

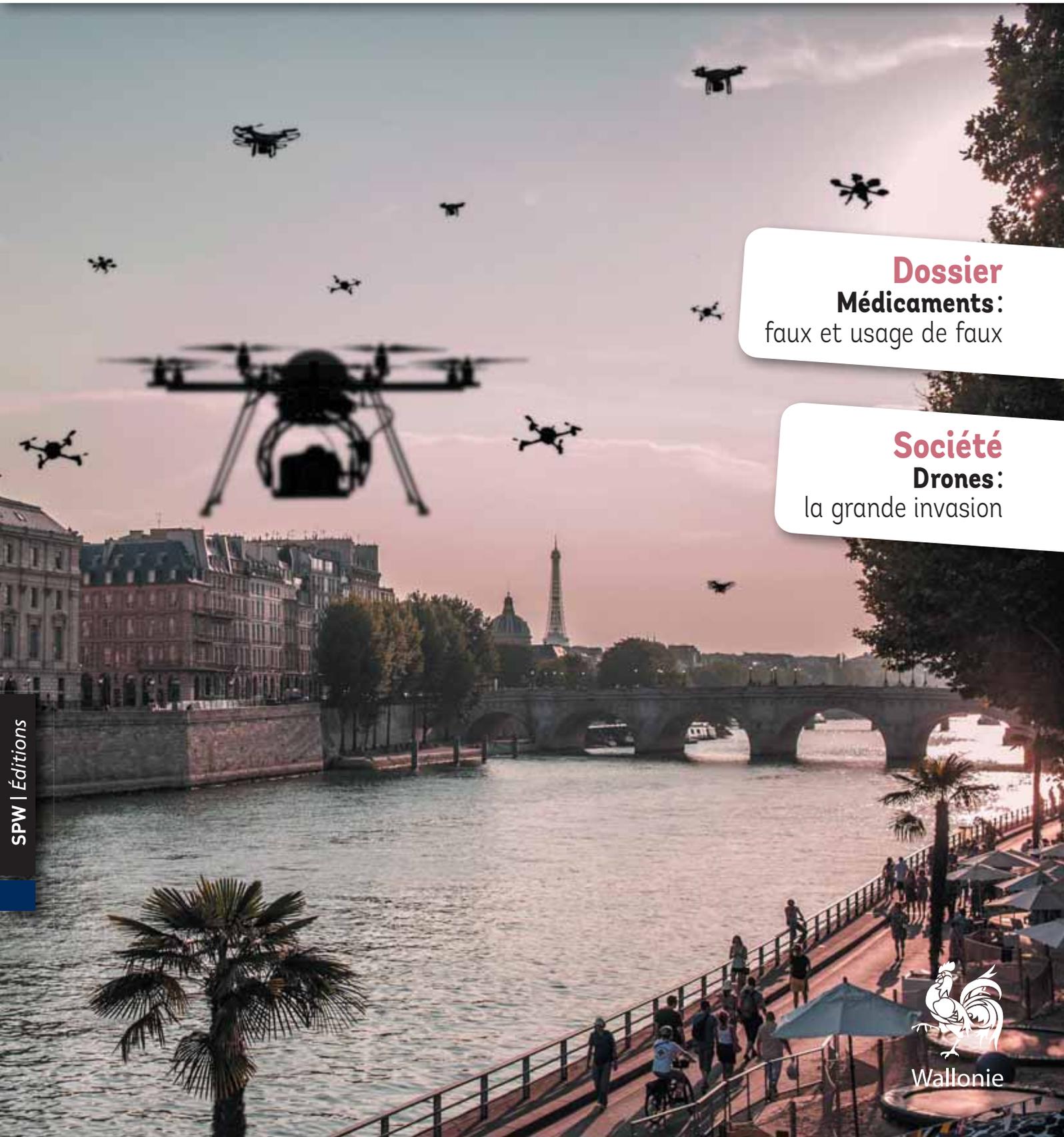
# Athena

Le mag' **scientifique**

310

Avril  
2015

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



**Dossier**  
**Médicaments:**  
faux et usage de faux

**Société**  
**Drones:**  
la grande invasion



# Édito



## Drone d'engin...

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teuf • Photos: **Lee/Flickr** (titre), **ID Photo/vignette**

**D**epuis peu, ils font le buzz et squattent régulièrement le ciel de l'actualité. Sites Internet, boutiques en ligne, applications spécifiques, gestion du trafic... Du particulier au professionnel, du privé au public, de l'utile au futile, l'invasion des drones a déjà commencé. Il faut dire que ce petit objet volant identifié a plus d'un tour dans son sac. Au carrefour de la science, de la technologie et du modélisme, ses mensurations sont parfaites, son poids plume lui confère une extraordinaire agilité, son coût est peu élevé par rapport à ce qu'il est capable de réaliser. Bref, le drone serait-il LA solution à tous nos problèmes ? À quelques-uns tout du moins sans aucun doute !

Il y a quelques semaines, un drone par exemple a pu investir les ruines de Fukushima, entrer dans le réacteur, mesurer les taux de radiation, prendre des photos... plus efficace que les robots-serpents, dont on peut perdre la trace dans les décombres. La *Nasa* envisage par ailleurs d'envoyer un spécimen hélicoptère ultra perfectionné (pour 1 seul petit kilo) sur Mars, capable d'évoluer dans des conditions extrêmes de pesanteur et de froid (environ -65 °C) et de jouer le rôle d'éclairer pour les futurs rovers. Centrale nucléaire, espace, les drones s'adaptent aux milieux les plus hostiles mais aussi aux terres les plus reculées. Le premier essai du prototype de drone *Facebook* s'est déroulé correctement, laissant augurer l'espoir d'un Internet pour tous à moindre coût. On peut dire que Mark Zuckerberg ne perd pas le nord...

Les Belges non plus ne sont pas à court d'idées ingénieuses et utiles. Un étudiant belge de 23 ans a ainsi créé un nouveau type d'ambulancier. Son drone, qui se déplace à une vitesse de 100km/h, contiendra une trousse d'urgence, dont un défibrillateur. Quelques secondes ou minutes qui pourront sauver des vies en attendant l'arrivée des secours, dépendant, eux, de la circulation.

Si ce sujet passionnant vous intéresse, je ne vous en dis pas davantage et vous donne rendez-vous en page 32 pour découvrir toutes les nouveautés et applications existantes et à venir dénichées par Paul Devuyt... Bonne lecture et gardez un œil sur le ciel ! ■

*Géraldine*

**ATHENA 310 • Avril 2015**

**SPW | Éditions**

Tiré à 19 250 exemplaires, Athena est un magazine de vulgarisation scientifique édité par le Département du Développement technologique (Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche - DGO6) du Service Public de Wallonie.

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

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

Il 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 97
- **par courriel à l'adresse**  
[raffaella.ruggiero@spw.wallonie.be](mailto:raffaella.ruggiero@spw.wallonie.be)

**Distribution en Belgique uniquement.**

- **Rejoignez-nous également sur:**  
Facebook.com/magazine.athena

# Sommaire

- 4 **Actualités**  
Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Focus**  
sur Citius Engineering
- 12 **Technologie**  
Profession: chasseur de faussaires
- 16 **L'ADN de ...**  
Gaïa LIGOVICH · Chimiste et restauratrice d'œuvres d'art
- 18 **Dossier**  
Médicaments: faux et usage de faux
- 23 **Barje**  
On est tous Barje, même Athena !
- 24 **Médecine**  
Un visage, une identité
- 28 **Internet**  
Les nouveaux réseaux sociaux
- 32 **Société**  
Drones: la grande invasion
- 36 **Chimie**  
Découvrez ce que les molécules racontent
- 38 **Biologie**  
Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 42 **Physique**  
Tout est relatif mais tout s'explique !
- 44 **Astronomie**  
Petite balade tête dans les étoiles
- 46 **Espace**  
Pour savoir tout ce qui passe en l'air et sur Terre !
- 50 **Agenda**  
À voir, à tester, à cliquer, à lire...



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  
José Bontemps, Jean-Michel Debry,  
Paul Devuyt, Henri Dupuis,  
Julie Fiard, Thibault Grandjean,  
Philippe Lambert, Yaël Nazé,  
Théo Pirard, Salvo Principato,  
Jean-Claude Quintart, Jacqueline Remits

Dessinateurs  
Olivier Saive, SKAD, Vince

Relecture  
Élise Muñoz-Torres

Application mobile  
PAF !

Couverture  
Quatrième  
Remise des prix du Concours  
L'Odysée de l'Objet à l'UNamur  
Crédit: G. TRAN/SPW

Toute reproduction totale ou partielle nécessite  
l'autorisation préalable de l'éditeur responsable.



Scannez le QR Code  
ci-contre grâce  
à une application  
de lecture QR Code  
et vous accéderez  
directement à  
l'Appstore ou à Google  
Play pour télécharger  
l'application tablette  
d'Athena.



# Bouquet d'innovations...

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

Photos: [zcool.com.cn/cubes](http://zcool.com.cn/cubes)

**L**e Gouvernement wallon vient de donner carte blanche aux 7 projets reconnus pour leur innovation et leur plus-value économique par un jury international composé d'industriels de renom, chargés d'apprécier la qualité des propositions déposées lors des différents appels à projets. Une initiative dont l'engouement confirme le bienfondé de la formule. «*Rien que pour ce 12<sup>e</sup> appel à projets, nous dénombrons une vingtaine d'entreprises associées à une quinzaine de centres de recherche. Ces collaborations débouchent sur des projets porteurs de plus-value pour la Wallonie et ne démentent pas le succès du Plan Mars-hall*», déclare le Ministre Wallon de l'Économie. Qui précise que «*l'ensemble de ces projets représente un investissement public-privé de 28,5 millions d'euros dans des produits de rupture, de la recherche avancée et de l'innovation*». Comme quoi la Wallonie est loin d'offrir une terre stérile aux pousses créatrices !

Dans cette course au futur, le pôle de compétitivité MECATECH voit les projets de 4 de ses jeunes pousses couronnés de succès. Soutenu par MECAR, *ElectroHOB* travaille au développement d'un nouveau concept de fusée électronique pour munitions éclairantes. Également parrainé par MECAR, *NaoAppli* entend optimiser les capacités de production de nano-poudres conçues au sein de *NanoTech* et dégager des applications industrielles par la suite. Bien dans l'air

du temps, le projet *XUAS* de *CMI Defense* gravite autour d'un système de drone nanti de capteurs/senseurs pour communiquer, en complément des moyens classiques, une série de données et de services aux tourelles des véhicules de terrain. Sur un autre registre, le projet *WholeTrack* de *RubbenGreen Industreet* a été retenu pour l'originalité de sa boîte à outils composée de modules correspondant aux 3 étapes importantes des procédés de développement et d'industrialisation de nouvelles molécules chimiques ou biologiques, en optimisant la sécurité, les rejets, la productivité, le rendement et la qualité.

Avec un candidat, *BIOWIN* montre que la niche santé wallonne se porte toujours bien. Sans jeu de mots, le projet *Prouesse* se penche sur une évaluation clinique d'un traitement innovant et personnalisé de viscosupplémentation. À la grosse louche, on parle ici d'un dispositif destiné à soulager la douleur arthrosique et d'une plate-forme en ligne de médecine personnalisée permettant aux praticiens de suivre, à l'aide de biomarqueurs spécifiques, les patients arthrosiques. Même satisfaction chez *GREENWIN*, grâce au projet *MEDIX* de *Balteau*, dont l'originalité repose sur la mise au point d'un moyen innovant, peu gourmand en énergie et basé sur des procédés biologiques pour s'attaquer au problème grandissant des eaux usées en résidus de produits pharmaceutiques. Enfin, le pôle *WAGRALIM* voit ses efforts récompensés grâce au

projet *VeLiRe* de *GDTEch* qui développe ici un nouvel éclairage horticole pour accroître la rentabilité des cultures hors-sol et dont l'innovation se situe dans des éclairages modulables permettant une optimisation du spectre d'éclairage selon les stades de développement des plants et de qualité du produit en termes de saveur, couleur, etc.

Esquissés au plus vite, ces projets confirment un savoir-faire wallon reconnu internationalement mais souvent méconnu *intra-muros* ! Sept projets labellisés et 4 qui devraient s'ajouter au palmarès une fois remplies les conditions formulées. Une douzième cuvée de qualité et une treizième qui s'annonce tout aussi prometteuse. Les Wallons semblent souffrir d'«innovatite» aiguë, personne ne s'en plaindra ! ■

<http://www.polemecatech.be>;

<http://www.biowin.org>;

<http://www.wagralim.be>

et <http://www.greenwin.be>



# Actus...

## d'ici et d'ailleurs

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

Photos: designed by Freepik.com (p.5), J. BRITT/Flickr (p.6), Delphi Genetics (p.7)

### Rares mais pas si orphelines !

**L**e patient atteint d'une maladie rare se sent souvent abandonné et sa famille pense que par appât du gain, le secteur pharmaceutique préfère s'intéresser aux maladies qui touchent des millions d'individus plutôt que d'investir pour guérir quelques centaines ou milliers de malades ici et là. Affirmer ça, c'est oublier que l'an dernier, l'Agence européenne du médicament (EMA) a approuvé 14 médicaments dits orphelins, un record ! C'est aussi oublier que «les entreprises engagées dans les médicaments orphelins prennent consciemment des risques importants pour répondre aux attentes des patients touchés par une affection rare», expliquait [pharma.be](http://pharma.be) à l'occasion de la dernière Journée des maladies rares.

Pour l'European Organisation for Rare Diseases (EURODIS), la situation est complexe dans la mesure où une maladie est réputée rare lorsqu'elle touche 5 habitants sur 10 000; qu'actuellement on compte, à travers le monde, entre 6 000 et 8 000 maladies rares et que pour certaines d'entre-elles, on compte,

à l'échelle mondiale, les patients sur les doigts d'une main ! Face à des populations cibles si faibles, trouver la bonne potion devient un véritable défi pour les chercheurs, d'autant que les médicaments orphelins sont généralement issus de la biotechnologie, dont nous savons que les développements et les productions sont complexes et chronophages.

Malgré ces embûches, on ne compte plus les initiatives lancées par l'industrie pharmaceutique et les universités en vue de diagnostiquer, soigner et guérir toujours plus de maladies rares. Des entreprises qui, en dépit d'un faible nombre de malades, prennent de gros risques financiers et qui, en cas de succès, s'exposent à d'énormes tensions suite au prix du médicament et aux moyens toujours plus limités des organes d'assurance maladie. Ce tableau à la Zola n'empêche pas la Belgique d'exceller et de performer sur cette niche. Plus de 300 études cliniques y sont actuellement consacrées ! Mieux encore, parallèlement aux textes européens, le Gouvernement fédéral a lancé un Plan pour les maladies rares, faisant de la Belgique un élève au travail, là où d'autres états ne font toujours rien. Suite à cette politique, 67 médicaments orphelins sont actuellement remboursés chez nous et [pharma.be](http://pharma.be) de se battre bec et ongles afin que les indispensables économies en matière de sécurité sociale préservent la lutte menée contre les maladies rares. Une preuve que ces maladies sont loin d'être orphelines ! ■

<http://www.pharma.be>  
et <http://www.eurodis.org>



### Environnement et entreprises: leur cœur balance

**S**i nos petites et moyennes entreprises ont bien inscrit l'environnement à leur ordre du jour, pour la plupart d'entre-elles en revanche, ce thème n'est toujours pas stratégique, explique l'Union des classes moyennes (UCM) à l'issue de sa seconde enquête sur les performances environnementales des PME. Des chiffres en contraste: pour 71% des sondés, la protection de l'environnement apparaît comme un avantage potentiel mais 28,3% avouent ne pas connaître leurs obligations légales en matière de permis d'environnement !

Aujourd'hui encore, une minorité (28,2%) n'est pas convaincue du retour sur investissement ! Plus de 60% des chefs d'entreprise consultés souhaitent des subsides directs et 36% aimeraient profiter de campagnes et d'outils de sensibilisation. ■

Tous les chiffres sur:  
<http://www.ucm.be>



# De la fourchette à l'atelier

**N**ous aimons les sauces, condiments et marinades au point d'en consommer à travers le monde quelque 10,6 millions de tonnes par an, soit 1,5 kg par personne ! «*Abondance de biens nuit*», dit la sagesse populaire. Conscients des risques que peut provoquer cet abus de consommation sur notre santé, nous sommes de plus en plus nombreux à souhaiter des assaisonnements moins gras, moins caloriques et moins salés. Une vague sur laquelle surfe avec succès l'agroalimentaire wallon. Dernière initiative arrivée sur les gondoles de nos magasins, une gamme d'huiles aromatisées, de sauces et vinaigrettes à base d'huile de lin extra-vierge qui allie saveurs et avantages nutritionnels.

Cette première pression à froid s'appuie sur un procédé d'extraction innovant développé par *Vandeputte*, offrant un produit naturel, sans colorant ni conservateur et qui préserve les vitamines, notamment la vitamine E ainsi que les acides gras polyinsaturés de type Omega 3. Telle que produite par l'entreprise wallonne, cette

huile de lin contient au minimum 50 g d'Oméga 3 pour 100 g d'huile. Commercialement l'offre repose sur 2 lignes de produits: l'*Huile des Centenaires* pour accompagner toutes les préparations (viandes, poissons, desserts); et la gamme *Olineo* composée de sauces (barbecue, Andalouse, aïoli, curry, Irlandaise) et de vinaigrettes (fines herbes, échalotes et spicy). Des produits certifiés ISO, halal et cachet et qui sont déjà utilisés par quelques grandes toques !

Le succès de la société mouscronnoise débute avec Gustave Vandeputte qui, en 1887, ose imaginer de presser du lin. Au fil du temps et des innovations, la petite entreprise mue et devient un Groupe présent sur les 5 continents. Aujourd'hui, *Vandeputte* comprend 3 divisions: huilerie (42% du chiffre d'affaires); savonnerie (40%) et oléochimie (18%). On notera ici l'originalité de cette division, dont le travail consiste à transformer des huiles végétales pour en faire des polymères destinés à divers secteurs industriels. Parmi les applications, on trouve les liants routiers (bitume végétal), les

résines pour peintures intérieures (alternative aux acryliques), des bases pour lubrifiant (chaînes de tronçonneuse), des polyols d'origine naturelle (revêtements de sol) et des solvants naturels (pour le remplacement des dérivés pétroliers dans les encres d'imprimerie).

Passion, compétences, réactivité, souplesse, Recherche et Développement sont les ingrédients à la base de la bonne santé de *Vandeputte*, ouvert chaque jour à de nouveaux domaines d'applications et qui voit passer entre ses murs plus de 10% de la production mondiale de lin. ■

<http://www.vandeputte.com>



## dépister !

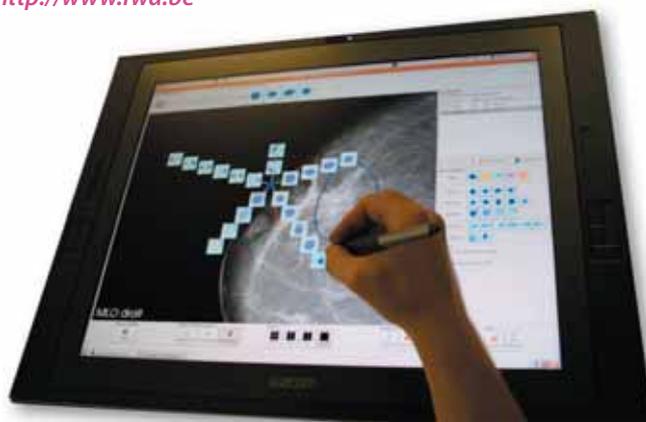
Mieux

**V**éritabile fléau, le cancer du sein représente plus d'1 cancer sur 3 chez la femme. Heureusement, des études montrent que les programmes de dépistage systématique peuvent réduire jusqu'à 30% le taux de mortalité. Un résultat encourageant qui pousse l'Université catholique de Louvain (UCL) à aller plus loin grâce à des outils plus performants. D'où *Intuitim*, jeune pousse née en 2012, pour combler le fossé séparant le milieu médical des technologies de pointe en développant des outils d'annotation et de rapport en radiologie dans le cadre du suivi de patients atteints d'un cancer. Au quotidien, *Intuitim* développe des outils destinés à renforcer l'impact des campagnes grâce à un processus de dépistage plus efficace et à des moyens d'extraction automatique des informations diagnostiquées sur les images médicales.

Baptisée *MammoNote*, cette solution déjà installée au *Brussels Life Science Incubator*, vient d'être retenue pour le dépistage du cancer du sein au Grand-Duché de Luxem-

bourg. Sur base de la pratique et des résultats obtenus, la jeune société offrira prochainement des applications ciblant cette fois la chirurgie maxillo-faciale et le cancer de la thyroïde. Par la suite, elle compte adapter cette technologie au dépistage du cancer de la prostate et des poumons. Son objectif final étant de devenir leader du marché d'outils de reporting en imagerie médicale d'ici 4 ans. ■

<http://www.bemefa.be>; <http://www.comeos.be> et <http://www.fwa.be>



# Nouveau Partenariat Wallonie- USA



Les succès s'empilent pour *BioWin*, notamment dans le cadre de sa collaboration avec le *Massachusetts Life Center de Boston (MLSC)* et plus particulièrement, avec l'*Universal Partnerships Program Grant (UP)* dont l'ambition est de tisser des collaborations et échanges entre petites et moyennes entreprises américaines et internationales actives dans les Sciences du vivant. Grâce à ce programme, *BioWin* se félicite aujourd'hui du partenariat conclu entre le wallon *Delphi Genetics* et l'américain *Avaxia*. Avec cette signature, le pôle de compétitivité santé de Wallonie confirme, une fois encore, le bienfondé de ses missions, à savoir: favoriser l'émergence d'innovations, le développement de compétences et l'internationalisation de ses membres.

Par l'accord conclu avec le wallon de Charleroi, l'américain de Lexington, spécialisé dans le développement d'anticorps thérapeutiques pour le traitement des maladies inflammatoires intestinales, profitera de la technologie *Staby*®, propriété de *Delphi Genetics*, pour la production à haut rendement de protéines et d'ADN, ce qui lui permettra d'accéder aux phases II et III de ses études cliniques. Ce succès est aussi celui de la bonne gestion des résultats engendrés par la recherche wallonne. En effet, la technologie *Staby*® découle du projet de Recherche et Développement de *BioWin DNAVAC*, qui visait au développement et à la production de vaccins ADN sans antibiotiques.

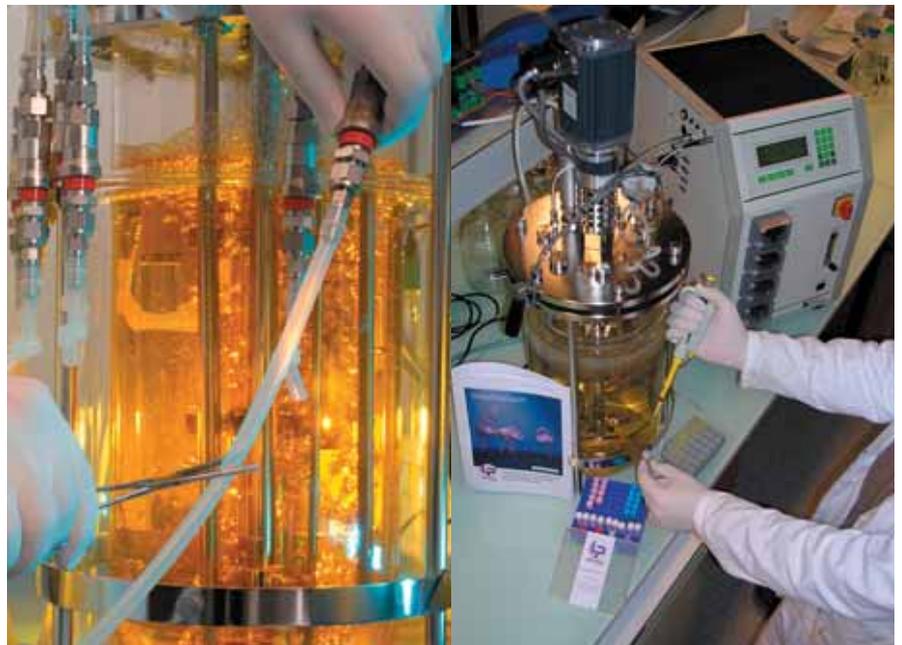
Deux ans après la signature de son accord avec le *MLSC*, *BioWin* peut se féliciter d'être entré dans une telle initiative. Un engagement loin d'être improvisé. «Notre valeur ajoutée est dans la connaissance du schéma de valorisation technologique post-project», explique Sylvie Ponchaut, directrice générale de *BioWin*. Qui ajoute: «Nous avons été

Coup d'crayon

Illustrations: Vince • vince@cartoonbase.com



*Comment fait le petit Cyprinodon macularius pour survivre dans les eaux chaudes (35 °C) de la Vallée de la Mort (Californie) ? Et bien, il arrête de respirer... enfin, pour quelques heures tout du moins ! N'ayant pas eu le temps de s'adapter à son nouveau biotope, c'est la seule solution qu'il a trouvée et ça marche ! La nature est décidément bien faite...*



très exigeants avec *Delphi Genetics*, afin que cette société tire le meilleur de cette opportunité et sommes payés en retour, puisque ce projet a obtenu une mention spéciale du *MLSC*, qui reconnaît, une fois de plus, l'excellence biotechnologique wallonne». De quoi inciter *BioWin* à ren-

forcer, dès 2016, sa collaboration avec le *Massachusetts Life Center*. ■

<http://www.biowin.org>;  
<http://www.masslifesciences.com>;  
<http://www.delphigenetics.com>  
et <http://www.avaxiabiologics.com>

## Le chiffre

# 10

**M**illiards d'euros, c'est, selon la dernière étude d'Accenture Digital Density, l'augmentation que pourrait atteindre notre PIB en 2020 via l'utilisation accrue des technologies numériques. En effet, une hausse de la densité numérique de 10 points relèverait notre taux de croissance annuelle de 0,25%, soit une hausse de 1,8% du PIB belge. Par densité numérique d'un pays, Accenture entend un score composé d'une cinquantaine d'indicateurs: volume des transactions en ligne, cloud, etc. «C'est la première fois qu'est établie une corrélation entre le score numérique d'un pays et son PIB», note Olivier Gillerot, country manager director d'Accenture Belux.

