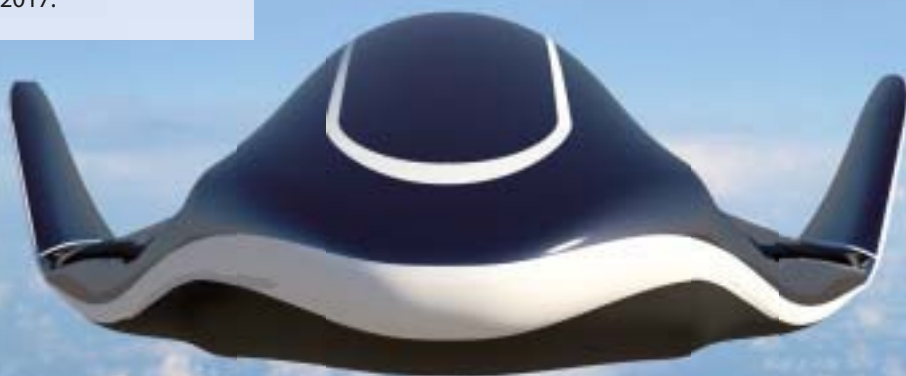
## Le précieux héritage de la navette Hermès

Le projet belgo-suisse de nano-lanceur ne démarre pas de rien. Il tire parti de l'expertise acquise par *Dassault* et *Sonaca* dans le cadre des travaux sur le projet *Esa* de la navette pilotée *Hermès* des années 80. Ainsi que des études d'aérodynamisme pour le planeur spatial *X-38* (avec la *Nasa*) et pour le démonstrateur de rentrée *IXV* (*Intermediate Experimental Vehicle*), qui doit être testé avec un lancement *Vega* en 2014. *Dassault* a par ailleurs étudié le *Vehra* (*Véhicule hypersonique réutilisable aéroporté*) pour satelliser jusqu'à 250 kg. *Soar* s'inspire pour beaucoup du concept *Vehra* proposé comme nano-lanceur français au *Cnes* (*Centre national d'études spatiales*). Le *Vki* (*Von Karman Institute*) a mis à disposition ses compétences et souffleries pour les tests aérospatiaux dans les différents régimes de vol (subsonique, supersonique, hypersonique, rentrée atmosphérique).

De son côté, la *Sonaca*, spécialisée dans les structures - elle produit les bords d'attaque des avions *Airbus*

actuels -, se trouve concernée par la configuration du *Soar*, qui doit voler dans l'espace et revenir comme un planeur. Comme l'explique Pierre Taquet, qui dirige les activités Espace de *Sonaca*: «*Nous avons une expérience, reconnue internationalement, dans les matériaux composites et dans les calculs des contraintes de résistance en vol*». L'entreprise carolorégienne a d'ailleurs fait ses débuts dans le spatial à la faveur du programme *Hermès* de l'*Esa*. Elle fut impliquée dans les travaux sur le *X-38* américain et est partie prenante pour l'essai de l'*IXV* européen. Son savoir-faire de «*structuriste aérospatial*» ne pouvait être ignoré pour donner à l'Europe son premier nano-lanceur. ■

(1) Une initiative née à Liège, que l'on doit à l'ingénieur James Murray, ayant dirigé les activités Espace de Techspace Aero, vise à utiliser au Cape Canaveral un Airbus A300 pour les vols suborbitaux d'un planeur habité (expériences en microgravité). Elle est mise en œuvre par la société Booster Space Industries basée en Espagne.





# Brèves spatiales...

## d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, ThP/Sic, ISRO, G. GOOSSENS/Sénat

### Liège et Santiago sur la même orbite.

Le 18 février, le *Csl* (*Centre spatial de Liège*) accueillait le Dr Eugenio Gonzalez, directeur du *Ciren* (*Centro de Información de Recursos Naturales*). Lors de sa visite, un protocole d'accord, qui jette les bases d'une coopération technologique pour l'imagerie satellitaire,

était signé entre le *Ciren*, le *Csl* et l'Université de Liège.