L'étude place la Belgique en seconde moitié du classement, sous la moyenne européenne. Si elle souligne des points positifs, notamment au niveau du taux d'adoption des technologies numériques par les entreprises, elle estime en revanche que nous ne tirons pas assez profit des évolutions technologiques. Et de conseiller d'étendre la couverture numérique des ménages et l'accès à Internet dans les écoles, de s'engager résolument dans le commerce électronique, de renforcer les compétences des salariés dans les TIC et de développer sur cette niche des services, d'investir dans les technologies novatrices comme le *crowd sourcing* et de mieux valoriser les plate-formes numériques d'accès au capital.

<http://www.accenture.com>

## Vers une Digital Valley en Wallonie...

**I**nitiié sous l'impulsion du Ministre du Numérique, le Conseil éponyme est entré en action sur les 4 thèmes opérationnels qui lui ont été assignés: les talents découverte, formation, etc.; l'économie par le numérique, considérant celui-ci comme levier de développement des entreprises; l'économie du numérique en abordant ici le secteur sous l'angle des opportunités qui y sont liées et enfin, l'administration, la santé et le territoire numérique avec ici l'e-gov, l'e-health, les smart cities, etc.

notre volonté est d'arriver le plus vite aux constats pour pouvoir nous concentrer sur des mesures créatrices de valeur ajoutée au niveau local et mobilisatrices pour le citoyens, le tout en fédérant tous les acteurs pour provoquer une adhésion au numérique de 7 à 77 ans», explique Pierre Rion, président du Conseil Numérique. Ces actions s'articuleront avec le Plan Marshall 4.0 pour, *in fine*, aboutir selon les vœux du Ministre à creuser une Digital Valley en Wallonie ! ■

<http://www.wallonie.be>

«Sur base d'une démarche bottom-up et en impliquant fortement les digital natives,



## Chiens et chats

**T**el est le nom de l'application développée par le Département de médecine vétérinaire de l'Université de Namur (UNAMUR) en collaboration avec l'École nationale vétérinaire d'Alfort et *Universcience*. Via cette application pour tablettes et smartphones, les propriétaires de chiens et de chats peuvent adresser des observations à propos de leurs petits compagnons, obtenir en retour des commentaires de spécialistes et mieux comprendre ceux-ci.

Un jeu gagnant/gagnant puisque les éthologues en comportement animal vont pouvoir alimenter leurs travaux de données en masse et acquérir ainsi de nouvelles connaissances sur ces animaux. Après les grandes avancées dans le décryptage des systèmes de communication de ces animaux, ils espèrent, par cette récolte d'informations, aller plus loin encore dans leur science émergente en passant au crible l'intelligence, les émotions et le tempérament de nos chiens et chats. ■

<http://www.unamur.be>; <http://www.vet-alfort.fr>; <http://www.universcience.fr>

et pour télécharger l'application, Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=fr.universcience.chiensetchats>

ou iOS, <https://itunes.apple.com/fr/app/chiens-&-chats/id9611584926?mt=8>



# L'Odysée de l'Objet

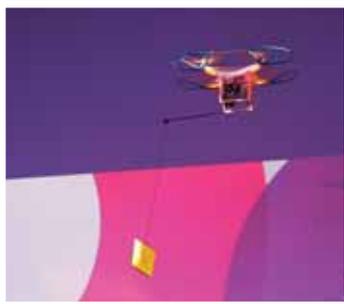
Texte: **Géraldine TRAN** • Photos: **G. TRAN**

**La 7<sup>e</sup> édition du Concours L'Odysée de l'Objet, organisée par la Direction de l'Évaluation et de la Sensibilisation (DGO6) s'est clôturée, le 1<sup>er</sup> avril dernier, par la remise des prix. Des centaines de participants issus de toute la Wallonie, avaient fait le déplacement à l'UNamur. Certains d'entre eux sont repartis avec un voyage, des sous pour leur école et même un iPad mini...**



Tous les objets réalisés ont été superbement mis en scène lors d'une grande exposition en plein cœur des Facultés de l'UNamur. (Photo: S. Winandts/SPW)

Quelques-uns des membres du jury: Marie Gobert (designer et Présidente du concours), Claudine Baiverlin (Inspectrice en sciences de l'enseignement secondaire), Christopher Sortino (Attaché au Cabinet du Ministre Marcourt) et Michel Charlier (Inspecteur général à la DGO6)



Pas de Maître Capello mais un pigeon voyageur très spécial pour amener les enveloppes contenant les noms des gagnants sur scène !

Patrice Goldberg (Matière grise, RTBF) et Soraya Amrani (Journaliste RTBF/Arte) ont mené de main de maître cette cérémonie, avec enthousiasme et humour devant un public conquis !



Toute la cérémonie fut ponctuée de questions avec à la clé: un iPad mini. Anthony a été le plus juste et le plus rapide lors de ce quiz !



Jean-Charles Frémont a réalisé, en temps réel et tout au long de la cérémonie, une gigantesque fresque murale à la craie. Chapeau l'artiste !

Comme à chaque édition, l'entrain et la bonne humeur étaient au rendez-vous chez les jeunes participants que nous remercions encore une fois de leur participation



## Le Palmarès

1<sup>er</sup> degré

- 1<sup>er</sup> prix:** RECOLTO  
de l'École Decroly à Uccle
- 2<sup>e</sup> prix:** SNOWDRY  
de l'Institut Sainte Begge d'Andenne
- 3<sup>e</sup> prix:** E(C)LYPSE  
de l'Athénée Charles Janssens à Ixelles

2<sup>e</sup> degré

- 1<sup>er</sup> prix:** RINGO  
de l'Institut des Ursulines  
de Kœkelberg
- 2<sup>e</sup> prix:** CLEAN GRILL  
de l'Institut des Arts et Métiers  
Pierrard de Virton

- 3<sup>e</sup> prix:** TUTIKOLPA  
du Séminaire de Floreffe

3<sup>e</sup> degré

- 1<sup>er</sup> prix:** PONCHO-TENTE  
de l'I.A.T.A. à Namur
- 2<sup>e</sup> prix:** FRIGO ASMANA  
de l'I.A.T.A. à Namur
- 3<sup>e</sup> prix:** BYMALA  
de l'ICADI à Liège

Prix du Public

- SUMMER HELP  
de l'Institut Sainte-Marie de Huy

**Rendez-vous en septembre 2016 pour le lancement de la prochaine édition !**

# FOCUS

UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

## sur: Citius Engineering

Texte: **Jacqueline REMITS** • [jacqueline.remits@skynet.be](mailto:jacqueline.remits@skynet.be)  
Photos: **Citius Engineering**

### Carte d'identité

NOM

Citius Engineering SA

ANNÉE DE CRÉATION

2009

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Moyens d'essais et de production,  
ingénierie, consultation

CHIFFRE D'AFFAIRES

3,3 millions d'euros en 2014

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

38

ADRESSE

Rue d'Abhooz, 31  
4040 Herstal

TÉLÉPHONE

04 240 14 25

E-MAIL

[info@citius-engineering.com](mailto:info@citius-engineering.com)

SITE INTERNET

[www.citius-engineering.com](http://www.citius-engineering.com)

**D**eux ingénieurs trentenaires, Grégory Reichling et Fabien Defays, ont déjà un beau parcours d'entrepreneur. «À 31 ans, nous avons envie de tenter l'aventure, commence Grégory Reichling pour expliquer la création, avec Fabien Defays, de la société Citius Engineering en 2009. Nous nous plaisions bien chez notre employeur, tous deux dans le même bureau chez Techspace Aero. Nous avons effectué nos études d'ingénieur civil électromécanicien, avec une spécialité en mécatronique, à l'Université de Liège. Notre bureau d'études est spécialisé en électromécanique et en mécatronique,

dans le développement de l'outil industriel au sens large: bancs d'essais, moyens de production, robotique avancée, gestion de projets industriels, conception mécaniques etc.». La société se diversifie rapidement dans divers secteurs industriels tels que l'aéronautique, le spatial, l'agroalimentaire, la défense, le pharmaceutique et la construction. «Nous proposons 2 types de services à une clientèle exclusivement industrielle. Notre bureau d'études et nos capacités d'intégration répondent à des besoins de solutions 'clés-sur-porte'. Nos développements de systèmes complets sont réalisés pour des besoins spécifiques et constituent, la plupart du temps, des solutions uniques. En consultation, du personnel spécialisé en conception mécanique et en gestion de projets techniques renforce temporairement des bureaux d'études ou des équipes projet directement sur le site des clients. Nous voulons apporter une solution globale au client, gérer les interfaces entre les différents intervenants. Notre objectif

est de déboucher sur des compétences de niches et des produits propres.»

### SYNERGIES ET PROTOTYPES

Fin 2012, Citius reprend la société Engi-concept au profil similaire, alors installée à Charleroi. Spécialisée dans les services de consultation technique en mécanique générale, mécanique de précision, tuyauterie et charpente, elle dispose de tous les logiciels de conception mécanique leaders du marché. Ses secteurs d'activité sont la verrerie, la chimie, l'aéronautique, l'énergie, etc. Sa vingtaine d'ingénieurs et de dessinateurs est venue s'ajouter au capital humain de Citius «Nous voulions renforcer l'équipe technique avec du personnel expérimenté et opérationnel. Cela nous a permis d'étendre notre zone de chalandise sur l'ensemble de la Wallonie et

le Nord de la France, d'accroître le chiffre d'affaires consolidé et le portefeuille de clients. Grâce à cette reprise, le rayonnement de Citius s'est élargi.» En 2014, la société reprend une nouvelle équipe, le département Process Solutions de KS Techniques, spécialisée dans l'automatisation, l'électricité, l'instrumentation et l'informatique industrielle. «C'est ainsi que nous comptons aujourd'hui une équipe polyvalente d'une quarantaine de personnes, ce qui nous permet de prendre en charge des projets complets.»

L'activité de Citius Engineering est originale et innovante. «Comme bureau d'études, nous travaillons exclusivement sur des projets orientés sur la conception, la modernisation, le développement et l'optimisation d'outils industriels de production, reprend Grégory Reichling. Aujourd'hui, nous nous positionnons sur 3 axes: applications et moyens d'essais, applications de production et robotique et engineering et consultance. Comme nous sommes plutôt généralistes, nous intervenons rapidement dès qu'un besoin de moyens d'essais et de production se fait sentir. Nous sommes présents dans tous les secteurs, beaucoup dans l'agroalimentaire, l'aéronautique, le pharmaceutique, les biotechnologies, le transport, l'automobile... Généralement, nous développons des prototypes ou des one-shot. Nous les concevons et les intégrons dans notre atelier. En plus des projets que nous développons pour nos clients, nous menons à bien plusieurs projets de R&D dans le cadre du Plan Marshall, ainsi que dans un cadre européen.»

## UNE AIDE POUR BANC D'ESSAIS DE ROBOTIQUE AVANCÉE

Pourquoi avoir eu recours à l'aide Cwality ? «Cette aide associe une PME avec un centre de recherche ou une université. Cela nous a permis de mettre en place un partenariat avec l'Université de Liège, précisément la Faculté polytechnique avec le Professeur Olivier Brüls, du département Aérospatiale et Mécanique, et le Professeur Bernard Boigelot, du département Informatique et Sécurité des logiciels. Nous nous sommes unis pour un projet de robotique adaptative, à savoir une solution robotisée équipée de caméras.» Démarré en 2012, le projet s'achève en 2015. «Cette aide nous a permis le partenariat avec l'ULg, qui a été financée en grosse partie par la Région wallonne. De notre côté, nous avons financé 20% du salaire du chercheur qui a travaillé sur le projet. Nous avons aussi pu développer une cellule prototype que nous utilisons dans notre laboratoire pour réaliser des essais et des démonstrations, ainsi que pour des développements complémentaires. Ce qui permet de capitaliser sur les acquis du projet de recherche mené à bien.» ■



## L'aide Cwality en résumé:

### Type de promoteur:

Petite ou moyenne entreprise possédant un siège d'exploitation en Wallonie.

### Partenariat:

1 seul autorisé (unité de recherche universitaire ou de HE, CRa ou OPR).

### Objet:

Réalisation d'une recherche industrielle dans une PME afin de développer un nouveau produit, procédé ou service répondant à une demande du marché ou améliorer un produit, procédé ou service.

### Taux d'intervention:

L'intensité maximale de l'aide est de 75% pour les CRa, les universités et organismes publics de recherche et de 60% à 70% pour les entreprises.

### Dépenses éligibles:

- les dépenses de personnel relatives aux chercheurs et techniciens
- le coût du matériel utilisé
- les dépenses de sous-traitance
- les frais généraux
- les dépenses de fonctionnement

### Appel à propositions:

L'aide CWALITY est octroyée via un appel à propositions. Un nouvel appel a été lancé depuis ce 10 mars 2015. Vous retrouverez toutes les informations sur le site ci-dessous.

## + Plus d'infos



Département des Programmes de Recherche  
Direction des Programmes Régionaux

Tél.: +32 (0)81 33 45 38 ou 79  
fabian.lapierre@spw.wallonie.be  
pol.flamend@spw.wallonie.be

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

# PROFESSION :

## chasseur de faussaires

*Arsène Lupin n'a qu'à bien se tenir. Lui qui a remplacé les tableaux du Louvre par des faux ne se doutait sans doute pas qu'un jour, la science permettrait de déjouer les meilleurs imitateurs d'œuvres d'art. Aperçu d'un monde sans faux-semblant*

Texte : **Thibault GRANDJEAN** • [grandjean.thibault@gmail.com](mailto:grandjean.thibault@gmail.com)  
Photos : **BELGA/AFP** (p.12), **brussels art laboratory** (pp.13-14), **soocurious.com** (p.15), **AKG** (p.15)

**A**u cœur de Bruxelles, à l'étage d'une petite clinique privée, les patients sont d'une nature un peu particulière. Peinture, sculpture, céramique, bronzes... Depuis 40 ans, le *Brussels Art Laboratory* a recours à diverses techniques scientifiques pour authentifier les œuvres d'art. Et le moins que l'on puisse dire, c'est que le travail ne manque pas. «90% des œuvres que nous authentifions ici sont des faux». Patrick Laycock, fondateur du laboratoire, ne mâche pas ses mots. Ce spécialiste de l'art asiatique promène un regard perçant sur les œuvres qui passent entre ses mains et celles de ses collaborateurs. «Aujourd'hui, tout est copié. Aucune discipline n'est épargnée. Ce ne sont même pas forcément des œuvres d'art: les outils, les ustensiles... Tout, pourvu que cela détienne un prétendu cachet d'ancienneté», raconte cet expert. Un regard averti ne suffit plus pour décider, d'un coup d'œil, si tel ou tel objet est authentique. C'est pourquoi, devant le nombre vertigineux de faux en circulation, Patrick Laycock a décidé de mettre

la technique et la science au service de l'authentification d'œuvres d'art.

### PRISE EN CHARGE DES «PATIENTS»

«Outre Atlantique, les musées font systématiquement appel à des experts lors de l'acquisition d'une œuvre. C'est moins le cas en Europe. Ce sont principalement des collectionneurs, des antiquaires, des compagnies d'assurances qui font appel à nous», explique Patrick Laycock. Alors, pour lever le doute sur l'authenticité d'un objet, ce dernier est examiné de près. Et pour ça, le microscope reste le meilleur outil. Il permet de scruter la surface des objets à la recherche des marques du travail du temps. Gaia Ligovich, collaboratrice du laboratoire, raconte: «Lorsqu'un objet est enfoui dans le sol, une patine se forme à sa surface avec les âges. À certains endroits, on trouve des concrétions de bioxyde de manganèse par exemple, qui forment des taches noires». Ces taches

ne sont pas uniformes et permettent de mettre en évidence cet enfouissement. Ces cristallisations de manganèse sont le fruit à la fois du ruissellement de l'eau dans le sol et du dépôt d'éléments métalliques à la surface des objets.

En fonction de la nature de ces objets, les experts vont alors se tourner vers l'une ou l'autre technique bien particulière. «Sur un objet métallique attaqué à l'acide par exemple, explique Gaia Ligovich, la corrosion est relativement uniforme et la partie interne demeure le plus souvent intacte. Lors d'une corrosion naturelle, l'action sera beaucoup plus progressive et irrégulière.» Grâce à la métallographie, l'œil des experts est capable de déterminer, après prélèvement, si cette corrosion est naturelle ou non. En associant l'analyse métallographique à une étude de la surface de l'échantillon au microscope électronique à balayage (MEB), les spécialistes seront à même de déterminer la nature du métal sous-jacent.

Pour les œuvres peintes, on emploiera bien sûr d'autres techniques mais



Une spécialiste en conservation et restauration analytique, analyse une peinture à la lumière ultraviolette à la recherche de signes de falsifications.

l'étude des éléments présents peut également permettre aux experts de déceler les faux. Au travers des âges, les artistes ont utilisé différentes couleurs, comme les blancs de zinc ou de titane. Ainsi, les faussaires peuvent se trahir en utilisant un pigment qui n'existait pas du temps de l'artiste dont ils ont imité le travail. «Il faut cependant être prudent, relativise Patrick Laycock. L'étude pigmentaire peut éventuellement permettre de mettre en évidence un faux, mais elle ne permet pas d'affirmer qu'une œuvre est authentique. C'est en quelque sorte un diagnostic d'exclusion.»

## CHECK-UP COMPLET

Ce travail d'expertise exige non seulement une méthodologie rigoureusement scientifique mais également une grande connaissance tant des techniques utilisées dans l'art que des matériaux à disposition des artistes et artisans de l'époque. C'est pourquoi

«il ne faut jamais travailler sur un unique échantillon, sans avoir eu l'œuvre entre les mains», assène Patrick Laycock. Autrement dit, l'organe n'est pas le patient. «Je me souviens d'une statue apportée par un collectionneur, et dont un laboratoire avait estimé qu'elle était fausse. Pour cela, ils s'étaient basés uniquement sur le fait que le grès dont elle était composée était trop peu attaqué par le temps. Or, il s'agissait d'un grès très dense, typiquement issu de l'art cambodgien datant des environs du 10<sup>e</sup> siècle. Avec cette densité, il était tout à fait normal que la corrosion fût minime !», sourit-il. Et si les experts avaient eu la statue entre les mains, «ils auraient remarqué les traces de racines fossilisées tout autour de la sculpture.» Car lorsqu'un objet est enterré, les racines des plantes courent le long de l'objet, lesquelles laissent de petits sillons en mourant. Un moyen sûr d'estimer que l'œuvre est authentique.

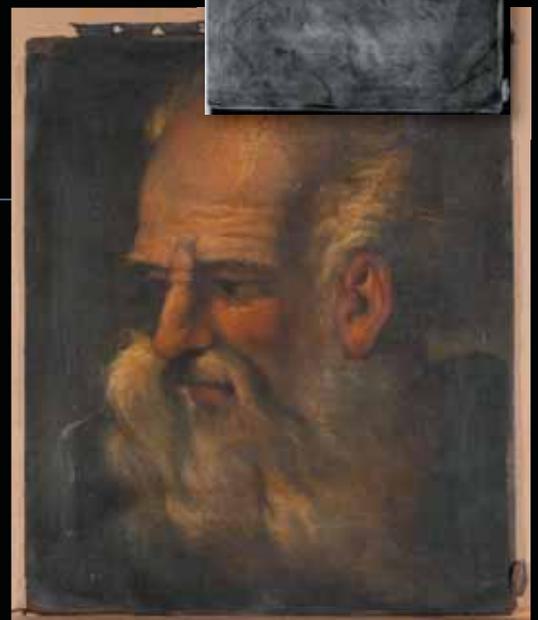
Mais parfois, même une connaissance parfaite des matériaux utilisés à l'époque ne suffit pas. Car si les techniques des laboratoires progressent, les faussaires, eux aussi, se perfectionnent. Au point de réaliser des «faux scientifiques», c'est-à-dire des faux réalisés dans le but de tromper les systèmes de détection des experts. Les céramiques sont particulièrement visées par ce phénomène. «De nombreux travaux d'authentification, dans le monde de l'art, se basent sur la thermoluminescence pour estimer l'âge des céramiques. Or, ce test peut être facilement contourné», prévient Patrick Laycock.

La thermoluminescence se base sur la dose de rayons gamma reçue par l'objet. Ces derniers sont issus de la radioactivité de certaines particules présentes dans la terre, comme l'uranium ou le potassium, et ont pour effet d'exciter les atomes alentours. Ce niveau d'énergie accumulé peut alors être mesuré. Mais lorsqu'une céramique est cuite, cette énergie est libérée. Les compteurs sont alors remis à zéro. Dès lors, une fois que la céramique est enfouie dans le sol, l'énergie recommence à s'accumuler avec le temps. En calculant le taux d'atomes excités et en le comparant à celui de la terre, on peut ainsi estimer l'âge de la céramique sachant que celui-ci est proportionnel à la dose reçue. «Et c'est là que les faussaires rentrent en jeu, s'exclame Patrick Laycock. Pour eux, rien de plus facile que d'irradier un faux avec la dose de rayons gamma nécessaires, pour faire croire à un long enfouissement.» Des pratiques qui sont largement méconnues, même des experts. «Certains laboratoires jettent le discrédit sur notre profession en délivrant des certificats basés sur le test de thermoluminescence pour de fausses céramiques chinoises; documents qu'il faut bien taxer de complaisance. Maintenant, on trouve même des faux qui ont servi d'objets d'étude à



Dans la réflectographie infrarouge, les rayons infrarouges, radiations de même nature que la lumière, se caractérisent par des longueurs d'onde plus grandes et qui pénètrent donc plus profondément dans la matière, permettant ainsi de révéler des éléments sous-jacents à la surface visible.

Dans les tableaux, on peut ainsi mettre en évidence un dessin dissimulé par une couche picturale.



# IMPRIMEZ-MOI ce sourire que je ne saurais voir

**D**ans les musées, les galeries tactiles existent depuis de nombreuses années. Au gré des allées dédiées aux enfants, l'on trouve des reproductions sous forme de moulages. Ce système préserve les œuvres originales tout en leur permettant de ne plus réfréner cette envie irrésistible de toucher à tout. Cette technique est désormais possible grâce à la technologie des imprimantes 3D.

Aujourd'hui, certains capteurs de scanner peuvent atteindre une résolution de 10 micromètres. Grâce aux imprimantes haute définition, les musées sont désormais capables de reproduire des œuvres d'art dans le moindre détail, et ceci pour tout type de discipline: sculpture, peinture, céramique... Cela permet ainsi de mettre à la disposition du public des reproductions en tout point fidèles, tout en préservant les originaux dans des conditions optimales. Mais certains musées n'en sont pas restés là: ils ont rendu leurs tableaux accessibles à plus de monde encore. Au musée du Prado, à Madrid, les conservateurs ont décidé d'exposer des répliques de chefs-d'œuvre... en relief !

*des publications scientifiques, en les présentant comme véritables !»*

## UN LABORATOIRE D'AVANT-GARDE

C'est là toute la valeur des laboratoires comme le *Brussels Art Laboratory*. Ces derniers sont nécessaires pour lutter contre ce type de pratique. Alors comment s'en prémunir ? Patrick Laycock a son idée: «*Actuellement, je travaille à l'élaboration d'une technique similaire, mais*

*mesurant le taux d'irradiation aux rayons alpha*». Comme les gamma, les rayons alpha sont produits par les particules radioactives du sol d'enfouissement. Mais ils ont la particularité de pénétrer beaucoup moins profondément dans la matière. «*Ainsi, même si un faussaire a l'idée d'irradier son faux avec des rayons alpha, il suffira d'en mesurer la radiation plus en profondeur pour passer outre la falsification, et mesurer la véritable énergie accumulée avec le temps*».

Une fois le «poison» détecté, il faut encore administrer l'antidote, révéler et documenter le travail de faussaire. Dans

un marché de l'art florissant, certains laboratoires hésitent à être trop définitifs, compte tenu des sommes en jeu. Une chose est certaine, la prudence est de mise. Le but est bien entendu d'éviter que des faux ne se retrouvent dans la nature. «*Ici, au labo, si nous ne sommes pas certains, au bout de la recherche, de l'authenticité d'un objet, nous ne pouvons pas certifier pour autant qu'il est faux*.» Certaines situations peuvent donc être très compliquées. Imaginons le cas d'un vendeur qui déciderait de ne pas tenir compte du certificat, là aussi, Patrick Laycock a trouvé la parade: «*à chaque fois qu'un objet passe entre mes mains, j'établis un marquage, en réalisant une sorte de cartographie. Je réalise une microphotographie, en établissant trois points de référence facilement identifiables. Ainsi, même en l'absence de certificat, un passage sous le microscope me permettra de savoir si ce faux a déjà été répertorié par nos soins. Un faussaire ne peut être précis au micromètre près*.»

Reste que le marché de l'art est toujours en expansion, et le nombre d'œuvres en circulation ne cesse de croître. En dépit de techniques toujours plus sophisti-



*Authentification d'une tête en terre cuite de culture Nok (Nigeria) par examen stéréoscopique (examen au binoculaire de la surface)*

Cette exposition a été créée à l'intention des non-voyants pour leur ouvrir le monde de la peinture. Près de 40 heures de travail ont été nécessaires pour chaque image, afin de réaliser les volumes et textures nécessaires à la découverte des tableaux par le toucher.

Des masques ont également été mis à la disposition des voyants pour leur permettre de vivre pleinement cette expérience.

On y trouve des chefs-d'œuvre comme «Apollon dans la forge de Vulcain», de Diego Velasquez, mais également le célèbre «Sourire de la Joconde». Est-il toujours aussi mystérieux au bout des doigts ?



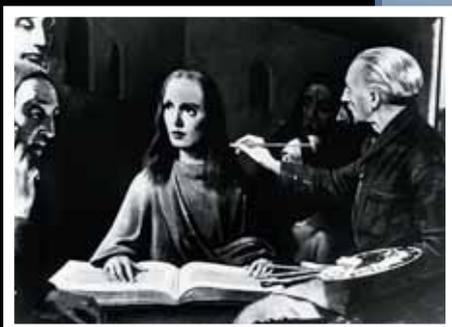
quées, les experts doivent accumuler une somme importante de connaissances, tant artistiques que scientifiques. «*Nous sommes confrontés à de nouvelles épreuves tous les jours, explique Gaia Ligo- vich, car les faussaires se dotent sans cesse de nouvelles compétences pour déjouer nos techniques.*» Une chose est sûre, les chasseurs de faussaires ont encore du pain sur la planche. ■



### Pour aller plus loin :

[www.brussels-art-labo.com](http://www.brussels-art-labo.com)

Si le métier d'expert ou de restaurateur d'œuvres d'art vous intéresse, rendez-vous page 16 pour découvrir l'ADN de Gaia Ligo- vich, collaboratrice au Brussels Art Laboratory.



## Maître faussaire

**H**an Van Meegeren est considéré comme le plus grand faussaire du 20<sup>e</sup> siècle. Passionné par l'âge d'or de la peinture hollandaise, il produit quelques œuvres reprenant le style de cette époque. Mais les critiques d'art les jugèrent fades et peu originales. Il décida alors de prouver qu'il était capable d'égaliser les chefs-d'œuvre des plus grands maîtres en la matière. Après avoir étudié de près les techniques, les couleurs et les biographies de ses peintres fétiches, il se lança dans la production de faux en les présentant comme des tableaux de Vermeer, un peintre dont peu de tableaux sont parvenus jusqu'à nous.

Afin de reproduire à l'authentique les couleurs de l'époque, Van Meegeren les confectionnait lui-même, avec les mêmes composants que le maître (lapis lazuli, plomb blanc...). Il alla jusqu'à utiliser les mêmes pinceaux, et acheta des toiles du 17<sup>e</sup> siècle pour parfaire la supercherie. Pour donner un aspect authentiquement ancien, il additionnait sa peinture de bakélite dans le but de la durcir. Puis il cuisait les tableaux à environ 100 °C, pour enfin les rouler afin de reproduire les craquelures.

Ses tableaux furent considérés comme des chefs-d'œuvre, et personne ne suspecta la tromperie. Les mêmes critiques d'art qui avaient brisé sa carrière crièrent au génie. Mais en 1945, on découvrit un faux dans les appartements de Goering, maréchal d'Hitler, vendu par Van Meegeren. Accusé de haute trahison, il était suspecté d'avoir vendu un trésor culturel à l'ennemi. C'est ainsi qu'il dut se résoudre à révéler la vérité. Il réalisa même un faux tableau en cellule et sous contrôle policier pour prouver sa maîtrise de l'art. Aujourd'hui, Van Meegeren est considéré comme un vrai patriote qui, ayant vendu des faux au régime nazi, a permis la sauvegarde du patrimoine hollandais. Et encore, ce n'est qu'avec les techniques récentes d'authentification d'œuvres d'art que l'on a pu définitivement prouver la falsification de ces œuvres.

# L'ADN de...

## Gaia LIGOVICH

### Chimiste et restauratrice d'œuvres d'art

#### ◀◀ RECTO

Propos recueillis par **Géraldine TRAN** • [geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)

Photos: **G. LIGOVICH** (p.17)

**L**a restauration d'œuvres d'art, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Bien qu'aucun de mes parents ne soit dans ce domaine - ma maman est gynécologue et mon papa, entrepreneur - je dirais effectivement que c'est sans doute une vocation. Depuis toute petite, j'aime bricoler, réparer des petites choses. Et puis, je suis née en Italie, un pays très riche en terme de patrimoine artistique. C'était donc presque une évidence pour moi de me lancer dans ce métier.

**C**omment devient-on restauratrice d'œuvres d'art ? J'ai fait mes études secondaires en Italie, dans une filière artistique. J'ai ensuite suivi un cursus de 5 ans à l'Université de Venise en sciences chimiques pour la conservation et la restauration d'œuvres d'art. Je ne pense pas qu'il y ait d'équivalence ou de cursus aussi complet ici en Belgique si ce n'est une formation en conservation et restauration à La Cambre. J'ai poursuivi par un stage rémunéré au Centre de recherche et de restauration des musées de France au Louvre, à Paris, avant de revenir en Italie où j'ai commencé à travailler comme restauratrice. Je souhaitais cependant continuer à me former et j'ai sollicité une bourse Léonardo pour un stage à l'IRPA, à Bruxelles. J'y ai été engagée pour un projet avant d'arriver au Brussels Art Laboratory, fondé par Patrick Laycock il y a plus de 40 ans.

**L**e laboratoire a plusieurs spécificités comme l'authentification,

l'expertise ou la restauration, quelle est votre journée type ? J'ai évidemment des contacts directs avec les clients. Ma journée se partage entre ce qui est plutôt expertise et ce qui touche à la restauration. Il y a la remise de devis, les authentications (qui dépendent de l'objet et des techniques à utiliser), la rédaction de rapports et certificats d'expertise, les recherches historiques sur les objets (style, matériaux, traces de restauration...). Tout se fait par étapes, du général au détail. Chaque expertise ou restauration peut prendre de quelques heures à plusieurs semaines en fonction de l'œuvre et de son état de conservation. Nous traitons tous types d'objets: porcelaines et céramiques, tableaux, sculptures, masques africains...

**Q**uels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? Je suis curieuse et c'est sans doute pour cela que j'ai toujours eu un intérêt pour les sciences et donc, un bon rapport avec elles, surtout avec la chimie. Mais je suis aussi fascinée par l'astronomie et l'espace. L'un de mes premiers cadeaux de Noël a d'ailleurs été un petit télescope...

**Q**uelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Valoriser ces métiers et la figure du restaurateur, qui ne sont pas encore très connus ou reconnus du grand public parce que très spécialisés. Il est vrai que l'accès n'y est pas facile, il y a beaucoup d'opportunités de stages ou d'emplois par projet mais peu d'emplois «fixes» à longue

durée. Il faut par ailleurs, lorsqu'on fait ce métier, s'en tenir à une déontologie. Pour nous, le respect de l'œuvre originale est primordial, l'intervention doit être minimale et réversible. Cela peut d'ailleurs engendrer des conflits avec les clients qui souhaitent parfois récupérer un objet «comme neuf», intact.

**Q**uelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? Chaque expertise est une réussite. Notre travail est un véritable travail d'enquête, souvent long et minutieux. Arriver à trouver la solution, aboutir à un résultat, quel qu'il soit, est en soi une réussite !

**Q**uels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? De ne pas s'arrêter à la première difficulté et de persévérer si on aime vraiment ce métier, même s'il paraît assez fermé. C'est un métier aussi exigeant qu'il est passionnant. Il demande de nombreuses compétences: artistiques, scientifiques, technologiques, historiques... Il faut sans cesse développer et actualiser ses connaissances car les techniques évoluent très vite. Les faussaires étant devenus de véritables artistes eux-mêmes et le marché de l'art pouvant être lucratif, le créneau de l'authentification est énorme. En terme de restauration, de manière générale la Belgique est en train de se développer, surtout en ce qui concerne les méthodes de nettoyage des tableaux. J'espère que cette évolution va se poursuivre car c'est un métier qui en vaut la peine et qui a de l'avenir. ■



**ÂGE:** 31 ans  
**ENFANTS:** Pas encore

**PROFESSION:** Chimiste et restauratrice d'œuvres d'art au Brussels Art Laboratory.

**FORMATION:** Études secondaires artistiques en Italie. Master en sciences chimiques pour la Conservation et la Restauration à l'Université Ca'Foscari de Venise (5 ans). Stage au C2RMF (Centre de recherche et de restauration des musées de France) à Paris et à l'IRPA (Institut royal du patrimoine artistique).

**ADRESSE:** Avenue Winston Churchill, 141 à 1180 Uccle.

Tél.: 0492 61 32 29

Mail: g.ligovich@brussels-art-labo.com



**+ Plus d'infos**

[www.brussels-art-labo.com](http://www.brussels-art-labo.com)

<http://www.lacambre.be/index.php?nodeid=82>



## VERSO >>>

**Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ?** J'hésite entre astronaute et pilote de Formule 1 ! La gravité, la vitesse, voler... ça doit faire peur et en même temps, être grisant ! J'aurais adoré être à la place de Samantha Cristoforetti par exemple, la 1<sup>re</sup> femme astronaute italienne et la 3<sup>e</sup> à rejoindre la Station spatiale internationale.

**Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ?** Si je dois faire un choix: voler ! Pour me promener dans le monde, voir l'univers. C'est étrange et un peu contradictoire parce que j'ai peur de l'avion ! J'aimerais aussi pouvoir respirer sous l'eau comme les poissons ou guérir les maladies...

**Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ?** Un cours de morale ou de «bien vivre ensemble». Apprendre le respect de l'autre, ça arrangerait bien des choses.

**Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ?** Sur un remède pour guérir de manière efficace le cancer. Ou comment s'auto-guérir (de n'importe quelle maladie) avec son propre cerveau, son énergie corporelle ou son esprit.

**Je vous transforme en un objet du 21<sup>e</sup> siècle, ce serait lequel et pourquoi ?** Un télétransporteur. Ce serait génial pour voyager et éviter les embouteillages. Ou une voiture volante mais ça demanderait plusieurs niveaux...

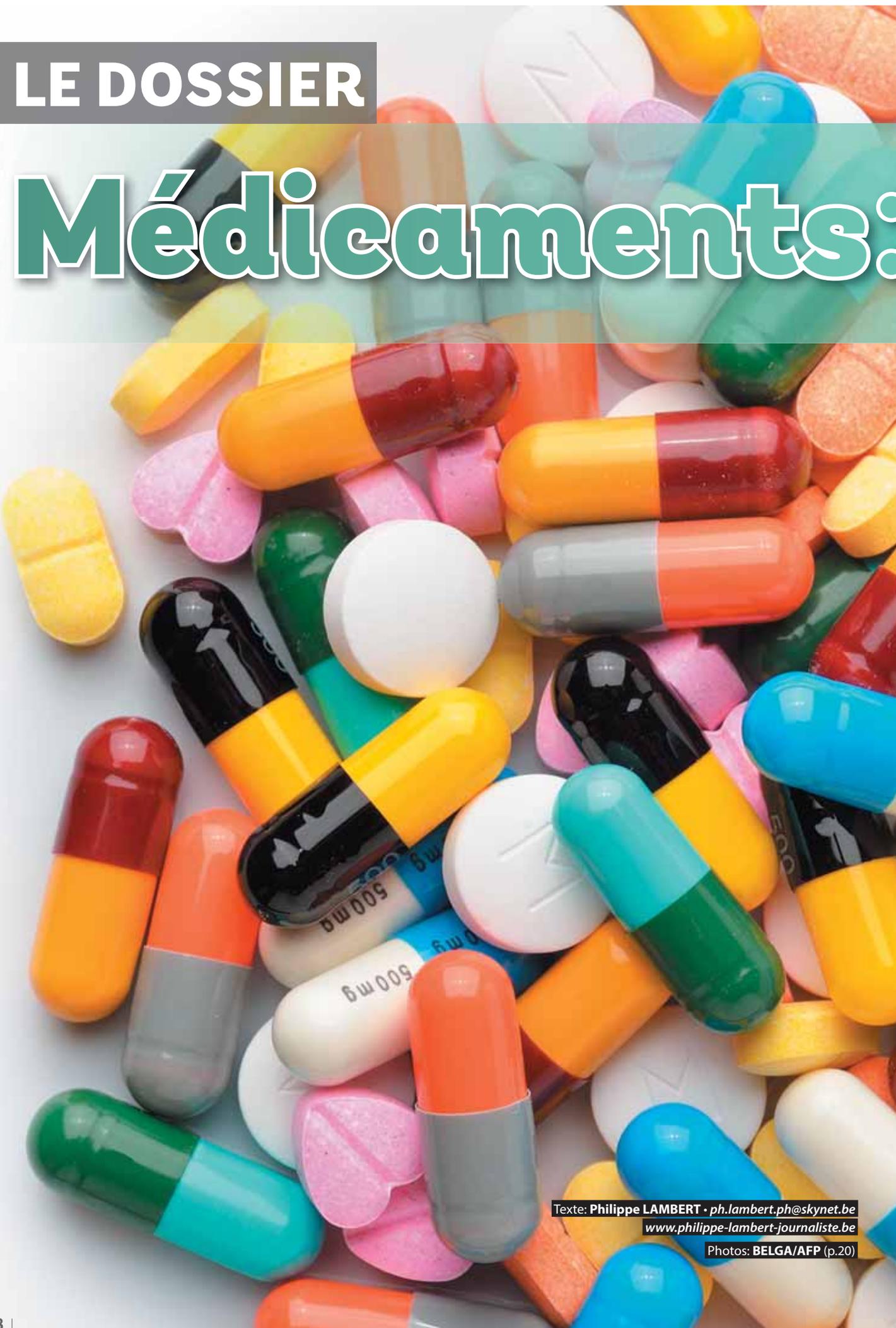
**Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ?** En Asie. J'aime la mentalité, la culture, la philosophie de cette partie du monde. Les asiatiques sont plus cool je trouve...

**Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ?** Leonardo Da Vinci pour découvrir la façon dont il travaillait et pour sa personnalité. Ou Giordano Bruno, un philosophe italien de la Renaissance qui a développé la théorie de l'héliocentrisme et de l'univers infini. Tous deux ont ce point commun d'avoir une certaine folie à l'époque.

**La question qui dérange: restaurer des œuvres d'art anciennes, ne serait-ce pas les altérer finalement ? À quoi cela sert-il puisque dans quelques années, ce sera à recommencer ?** Tout dépend de l'approche et des compétences du restaurateur. Il n'y a aucune raison d'altérer l'objet ou même de l'améliorer. L'objectif premier est de le conserver le plus longtemps possible et pas de le remettre à neuf. Quant à la durée de la restauration, elle dépendra évidemment de la qualité et du soin qui seront apportés au travail. Elle pourra ainsi varier de quelques années seulement à une centaine ou plus. Il y a des restaurations qui durent plus longtemps que d'autres. Mais ça, c'est comme dans tous travaux artistiques, artisanaux ou manuels... ■

## LE DOSSIER

# Médicaments:



Texte: Philippe LAMBERT - [ph.lambert.ph@skynet.be](mailto:ph.lambert.ph@skynet.be)  
[www.philippe-lambert-journaliste.be](http://www.philippe-lambert-journaliste.be)

Photos: BELGA/AFP (p.20)

# faux et usage de faux

**La contrefaçon de médicaments est en constante progression, voire en pleine explosion. Chaque année, elle tue des centaines de milliers de personnes, principalement en Afrique. Véritable fléau, elle est de plus en plus souvent aux mains de réseaux transnationaux d'une profonde opacité**

**E**n juin 1996, 88 enfants haïtiens décèdent après avoir consommé de faux sirops fabriqués en Chine. En 2006, environ 300 Panaméens perdent la vie pour avoir absorbé un médicament dont l'excipient avait été contrefait. Deux ans plus tard, une centaine de bébés meurent au Nigéria à la suite de l'ingestion d'un sirop falsifié à base de paracétamol. Trois exemples parmi d'autres. Trois exemples qui soulignent d'un trait gras un phénomène dont une estimation de l'*International Policy Network*, formulée en 2009, permet d'imaginer toute l'ampleur: chaque année, la falsification de médicaments contre le paludisme et la tuberculose occasionnerait la mort de 700 000 personnes !

Ces deux affections sont parmi les plus ciblées par la contrefaçon, mais celle-ci, en pleine expansion, s'est immiscée dans toutes les sphères thérapeutiques, des médicaments de confort aux anticancéreux. Ainsi, en 2009 apparurent à la frontière syrienne, puis 3 ans plus tard sur le marché américain, de faux flacons d'*Avastin*<sup>®</sup>, un anticancéreux délivré par perfusion en tant qu'inhibiteur de l'angiogénèse (1). En 2010, ce médicament également utilisé pour combattre la dégénérescence maculaire liée à l'âge, première cause de cécité, fut injecté, dans sa forme falsifiée, dans les yeux de 116 patients à Shanghai avec, pour certains, d'importantes complications.

«C'est en 1985 que l'OMS mentionna pour la première fois la problématique de la contrefaçon médicamenteuse», indique Pierre-Yves Sacré, chercheur postdoctorant au sein du Laboratoire de chimie analytique de l'Université de Liège (ULg). Depuis, le trafic des faux médicaments n'a cessé de croître, à telle enseigne que 10% à 15% du marché mondial des médicaments, évalué à 800 milliards de dollars par an, serait constitué de contrefaçons. Suivant les estimations de l'OMS, ces dernières représentaient un chiffre d'affaires de 45 milliards de dollars en 2006, lequel aurait atteint quelque 75 milliards de dollars en 2010.

«Pour appréhender le phénomène, on ne peut se baser que sur les saisies, lorsqu'elles ont pu être réalisées», précise Pierre-Yves Sacré. Aussi son importance est-elle sans doute largement sous-évaluée, surtout dans les pays en voie de développement.»

Selon un article paru dans *The Lancet* en 2003, 30 à 70% des antipaludiques commercialisés en Afrique seraient faux. Et dans certaines officines illégales et officieuses de la République démocratique du Congo, par exemple, les stocks seraient composés de 80% de substances falsifiées ou de qualité inférieure. «Lors d'une collaboration avec le Rwanda, nous avons analysé de prétendus antimalariques qui contenaient du métronidazole, un antiparasitaire, plutôt que de la quinine», rapporte Roland Marini Djang'eing'a, chargé de recherche au

Laboratoire de chimie analytique de l'ULg. Dans d'autres cas, c'est le sous-dosage du principe actif ou son absence qui caractérise ces médicaments contre la malaria. De la poudre de perlimpinpin !

## 25 FOIS PLUS RENTABLE QUE LA DROGUE

Quelle est la situation en Europe et aux États-Unis ? Environ 1% des médicaments présents sur le marché légal (pharmacies, hôpitaux) seraient falsifiés. En revanche, au moins 50% des substances achetées sur des sites Internet qui cachent leur identité en copiant les logos de vérification de sites authentiques seraient faux. «Or, d'après une étude effectuée par la firme pharmaceutique Pfizer, 20% des Européens ont commandé au moins une fois un médicament sur Internet», fait remarquer Éric Ziemons, premier assistant dans le laboratoire précité. Dans nos pays, les médicaments concernés entrent généralement dans la catégorie dite des médicaments de confort, entre autres ceux qui ont pour indication les troubles de l'érection ou le surpoids.

Dans un rapport publié en septembre 2013 par l'*Institut international de recherche anti-contrefaçon de médicaments (IRACM)* (2), on peut lire le cas d'un Britannique «qui a été interpellé par des fonctionnaires de l'UK Border Agency à l'aéroport de Coventry avec des paquets contenant des dizaines de milliers de tablettes contrefaites pour traiter les troubles de l'érection». Il projetait de les commercialiser sur Internet.

Le même rapport relate un autre cas, toujours dans le domaine des médi-

## Un marché sécurisé ?

Qui contrôle les médicaments en Belgique ? L'Agence fédérale des médicaments et des produits de santé (AFMPS), le Service de contrôle des médicaments (SCM) de l'Association pharmaceutique belge (APB) et l'industrie elle-même. Prenons le cas de l'AFMPS. Elle procède à des coups de sonde aléatoires et à des études systématiques centrées, chaque fois, sur une molécule déterminée. Ainsi, l'agence peut procéder à des prélèvements dans toutes les spécialités renfermant une benzodiazépine, par exemple, et les soumettre à analyse dans des laboratoires agréés indépendants.

Aux initiatives des institutions compétentes et des firmes pharmaceutiques s'ajoutent les contrôles et saisies des services douaniers. Un chiffre parmi d'autres: au port d'Anvers, 3 à 5% des containers sont scannés.

«Le marché belge est relativement sécurisé, assure le professeur Hubert. Outre les contrôles, il bénéficie d'une double protection par rapport à d'autres. D'une part, il est petit, donc moins attractif; d'autre part, le conditionnement des produits y est plus difficile, car les emballages et les notices doivent être présentés en 3 langues.»

caments de confort. D'octobre 2008 à mars 2010, le propriétaire d'un salon de beauté de Philadelphie a importé et essayé de vendre 4 millions de pilules aminçissantes importées de Chine, alors qu'il savait pertinemment bien qu'elles contenaient des substances toxiques.

Ces deux exemples mettent en scène des organisations criminelles de petite taille. D'autres, transnationales et donc d'une tout autre envergure, colonisent de plus en plus le marché de la contrefaçon. Aujourd'hui, de grands groupes de criminalité organisée actifs dans le trafic de la drogue se réorientent vers la falsification des médicaments, pratique délicate jugée 25 fois plus rentable par la Food and Drug Administration (FDA - États-Unis). «Pour 1 000 dollars investis, le trafic de drogue en rapporterait 20 000 et les médicaments contrefaits, 500 000», dit le professeur Philippe Hubert, président du Département de pharmacie de l'ULg et responsable du Laboratoire de chimie analytique.

Comparativement au trafic de drogue, le commerce de faux médicaments constitue une activité peu risquée, notamment parce que la plupart des législations nationales ne sont pas adaptées au crime pharmaceutique en tant que tel. D'où de faibles sanctions. En 2011, les ministres des 47 États du Conseil de l'Europe ont adopté la convention *Médicrime*, ouverte à la signature, visant à pénaliser

la contrefaçon médicamenteuse comme une contrefaçon spécifique. Comme l'indique l'IRACM, il s'agit de l'unique outil international qui criminalise la contrefaçon, mais aussi la fabrication et la distribution de produits médicaux mis sur le marché sans autorisation ou en violation des normes de sécurité. Pour l'heure, la Convention compte 23 pays signataires, dont la Belgique. Mais encore faut-il qu'elle soit incorporée aux législations nationales. Chez nous, un avant-projet de loi visant à la mise en œuvre des principes de *Médicrime* dans notre législation a été approuvé le 13 février 2015 par le Conseil des ministres et transmis pour avis au Conseil d'État.

### RÉSEAUX TRANSNATIONAUX

Dans la situation actuelle, la falsification des médicaments est régie par la même loi que celle qui punit la contrefaçon de ceintures ou de montres, par exemple. Par ailleurs, s'il y a des atteintes à la santé des personnes, voire des décès, la loi pénale s'applique. «C'est la partie visible de l'iceberg, estime le professeur Hubert. Tant qu'il n'y a pas eu décès ou atteinte tangible à la santé, aucune enquête ne peut être réellement diligentée.»