Le *Ciren*, organisme de statut privé, constitue l'un des services clés du Ministère chilien de

l'Agriculture. Sa mission est de tenir à jour et mettre à disposition une importante banque de données sur la cartographie des sols, sur leur occupation et leur exploitation, sur les environnements marin et forestier, sur les phénomènes d'érosion et de désertification, pour un suivi de l'évolution des glaciers,

une gestion efficace des risques naturels (séismes, tsunamis, glissements de terrain...). Pour ses outils de géo-information, il fait largement appel à l'imagerie des satellites de télédétection, notamment aux observations du petit observatoire chilien *Fasat-Charlie* satellisé depuis le 17 décembre 2011.

Le *Csl*, notamment avec son Laboratoire «Signal» dirigé par Christian Barbier, a acquis un savoir-faire dans les algorithmes et logiciels destinés à établir les modèles d'élévation de terrain en exploitant les données de *Sar* (*Synthetic Aperture Radar*) sur orbite. Depuis plusieurs années, il aide la *Conae* (*Comisión Nacional de Actividades Espaciales*) en Argentine dans la mise en œuvre des satellites radar *Saocom* à lancer en 2015-2016. Ainsi l'expertise wallonne dans les applications de télédétection spatiale ainsi que dans le développement de systèmes (optiques, informatiques) pour l'espace trouve une ouverture intéressante sur le marché latino-américain aux besoins multiples et variés. ■

**Gisat ou le défi indien de voir des détails de 50 m depuis 35 800 km !** L'Inde spatiale, alias l'*Isro* (*Indian Space Research Organisation*), n'en finit pas de surprendre. Dans son 12<sup>e</sup> plan quinquennal, le Ministère indien de l'Espace annonce un budget de 7,7 milliards d'euros pour ses activités de 2012 à 2017. Il est question de 25 vols de lanceurs ainsi que de 33 missions de satellites *made in India*. En novembre prochain, les Indiens vont lancer leur sonde *Mangalyaan* d'exploration martienne ! Ce sont surtout les systèmes spatiaux d'observation de la Terre qui font la renommée de l'Inde dans l'espace. Une dizaine de satellites de télédétection assurent des services opérationnels pour la météorologie, la cartographie, le cadastre, la gestion des ressources, la surveillance de l'environnement... L'*Isro* a entrepris l'ambitieux projet *Gisat* (*Geo Imaging Satellite*): un satellite géostationnaire de 855 kg équipé d'un télescope capable de discerner des détails de 50 m en mode multispectral, de 0,5 km en hyperspectral, de 1,5 km dans les bandes proches de l'infrarouge. Le *Gisat*, lors de sa satellisation en 2017, sera l'observatoire civil géostationnaire le plus performant du monde. ■



## Odissea

### L'ULg à l'honneur pour le méthane martien.

Chaque année depuis 2005, le Sénat de Belgique récompense un étudiant pour son mémoire sur un thème de l'activité spatiale. Ce prix vise à encourager l'intérêt des jeunes pour les défis scientifiques et technologiques de l'odyssée de l'espace. Il est assorti d'une bourse de 8 000 euros qui permet à son lauréat de financer des stages dans des institutions et industries spatiales.

Le Prix *Odissea* 2012 a mis à l'honneur une étudiante de Villers-le-Bouillet à l'Université de Liège, Élodie Gloesener, pour son travail approfondi sur le méthane découvert sur Mars. Conseillée par Véronique Dehant, spécialiste de l'exploration martienne à l'*Observatoire royal de Belgique*, elle a bien mis en évidence l'intérêt du méthane martien non seulement en tant que «*biomarker*» potentiel, mais également pour son rôle dans l'évolution de l'atmosphère de la Planète Rouge. ■



# À vos AGENDAS!

## EXPO Mobilité

Du 26 avril 2013 au 30 avril 2014

À Liège...

**L'**embarcadère du Savoir et les opérateurs culturels qui le composent, en collaboration avec le Musée des Transports en commun, inaugure une nouvelle exposition sur le thème de la mobilité et de ses nombreuses facettes. Plusieurs événements se dérouleront sur 6 sites liégeois.