Autre élément jugé favorable par la grande criminalité: la diffusion de nom-

Un douanier présente de faux médicaments issus d'une saisie de 2 conteneurs en provenance d'Asie du Sud-Est.



breux médicaments est beaucoup plus large que celle de la drogue. De surcroît, les patients qui prennent sans le savoir des substances trafiquées pour des traitements chroniques (diabète, hypertension...) mettent un certain temps avant de conclure à leur inefficacité. Le consommateur de drogue, lui, ne peut être dupé de la même manière.

En outre - mais cela est commun avec le trafic de drogue -, il s'avère très ardu de remonter les filières de production et de distribution, d'identifier les réseaux transnationaux. Intitulé *Contrefaçon de médicaments et organisations criminelles*, le rapport de l'IRACM (3) montre à quel point les méandres d'un réseau peuvent être tortueux. Prenons l'exemple de l'affaire Peter Gillespie, du nom d'un expert-comptable et distributeur pharmaceutique qui gérait une entreprise établie au Luxembourg. En 2006 et 2007, cet individu a importé 72 000 paquets de médicaments contrefaits, dont un tiers pour des pathologies graves - cancer de la prostate, problèmes cardiaques, schizophrénie... «Les médicaments contrefaits étaient expédiés de Chine par voie maritime via Hong Kong, Singapour et la Belgique, puis étaient packagés comme des médicaments français pour être vendus en Grande-Bretagne en "distribution parallèle"», révèle le rapport susmentionné.

Selon certaines sources jugées dignes de foi, la mafia italienne se serait ménagé un nouveau débouché dans le secteur de la santé. Ainsi, dans son livre *Un pouvoir invisible. Les mafias et la société démocratique* (Gallimard, 2012), l'historien français Jacques de Saint Victor affirme que'en Calabre, une quarantaine de cliniques, plus de 300 centres d'analyses médicales et des médecins appartiennent à des familles mafieuses. Édifiant ! Quant au *Pharmaceutical Security Institute (PSI)*, qui regroupe 26 sociétés pharmaceutiques à travers le monde, il assure que la Camorra est impliquée dans la contrefaçon de médicaments, en particulier d'anti-infectieux et d'antivasculaires.

## HAUTE VALEUR AJOUTÉE

Il existerait également des liens entre le trafic de médicaments et le terrorisme. De fait, il semble bien établi que l'*Armée républicaine irlandaise (IRA)* se soit livrée au « jeu de la falsification » dans les années 1990, en vue de financer ses activités. Les contrefaçons concernaient essentiellement des produits de la sphère vétérinaire. Quelques sources pointent également du doigt le Hezbollah, l'ETA, les Tchéchènes ou encore certains groupes armés nord-africains. Toutefois, comme le souligne un rapport américain datant de 2011 (4), ces condamnations reposent sur des éléments anecdotiques, donc sur des sables mouvants, de sorte que les relations entre le terrorisme et la contrefaçon de médicaments demeurent coiffées d'un halo d'incertitude.

Si la contrefaçon destinée aux pays occidentaux était initialement centrée sur des médicaments de confort, elle essaime de plus en plus vers des produits à haute valeur ajoutée. Nous avons évoqué le cas de l'*Avastin*®. Mais d'autres anticancéreux ont également abouti dans des hôpitaux ces dernières années. De telles fraudes ont notamment eu lieu aux États-Unis, en Allemagne, en Roumanie (février 2015) et au Danemark. « Les principaux critères retenus par les faussaires dans le choix des médicaments qu'ils vont contrefaire sont la forte utilisation ou la forte prescription du produit, son prix, qui est fonction de sa valeur ajoutée, et la facilité de falsification », explique Philippe Hubert. Par exemple, quand le volume

des ventes est le critère cardinal, les analgésiques, les antibiotiques ou les antihypertenseurs, entre autres, y répondent parfaitement. Dès lors, faut-il s'étonner que les douanes du Havre aient opéré la saisie, en mai 2013, de 1,2 million de sachets d'aspirine de contrefaçon ? Dis-simulée dans un chargement de thé en provenance de Chine, la marchandise devait être livrée à une société localisée aux îles Baléares, laquelle, selon le ministère français de l'économie, avait probablement projeté de la commercialiser dans la péninsule ibérique, le sud de la France et l'Afrique francophone.

## LA CHINE EN POLE POSITION

La contrefaçon médicamenteuse est protéiforme. Tantôt elle a trait au non-respect de brevets, des molécules protégées étant utilisées malgré tout. Tantôt le faussaire commercialise sous une marque existante (*Viagra*®, par exemple) un médicament d'une composition différente. Ou même un médicament introuvable sur le marché officiel, tel le *Viagra* féminin, pure invention de contrefacteurs vendue sur Internet. Parmi les faux médicaments, certains ne contiennent pas le bon principe actif ou le bon excipient, mais des molécules, inefficaces ou trop toxiques, qui avaient été écartées en cours de développement et qui, vouées à la destruction, ont été détournées - vols de camions, de containers, etc. - et commercialisées. D'autres renferment des molécules fabriquées de toutes pièces par chimie de synthèse et dont les contrefacteurs ignorent tout du profil toxicologique.

Fréquemment, la fraude porte aussi sur des « médicaments sous-standard », c'est-à-dire de qualité inférieure à l'original contrefait. Il peut s'agir de produits périmés qui sont reconditionnés et reviennent sur le marché avec de nouvelles dates de péremption. Ou encore de médicaments qui ne contiennent qu'un pourcentage insuffisant de principe actif. « Nombre de pays africains sont concernés par le problème du sous-dosage », regrette Roland Marini Djang'eing'a. En admettant même que les laboratoires compétents aient la possibilité de procéder à une identification des composés des médicaments en question, ils ne disposent généralement pas des moyens techniques

pour en mesurer le dosage. » Soucieux d'éviter tout amalgame, le professeur Hubert tient à préciser que, contrairement à la rumeur, les groupes pharmaceutiques internationaux n'envoient pas des médicaments sous-standard en Afrique.

Autre forme de falsification: des produits présentés soit comme nutriments, soit comme compléments alimentaires, soit comme des fabrications à base de plantes contiennent des molécules actives qui y ont été incorporées. C'est notamment le cas de certains thés amaigrissants ou de thés censés diminuer le diabète. « Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que les premiers fassent effectivement maigrir et que les seconds réduisent le taux de glycémie », déclare le responsable du Laboratoire de chimie analytique de l'ULg.

La contrefaçon médicamenteuse revêt encore bien d'autres visages, dont le nombre nous interdit tout espoir d'accéder à l'exhaustivité. Ainsi, lors du transport entre le port d'expédition et le port de destination, de « vrais médicaments » peuvent être retraités et reconditionnés dans des bateaux-usines. « Le but est alors de réduire la proportion de principe actif présent dans les pilules ou les flacons afin d'en multiplier le nombre », indique Roland Marini Djang'eing'a.

Selon l'*IRACM*, la Chine occupe une place centrale dans la production et le trafic de médicaments. Les autorités chinoises combattent de plus en plus vigoureusement cette criminalité organisée, dont les auteurs peuvent d'ailleurs être condamnés à la peine de mort. Néanmoins, le zèle déployé pour la contrer serait plus affirmé lorsque la fraude est ciblée sur le marché intérieur que lorsqu'elle est axée sur l'exportation. L'Inde est également très impliquée dans la production de faux médicaments, mais il serait naïf d'imaginer que les pays asiatiques en soient les seuls ports d'attache.

Quant à la fabrication proprement dite, elle endosse des habits très variés. Parfois, elle se contente d'une structure très limitée. Par exemple, une bétonneuse et une presse dans un hangar. Habituellement destinée à être commercialisée dans les pays en voie de développement, cette production illicite de caractère rudimentaire doit être distinguée de la véritable contrefaçon à grande

échelle. Celle-ci réclame au contraire des équipements sophistiqués, comme en témoignent les propos de Philippe Hubert: «Il est arrivé que des sociétés

travaillent à certains moments pour des firmes pharmaceutiques bien connues puis, à d'autres, produisent des médicaments falsifiés.» On croit rêver... ■

## Comme des empreintes digitales

**P**our discerner le vrai du faux, l'analyse des médicaments peut faire appel à 2 types de méthodes. Les premières, dites destructives, fournissent les informations les plus «fouillées», mais reposent sur d'onéreux équipements parmi lesquels la spectrométrie de masse ou la résonance magnétique nucléaire - investissement de 500 000 à 1,5 million d'euros. Aussi les laboratoires des pays pauvres ou en développement en sont-ils souvent dépourvus. Et si tant est que certains d'entre eux possèdent quand même de telles installations, il leur est généralement très difficile d'en assurer un usage régulier en raison des coûts de fonctionnement et de maintenance. «Les méthodes destructives sont essentiellement séparatives, dit Éric Ziemons, premier assistant au sein du Laboratoire de chimie analytique de l'ULg. Y recourir nécessite la destruction du médicament qui, une fois sorti de ses emballages secondaire (boîte) et primaire (blister, flacon) sera mis en solution.»

Depuis quelques années, le développement d'outils moins coûteux ou non destructifs - ou les deux - est à l'ordre du jour. Une des techniques utilisées, l'électrophorèse capillaire, demeure une méthode destructive mais est financièrement plus abordable (5). Elle repose sur la création d'un champ électrique faisant migrer les composés d'une substance en fonction de leurs charges et de leurs tailles; la composition du produit étudié est alors révélée via l'obtention d'un électrophérogramme.

Toutefois, c'est sur les méthodes non destructives que se concentrent actuellement les principaux efforts de recherche. Ces techniques sont moins précises que leurs homologues destructives, mais apparaissent comme des outils idéaux de première ligne pour effectuer un tri à moindres frais. Ce qui devrait leur ouvrir les portes des pays pauvres. «Les travaux de développement portent particulièrement sur les méthodes vibrationnelles, qui permettent de recueillir la signature spectrale des molécules», explique Éric Ziemons.

### Des outils de terrain

Dans ce cadre, 2 techniques sont majoritairement utilisées: la spectroscopie proche infrarouge et la spectroscopie Raman. Quels sont leurs avantages ? D'abord, par le biais de la signature spectrale obtenue, sorte d'«empreinte digitale» du médicament, il est possible d'en contrôler la conformité par rapport à l'original. Ensuite, ces techniques étant non destructives, l'échantillon étudié pourra être soumis, le cas échéant, aux méthodes séparatives pour des analyses beaucoup plus pointues.

«Ces méthodes recèlent encore d'autres atouts, souligne Pierre-Yves Sacré. Ainsi, elles sont très rapides - la prise du spectre ne réclame que 15 secondes à 1 minute. Par ailleurs, cette opération peut être réalisée à travers le conditionnement primaire, sauf si ce dernier est opaque. Enfin, le dis-

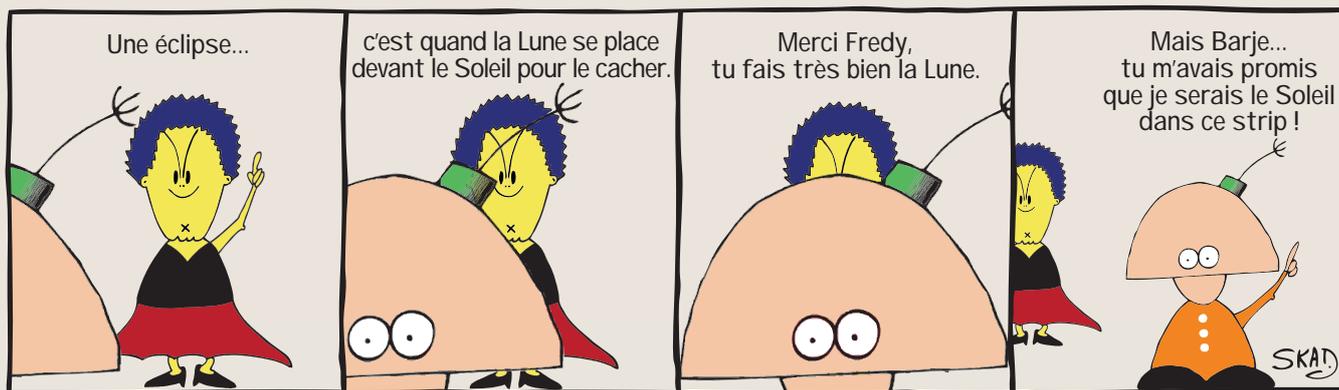
- (1) Mécanisme responsable de la formation de nouveaux vaisseaux sanguins à partir de vaisseaux existants.
- (2) Éric Przyswa, *Contrefaçon des médicaments et organisations criminelles*, IRACM, septembre 2013.
- (3) *Op. cit.* (2).
- (4) National Intellectual Property Rights Coordination Center, *Intellectual Property Rights Violations: A report on Threats to United State Interests at Home and Abroad*, novembre 2011.
- (5) <http://pharmelp.ch/fr/projet-en-republique-democratique-du-congo-2012>.
- (6) En particulier, la spectroscopie moyen infrarouge.

positif est simple d'utilisation, aisément transportable et peu coûteux tant à l'emploi - l'échantillon ne doit pas être préparé - qu'à l'entretien.» Et Éric Ziemons d'ajouter que la spectroscopie vibrationnelle (6) autorise également l'analyse du packaging (contrôle des encres, de la surface de l'emballage, etc.).

Pour Roland Marini Djang'eing'a, les équipements portables (valeur: 20 000 à 40 000 euros) sont des outils de terrain particulièrement bien adaptés à la situation africaine, où de longues distances séparent le site de distribution d'un médicament et les centres de santé. Quant au professeur Hubert, il rappelle que son équipe travaille au développement d'algorithmes destinés à améliorer le traitement de l'information et à la construction d'une «bibliothèque spectrale» renfermant les empreintes des molécules d'origine auxquelles il convient de se référer pour procéder au jeu des comparaisons. Les chercheurs liégeois collaborent en outre avec les autorités du Rwanda et de la République démocratique du Congo à travers l'installation d'appareillages d'analyse dans ces pays et des programmes de formation dispensés aux intervenants en santé locaux.

# LES AVENTURES DE BARJE

©SKAD 2015 - www.barje.be



# Un visage, une identité

**Mon fils, ma mère, Nicolas Sarkozy, Alain Souchon, une voisine... Nous reconnaissons les visages qui nous sont familiers en une fraction de seconde. Mais comment procède notre cerveau ? Appréhende-t-il les visages comme les autres «objets» ? Pour les identifier, recourt-il à leur dissection élément par élément ou les aborde-t-il dans leur globalité ? Et quelles régions cérébrales met-il en œuvre ?**

Texte: **Philippe LAMBERT** • [ph.lambert.ph@skynet.be](mailto:ph.lambert.ph@skynet.be)  
[www.philippe-lambert-journaliste.be](http://www.philippe-lambert-journaliste.be)

Photos: **D. PELLEG/Wiki** (p.25)

**N**ous possédons une habileté particulière à reconnaître les visages, c'est-à-dire à les identifier s'ils nous sont connus. Elle remplit une fonction cardinale dans notre vie sociale, d'autant que chaque faciès constitue une entité dont nous pouvons extraire une myriade d'informations de façon automatique et quasi instantanée - sexe, origine ethnique, âge, émotions, humeur... Mais comment le cerveau procède-t-il pour assurer cette reconnaissance ?

Les visages ne diffèrent les uns des autres que par des détails, notre aptitude à les discriminer avec une grande rapidité met en œuvre des processus très complexes qui mobilisent d'importantes ressources cérébrales. Parmi les questions qui ont tarudé ou taraudent encore les spécialistes (psychologues, neurologues, experts en intelligence artificielle...), celle de l'existence de mécanismes et de régions cérébrales spécifiques du traitement des visages a été très débattue. Ces dernières années, le cas de certains patients prosopagno-

siques a toutefois permis d'éclairer la question d'un jour nouveau.

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

Initialement, les personnes prosopagnosiques étaient réputées toujours éprouver des difficultés à reconnaître également les objets par la voie visuelle, de sorte que l'idée de processus communs à la reconnaissance des objets et des visages a été défendue par certains auteurs. Au cours des dernières années, des cas de prosopagnosie pure ont été décrits.

Certes, ils sont rares, mais il existe bel et bien des patients prosopagnosiques qui ne rencontrent aucune difficulté à identifier les objets. *«Il y a désormais des évidences qui soulignent la présence de déficits propres à la seule reconnaissance des visages»*, indique le professeur Bruno Rossion, maître de recherches du FNRS. En 2008, il précisait toutefois dans le magazine *Cerveau et Psycho* (1): *«Cette observation n'implique pas que des régions cérébrales soient dédiées exclusivement au traitement des visages.»* Il ajoute cependant: *«En revanche, les processus à l'œuvre dans ces régions sont devenus nécessaires pour l'identification des visages et pas pour les autres catégories visuelles, qui sont plus résistantes à la dégradation du système.»*

## ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT ?

C'est au sein de l'Institut de recherche en science psychologique et de l'Institut de neurosciences de l'Université catholique de Louvain (UCL) que Bruno Rossion effectue ses travaux. Passant d'une ques-



gence artificielle, la reconnaissance des visages reposerait sur l'extraction d'informations locales. L'idée est celle du puzzle: le cerveau décomposerait l'image des visages en fragments, puis les assemblerait progressivement en entités de plus en plus importantes reflétant des combinaisons de traits, et ce jusqu'à l'obtention d'une représentation globale. «Un ordinateur peut ainsi discriminer les visages en se basant uniquement sur de l'information locale, pourvu qu'il dispose de toute cette information et puisse reconstituer le "puzzle"», rapporte Bruno Rossion.

L'étude des mouvements oculaires montre par ailleurs que l'individu se trouvant face à un visage focalisera d'abord son attention sur un œil, généralement le droit, puis sur l'autre œil, puis sur la bouche. Dans d'autres recherches, qui font appel à la méthode dite des «bulles», développée à l'Université de Glasgow, les traits d'un visage connu sont masqués à l'exception d'un de ses éléments (un œil, la bouche, le nez, les sourcils...). Les participants à l'expérience reconnaissent-ils les visages qui leur sont présentés ainsi de façon parcellaire ? Lorsqu'on classe les images en fonction des performances des sujets, il apparaît que les yeux sont statistiquement associés aux meilleurs scores. «Nous avons procédé à la même expérience chez des patients prosopagnosiques, dit Bruno Rossion. Contrairement aux sujets normaux, ils utilisent essentiellement la bouche et les contours externes inférieurs pour reconnaître les visages. Il y aurait donc chez eux un déficit dans l'enco-

tion très débattue à une autre, il s'est intéressé à la manière dont le cerveau procède pour identifier un visage: se livre-t-il à une analyse élément par élément ou recourt-il à une approche qualifiée de configurale ou holistique ?

Deux écoles de pensée s'affrontent en la matière. Selon le courant dominant, essentiellement soutenu par les neuroscientifiques et les chercheurs en intelli-

dage et l'utilisation des informations relatives aux yeux.»

Différentes propositions de modélisation ont été élaborées dans le cadre du courant analytique. S'appuyant sur la neuroimagerie fonctionnelle, le modèle de James Haxby, du Dartmouth College, aux États-Unis, est parmi les plus influents. Selon cette approche, une série de régions cérébrales seraient impliquées de façon hiérarchique dans la perception des visages - en particulier, l'occipital face area (OFA) et la fusiform face area (FFA), 2 structures situées dans la partie «ventrale» du cerveau, au niveau de la base occipito-temporale. Des régions antérieures associeraient ensuite l'image ainsi reconstruite élément par élément avec une représentation en mémoire.

## DE DRÔLES DE TÊTES

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

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



Image inversée



Image à l'endroit

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



Une des études concernées tire parti de ce qu'il est convenu d'appeler les images de Mooney, du nom de leur inventeur. De quoi s'agit-il ? Au départ de visages photographiés en noir et blanc, on reconstitue des photos où les pixels gris foncé sont transformés en noir et les pixels gris clair, en blanc. On obtient donc des images binaires. Chaque élément de visage (yeux, bouche, etc.) pris isolément devient non reconnaissable. Si l'on présente à l'envers une image de Mooney réalisée à partir de la photo d'un visage, les participants à l'expérience n'établissent aucun lien avec un faciès humain. En revanche, si la photo leur est soumise à l'endroit, ils y reconnaissent aussitôt un visage, alors que chacun des éléments qui le constituent leur apparaît comme un ensemble de «taches informes». «Expliquer comment le cerveau humain pourrait reconnaître un visage en découpant de telles images en divers éléments est un défi pour les modèles analytiques», affirme Bruno Rossion. *Aucun système d'intelligence artificielle n'est d'ailleurs capable d'opérer cette reconnaissance. Il doit donc exister, au niveau cérébral, une voie de traitement qui permet d'identifier le tout avant les parties.»*

Une autre expérience éloquent met en scène certains tableaux de Giuseppe Arcimboldo (1527-1583), appelés «têtes composées». L'artiste italien assemblait des représentations de végétaux, d'animaux, d'objets divers afin de donner l'illusion de visages. Si ces peintures sont montrées à l'envers, on a peine à y discerner un œil, une bouche ou un nez dans ce qui n'est, en fait, que la queue d'un poisson ou une souris, par exemple. Par contre, si l'on place les tableaux à l'endroit, la perception d'un visage est immé-

diante. «En clair, ce n'est que la configuration globale de l'œuvre qui permet d'accéder à une telle perception», commente Bruno Rossion.

Le chercheur de l'UCL a soumis une patiente souffrant d'une prosopagnosie pure au «test des toiles d'Arcimboldo». Cette dame a réussi immédiatement à distinguer les visages figurés dans ces tableaux. Dès lors, Bruno Rossion avance l'hypothèse que c'est au moment où ils sont appelés à identifier les visages (telle personne) que les patients prosopagnosiques perdraient la faculté de les traiter de façon holistique. Ils se rabattraient alors sur une analyse de leurs éléments constitutifs pris isolément. Parmi ceux-ci, nous l'avons signalé, la bouche occuperait une place prépondérante. Pourquoi ? Parce qu'il s'agit d'un élément relativement isolé au sein du visage, la région des yeux contenant un grand nombre d'informations dont l'appréhension est très dépendante d'une perception holistique.

## LA GRANDE ILLUSION

Aux yeux de notre interlocuteur, une des plus belles démonstrations de la validité de l'hypothèse holistique est l'«illusion des visages composites». Imaginons une série de visages formés de 2 moitiés séparées par une ligne blanche horizontale. Les parties supérieures desdits visages sont toujours les mêmes, contrairement aux parties inférieures. Si l'on demande à des sujets sans prosopagnosie de se concentrer sur les moitiés supérieures, ils les décrirons comme différentes, alors

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

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

L'expérience de l'illusion des visages composites tend en outre à infirmer l'idée véhiculée par le modèle de Haxby selon laquelle il conviendrait, dans la reconnaissance des visages, de dissocier des étapes de perception conduisant à la construction d'une image et des étapes d'association où cette image serait mise en rapport avec une représentation stockée en mémoire afin d'assurer l'identification du visage perçu. «Si un sujet typique non prosopagnosique n'a aucun mal à voir que les moitiés supérieures des visages scindés en 2 par une ligne blanche sont identiques lorsqu'ils lui sont présentés à l'envers, c'est parce que l'être humain ne dispose pas, en mémoire, de représentations d'images inversées», explique Bruno Rossion. *Il semble donc que les images que nous avons mémorisées nous aident à percevoir le monde et que la construction céré-*

## Une affaire de fréquences...

brale d'un visage est une interprétation, qu'elle est imprégnée de connaissances mnésiques.»

### ENTRE DEUX PÔLES

À la suite de travaux en imagerie cérébrale fonctionnelle publiés en 1997, il fut communément admis que la partie moyenne du gyrus fusiforme jouait un rôle crucial dans la reconnaissance des visages. D'où l'appellation qui lui fut accolée: l'aire fusiforme du visage (*fusiform face area - FFA*). Mais que révèlent la plupart des études ? Qu'en fait, il serait erroné de conclure à l'existence d'un centre de la reconnaissance des visages et qu'une lésion cérébrale donnant lieu à une prosopagnosie peut se situer en maints endroits de la partie latérale ventrale du cerveau, vaste territoire allant du pôle occipital au pôle temporal. «*Nous avons notamment étudié 3 patients atteints d'une prosopagnosie pure. Il n'y avait, entre eux, pratiquement aucun recouvrement des lésions. Une de ces personnes présentait des lésions multiples, mais la FFA était intacte*», relate le professeur Rossion.

Des enregistrements de l'activité électrique du cerveau chez des patients épileptiques appareillés d'électrodes à l'occasion de résections chirurgicales ont d'ailleurs confirmé l'existence de réponses sélectives aux visages sur l'ensemble de la voie ventrale du cerveau. «*En stimulant électriquement certaines zones, on peut créer une prosopagnosie transitoire*, indique le chercheur. *Nous l'avons fait dans l'aire occipitale. Quelques mois plus tard, des chercheurs de Stanford, le faisaient dans la FFA.*»

Autre résultat obtenu par l'équipe américaine: chez les droitiers, les prosopagnosies pures ne surviennent qu'en cas de lésion touchant au moins l'hémisphère droit. Ce qui ne signifie pas que l'hémisphère gauche ne pourrait être impliqué, mais qu'il n'est pas critique, sauf chez certains gauchers. ■

(1) Bruno Rossion, La reconnaissance des visages, *Cerveau et Psycho* n° 25, 2008.