### Aquarium-Muséum:

#### ▶ Je bouge... Donc je vis !

Vous y découvrirez la mobilité animale dans tous ses états... de marche ! Comment des espèces aussi diversifiées que des anémones de mer, des vers de terre, des oursins, des chauve-souris,... font-elles pour se déplacer ?

### Musée des transports

#### en commun:

#### ▶ Cité mobile !

Comment les transports urbains ont-ils évolué depuis le 18<sup>e</sup> siècle dans la région de Liège ? Avec quelle influence ? Et quelles implications ? Une exposition en 3 parties: l'histoire, les enjeux actuels et futurs et les projets de la ville de Liège en matière de mobilité.

### Maison de la Science:

#### ▶ Mobil'Homme

La mobilité des biens et des personnes est un des fondements de notre société moderne. Pourtant, la multiplication des déplacements devient insoutenable en terme d'environnement. Quelles innovations ont été engendrées par la mobilité ? Ce thème sera décliné en 2 volets: une exposition



complétée par des expériences commentées par un médiateur scientifique.

### Hexapoda:

#### ▶ Des pattes, des ailes et des robots

Les insectes sont les seuls arthropodes à avoir colonisé les milieux terrestres, aquatiques et aériens. Depuis peu, leur mobilité est étudiée en robotique et en aéronautique... Des modèles à suivre à l'Institut zoologique puis à l'insectarium Jean-Leclercq en 2014.



### Espaces botaniques

#### universitaires:

#### ▶ Explorateurs botanistes: les chasseurs d'espèces sur terre et sur mer

Christophe Colomb, de Bougainville, Charles Plumier,... Rencontrez ces chasseurs de plantes à l'Observatoire du Monde des Plantes au travers de conférences, films, ateliers,...

### Maison de la Métallurgie

#### & de l'Industrie:

#### ▶ Moteurs ! Ça roule

La machine à vapeur a été le moteur de la révolution de la mobilité. Pourquoi ? Comment ? Avec quelles évolutions ?

Une multi-expo organisée avec le soutien de la DGO3 et de la DGO6.

Plus d'infos sur les adresses des sites, les tarifs, les heures d'ouverture, les visites guidées, le programme détaillé sur: <http://www.expomobilite.be>

50

## POLYTECHNOLOGIE

Jusqu'au 30 juin 2013

À Mons...

**D**e l'École des mines à la Faculté Polytechnique de Mons, un parcours chronologique vous emmènera sur les traces d'ingénieurs et d'inventeurs, de la naissance de la Belgique à nos jours.

Comment fonctionnaient les premières machines à vapeur ? Comment l'ingénieur a-t-il appris à dompter et produire l'énergie électrique ? De

la machine de Morse au GSM, quelles furent les grandes étapes des télécommunications ? Comment ces outils de calcul ont-ils évolué ? Quelle est l'histoire des matériaux de votre quotidien ? Autant de questions qui seront abordées dans le but de vous éclairer sur les réalisations des ingénieurs d'hier et d'aujourd'hui, machines et instruments authentiques à l'appui.

**Où ?** Espace Terre & Matériaux  
Rue de Houdain, 9 à 7000 Mons

**Quand ?** Jeudi et vendredi de 14h à 18h, dimanche de 15h à 17h. Visites guidées pour les groupes sur réservation du lundi au vendredi.

**Tarif ?** Gratuit

### Infos & réservations ?

<http://www.umons.ac.be/scitech2>

E-mail: [scitech2@umons.ac.be](mailto:scitech2@umons.ac.be)

Tél.: 065/37.38.41



# Sortis de PRESSE

## Quand la médecine gagne

Flammarion

La médecine ne jouit plus vraiment d'une bonne réputation suite à plusieurs drames: affaires du sang contaminé et du *Médiator* en France, du *Softenon* en Belgique et ailleurs, des prothèses défectueuses partout dans le monde; multiplication des erreurs médicales et des maladies nosocomiales, etc. Les relations patients-médecins s'en ressentent. Pourtant, les progrès médicaux sont là: certains sont venus à bout de véritables fléaux. C'est ce que montrent Patrick Berche, professeur de microbiologie, et Jean-Jacques Lefrère, professeur d'hématologie et de transfusion sanguine, dans ce livre offrant le récit d'une série d'avancées médicales. En voici quelques-unes.