**D**epuis 2011, Bruno Rossion et son équipe recourent à la technique des potentiels évoqués visuels suite à une stimulation rapide et à fréquence fixe (*Steady State Visually Evoked Potentials - SSVEPs*) pour identifier de façon objective les régions cérébrales mises en œuvre dans la reconnaissance visuelle des visages. Bien qu'elle n'ait jamais été utilisée auparavant dans cette application, la SSVEPs est relativement ancienne, puisqu'elle fit déjà l'objet d'un article en 1934 dans la revue *Brain*. Quel est son principe fondateur ? Lorsque le cerveau se voit présenter des stimuli visuels de façon périodique, c'est-à-dire à intervalles fixes (par exemple, tous les quarts de seconde), sa réponse se synchronise exactement avec la fréquence de stimulation (4 hertz). «*On peut donc mesurer de façon rapide et objective les réponses spécifiques du cerveau à des images complexes comme des visages*», souligne le professeur Rossion.

Dans un premier temps, les chercheurs de l'UCL demandèrent à des volontaires équipés d'électrodes sur le scalp de regarder un écran sur lequel étaient projetés 3,5 fois par seconde des visages différents ou des visages identiques. Une réponse cérébrale correspondant exactement à la fréquence de stimulation (3,5 hertz) fut enregistrée. Elle se révéla à dominance hémisphérique droite et plus forte pour les visages dissemblables.

Dans une expérience ultérieure, 2 fréquences différentes furent introduites dans la même séquence. En clair, 6 images étaient projetées par seconde, mais avec la modalité particulière qu'un visage était systématiquement présenté après 4 objets. Autrement dit, 2 fréquences avaient été définies: une de 6 hertz (6 images par seconde) et une de 1,2 hertz (1 visage toutes les 5 images). «*Si le cerveau des participants à l'expé-*

*rience opérait une discrimination entre les visages et les objets, il devait manifester un pic à 6 hertz et un autre à 1,2 hertz*, explique Bruno Rossion. *Ce fut le cas. Nous avons obtenu un tel résultat tant chez des enfants de 4 à 6 mois que chez des adultes sains et à l'intérieur du cerveau de patients épileptiques. Chez ces derniers, par exemple, nous avons identifié des réponses sélectives pour les visages dans l'ensemble de la voie ventrale des 2 hémisphères avec dominance droite.*»

Résultat remarquable: au fur et à mesure que l'on progresse le long de la voie ventrale, du pôle occipital vers le pôle temporal, les réponses à 6 hertz diminuent en amplitude et finissent par s'éteindre, tandis que les réponses à 1,2 hertz subsistent. «*Il y a donc une augmentation de sélectivité qui aboutit à des réponses pures pour les visages dans les régions les plus antérieures*», rapporte notre interlocuteur.

Parmi les autres travaux du groupe de Bruno Rossion, une recherche a abouti à la mise en évidence d'une trace objective de la réalité d'une perception visuelle holistique des visages par le cerveau. En effet, lorsqu'on fait osciller sur un écran la partie gauche d'un visage avec une fréquence de 5,88 hertz et la partie droite avec une fréquence de 7,14 hertz, des observateurs volontaires ayant pour consigne de fixer une croix située au centre du visage qui leur est présenté, on enregistre non seulement des réponses cérébrales (pics) à 5,88 et 7,14 hertz, mais aussi à 1,26 hertz (7,14 - 5,88). Sur la base des lois physiques, cette dernière réponse permet de conclure à un phénomène d'intégration des données, d'assemblage des 2 parties du visage par le cerveau. «*D'autant que si l'on écarte ou décale les parties droite à 5,88 hertz et gauche à 7,14 hertz, seuls subsistent des pics correspondant à ces 2 fréquences*», précise encore Bruno Rossion.



# Les nouveaux réseaux sociaux

Texte: **Julie FIARD** • [jfi@easi-ie.com](mailto:jfi@easi-ie.com) • **SALVO PRINCIPATO** • [spr@easi-ie.com](mailto:spr@easi-ie.com)  
<http://www.easi-ie.com> • [http://www.twitter.com/easi\\_ie](http://www.twitter.com/easi_ie)  
<https://www.facebook.com/EASI.expertsduWeb>

Illustration: **Olivier SAIVE**/Cartoonbase

**N**otre monde évolue. Il semble impossible à l'heure actuelle de ne pas voir l'implication du Web et de ses nombreux outils dans notre vie quotidienne. Le développement et l'application de nombreux objets connectés sont là pour nous le prouver. (Voir *Athena* n° 306, pp. 24 à 27: *Web 3.0: les objets connectés*. <http://goo.gl/qhULA4>)

Par principe de causalité, notre vie sociale évolue également et nos rapports sociaux sont bousculés par de nouveaux modes de communication en provenance d'Internet: les réseaux sociaux. Véritable phénomène de société, la progression des réseaux sociaux est impressionnante.

## En quelques chiffres

- Sur une population mondiale de 7,21 milliards de personnes:
  - 1 3,01 milliards ont accès à Internet, soit 42% de la population mondiale totale. Entre 2014 et 2015, ce chiffre a augmenté de 21%.
  - 2 2,078 milliards de personnes utilisent régulièrement les réseaux sociaux. Soit 28% de la population mondiale. En un an, ce chiffre a augmenté de 12%.
- Les réseaux sociaux les plus utilisés: *Facebook* domine et *Whatsapp* est passé dans nos usages communs. Les services asiatiques s'imposent (*QQ*, *Qzone* et *WeChat*).

Source: <http://wearesocial.sg>

Le rapport statistique complet: Digital, Social & Mobile in 2015 - <http://goo.gl/KiWcv9>

## Quelques constats

- Les réseaux sociaux chinois prennent de plus en plus de place sur le marché mondial. Leur communauté en ligne est une des plus actives au monde.
- Les réseaux sociaux évoluent en permanence. Qui sont leurs utilisateurs et quelles sont leurs habitudes ?
  - 1 Les 16-24 ans utilisent *Snapchat* (57%), *Kik* (50%) et *WeChat* (42%).
  - 2 Les réseaux «classiques» *LinkedIn* (24%), *Facebook* (25%) et *Twitter* (28%) sont beaucoup moins utilisés par ce groupe d'âge.
- Que cherchent les utilisateurs des réseaux sociaux ? Par tranche d'âge:
  - 1 16-24 ans: suivre les célébrités, ne rien rater, trouver des contenus divertissants.
  - 2 25-34 ans: partager son quotidien, promouvoir son travail et networker.

- ③ 35-44 ans: promouvoir son travail, networker et suivre l'actualité.
  - ④ 45-54 ans: garder le contact avec ses amis, networker, y être parce que ses amis y sont.
  - ⑤ 55-64 ans: garder le contact avec ses amis, y être parce que ses amis y sont.
- L'évolution du nombre d'utilisateurs des réseaux sociaux en 2014 par rapport à l'année précédente:
    - ① *Pinterest*: +97% de membres actifs.
    - ② *Instagram*: +38%.
    - ③ *Facebook*: -9% du nombre d'utilisateurs actifs.
  - En 2014, les réseaux sociaux et les applications de messagerie qui ont le plus progressé (en terme d'utilisateurs actifs) sont *Snapchat*, *Facebook Messenger*, *Pinterest* et *Instagram*.
  - *YouTube* est le service le plus utilisé par les internautes (82% d'entre eux accèdent à la plate-forme chaque mois), alors que c'est *Facebook* qui détient le plus grand nombre de membres (81% des internautes) et d'utilisateurs actifs (42%).

Source: [www.globalwebindex.net](http://www.globalwebindex.net)

Télécharger le rapport statistique complet: <http://goo.gl/vdfNB1>

## À LA RENCONTRE DES NOUVEAUX RÉSEAUX SOCIAUX

Même sans en être membre et utilisateur, personne ne peut ignorer l'omniprésence sur la toile de *Facebook* et *Twitter*. Pionniers, ils règnent en maître sur le marché des réseaux sociaux.

Cependant, il est intéressant de constater qu'aujourd'hui, de nouvelles tendances émergent et tirent profit de la toute puissance de ces grands réseaux, en utilisant leurs points forts et en les développant au maximum de leurs capacités.

Leur objectif étant de répondre toujours plus efficacement et intuitivement

aux besoins de leurs utilisateurs. Cela reflète la tendance vers des formes plus diversifiées de mise en réseau ainsi que la hausse continue des plate-formes sociales plus petites.

### ▶▶ INSTAGRAM

*Instagram* est une application dite mobile (disponible tout d'abord pour les appareils, smartphones et tablettes utilisant *iOS* et développée ensuite pour *Android*). Elle est désormais accessible sur le web.

#### À quoi ça sert ?

Partager publiquement des photos, et depuis peu, des vidéos. L'application est gratuite et sans publicité.

*Instagram* permet de suivre des photographes amateurs ou professionnels, de classer et de choisir par thème les comptes que l'on souhaite consulter et suivre.

L'application permet également de citer un utilisateur ou un compte en utilisant les référents @ et #, comme sur *Twitter* et la plupart des réseaux sociaux. Il est possible également d'utiliser la géolocalisation d'une publication.

L'application permet de commenter les photos de tout le réseau. Pour utiliser *Instagram*, mieux vaut au préalable se familiariser avec les #, ce que l'on appelle les *hashtags*, employés par les utilisateurs comme mots-clés afin de commenter leurs photos.

Consulter la liste des *hashtags* les plus populaires sur *Instagram*:

<http://top-hashtags.com/instagram/>

#### Comment ça marche ?

Liée directement à l'appareil photo de votre smartphone, *Instagram* propose de nombreuses utilisations possibles.

Tout d'abord, les nombreux filtres proposés permettent d'optimiser les photos que vous souhaitez partager sur le réseau. Le filtre «rétro» a d'ores et déjà séduit de nombreux utilisateurs, ainsi que le format carré des photos qui rappelle le format *polaroid*, apprécié par les puristes de la photographie.

Le partage des photos se fait de façon intuitive et permet de diffuser votre

photo sur d'autres réseaux en simultané comme *Facebook* ou *Twitter*.

*Instagram* appartient à *Facebook*, qui en a fait l'acquisition en 2012. Il est donc extrêmement simple de créer un compte *Instagram* à partir de son compte *Facebook*.

Il est très facile de trouver des amis à «suivre» ou pour être «suivi» grâce aux contacts de son téléphone ou de son compte *Facebook*.

#### Les points d'attention

*Instagram* est un service d'échange, quelques précautions d'usage s'appliquent: pas de contenus choquants, pas de photos d'amis postées sans leur consentement, et pas de photos d'enfants sans le consentement des 2 parents.

*Instagram* est également un service largement ouvert au public, donc attention à ne pas divulguer n'importe quoi à n'importe qui. Il est de rigueur de penser aux restrictions de partage.

#### Quelques chiffres

Chaque jour, 55 millions de photos s'échangent sur *Instagram*, 75 millions d'utilisateurs y sont actifs quotidiennement et 150 millions mensuellement.

Lien : <https://instagram.com/>

Installer l'application depuis un appareil *iOS*: <http://goo.gl/V5Oogk>

Installer l'application depuis un appareil *Android*: <http://goo.gl/emnw9>

### ▶▶ PINTEREST

*Pinterest* est un réseau social qui sert à épinglez des éléments que nous trouvons intéressants (épinglez: *to pin* - intérêt: *interest* ▶ *Pinterest*).

Cela permet de créer des tableaux sur lesquels nous épinglez des informations, regroupées sous une même thématique.

Ces tableaux, assimilés à des tableaux sur lesquels on épingle des informations que l'on souhaite conserver, permettent de retrouver de l'information sur un thème précis: un clic sur une image nous mène au site web d'où l'image est extraite.

### À quoi ça sert ?

*Pinterest* permet de rassembler en un seul endroit toutes les images que vous appréciez et que vous découvrez sur le web. Ce réseau social vous permet également de créer des thématiques à conserver pour plus tard, qu'il s'agisse de recettes de cuisine, d'idées déco, de voyages de rêve ou d'une liste de cadeaux pour Noël, etc...

### Comment ça marche ?

Comme sur chaque réseau social, il faut avant tout se créer un compte utilisateur. Une fois cette étape effectuée, *Pinterest* vous permet d'épingler des images issues du web et de constituer des «boards» (des tableaux thématiques) sur votre profil.

*Pinterest* vous permet de suivre vos passions et de vous «promener» au cœur du réseau et des innombrables «boards» qui s'y trouvent, cueillir les épingles et les mettre dans votre profil.

Vous pouvez aimer les images, les commenter et découvrir les sites ou les blogs d'où elles sont issues.

### Les points d'attention

*Pinterest* est un réseau social collaboratif, comme vous l'aurez compris, les épingles des autres utilisateurs peuvent vous intéresser, et il vous est possible de les épingler à votre tour.

Comme sur tous les réseaux sociaux et sur le web en général, vous devez faire attention au contenu que vous diffusez. Même si vous utilisez un contenu déjà en ligne, assurez-vous que vous avez le droit de le faire.

### Quelques chiffres

70 millions d'utilisateurs actifs quotidiennement. Parmi ceux-ci, 2/3 sont des femmes ! *Pinterest* exerce également un fort pouvoir en terme de consommation: 80% des utilisateurs ont été influencés par *Pinterest* dans leur acte d'achat et 36% ont acheté après avoir épinglé un contenu !

Lien: [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

### ▶▶ WECHAT

*WeChat* est une application gratuite créée en 2011 par *Tencent*, l'un des



acteurs principaux d'Internet en Chine. Ce réseau permet d'envoyer de courts messages, ainsi que des photos à vos amis, adresser des notes vocales, dialoguer par vidéo ou téléphoner.

### À quoi ça sert ?

Plus qu'un outil de communication, *WeChat* permet de relier les personnes entre elles «physiquement». En effet, outre les fonctions de communication déjà évoquées, le réseau social chinois propose des fonctions telles que «détecter un ami», «personnes à proximité» ou «agiter pour rencontrer un ami» qui vous permettront, en fonction de votre géolocalisation, de détecter les personnes de votre réseau proche de vous et ainsi dépasser le cadre virtuel (si vous le souhaitez).

*WeChat* propose aussi des fonctions de bureautique, talkie-walkie en groupe et de paiement en ligne (uniquement en Chine pour le moment).

### Comment ça marche ?

*WeChat* est une application gratuite «tout-en-un». Son utilisation simple et ludique permet de se connecter à tout moment avec d'autres utilisateurs que ce soit par sms, mms, appels vocaux ou appels vidéo. *WeChat* permet également de partager des photos et des jeux.

### Les points d'attention

Comme sur tous les réseaux sociaux, il est recommandé de ne pas divulguer trop d'informations privées sur *WeChat*.

N'oubliez jamais que «si c'est gratuit, c'est que vous êtes le produit» !

Le réseau social propose aussi des comptes aux professionnels. Vos données servent donc de critères afin de diffuser de la publicité.

Le plagiat est également une pratique courante sur *WeChat*. La direction du réseau social a promis de lutter contre cette pratique et cherche à identifier les plagiaires.

### Quelques chiffres

*WeChat* compte 468 millions d'utilisateurs. 280 millions d'entre eux se connectent 10 fois par jour à l'application. Son utilisation ne se réduit pas à la Chine. 140 millions des personnes inscrites sont actives hors Chine.

Il s'agit d'un réseau social utilisé principalement par les jeunes. En effet, 45,4% des utilisateurs ont entre 18 et 25 ans et 40,8% ont entre 25 et 35 ans.

Lien : [www.wechat.com](http://www.wechat.com)

Installer l'application depuis un appareil

iOS: <http://goo.gl/skkhev>

Installer l'application depuis un appareil

Android: <http://goo.gl/J1Cl6i>

### ▶▶ WHATSAPP

*WhatsApp* est une application de messagerie instantanée pour smartphone. Se présentant comme une alternative aux sms et mms, elle permet d'échanger avec ses contacts des messages textes, audio ou vidéo ainsi que des images.

### À quoi ça sert ?

Comme les autres messageries instantanées, *WhatsApp* permet d'envoyer un message, texte ou vocal, à un ou plusieurs destinataire(s) également présent sur le réseau.

### Comment ça marche ?

*WhatsApp* est une application neutre qui s'adapte à tous types de smartphone, ce qui explique son succès.

Relativement bon marché (gratuite la 1<sup>e</sup> année, 0,99€/an par la suite) et conviviale, l'application outre les fonctions de messagerie permet la création de groupes de discussion ainsi que l'échange de pièces jointes sans limitation de taille.

*WhatsApp* est généralement qualifiée par ses utilisateurs d'application à mi-chemin entre l'e-mail et le sms.

### Les points d'attention

Même si rien ne permet de le prouver formellement, certains observateurs affirment que *WhatsApp* viole la vie privée de l'utilisateur. En cause, la synchronisation des contacts du smartphone sur l'application.

*WhatsApp* conserverait, en toute illégalité, les numéros de téléphone figurant dans votre répertoire et qui ne sont pas utilisateurs de l'application.

### Quelques chiffres

*WhatsApp* possède 450 millions d'utilisateurs mensuels dont 70% actifs quotidiennement.

Chaque jour, plus d'un million de personnes ouvrent un compte et environ 10 milliards de messages transitent par la plate-forme mobile !

Lien : [www.whatsapp.com](http://www.whatsapp.com)

Installer l'application depuis un appareil iOS: <http://goo.gl/tnoK9>

Installer l'application depuis un appareil Android: <http://goo.gl/5NMkZ>

## ►► SNAPCHAT

*SnapChat* est une application de messagerie éphémère. Elle permet d'envoyer des photos et vidéos qui s'autodétruisent au bout de quelques secondes.

### À quoi ça sert ?

*SnapChat* est principalement utilisée pour communiquer avec son réseau via l'envoi d'images ou de vidéos qui ont une durée de vie limitée de quelques secondes (entre 1 et 10 secondes en fonction du choix de l'utilisateur).

*SnapChat* permet également de discuter en live avec d'autres utilisateurs connectés via la fonction «caméra».

### Comment ça marche ?

Après votre inscription sur le réseau, vous avez la possibilité de partager une photo, une vidéo ou un message avec un autre utilisateur de *SnapChat* et de déterminer le temps de consultation de ce message que vous octroyez à votre correspondant.

Cette personne dispose alors de 30 jours pour visionner votre envoi. Dès l'ouverture du fichier, le compte à rebours s'enclenche et le fichier s'autodétruit après le laps de temps choisi préalablement.

L'utilisateur peut aussi créer une «story» (une histoire) via la juxtaposition de photos et de vidéos. Toujours sur le même principe de durée limitée, cette «story» restera disponible pendant 24h.

L'application permet également d'appliquer des filtres de couleurs ou de dessiner des images, d'ajouter des données personnelles telles que l'heure ou la température ainsi que la géolocalisation.

### Les points d'attention

Le caractère éphémère de *SnapChat* incite souvent les utilisateurs à s'échan-

ger des images ou des vidéos à caractère érotique. Cela se fait souvent sans crainte car l'expéditeur sait que son message s'autodétruit rapidement. C'est sans penser à la possibilité de capture d'écran que peut réaliser le destinataire du message...

Les exemples sont nombreux où de jeunes gens ont vu leurs messages sensés être éphémères, se transformer en bombe à retardement sur le web...

### Quelques chiffres

*SnapChat* compte 70 millions de membres qui s'échangent quotidiennement 700 millions de «snaps».

Les utilisateurs sont assez jeunes. L'âge moyen est de 18 ans.

Lien: [www.snapchat.com](http://www.snapchat.com)

Installer l'application depuis un appareil iOS: <http://goo.gl/vC8SIU>

Installer l'application depuis un appareil Android: <http://goo.gl/nUIB4R>

Les utilisateurs de réseaux sociaux passent en moyenne 2 heures par jour sur les réseaux qu'ils fréquentent. Le nombre de réseaux sociaux disponibles sur le Web ne cesse d'augmenter, il est difficile aujourd'hui de savoir combien il en existe. Nous ne pouvons que constater que nos habitudes sociales et celles de nos enfants, sont de plus en plus imprégnées par les outils numériques. ■



# Drones:

## la grande invasion

*Encore peu connue, souvent redoutée, l'utilisation des drones dans tous les secteurs de la vie courante et de l'industrie ouvre des perspectives inédites. Des constructeurs aux opérateurs, la filière est en plein essor. L'invasion a d'ailleurs déjà commencé...*

Texte: **Paul DEVUYST**

Photos: **M. LIMA**/Flickr (p.32), **R. BOLTE** (p.34), **A. MOMONT** (p.34)

**O**n ne saurait reprocher à ces machines volantes de ne pas avoir de mémoire, d'avoir oublié, par exemple, que leur ancêtre fut peut-être un...cerf-volant ! En Chine, au 4<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ, les exemplaires produits par Gongshu Pan avaient la forme d'oiseaux: ils pouvaient voler pendant 3 jours et étaient capables d'effectuer des acrobaties. Au cours de la période de règne Taiqing (547 à 549 après J.-C.), les armées de l'empereur Wudi des Liang du Sud s'en seraient servi pour effrayer et mettre en déroute leurs ennemis. Beaucoup plus proche de nous, au 19<sup>e</sup> siècle, ce sont les montgolfières qui endossèrent ce rôle. Les Autrichiens se servirent de ballons pour bombarder Venise, hors de portée de leur artillerie du fait des lagunes. Le vent et un système de retardement électrique permettaient de larguer des explosifs sans intervention humaine.

Si lors de la Première Guerre mondiale, des ballons furent régulièrement utilisés pour photographier les lignes ennemies, les grands pays aéronautiques (Alle-

magne, Grande-Bretagne, France et États-Unis) se dotèrent d'avions sans pilote et télécommandés par TSF. L'idée tomba dans l'oubli jusqu'à ce qu'en 1923, le premier drone au sens moderne du terme fut mis au point par l'ingénieur français Maurice Percheron et le capitaine, Max Boucher. Ensemble, ils réussirent à faire voler un avion sans pilote, radiocommandé, sur une distance de 180 km !

Toutes ces initiatives restèrent toutefois confidentielles et il faudra attendre la Guerre du Vietnam (1959-1975) pour les voir utilisées à grande échelle. Leur emploi militaire s'est généralisé depuis la guerre israélo-arabe du Kippour et on peut dire qu'au cours de celle du Golfe (1991), ils complétèrent efficacement le renseignement d'origine spatiale.

### LES RETOMBÉES CIVILES

Grâce à la miniaturisation de l'électronique, les drones n'ont plus que pour seules limites leur capacité de charge

transportée (comprise entre 10% et 50% de leur poids) et leur autonomie de batterie. Un petit turboréacteur ou un mini-moteur à piston à essence ont permis aux plus massifs d'entre eux de passer d'une autonomie d'une vingtaine de minutes à plusieurs heures. La rotation de leurs hélices leur permet de faire du surplace et d'immortaliser, au moyen d'une petite caméra ou d'une lentille photographique, une scène de la vie courante ou un objectif précis.

Sous la poussée de leurs utilisations militaires et au fur et à mesure que les technologies, informatiques notamment, progressent, les drones sont devenus des plates-formes précieuses au point qu'aujourd'hui, les activités des drones civils sont devenues foisonnantes. Rien ou presque rien, des activités les plus utiles aux plus improbables, sans oublier les plus problématiques, n'échappe à ces objets volants manipulés par des professionnels mais aussi, de plus en plus, par des amateurs.



## ET DANS L'INDUSTRIE ?

On les attendait partout et ils y sont... Un drone a par exemple volé récemment au-dessus de l'immense site industriel d'*Arcelor Mittal*, à Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône, France). Le petit appareil, muni de 8 hélices, a ainsi pu tranquillement virevolter dans les airs et tourner à proximité des hauts-fourneaux. Sa mission: expertiser, à l'aide d'une caméra infrarouge, l'état des cheminées et des conduits d'évacuation des fumées et vérifier l'absence de point chaud au niveau du blindage de certains équipements. En moins de 10 minutes, une opération qui nécessitait auparavant une journée entière de travail et une équipe de 3 personnes encordées a été réalisée. Et les responsables envisagent d'employer, dans quelques mois, un drone équipé d'un capteur 3D pour calculer les imposants stocks de minerais de fer et de charbon du site. Faire crapahuter une semaine durant 2 géomètres sur ces montagnes mouvantes pour effectuer ce relevé, il n'en sera bientôt plus question ! Le drone apporte de la sécurité, génère des économies et offre une grande souplesse d'utilisation,

autant d'arguments qui éveillent de plus en plus l'intérêt des industriels...