La variole présente un moyen «simple» de s'en préserver: la «variolisation», qui induit une variole bénigne conférant au patient une résistance à vie. Elle est éradiquée de la planète en 1980.

Autre fléau: le choléra. La pandémie du début du 19<sup>e</sup> siècle prend les médecins de court. La clé du traitement est la réhydratation d'urgence. Le Dr Baxter met au point une solution sous vide et améliore le système de perfusion intraveineuse. Mais cette technique ne s'applique

pas aux pays pauvres. Dans les années 1960, on trouve l'alternative: l'administration orale de solutions salées (sodium) et sucrées (glucose). Des millions d'enfants sont sauvés!

Inutile de rappeler le pas de géant réalisé aussi lors de la découverte des antibiotiques. Au 19<sup>e</sup> siècle, le chimiste et microbiologiste Pasteur ose avancer que chaque pathologie infectieuse est due à un agent spécifique. Mais les remèdes efficaces sont absents. C'est alors que l'industrie chimique progresse. Des dérivés synthétiques des colorants présentent des propriétés thérapeutiques: antalgiques, sédatifs, antipyrétiques, antiseptiques, bactéricides. Les sulfamides sont mis au point après maintes recherches. Par contre, la pénicilline est découverte un peu par hasard par Fleming en 1928: des moisissures, apparues dans des boîtes de culture oubliées, ont détruit des germes. Mais il utilise ce produit comme antiseptique à usage local! 10 ans plus tard, un autre médecin, le Dr Foley, découvre son



vrai usage thérapeutique... À partir de là, de nombreuses affections trouveront une solution, dont la tuberculose ou les ulcères d'estomac.

Les progrès médicaux sont parfois dus au «hasard», d'autres sont le produit de longues études, analyses et essais. Parfois, ils sont rapides ou au contraire, mettent plusieurs siècles pour aboutir.

Ils sont l'œuvre d'un seul homme, d'une ou de plusieurs équipes ou de plusieurs générations. Ils ont souvent un point commun: ils sont imprévisibles et donc mal acceptés en un premier temps, car ils bousculent des habitudes ou des connaissances jamais remises en question. Les pionniers doivent faire preuve d'opiniâtreté. Certains ont d'ailleurs reçu la reconnaissance mondiale d'un prix Nobel, d'autres... le plus injuste des oublis! ■

Texte: **Christiane De Craecker-Dussart**  
c.decraecker@skynet.be

51

## La thérapie au venin d'abeille Mélipona, l'abeille sacrée des Mayas

Amyris

À contre-courant justement de cette médecine «chimique» et de ses possibles dérives, existe une médecine naturelle. Roch Domergo, apiculteur passionné, naturopathe, professeur d'université et vulgarisateur reconnu, a eu envie de faire la promotion de l'une de ces thérapies alternatives: celle au venin d'abeille. Ainsi, celui-ci agit sur les rhumatismes, l'arthrose, l'arthrite mais aussi sur des pathologies plus lourdes telles que la sclérose en plaques ou le cancer. Didactique, illustré, pratique, les amis des abeilles et les

sceptiques y trouveront de nombreuses informations.

Les abeilles disparaissent à petit feu. C'est un fait. Pourtant, sacrées hier, elles devraient encore l'être aujourd'hui. Les Mayas par exemple divinisaient la *Melipona*, l'abeille aux yeux bleus. Vous découvrirez pourquoi dans cet ouvrage magnifiquement illustré. Après, vous comprendrez pourquoi ces insectes hyper ingénieux et utiles doivent être protégés.



Roch DOMERGO





**Visitez nos sites:**

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



Service public  
de **Wallonie**

DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'ÉCONOMIE, DE L'EMPLOI ET DE LA RECHERCHE