Au-delà du coup de bluff médiatique d'*Amazon* avec son projet de livraison de colis par drones à la fin de l'année 2013, idée reprise peu de temps après par *Google* d'abord, *DHL* ensuite, c'est dans l'industrie qu'ils se répandent désormais. Bardés de capteurs, ils surveillent les sites, détectent les fuites, inspectent l'état des installations, calculent des volumes de matière, établissent des relevés topographiques en 3D, le tout sans interrompre l'exploitation industrielle...

Ces robots à tout faire séduisent par leurs capacités et laissent rêveur quant à leur potentiel: il y a ceux qui expérimentent les drones et le font savoir, pour l'observation de lignes électriques ou l'inspection de son réseau de voies ferrées, de telle ou telle construction ou des lieux difficiles d'accès (le viaduc de Millau ou des barrages par exemple); et il y a ceux qui opèrent en toute discrétion. Quid du secteur nucléaire, où les drones pourraient logiquement remplacer l'homme lors d'interventions délicates ? Il y a quelques mois, un drone

a été utilisé en France sur un chantier de plus de 200 km pour la construction d'une des lignes de chemin de fer à grande vitesse. Cela a permis de démontrer que l'appareil peut fournir une maquette numérique du terrain en 3D au fur et à mesure des changements de configuration, aider au déplacement des véhicules et réduire leurs temps de parcours, calculer les volumes de terre déplacés, etc... Le mariage parfait entre les nouvelles technologies offertes par les drones et le travail plus classique des pelleteuses, tracteurs et tombereaux.

## ÉLARGIR LE NET

Les hommes d'affaire sont eux aussi séduits et tentés par ces nouveaux engins, Mark Zuckerberg, le jeune patron de *Facebook*, le premier. Son objectif: utiliser des drones «atmosphériques» pour fournir un accès à Internet aux populations qui en sont encore dépourvues. Volant à une altitude d'environ 20 km au-dessus du niveau de la mer, mais toujours dans l'atmosphère, ils pourraient remplir les mêmes mis-

## Drone, objet volant identifié

Un drone (ou un UAV, c'est-à-dire Unmanned Air Vehicle) est un aéronef inhabité, piloté à distance par télécommande ou par smartphone, semi-autonome ou autonome, susceptible d'emporter différentes charges utiles le rendant capable d'effectuer des tâches spécifiques pendant une durée de vol pouvant varier en fonction de ses capacités... en toute illégalité ! En anglais «drone» désigne aussi un faux-bourdon (mâle de l'abeille). Ce nom a probablement été donné du fait d'une ressemblance physique, du son produit par l'animal ou encore peut-être avec, dans l'esprit, le mot «droïde».

Engins volants de taille généralement réduite, moins chers et plus simples à mettre en œuvre qu'un avion (puisque ils ne nécessitent pas la présence à bord d'un être humain), ils sont également plus discrets et leur perte n'est pas aussi lourde de conséquences que celle d'un appareil complet et de son pilote. Leurs tailles sont variées (de quelques centimètres à plusieurs mètres) tout comme leurs formes ou leurs types de propulsion: certains sont équipés de réacteurs, d'hélices, d'autres de rotors à l'instar des hélicoptères. Leurs prix varient



entre quelques centaines et quelques milliers d'euros, il suffit de consulter Internet pour s'en faire une idée plus précise.

On parle de drone, mais il serait cependant plus exact de parler de «système de drone» car s'il y a bien le ou les appareils aériens, il y a aussi une ou plusieurs stations de commande au sol et les liaisons de données (commandes et observations) entre l'engin et le sol.

Grâce aux drones, les agriculteurs ont une visualisation plus fine de l'état de leurs exploitations. Ils sont déjà en mesure de détecter la croissance des mauvaises herbes ou la présence de parasites, cartographier les parcelles, mesurer les niveaux de chlorophylle ou de stress hydrique... L'agriculteur peut alors, grâce à ces nombreuses données, définir les zones à risque, mieux adapter les doses d'additifs, estimer les rendements, définir le meilleur moment pour la récolte... Bref, optimiser ses cultures.



sions qu'un satellite classique (surveillance, cartographie, communications...) tout en étant beaucoup moins onéreux. Ces drones seraient propulsés à l'énergie photovoltaïque fournie par de larges panneaux solaires placés sur leurs ailes. Ils pourraient ainsi voler pendant 5 ans sans avoir besoin d'atterrir ou d'être ravitaillés.

À terme, Facebook projetterait de déployer une constellation de 11 000 drones au-dessus des régions encore privées d'Internet, notamment en Afrique. Équipé de relais télécoms, chaque appareil pourrait fournir une connexion dans un rayon de 30 km. Plus le réseau sera dense et plus la couverture sera puissante. La société devra cependant encore au préalable obtenir l'accord des autorités américaines (ce qui n'est pas près d'être acquis) pour la phase ascendante car une fois leur altitude de croisière atteinte, les appareils voleraient assez haut pour échapper aux réglementations actuellement en vigueur.

### APPEL À UN «AMI»

Au début des années 1980, le scandale des «avions renifleurs» (1) avait fait grand bruit. Aujourd'hui, grâce aux nouvelles technologies, cette supercherie pourrait connaître un nouveau rebondissement. En effet, des capteurs embarqués sur les drones permettent de caractériser des roches et de mesurer des fuites d'hydrocarbures. Les technologies d'imagerie aéroportée, au moyen de radars, de lasers et de capteurs infrarouges étaient inimaginables à l'époque. L'idée aujourd'hui est de caractériser les roches à la surface

des sols, qu'il y ait ou non de la végétation. À l'aide de lasers embarqués, il est aujourd'hui possible de déterminer les espèces chimiques à la surface des océans car la signature spectrale d'une molécule de méthane, de gaz carbonique ou de sulfure d'hydrogène est bien spécifique. Dans un second temps, selon les résultats obtenus, il sera possible de caractériser des kilomètres carrés à la surface du sol en quelques heures, la résolution pouvant atteindre jusqu'à 50 cm<sup>2</sup> au sol à 3 000 m d'altitude et d'envisager une exploitation ou non...

Autre application, plus axée sur les citoyens, le «drone ambulance». Il faut savoir que chaque année dans l'Union européenne, 800 000 personnes sont victimes d'un arrêt cardiaque dont seuls 8% survivent, faute d'une intervention médicale suffisamment rapide. Partant de ce triste constat, un étudiant de l'Université technologique de Delft (Pays-Bas) a mis au point, en collaboration avec l'Université de Gand, un drone-ambulance doté d'un défibrillateur cardiaque et capable de livrer ce précieux appareil dans un rayon de 12 km en un délai record d'une minute (voir photo ci-dessus).

Connecté au service d'urgence, le drone est en mesure de localiser le patient en détresse grâce au signal transmis par son GSM. Capable de voler à une vitesse proche des 100 km/h et de transporter une charge de 4 kg, l'engin est équipé d'une liaison audio et vidéo permettant à l'opérateur téléphonique de donner des instructions à la personne appelée à utiliser le défibrillateur.

Le concepteur admet que des améliorations doivent encore être apportées, notamment au niveau de son système



## Drone: objet à réaction... violente !

d'évitement d'obstacles, et que son invention n'a encore jamais été testée en situation réelle. Néanmoins, cet appareil suscite l'intérêt du monde médical et pourrait s'imposer dans les prochaines années si... le cadre législatif belge autorise le vol autonome de drones.

D'autre part, le *Florida Keys Mosquito Control District* (États-Unis) envisage d'utiliser des drones pour aider à détruire des nids de moustiques responsables de la grippe tropicale, plus connue sous le nom de «dengue». Ces moustiques «*Aedes aegypti*» constituent une véritable plaie dans une région touristique phare de Floride et les autorités américaines ont décidé d'utiliser un petit drone d'1 kg à peine, long de 75 cm et capable de voler à 60 m du sol pendant plus d'1 h. Avec sa caméra thermique, il pourra ainsi non seulement observer les moustiques dans les mangroves, identifier les poches d'eau où ils pondent leurs œufs, mais aussi détruire les nids avant l'éclosion des larves.

### L'ŒIL DU SCIENTIFIQUE

Le drone est une technologie qui, aujourd'hui, peut faciliter le travail des agriculteurs. Volant à une altitude comprise entre 20 et 150 m, doté d'un GPS et d'une caméra capable d'afficher des images haute résolution, il permet à son usager d'évaluer notamment l'indice de végétation, le niveau de chlorophylle, l'indice hydrique, la croissance des mauvaises herbes ou l'état parasitaire des cultures. Autant d'éléments qui permettent à l'exploitant agricole de prendre la bonne décision, notamment de réduire l'utilisation des herbicides, pour obtenir une production maximale.

Et comme on n'arrête pas le progrès, il existe maintenant des drones capables d'aller sur l'eau pour établir des analyses précises de sa qualité et quantité disponible. Cette avancée technologique permettra en outre au drone de s'adapter à un maximum d'usages dans le cadre de missions de lutte contre les pollutions diffuses et la restauration des milieux aquatiques.

D'autre part, l'Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech recourt à des drones pour cartographier les forêts wallonnes. C'est ainsi que cette opération; qui était

**S**i la couverture d'événements par des drones est un secteur en pleine expansion, il convient cependant d'être prudent. En effet, en octobre dernier, un drone a survolé un match de football opposant la Serbie à l'Albanie. Mais quelle mouche a piqué l'instigateur de cette opération en déployant soudain sous l'engin un grand drapeau albanais ? Probablement l'envie d'aller provoquer l'adversaire. Faut-il s'en étonner, les Serbes ont pris la dite mouche et réagi violemment. Un pugilat général s'en est suivi. Le match de foot a été interrompu et le propriétaire de l'engin volant identifié et arrêté.

**On comprend que des mesures s'imposent pour que tels incidents ne se reproduisent plus car si le drone devenait l'accessoire du parfait supporter, les matchs de foot seraient (encore) beaucoup plus tendus.**

réalisée tous les 3 ans à partir de photos aériennes avec une résolution de 25 cm, l'est actuellement par drones avec une résolution descendue à 5 à 10 cm. Cette précision vise non seulement à mesurer la hauteur des arbres mais aussi à reconnaître les différentes essences forestières, 2 éléments précieux pour le gestionnaire forestier.

Les scientifiques de Gembloux se sont également intéressés à la faune sauvage en République Démocratique du Congo, dont la situation est préoccupante suite à la recrudescence du braconnage et aux conflits armés qui s'y déroulent. Habituellement, le suivi de la faune était réalisé à l'aide d'inventaires pédestres et aériens. L'utilisation de drones civils présente l'avantage d'un coût plus faible, une logistique facile et un minimum de risque pour les opérateurs.

### ALORS, FEU VERT ?

L'utilisation des drones civils pour les applications commerciales, agricoles, scientifiques, industrielles et de loisir est en plein essor. Cependant, si toute nouvelle technologie est porteuse de progrès, son usage comporte également de nouveaux risques qu'il s'agit d'anticiper au moyen de réponses opérationnelles, juridiques et techniques. Et c'est là que le bât blesse. Alors que la Commission européenne mise sur la création de 150 000 emplois d'ici à 2050, que le marché mondial pourrait dépasser les 9 milliards d'euros en 2023, que des projets

de recherche et développement voient constamment le jour et que les ventes sont en constante progression dans notre pays, l'utilisation de drones à des fins privées ou commerciales reste à ce jour strictement illégale en Belgique, hormis sur un terrain d'aéromodélisme ! L'État fédéral (Ministère de la mobilité) promet un arrêté royal afin d'encadrer l'usage des drones civils dans notre pays. Il devrait enfin voir le jour d'ici quelques mois. ■

(1) La société française Elf Aquitaine avait à l'époque financé pour un milliard de francs français une technologie farfelue pour renifler du pétrole.

### Pour en savoir plus:

- Un encadré complémentaire sur l'arrêté royal est disponible sur la version tablette
- <http://www.flying-cam.com>
- L'Association professionnelle des exploitants de drones (BeUAS): [www.beuas.be](http://www.beuas.be)
- À l'Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech (Philippe Lejeune): [www.orbi.ulg.ac.be](http://www.orbi.ulg.ac.be)

# Phosphore - Phosphate quelle différence ?

Le «porteur de lumière» fut en 1669 le premier élément isolé depuis l'Antiquité, mais c'est aussi un élément primordial de la vie sur Terre: ADN, ATP, membranes en contiennent. De symbole chimique P, il se situe sous l'azote au sein du 5<sup>e</sup> groupe du tableau périodique

Texte : José BONTEMPS • [jbontemps@alumni.ulg.ac.be](mailto:jbontemps@alumni.ulg.ac.be)

Photos : S. RITTER/Wiki (p.36), Exclusive on Freepik (p.37)

C'est à Hennig Brand, alchimiste de Hambourg, que l'on doit cette découverte lumineuse. Tout occupé à la recherche de la pierre philosophale, ou à l'art de convertir les métaux vils ou imparfaits en or et en argent, Brand s'était imaginé qu'en ajoutant de l'extrait d'urine aux métaux dont il voulait opérer la transmutation, il réussirait plus sûrement dans son entreprise. Mais au lieu d'obtenir ce qu'il cherchait avec tant d'ardeur, il obtint un corps nouveau, lumineux par lui-même, brûlant avec une énergie sans exemple: c'était le phosphore. Il semble toutefois que l'arabe Alchid Bechil aurait identifié cet élément dès le 12<sup>e</sup> siècle. Un siècle après Brand, le suédois Johan Gottlieb Gahn en fit la découverte dans les os, par un procédé toujours d'application.

Le mot «phosphore» vient du grec *phosphoros* qui signifie «porteur de lumière», en lien avec le phosphore blanc qui, en présence d'oxygène, éclaire dans le noir

(phénomène de chimioluminescence). Le phosphore blanc émet une lueur verdâtre parce qu'il s'oxyde lentement à l'air: il y a donc lieu de le conserver dans l'eau.

Le phosphore se présente sous différentes formes: blanc, rouge ou noir, notamment. Si le phosphore blanc est inflammable et toxique, le rouge ne l'est pas, ce qui a permis le développement de l'industrie des allumettes et son usage en pyrotechnie (voir encart p.37).

## PHOSPHORE OU PHOSPHATE ?

Il faut savoir cependant que le phosphore n'existe pas à l'état natif, mais se rencontre surtout sous forme de phosphates, soit des composés contenant du phosphore ou des sels de l'acide phosphorique. Jusqu'aux années 1850, la cendre d'os était la source principale de phosphore. Actuellement, on l'extrait

dans d'immenses carrières à ciel ouvert sous la forme d'apatite ou de phosphorite. Les gisements exploitables se concentrent en peu d'endroits: au Maroc (plus du tiers des réserves mondiales), en Chine (un peu plus du quart des réserves mondiales), en Afrique du Sud et aux États-Unis.

Sous la forme d'ion phosphate  $\text{PO}_4^{3-}$ , il joue un rôle majeur dans l'ADN où il fait partie de l'ossature de cette macromolécule présente dans le



**ADN:** signifie acide désoxyribonucléique, qui constitue la molécule support de l'information génétique héréditaire. L'ADN est formé de deux brins complémentaires enroulés en hélice (double hélice). Dans chaque brin, on trouve des liaisons «phosphodiester»

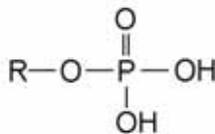
**ATP:** L'adénosine-5'-triphosphate est la molécule qui, dans la biochimie de tous les organismes vivants connus, fournit par hydrolyse l'énergie nécessaire aux réactions chimiques du métabolisme.

## ABC de la pyrotechnie

cœur de chacune de nos cellules. Celles-ci emploient l'adénosine triphosphate (ATP) comme source d'énergie. Les phospholipides sont avec les protéines les composants structuraux des membranes cellulaires, assurant ainsi leur isolement de leur environnement immédiat. Le pH, ou niveau d'acidité, au sein de nos cellules est maintenu constant grâce à un «tampon» phosphate ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$  avec  $\text{pK}=7,21$ ). Et n'oublions pas que l'apatite se rencontre dans les os et les dents, ce qui correspond à près de 90% des 700 g de phosphore présents chez un adulte !

Un des principaux composés du phosphore est l'acide phosphorique,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , que l'on retrouve dans une célèbre boisson gazeuse (additif alimentaire). Si l'on fait réagir cet acide avec une base, telle  $\text{NaOH}$ , on obtient ce que le chimiste appelle de façon générique un «sel». Dans ce cas, il s'agit de «phosphates», dont la structure chimique est la suivante:

Formule générale  
comportant  
les atomes:



$\text{H}=\text{hydrogène}$ ,  
 $\text{O}=\text{oxygène}$ ,  $\text{P}=\text{phosphore}$   
et  $\text{R}=\text{H}$  ou un autre élément tel que  
 $\text{Na}$  (sodium),  $\text{K}$  (potassium),  
 $\text{Ca}$  (calcium) ou  $\text{Mg}$  (magnésium).

Cette structure montre que l'atome de phosphore est «généreux»: il peut interagir avec 4 autres atomes. C'est un élément chimique de «construction» de molécules, comme le carbone. Lorsque  $\text{R}=\text{H}$ , il s'agit de l'acide phosphorique,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , un triacide, puisque porteur de 3 atomes d'hydrogène H. À partir de là, on peut préparer une série de sels, en remplaçant («substituant», dit le chimiste) un ou plusieurs H par du sodium (H), potassium (K), calcium (Ca) ou magnésium (Mg) par exemple.

### LES PHOSPHATES AU QUOTIDIEN

On trouve les acides phosphoriques et sels dérivés dans de très nombreux produits que nous utilisons chaque jour:

- dans les engrais utilisés en agriculture et horticulture: on peut lire

Les premiers feux d'artifice étaient réalisés grâce à la poudre noire, découverte par les Chinois au 7<sup>e</sup> siècle et rapportée en Europe au 13<sup>e</sup> siècle par Marco Polo. Il s'agissait d'un mélange de soufre, de carbone et de nitrate de potassium. Mais les feux d'artifice manquaient de couleurs... enfin, jusqu'au 19<sup>e</sup> siècle en tous cas.

Actuellement, le mélange pyrotechnique doit produire une propulsion avec des effets de forme (cascade, soleil, chandelle, comète,...), du son (explosion, sifflement,...) et un spectacle haut en couleurs. On incorpore donc des colorants de flamme, substances qui, portées à haute température par la combustion du mélange pyrotechnique, émettent de la lumière colorée par incandescence et par émission atomique ou moléculaire.

### DEUX (PYRO)TECHNIQUES :

**L'incandescence:** lorsque des particules métalliques sont portées à plus de 3 000 °C, l'incandescence est d'un blanc éblouissant. Si on veut voir des gerbes de longues étincelles plutôt que des éclairs, il faut alors utiliser de plus grosses particules métalliques, qui restent chaudes plus longtemps que les petites et dont la combustion se poursuivra dans l'oxygène de l'air. Selon le composé, la chaleur dégagée lors de la combustion est plus ou moins élevée; on observe alors des étincelles plus ou moins éblouissantes dont les couleurs varient avec la température des particules incandescentes: rouge (avec le carbone) pour une température d'environ 800 °C, puis orange (avec le fer) vers 1 000 °C, jaune vers 1 500 °C, blanc (avec l'aluminium) à partir de 3 000 °C et blanc bleuté (avec le magnésium et le zinc) pour les températures plus hautes. Plus la température est élevée et plus les couleurs émises s'étalent du rouge vers le violet de manière continue.

**L'émission atomique ou moléculaire:** en ajoutant des sels de sodium, on crée la couleur jaune. Les sels de cuivre sont à l'origine d'une couleur bleue, les composés du baryum d'une couleur verte. Les composés du strontium donnent une couleur rouge et les composés du potassium une couleur mauve.

Outre les spectacles de feux d'artifice, la pyrotechnie fournit d'excellents moyens de signalisation ou d'éclairage, particulièrement la nuit. Cependant, les applications pyrotechniques militaires les plus importantes sont les fumées et les écrans de fumées...

- «NPK» sur l'emballage de ces produits où N=azote, P=phosphore et K=potassium;
- dans de nombreux composés organophosphorés tels que pesticides et herbicides. L'exemple le plus célèbre est celui du glyphosate, composé actif du RoundUp;
- des cartouches de polyphosphates sont utilisées pour l'abaissement de la dureté des eaux;
- Divers sels de phosphates, dont  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (E339), sont utilisés dans l'alimentation (poissons, viandes, pâtisserie, fromage fondu) comme régulateur d'acidité, séquestrant, émulsifiant, agent de texture, stabilisant, agent de rétention d'eau et d'humidité;
- dans le traitement des métaux (phosphatation), produits réfractaires, biomatériaux ,etc.

En Wallonie, à Engis (Province de Liège), l'entreprise PRAYON, est leader mondial dans le secteur des phosphates. Leur gamme de produits est très étendue. Généralement peu connus du grand public, les produits commercialisés sont principalement utilisés comme matières premières dans la fabrication des produits finis. Leurs propriétés leur permettent d'être recherchés pour le développement d'applications très diverses, qui font partie intégrante de notre vie quotidienne (<http://www.prayon.com>). ■



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

Photos: **P. TSCHOPP, PhD**/Harvard Medical School, Department of Genetics (p.40), **N. ROGERS** (p.41), [fr.forwallpaper.com](http://fr.forwallpaper.com) (p.41)

*Il y a beaucoup de questions qu'on se pose (ou pas) et qui restent sans réponse. On pense alors que «c'est comme ça». Si nous en restons parfois là, d'autres cherchent des réponses pour nous... et finissent souvent par trouver ! Par exemple, pourquoi les animaux mangent-ils leurs petits ? L'homosexualité est-elle oui ou non génétique ? Ou encore, pourquoi le serpent a-t-il 2 pénis ? Encore fallait-il le savoir...*

## Infanticides: fonction sociale ?

L'observation de la vie sauvage est intéressante à plus d'un titre et nombreux sont ceux qui savent s'extasier devant les comportements innés de ces espèces dont, à bien des égards parfois, l'homme pourrait s'inspirer. Ombre au tableau: la prédation. Il existe en effet des rapports de force qui permettent souvent aux forts, parfois seuls mais le plus souvent en groupe, de s'attaquer aux plus faibles pour assurer leur subsistance. Même si les images sont souvent cruelles, on peut se faire une raison: la survie des uns est gagnée à la faveur de la consommation des autres. Dans ce registre, les humains se positionnent résolument au rang des prédateurs. Il existe pourtant une autre ombre dans le registre du comportement animal: l'infanticide.

L'évolution l'a heureusement gommé de nos habitudes, mais on en retrouve les manifestations chez de nombreuses espèces de mammifères. En substance, il s'agit de la consommation de jeunes par des adultes du même groupe social. Cette façon de faire interpelle depuis longtemps et on commence à mieux en saisir la raison, ainsi que les stratégies mises en œuvre par les femelles pour assurer la protection de leurs jeunes. Ces événements se passent dans des communautés structurées où des mâles, plus dominants, assurent l'essentiel de la reproduction. Surviennent des jeunes qui veulent à leur tour apporter leur écot (1) à l'avenir du groupe. Ils peuvent bien entendu tenter d'y arriver en se confrontant en combats singuliers et cruels à leurs aînés jusque-là dominants et avec un peu de chance,

mettre à mal leur suprématie et les remplacer. L'autre méthode consiste à tuer des jeunes. Cette stratégie ne fonctionne toutefois que si l'espèce connaît plusieurs périodes de chaleurs annuelles. Dans l'alternative, la mère, privée de jeune(s), ne les nourrit plus et ne produit donc plus d'ocytocine non plus, l'hormone de la lactation. Or, celle-ci joue un rôle de frein sur le retour à une vie sexuelle cyclique. Sans cette ocytocine, la femelle revient donc en chaleurs, ce qui permet au jeune mâle de saisir l'aubaine et de pourvoir à son tour à la progéniture.

Perçu à travers le filtre de sentiments humains, l'attitude apparaît odieuse, le tueur étant aussi celui qui profite le plus directement de son crime. Mais les femelles de nombreuses espèces l'ont bien compris et ont trouvé une parade: la polyandrie. En d'autres termes, elles s'offrent à plusieurs mâles et pas uniquement au seul dominant. Résultat: il règne ensuite une confusion dans la filiation, chacun des partenaires mâles pouvant revendiquer la paternité des jeunes ! Du coup, ceux-ci ont de bonnes chances d'avoir la vie sauve, les pères épargnant leurs propres rejetons; y compris dans le doute. On se gardera bien d'effectuer le moindre parallèle avec ce qui pourrait se passer dans notre propre espèce... ■

► Science 2014; 346: 841-844

(1) Quote-part d'un convive pour un repas à frais communs

# Un gène de l'homosexualité ?

Il y a une vingtaine d'années que cette Arlésienne fait régulièrement surface: il y aurait une prédisposition génétique à l'homosexualité, au moins masculine. Un des premiers à avoir avancé cette éventualité est un chercheur américain qui, sur base d'une série de cas - jugée *a posteriori* trop faible - a rapporté l'existence d'une modification identifiée sur le chromosome X, et retrouvée de façon significative chez des homosexuels de façon exclusive. Cette découverte, ainsi que la polémique qui l'a accompagnée, a fait long feu et risque encore de se poursuivre puisqu'après de nombreuses études démontrant que cette prédisposition n'existait pas, une autre, récente et portant cette fois sur 409 fratries d'homosexuels, vient confirmer la première. On ne peut donc plus évoquer une série trop faible. Cette étude identifie, elle aussi, un «marqueur» sur le bras long du X - le chromosome lié au sexe féminin - en position Xq28. Un autre marqueur serait également présent sur le chromosome 8.

Ce ne sont pas les seuls travaux qui ont permis la mise en évidence de «quelque chose» qui puisse prédisposer ceux qui en sont les porteurs à avoir spontanément une attirance pour les personnes de leur sexe. Simon LeVay, un physiologiste britannique lui-même homosexuel, a quant à lui identifié des différences dans la taille d'un «noyau» cellulaire de l'hypothalamus, appelé INAH3; celui des hommes homosexuels affectant une taille 2 fois plus faible que celui des hétéros, le mettant à égalité avec celui de la femme. L'hypothalamus, faut-il le rappeler, est l'intégrateur cérébral qui commande en particulier les différentes fonctions endocrines (hormonales) du corps et notamment, celles qui régulent les organes sexuels. Le lien fonctionnel semblait s'imposer de lui-même. Mais rien ne prouve que cette «anomalie» (ou particularité ?) soit une cause plutôt qu'une conséquence. Rien ne prouve non plus qu'elle soit génétique, et donc transmissible. Il existe peut-être un état complexe qui intègre une prédisposition génétique, des modifications fonctionnelles et un contexte familial et affectif qui, ensemble, entraînent l'attraction pour des individus du même sexe. On

ne peut nier une réalité traduite dans les chiffres: les hommes homosexuels se déclarent le plus souvent «nés comme ça» et généralement mal dans leur peau. D'où, en particulier, un taux de suicide 4 fois supérieur à ce qu'il est dans la population générale.

Que ce soit pour les hommes ou pour les femmes, l'homosexualité concernerait 10% des individus. C'est considérable et cela ne date pas d'hier. Tous et toutes ne se reconnaissent pas forcément comme tels, en raison du contexte socio-familial qui est le leur. Existe-t-il par ailleurs une recrudescence comme d'aucuns tendent à le soutenir ? Cela reste à voir, mais cela signifierait notamment qu'un facteur «environnemental» pourrait en être responsable. L'effet de perturbateurs endocriniens, par exemple ? Rien encore ne



le dit. Dans tous les cas, il semble que les facteurs prédisposants soient plus complexes que ce que certains discours réducteurs laisseraient entendre. Et quoi qu'il arrive, cela n'empêche en aucun cas le respect. ■

► *Science* 2014; 346

## BIOZOOM



**M**i-souris, mi-kangourou, l'*Euchoreutes naso* est une gerboise vivant en Asie centrale. Ce drôle de petit animal nocturne et insectivore pèse à peine une quarantaine de grammes pour environ 7 à 9 cm. Tout en disproportions, ses pieds sont très larges (pour lui permettre de sauter plus facilement), sa queue est jusqu'à 3 fois plus longue que son corps et ses oreilles sont 3 fois plus longues que sa tête. Ce qui lui vaut le surnom de «Mickey mouse du désert».

**Pourquoi  
les serpents  
ont-ils 2 pénis  
alors que  
les mammifères  
n'en ont qu'1 ?**

La question n'est sans doute pas fondamentale pour notre survie, mais tire son origine de l'embryologie des espèces. Des biologistes avisés ont eu l'idée d'étudier le problème et viennent d'en fournir la réponse. À un stade de développement précoce, les 2 groupes taxonomiques n'ont essentiellement, dans la partie postérieure du corps, qu'un cloaque qui devient, chez les mammifères, la partie distale du tube digestif. C'est de cette zone que doivent émerger le ou les pénis, mais aussi les pattes postérieures. Les mammifères prennent évolutivement cette dernière option, tandis que les serpents, qui n'ont pas de pattes du tout, se retrouvent avec... 2 pénis !

C'est donc une simple question de positionnement cellulaire à un stade embryologique précoce. À quelques largeurs de cellules près, nous pourrions être dans un cas de figure identique. Cet effet de positionnement qui fait la différence entre les structures anatomiques de groupes différents, c'est ce que les spécialistes appellent de l'homologie profonde. Reste à voir ici ce qui est le plus intéressant: avoir 2 pattes arrières (2 jambes) ou 2 pénis ? ■

► Science 2014; 346: 680



## Microbiome et poids: la voie indirecte

Il est maintenant bien établi que la composition du microbiome intestinal - l'ensemble des bactéries qui peuplent nos voies digestives - est en étroite relation avec notre propension à être plutôt mince ou en surpoids, voire obèse. Nous ne sommes pas des victimes de notre microflore hébergée pour autant: le type et la quantité de nourriture ingérée est un agent puissant de sélection des germes présents. Même si la microflore y contribue, on ne devient pas gros ou obèse sans raison.

Il reste une question qui, depuis un certain temps, taraude les spécialistes: la génétique propre à chaque individu influe-t-elle, elle aussi, sur la composition de cette communauté microbienne ? Même s'il ne semble pas y avoir de lien immédiat entre la façon dont le métabolisme d'un individu est génétiquement réglé et ce qu'il a intégré dans son tube digestif, on a établi des liens familiaux - et donc génétiques - avec la communauté microbienne hébergée, en dépit de conditions alimentaires et «environnementales» différentes. Une étude vient d'être menée à ce propos afin d'apporter des éléments de réponse. Elle a porté sur un peu plus de 1 000 individus, dont 141 paires de vrais jumeaux, 245 paires de «faux» et 173 témoins isolés. Au total, 322 sujets étaient en surpoids et 183, obèses.

Une approche spécifique a été menée sur des prélèvements fécaux et 9 600 espèces distinctes de microorganismes ont pu être identifiées. Toutes faisaient partie de communautés multiples, bien entendu, mais dans des proportions différentes, en rapport avec l'alimentation et l'environnement dans son acception la plus large. Et ce n'est pas tout: on a aussi noté une étroite

corrélation dans la microflore issue du tube digestif des vrais jumeaux comparée à celle des témoins ou faux jumeaux. C'est donc qu'il pourrait y avoir un lien significatif entre le génome d'un individu et sa microflore intestinale ainsi, en fonction des implications métaboliques de cette dernière, qu'un lien - très indirect cette fois - entre la génétique d'un individu et son éventuel état de surpoids ou d'obésité.

À titre de confirmation, les chercheurs ont isolé les bactéries des différents groupes et les ont inoculées à des souris préalablement débarrassées de leur propre microflore. Les résultats ont confirmé ce qui était observé chez les humains: la microflore d'obèses rend les souris dans le même état et inversement. On a également compliqué les choses en ajoutant à la microflore d'obèses des bactéries assez rares, caractéristiques d'individus minces (du groupe des *Christensenellaceae*). Résultat: les souris sont restées minces.

Ce qui ressort de tout ça est que le rapport de l'humain avec son poids est complexe et multiple et dépend surtout de son alimentation, en quantité et qualité. Il est aussi fonction de la part d'énergie qu'il dépense, l'excédent étant stocké. Mais la composition de la flore intestinale a sa part de responsabilité tout comme le génome de chacun. Quelle part prend chaque élément dans l'ensemble ? C'est sans doute ce qui reste à définir. On a également pu identifier des germes qui semblent favoriser une moindre résorption énergétique. Va-t-on pouvoir s'en servir comme remède pour faire perdre du poids ? ■

► Science 2014; 346: 687



## Qu'arrive-t-il donc aux rennes ?

**S'**il nous est un peu étranger, le renne est l'animal de trait du grand Nord. En plus de tirer le traîneau du Père Noël, comme chacun sait, il constitue une ressource économique importante dans cette partie du globe; mais qui tend à s'épuiser, si on en juge à la mortalité importante. On note en effet la disparition de quelques milliers de têtes chaque année. Jusque-là, tout le monde est d'accord avec le constat. C'est après que les avis divergent.

Pour les éleveurs, les responsables sont sans aucun doute le lynx et le loup, 2 prédateurs naturels du renne. Problème: ils ont été tellement chassés qu'ils sont aujourd'hui protégés. Pour les écologistes, les prédateurs n'y sont pour rien; la réduction des populations tiendrait tout simplement à une surpopulation. Rien que dans le Finnmark, la région la plus septentrionale de la Norvège, l'effectif serait de 180 000 têtes; c'est trop. Or, il faut s'en souvenir, la végétation est plutôt limitée et la neige sait se montrer persistante. L'effet - statistiquement mesuré - de cette surpopulation serait 2 fois plus important que celui de la pré-

datation par le lynx et 20 fois supérieur à ce qu'on doit au loup.

Cette thèse est bien entendu contestée, en particulier par les éleveurs qui préfèrent y voir une prédation naturelle. La raison ? Une intervention financière de l'État dans ce cas de figure. Et pas un peu; en 2011, les éleveurs auraient reçu

l'équivalent de 11 millions de dollars de dédommagement. Du coup, le lynx et le loup se montrent peut-être «virtuellement» plus carnassiers qu'ils ne le sont vraiment. La polémique est en tout cas ouverte. Mais, il faut le reconnaître, elle nous concerne assez peu ! ■

► *Science* 2014; 346: 685



## Des abeilles et des fleurs

**R**égulièrement, on nous rappelle que des populations d'abeilles sont en déclin. Des causes sont connues; elles tiennent à un parasite - le varroa - ou à l'usage de pesticides. Mais il en existe peut-être d'autres, au même titre qu'il existe d'autres abeilles que celles qui, en colonies, nous fabriquent ce miel qui nous enchante.

Des entomologistes néerlandais ont voulu en savoir davantage à ce sujet et se sont mis à collecter les grains de pollens accrochés aux pattes de spécimens de 57 espèces, conservés dans les collections de musées. Ils ont déterminé l'espèce florale dont ces grains étaient issus, puis comparé la diversité spécifique des espèces végétales identifiées en prenant d'une part des insectes capturés avant les années 50 et d'autres, fraîchement prélevés dans la nature. Ils l'ont ensuite confrontée à la densité évaluée



des populations de l'hyménoptère, pour chacune des 57 espèces concernées.

Les résultats sont apparemment sans appel: si certaines d'entre elles sont en net déclin, c'est peut-être surtout en raison de la disparition progressive de certaines fleurs sauvages, victimes de l'intensification de l'agriculture. C'est particulièrement net, semble-t-il, pour les insectes les plus gros.

Notre regard souvent peu avisé nous permet de constater qu'il reste pourtant des fleurs en suffisance dans les campagnes. Mais c'est oublier que les abeilles, autant que les humains, peuvent avoir des goûts et préférences qui leur sont propres. ■

► *Nature* 2014; 516: 10

# De l'importance de la masse du **neutron**

*Grâce à l'utilisation d'ordinateurs parmi les plus puissants au monde, on vient de calculer la masse du neutron avec une précision inégalée. De quoi mieux comprendre ce qui se passe au niveau des quarks. Et confirmer pourquoi notre univers est... ce qu'il est*

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

Photos : **A. Horvath**/Wiki (p.43)

**C**e qui intéressait les physiciens, notamment du Centre de Physique théorique de Marseille, qui ont réalisé ces calculs dont les résultats viennent d'être publiés dans *Science* (1), c'était certes de calculer avec le plus de précision possible la masse du neutron, mais plus encore la différence de masse entre neutron et proton. L'occasion de rappeler pourquoi la masse est une grandeur qui préoccupe autant les physiciens.

Intuitivement, la masse est ce qui s'oppose à la mise en mouvement d'un objet. Plus celui-ci est massif, plus grande est la force qu'il faudra exercer pour le faire bouger. Bref, il vous faudra fournir davantage d'énergie. Cette équivalence entre masse et énergie d'un corps au repos a été magistralement mise en équation par Einstein en 1905 dans sa célèbre formule  $E=mc^2$ . D'où l'habitude prise dans le monde de la physique des particules d'exprimer

la masse sous forme d'énergie, à savoir en électronvolt (eV), énergie cinétique acquise par un électron accéléré par une différence de potentiel d'un volt. Tout aussi intuitivement, on se dit aussi que la masse totale d'un objet est la somme des masses de ses constituants. C'est vrai à notre échelle, mais cela ne l'est plus à celle des atomes. Ainsi, pour les atomes, il faut tenir compte des énergies correspondant aux mouvements internes du système. C'est pour cette raison que, par exemple, la masse de l'atome d'hydrogène (un proton et un électron) n'est pas égale à la somme des masses du proton et de l'électron. En fait,  $m_H = m_p + m_e - \text{énergie de liaison}$ . Autrement dit, la masse du tout est ici inférieure à la somme des masses de ses composantes. Et cela a une conséquence extraordinaire: cet état d'énergie minimale assure la stabilité de l'ensemble ! On s'en doute: la différence de masse (énergie) entre le tout et la somme des parties est minime (13,6 eV dans le cas de l'hydrogène). Pourtant, cela suffit

pour produire toute l'énergie libérée lors des réactions chimiques (par exemple une explosion). Si l'on «descend» dans la structure de la matière, le phénomène s'amplifie: la masse d'un noyau n'est pas égale à la somme des masses des neutrons et des protons qui le composent. Mais cette fois, la différence est plus nette: pour le deutérium par exemple (un proton + un neutron) il faut soustraire cette fois 2,2 MeV. Continuons la descente et venons-en aux protons et neutrons eux-mêmes dont on sait qu'ils sont constitués de trois quarks. Pour les protons, il s'agit de deux quarks *u* et un quark *d* dont la masse respective a été estimée à 3 et 6 MeV, soit un total de 12 MeV pour le proton. Or, les calculs et les expérimentations donnent aux protons une masse de... 938 MeV. Autrement dit, dans ce cas-ci, la masse des composants ne représente qu'un peu plus de 1% de la masse de l'ensemble ! D'où provient alors l'essentiel de la masse du proton ? Les 3 quarks du proton sont liés entre eux par l'interaction forte qui

s'exerce par l'intermédiaire des gluons... qui sont eux-mêmes de masse nulle ! C'est donc l'énergie mise en œuvre dans les interactions qui constitue l'essentiel de la masse du proton. Interactions qui peuvent être des échanges de gluons entre quarks mais aussi des transformations éphémères de gluons.

### AB INITIO

Les interactions fortes sont décrites dans une théorie que l'on appelle la chromodynamique quantique selon laquelle, en simplifiant beaucoup, les quarks possèdent une propriété nommée couleur (bleue, verte ou rouge) analogue à la charge électrique de la force électrostatique. Une analogie qui se marque dans les équations qui formalisent cette théorie à ceci près que ce sont des équations non linéaires, atrocement difficiles à résoudre (au contraire de celles de l'électromagnétisme). Cependant, en 2008, la même équipe de chercheurs que celle qui signe l'article sur le neutron aujourd'hui, avait réussi cet exploit par divers artifices mathématiques et en avait dérivé la masse du proton. Cette méthode, appelée *ab initio*, s'est considérablement développée ces dernières années, particulièrement en Europe qui s'est fait une spécialité de ces prouesses mathématiques. Il s'agit de calculer des propriétés (par exemple d'un atome, d'une molécule) à partir des lois physiques de base. Ainsi, si l'on veut calculer les propriétés d'un matériau, on part de celles des atomes qui le constituent, des lois de l'électrodynamique, etc. Cela permet de constituer des modèles théoriques auxquels on applique alors

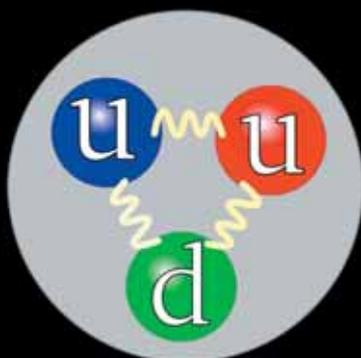
diverses contraintes (par exemple, on place le modèle théorique dans un champ électrique pour en déduire son comportement). Cette avancée considérable n'a été possible que grâce à l'accroissement de la puissance de calcul des ordinateurs et la réduction du coût d'utilisation de telles machines. Dans la foulée, les chercheurs avaient appliqué leur méthode au calcul de la masse du neutron et à celle d'autres particules de type hadron («notre» matière).

### UNE DIFFÉRENCE CAPITALE

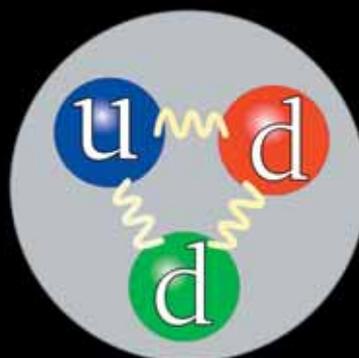
Ce qu'ils viennent de réaliser aujourd'hui est un peu différent puisqu'il s'agit de tenter d'expliquer la différence de masse entre proton et neutron. Des expériences ont montré depuis longtemps que le neutron (lui aussi composé de 3 quarks, mais cette fois un quark **u** et deux quarks **d**) est un peu plus massif que le proton. Normal pourrait-on penser: 2 quarks **d** et 1 **u** sont plus massifs que 2 **u** et 1 **d** comme on l'a vu plus haut ! Hélas, cela ne suffit pas: dans la masse du proton, il y a une composante énergétique provenant du champ électrique créé par lui (c'est une particule positive) et qu'on ne retrouve évidemment pas dans le neutron puisqu'il n'a pas de champ électrique associé. Tout dépend donc de l'importance relative de ces 2 effets. C'est le calcul de cette pondération qui vient d'être réalisé avec précision. Si les calculs de 2008 étaient déjà très compliqués, ceux-ci le furent encore bien davantage puisqu'il a cette fois fallu tenir compte aussi de l'énergie du champ électrique, donc combiner la chromodynamique

quantique à l'électrodynamique quantique, négligée jusqu'à présent. Et disposer de supercalculateurs capables d'effectuer plusieurs millions de milliards d'opérations par seconde. Le résultat très précis donne une différence de masse entre le neutron et le proton de 0,14% de la masse du neutron. Cette valeur et la précision avec laquelle elle a été atteinte confirment (mais encore fallait-il y arriver...) les modèles cosmologiques. Dans les premiers moments de l'univers, en effet, bien des choses se sont jouées sur cette différence de masse. Selon les cosmologistes, si cette différence avait été bien plus petite (moins de 0,05% de la masse du neutron), les protons se seraient transformés en neutrons. Pour une différence comprise entre 0,05 et 0,14%, la quantité d'hélium produite dans les premières minutes après le *Big Bang* aurait été bien plus importante, au détriment de l'hydrogène (que seraient alors les étoiles ?). Au-delà de 0,14%, les neutrons se seraient sans doute tous désintégrés... Bref, en dehors de cette valeur de 0,14% calculée aujourd'hui avec une précision inégalée, notre univers ne ressemblerait en rien à ce qu'il est aujourd'hui ! ■

(1) *Ab initio calculation of the neutron-proton mass difference*, Sz. Borsanyi et al. *Science* 27 March 2015: Vol. 347 no. 6229 pp. 1452-1455. DOI: 10.1126/science.1257050



Proton



Neutron

Le dessin ci-contre est une interprétation très schématique du neutron et du proton.

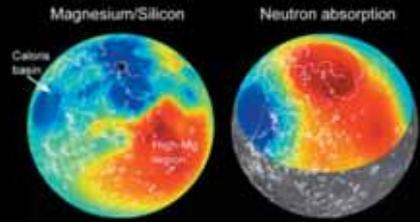
Contrairement à l'électron, ceux-ci ne sont pas des particules élémentaires puisqu'ils sont composés de quarks, particules considérées, elles, comme élémentaires. Comme on le voit sur le schéma, proton et neutron sont tous deux composés de 3 quarks: 2 **u** et 1 **d** pour le proton, 1 **u** et 2 **d** pour le neutron.

Le schéma attribue également des «couleurs» à ces quarks qui, en chromodynamique quantique, sont un peu l'équivalent des charges électriques de la force électrostatique.

Il représente aussi les interactions qui ont lieu entre ces quarks par l'intermédiaire des gluons. C'est de celles-ci que provient l'essentiel de la masse du proton et du neutron et non de la somme de masses des quarks !

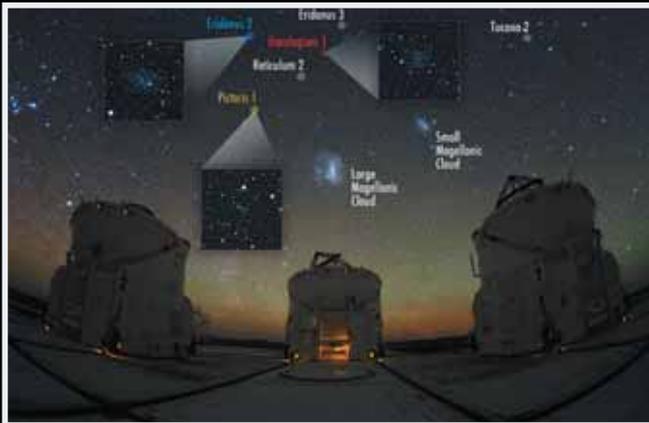
# À la Une du Cosmos

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



La mission Messenger, après 4 000 tours autour de Mercure, va bientôt s'arrêter. En attendant, elle nous fournit de nouvelles cartes de la composition de Mercure, plus précises, ainsi que de nouvelles images détaillées de la surface («trous», cratères, «scars»,...).

Photo: Messenger

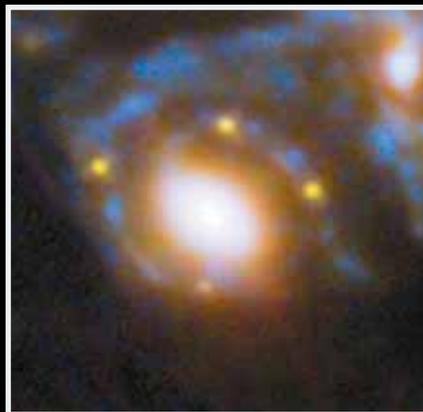


Notre Galaxie, la Voie Lactée, est accompagnée de galaxies naines satellites - on vient d'en dénicher de nouvelles grâce aux données du Dark Energy Survey. Toutes semblent avoir été associées aux Nuages de Magellan dans le passé et, plus étrange encore, certaines semblent associées à une source de rayons gamma !

Photo: IoA/Carnegie

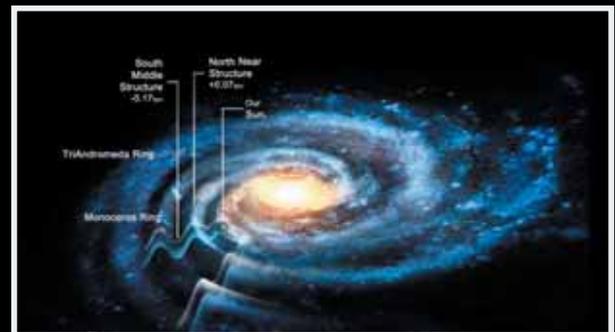
1,2,3... Comptons ensemble ce mois-ci: découvertes d'une deuxième planète avec 4 «soleils», d'un deuxième astéroïde avec anneaux, et de 4 images d'une même supernova, dues à un effet de lentille gravitationnelle.

Photo: HST



La Voie Lactée semble présenter des ondulations de son plan, d'origine encore inconnue (conséquences du passage d'une galaxie naine à travers le disque galactique ?).

Photo: D. Berry (vue d'artiste)

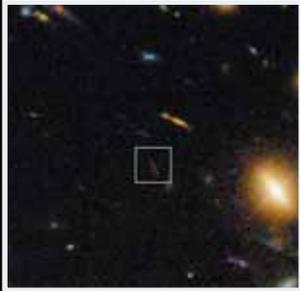


Aurores en tout genre !  
Celles de Ganymède (ci-contre), lune de Jupiter, indiquent la présence d'un grand océan salé sous la surface.  
Celles de Mars, repérées par la sonde MAVEN, atteignent des altitudes très basses, ce qui exige la présence d'électrons très énergétiques.  
Celles de Jupiter, enfin, présentent de grands sursauts d'intensité qui seraient plutôt dus à des interactions satellite-planète plutôt qu'à l'activité solaire.

Photo: HST

Retour de l'idée de l'océan martien: il aurait recouvert une proportion de Mars plus grande que l'Océan Arctique sur Terre.

Photo: ESO (vue d'artiste)



ALMA a déniché de grande quantités de poussière dans une galaxie lointaine. Vu la distance, on voit A1689-zD1 (c'est son nom) telle qu'elle était 700 millions d'années seulement après le Big Bang: cela montre que les éléments lourds et les poussières se sont formés très tôt dans l'Univers.

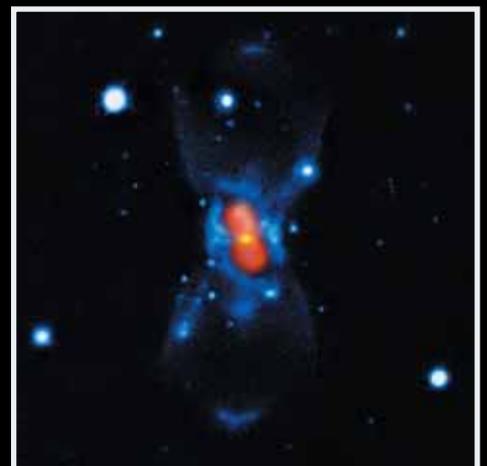
Photo: ESO



À gauche: La Lune mise en lumière ce mois-ci, avec plusieurs nouveaux résultats ! Le rover chinois révèle une histoire plus complexe que prévu, et un volcanisme plus varié qu'on ne le pensait. En plus, une nouvelle méthode de cartographie montre que les débris du volcan lunaire Compton-Belkovichs sont retombés sur une surface beaucoup plus grande qu'on le croyait. Pour suivre, on a retrouvé le cratère créé suite à un impact repéré par un «flash» en 2013. Enfin, de nouveaux modèles et essais en labo permettent de reconstruire les événements lors de la naissance de la Lune : pluie de fer sur Terre suivies de phases lunaires ultra-rapides. Photo: LRO • À droite: Le centre de notre Voie Lactée, et les gros amas non loin, constituent des environnements plutôt difficiles (ex. gravité intense empêchant le gaz de se concentrer pour le premier, rayonnement UV intense donc destructeur pour le second). Pourtant, on vient d'y découvrir des étoiles en formation, avec des disques protoplanétaires qui résistent malgré les conditions extrêmes... Photo: HST/Spitzer

La sonde Cassini avait découvert des geysers sur Encelade, une lune de Saturne. Elle vient de trouver aussi des signes d'activité hydrothermale ressemblant à celle des profondeurs des océans terrestres. Cette découverte renforce l'idée d'habitabilité des mondes glacés.

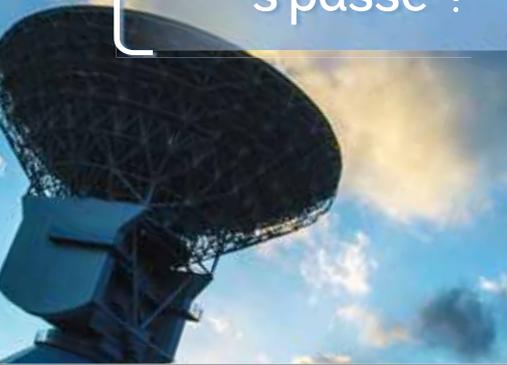
Photo: ESA (vue d'artiste)



Une augmentation de lumière repérée en 1670 dans la constellation du Petit Renard serait le fruit d'une collision entre deux étoiles.

Photo: ESO

## Qu'est-ce qui s'y passe ?



Texte: Théo PIRARD

Photo: SES/Airbus D&S

**L**e business de l'espace passe principalement par les satellites géostationnaires de télécommunications et de télévision. Savez-vous que la moitié de leur chiffre d'affaires dans le monde est réalisé en Europe avec les opérateurs privés que sont SES (Luxembourg), Eutelsat (France), Hispasat (Espagne), Inmarsat et Avanti (Royaume-Uni) ou Telenor (Norvège) ? Ensemble, ils mettent en œuvre quelque 120 satellites sur une cinquantaine de positions «fixes» à 35 800 km à l'aplomb de l'équateur.

Ces relais sur cet anneau géostationnaire contribuent à l'essor planétaire - au sol, sur mer et dans les airs - des services numériques sous l'impulsion du GAFA (Google avec You Tube, Apple, Facebook et Amazon). Ce quatuor, né dans la Silicon Valley (Californie), a, avec sa variété de plates-formes, accaparé notre quotidien, au point que de nous rendre dépendants de leurs multiples applications. Avec, à la clé, de substantiels bénéfices qui échappent au fisc... dans les états membres de l'Union.

## Quel rôle a le satellite dans l'exploration des ressources médiatiques à l'échelle globale ?

Les plates-formes numériques sont de plus en plus gourmandes quant au débit des données et envahissantes afin d'atteindre l'audience la plus large possible. Le satellite leur offre l'atout de réagir rapidement à une forte demande de capacité et d'atteindre avec une couverture efficace des zones très étendues et difficiles d'accès à l'échelle des continents et des océans. Ses inconvénients sont la durée de vie qui est de 15 à 20 années, les bandes limitées de fréquences, les emplacements restreints sur l'orbite géostationnaire. Tout opérateur de satellites doit passer par une instance gouvernementale pour réserver des bandes de fréquences et pour disposer de places au-dessus de nos têtes. Une enquête de bon voisinage, dite «*commodo et incommodo*», est menée au niveau des états sous les auspices de l'UIT (Union Internationale des Télécommunications). C'est elle qui délivre le permis d'exploiter le système d'un ou de satellites.

## Y a-t-il suffisamment d'espace et de capacité pour faire face à l'actuelle prolifération des satellites ?

C'est le problème à gérer au niveau mondial. Aujourd'hui, les opérateurs qui ont des satellites en place depuis le siècle dernier sont confrontés au délicat problème de leur extension sur de nouveaux marchés. Il y a un manque d'espace et un encombrement des fréquences. Surtout que de nouveaux états se manifestent pour avoir leur part du gâteau. Ainsi vont sur l'Europe apparaître le Turkménistan (via la Principauté de Monaco), le Bélarus, la Bulgarie... Des procédures de rachat - comme Eutelsat Americas pour le système SatMex du Mexique, comme l'opérateur Hellas-Sat de Grèce et Chypre acquis par l'organisation Arabsat -, de partenariats - comme SES pour la commercialisation du satellite TurkmenÄlem/Monacosat -, des alliances pour la mise en œuvre conjointe de positions - entre Eutelsat et Rssc (Russian Satellite Communications Company), SES et Gazprom Space Systems - permettent

de mieux exploiter les places convoitées au-dessus de nos têtes. Tout en rationalisant l'offre de services.

## Les opérateurs d'Europe sont-ils obligés d'acheter européen pour leurs satellites et lancements ?

Absolument pas. Il s'agit d'entreprises privées qui, si elles ont recours aux instances publiques pour obtenir des orbites et des fréquences, font jouer la concurrence pour le développement de leur système. Elles portent leur choix sur l'offre qui est la plus intéressante pour la fiabilité et la rentabilité. Leurs commandes de satellites sont passées avec les constructeurs soit d'Europe (Airbus Defence & Space, Thales Alenia Space, OHB) soit des États-Unis (Boeing, Space Systems/Loral, Orbital ATK). Pour les lancements, elles négocient des contrats avec Ariespace (Ariane 5, Soyouz et Vega), SpaceX (Falcon 9 v1.1) ou International Launch Services (Proton russe). ■

SES-12 (à lancer en 2017), est le dernier cri des comsats: il est «tout électrique» et doué d'intelligence pour adapter sa mission aux besoins.





# SES:

## le satellite, moteur des TIC

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

Photo: **SES**

Depuis un an, le Libano-Canadien Karim Michel Sabbagh, un grand spécialiste du business des satellites de télécommunications et de télévision, est le nouveau président directeur général de SES. L'opérateur grand-ducal exploite 52 satellites géostationnaires couvrant tout le globe et contrôle la constellation O3b (Other 3 billion), en orbite moyenne à quelque 8 000 km, de 12 satellites haut débit. Avec la diffusion de la TV numérique, dont il a fait sa référence en Europe, SES poursuit son expansion en Amérique latine, en Inde, dans le Sud-Est asiatique, au Moyen-Orient, en Afrique...

**K**arim. Sabbagh, quand il aborde les perspectives de la stratégie SES, insiste sur le rôle clé du satellite pour les applications de vidéo numérique dans le monde. «Notre objectif est de renforcer ce rôle au sein d'un écosystème intégré avec les systèmes au sol». Et de préciser: «Si on veut démocratiser les services de satellites dans le monde, il faut un monde économique plus optimisé pour la production et le lancement des satellites». Pour lui, l'avenir du satellite passe par une réduction constante des coûts pour son opérateur. Il faut faire jouer la concurrence entre les constructeurs de satellites et les fournisseurs de lancements. Surtout que l'offre ne manque pas... des deux côtés de l'Atlantique.

Le PDG de SES demande aux constructeurs de développer des satellites qui ont plus de performances pour un coût moindre, qui soient produits plus rapidement et qui aient des missions plus flexibles. Concernant leurs lancements, il se réfère à la demande adressée par les opérateurs au Cnes (Centre National

d'Etudes Spatiales) et à l'ESA (European Space Agency) au sujet du lanceur européen de prochaine génération. Leurs critères pour le choix d'un système de lancement sont: la fiabilité, la disponibilité et le prix du ticket. Des exigences qui font aujourd'hui la force de SES, qui veut qu'on aille loin pour diminuer les frais d'accès à l'espace: descendre sous la barre des 50 millions de dollars (40 millions d'euros), grâce à un premier étage réutilisable ! SpaceX a fait de la mise au point d'un tel étage pour son lanceur Falcon 9 une priorité.

Par le passé, dans un souci de bien maîtriser les coûts, SES a fait œuvre de pionnier. Il n'a pas hésité à prendre des risques... mesurés. Il a misé sur quelques «premières» qui ne manquaient pas d'audace: le premier lancement opérationnel d'une fusée Ariane 4 en décembre 1988, le premier vol commercial du lanceur Proton en avril 1994, la première mission en orbite de transfert géostationnaire du lanceur privé Falcon 9 de SpaceX en décembre 2013. Karim Sabbagh s'est donné pour objectif de défendre la mission essentielle

que doit avoir le satellite dans l'avenir des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication). Pour lui, «pour aller de l'avant, il faut du courage, de l'audace.» C'est le mot d'ordre qu'il a récemment rappelé dans le quotidien *Luxemburger Wort* afin de sortir le segment spatial de la coquille où il est resté trop enfermé.

Le satellite, considéré comme outil coûteux, a bien du mal à s'imposer face aux réseaux terrestres (câble, wifi). Dans la stratégie de SES, qui est pratiquement, pour ses revenus et profits, le n°1 des opérateurs globaux de satellites pour les télécommunications et la télévision, le PDG de SES voit 2 grands axes:

- globaliser le métier, en dépassant l'assise européenne pour s'affirmer davantage dans les pays émergents; «on n'y trouve pas un marché prédéfini comme c'était le cas en Europe et aux Etats-Unis. Il faut donc se montrer plus proactif et expliquer ce que le satellite peut leur apporter.»
- amplifier et diversifier les missions suivant 4 priorités: le business issu de la vidéo, le haut débit de données par satellite avec une meilleure connectivité et pour une multitude de services, les services mobiles avec des transmissions de grande qualité vers les bateaux et les avions et les services aux autorités gouvernementales pour la sécurité et la défense. Il cite en exemple le projet GovSat avec le gouvernement luxembourgeois, pour lequel un satellite vient d'être commandé par SES à la société américaine Orbital ATK.

Le 28 janvier dernier, lors de la 7<sup>e</sup> Conférence sur la Politique spatiale européenne, il s'est fait l'avocat de solutions hybrides, pour clamer haut et clair que le satellite a plus que jamais sa place dans l'agenda numérique européen aux côtés des systèmes Wi-Fi et des réseaux câblés. Pour lui, la fracture numérique ne pourra pas se combler sans avoir recours au satellite, vu l'accélération dans la hausse des débits via des connections extrêmement rapides. Et de donner des points de référence qui montrent que les seuls moyens au sol ne pourront pas faire face à la demande. D'abord, l'accès de chaque foyer aux données connaît un facteur de croissance de 35. Puis, l'avènement de la TV ultra-HD multiplie par 3 ou 4 la demande en données.

Le PDG de SES parle même de «tragédie des biens communs» si l'on poursuit dans la voie d'une pauvre coopération, d'un manque de planification. Ce qui mènera à un échec, du gaspillage et de la confusion. «Pour éviter cela, nous avons besoin du satellite. Nous proposons de prendre en

considération le rôle clé et l'impact du satellite, de revoir l'agenda numérique, nos lignes directrices et nos systèmes cadres pour adopter les solutions hybrides». Et de lancer cette initiative: «Nous encourageons la mise à disposition de 10 à 20% dans le Fond Européen de 315 milliards d'euros pour réa-

liser des investissements stratégiques dans des propositions conjointes de solutions hybrides». Et il a encouragé la Commission Européenne et l'ESA à investir dans des efforts de recherche et développement pour stimuler l'innovation dans les systèmes spatiaux. ■

# Constellation

## pour 3 milliards de Terriens

Texte: Théo PIRARD • theopirard@yahoo.fr • Photo: O3B

**C'**est dans l'ancienne résidence princière du Château de Betzdorf que l'opérateur luxembourgeois SES a son siège et centre technique (1). En pleine campagne, un imposant parterre de paraboles blanches, pointées vers le ciel, sert à la gestion d'une flotte de satellites. Notamment, ceux de la constellation de relais à large bande que vient de déployer la société O3b Networks avec 12 satellites à 8 062 km d'altitude. Karim Sabbagh est confiant dans l'essor de ce système peu conventionnel: «Nous prévoyons d'en prendre le contrôle dans la fenêtre 2016-2017. O3b est une belle technologie qui offre un délai de réaction très bas, qui n'est pas comparable à celui des satellites géostationnaires. O3b permet, grâce à son haut débit, de commercialiser la connexion internet à 50 % des coûts par rapport aux autres technologies de satellite.»

L'objectif d'O3b Networks est de résoudre «la fracture numérique» pour quelque 3 milliards d'habitants de la planète (O3b étant l'acronyme d'Other 3 billion ou les 3 autres milliards), sur une zone qui s'étend entre les 45° Nord et 45° Sud. La constellation O3b de satellites-relais à défilement, spécialement conçus pour des connexions à grande vitesse, constitue la clé dans la mise en œuvre des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) pour les nombreuses populations d'Afrique, du Moyen-Orient, autour de l'Océan Indien, de l'Asie du Sud-Est, d'Océanie, d'Amérique latine ! Son activité concerne 177 pays qui, moyennant l'autorisation de leur administration des télécommunications pour l'usage de terminaux économiques, veulent être en mesure de répondre à la demande pour des services Internet.

Douze satellites O3b ont été commandés au constructeur Thales Alenia Space, ce qui explique que leur alimentation électrique utilise des équipements réalisés à Charleroi. Ils ont été déployés sur orbite par 3 lancements - en juin 2013, en juillet et décembre 2014 - avec des fusées Soyouz mises en œuvre par Arianespace au Centre Spatial Guyanais. Ils établissent des connexions dans la bande Ka (30/20 GHz) avec des fréquences qui se trouvent peu encombrées et qui permettent la transmission de débits importants de données au moyen de petits terminaux, équipés d'antennes paraboliques de 1,8 m à 2,4 m de diamètre.



Vu que l'éloignement est 4 fois moindre que celui des satellites géostationnaires, le temps de latence (délai) pour une communication dans les 2 sens se chiffre à moins de 150 millisecondes (1/4 de la durée avec les satellites à 35 800 km). Ce qui rend la formule compétitive en matière de réactivité Internet. Les terminaux au sol des utilisateurs sont compacts et économiques font appel au nec plus ultra de la technologie des modems pour des liaisons de 1 GB par seconde, ainsi qu'à des paraboles orientables. Chaque satellite O3b, vu qu'il défile dans le ciel avec un tour de Terre toutes les 4 heures et 48 minutes, est accessible, lors de son passage, pendant 3/4 d'heure pour relayer les données à grande vitesse. Le contrôle de la constellation et la gestion de l'accès aux satellites nécessitent un ensemble de stations d'accès, dites «gateways», sur le pourtour du globe, qui font office de têtes de réseaux.

Les promoteurs d'O3b Networks insistent sur la flexibilité de la constellation pour répondre à une forte demande de capacité pour la transmission d'importantes quantités de données. Depuis la mise en service de la constellation, on assiste à l'éclosion via l'espace d'une multitude d'applications originales: elles ont pour noms O3bTrunk (paquets de données pour réseaux internet), O3bCell (opérateurs de services mobiles), O3bMaritime (navires de croisière, tankers et cargo sur les océans et les mers), O3bGovernment (sécurité et défense), O3bEnergy (gestion des plates-formes offshore, des centrales électriques, d'exploitations isolées...). ■

(1) Dans la province de Luxembourg, le centre ESA de Redu accueille SES pour le contrôle (service de secours) de ses satellites géostationnaires. La gestion est assurée par la société belge Rss (Redu Space Services).

# Brèves spatiales...

## d'ici et d'ailleurs

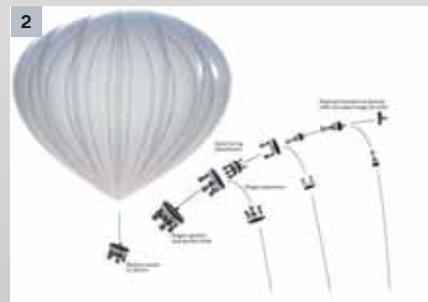
Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, PLD, zero2infinity, Celestia

**Projets de nano-lanceurs en Europe.** Une nouvelle mode pour l'accès à l'espace se fait jour sous l'impulsion des micro- et nano-satellites: la mise en œuvre de petits lanceurs tente de jeunes entrepreneurs, notamment en Espagne.

- 1 **Arion** est l'audacieux projet de la jeune société **PLD (Payload Aerospace SL)** qui s'est lancé dans la propulsion kérolox en vue de commercialiser une fusée-sonde (2 étages) et un petit lanceur de satellites (3 étages). Celui-ci pourra placer une centaine de kg en orbite basse. Les essais en vol sont prévus dès 2017 sur la base militaire d'El Arenosillo en Andalousie.
- 2 **Bloostar** est à l'étude à Barcelone chez **zero2infinity**, spécialiste des ballons stratosphériques. La Pme catalane se lance dans le développement d'un nano-lanceur destiné à la mise sur orbite de Cubesats. Le **Bloostar** est un système léger à trois étages, avec réservoirs gonflables, lancé à partir d'un ballon stratosphérique. Il utilise des micro-propulseurs kéroène-oxygène liquide avec propergols sous pression. Une démonstration de satellisation est planifiée pour 2017.
- 3 **Sagittarius** est un système aéroporté qui est proposé par **Celestia Aerospace** à Barcelone. Il s'agit d'une combinaison d'éléments «sur étage»: un chasseur supersonique **Mig-29UB** démilitarisé - rebaptisé **l'Archer** - qui lance un missile modifié à poudre - appelé **la Flèche de l'Espace**. Cet ensemble aura la capacité de satelliser des Cubesats de 1 à 10 kg entre 400 et 600 km d'altitude.

Sans perdre de vue l'initiative helvétique **S3 (Swiss Space Systems)** à laquelle

s'est associée la **Sonaca** de Gosselies. Il s'agit de tester en vol dès 2017 le planeur-fusée réutilisable **Soar (Sub Orbital Aircraft Reusable)** qui sera largué par un **Airbus A300** qui le larguera à 12 000 m d'altitude. Le **Soar** se propulsera avec un moteur kérolox russe jusqu'à 100 km. Dans sa soute, un petit étage doté d'un propulseur également russe pourra satelliser jusqu'à 250 kg. ■



## L'Ukraine spatiale mise à mal par la Russie.

Lors de l'implosion de l'URSS (*Union des Républiques Socialistes Soviétiques*), l'Ukraine retrouvait son indépendance en août 1991 et elle héritait d'un fleuron de l'industrie des lanceurs et des satellites: l'entreprise **Youchnoye** avec son bureau d'études **Youchnmach**, dans la cité militaire de **Dnipropetrovsk**. On lui doit le missile intercontinental **Dnepr** converti en lanceur de petits satellites, ainsi que la fusée **Zenit** développée dans le cadre du programme de lanceur lourd **Energia**. La tension grandissante entre Moscou et Kiev avec la confiscation de la Crimée (où se trouve un centre de poursuite interplanétaire à **Yevpatoria**) et avec la sécession des régions frontalières est en train d'avoir raison du potentiel technologique du spatial ukrainien.

Les lanceurs **Dnepr** et **Zenit** ont leurs jours comptés sur les cosmodromes de Russie. Cette année, la société de transport spatial **Kosmotras**, qui a son siège à Moscou, est autorisée à effectuer cette année 3 tirs commerciaux de **Dnepr** depuis la base militaire de **Yazhny**: pour le satellite sud-coréen de télédétection multispectrale **Kompsat-3A**, pour les 2 premiers satellites interconnectés de la constellation **Iridium Next**, pour le satellite d'observation radar **Paz** de l'opérateur espagnol **Hispasat**. À noter que les **Iridium Next** - il y en a 81 à fournir - sont intégrés par **Orbital ATK** sous la maîtrise d'œuvre de **Thales Alenia Space Belgium** à Charleroi. Quant à l'entreprise **Sea Launch**, qui exploite le lanceur **Zenit 3SL** depuis une plate-forme mobile dans l'Océan Pacifique, elle a pratiquement cessé ses activités par manque de disponibilités financières. Il n'est même plus certain qu'on voit encore décoller le **Zenit** du cosmodrome de **Baïkonour** (Kazakhstan). ■

# AGENDA

- Jusqu'au 30 juin 2015
- Espace Wallonie de Liège  
Place Saint-Michel, 86 à 4000 Liège

## La Wallonie dans l'espace

L'objectif de cette exposition est d'amener les étudiants à faire le lien entre les concepts de physique qu'ils ont vu ou qu'ils vont voir en classe, et l'histoire de la pensée des chercheurs, de Galilée à Einstein, en passant évidemment par Newton. Destinée aux étudiants du secondaire supérieur, des hautes-écoles et des universités ainsi qu'à toute personne intéressée, l'exposition aborde les thématiques suivantes :

- Les grandes dates de la conquête spatiale
- Les Wallons de l'espace
- Le secteur spatial, vecteur d'innovation au service de l'emploi
- Les métiers et formations du secteur spatial
- Les aspects scientifiques de la conquête spatiale, les applications dans notre vie quotidienne et dans la recherche médicale, par exemple
- La vie au jour le jour dans la station spatiale



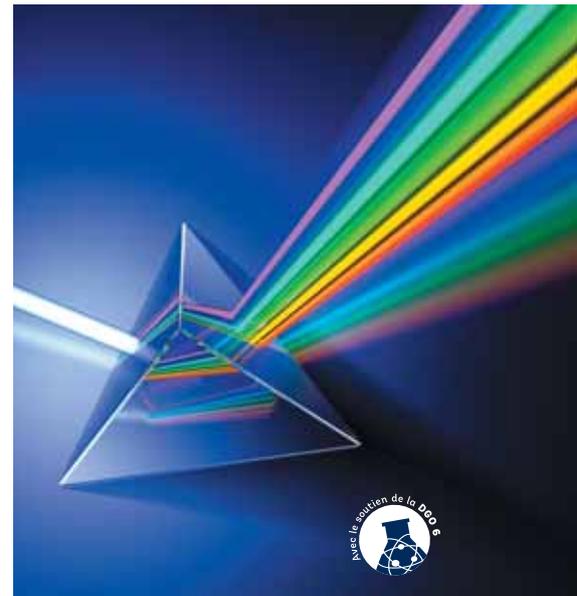
Sont présentés des éléments exceptionnels, tels une maquette d'Ariane 5 au 1/20<sup>e</sup>, prêtée par le CNES de Toulouse, des reproductions à l'échelle de satellites, des météorites,... Et bien d'autres choses encore à découvrir !

**Infos** [www.expositions-wallonie.be](http://www.expositions-wallonie.be)

- Du 27 avril au 18 décembre 2015
- Centre de culture scientifique  
Rue de Villers, 227 à 6010 Charleroi

## LumineSciences

Que serions-nous sans la lumière qui nous vient du Soleil ? Elle est notre principale source d'énergie. Au travers de la photosynthèse, elle permet la pro-



duction de la biomasse qui alimente les êtres vivants et qui fut à l'origine de nos ressources fossiles. Mais la lumière, c'est également notre principal moyen de connaître le monde et notre univers: de la microscopie électronique au Très Grand Télescope, elle est au cœur de la recherche de pointe.

Remettant en scène les expériences historiques qui ont, au fil du temps, construit notre connaissance en matière de lumière, l'exposition *LumineSciences* vous permettra également de jouer avec la lumière et les couleurs pour en comprendre leur fonctionnement. Une pomme verte reste-t-elle verte sous une lampe rouge ? Y a-t-il des objets, des plantes ou des animaux qui luisent dans la nuit ? Et l'Homme, peut-il lui aussi briller autrement que par son intelligence ?

En 1 000 ans d'observations, de théories et d'expériences nombre d'objets, d'outils et de technologies ont pu voir le jour grâce aux lois physiques de la lumière. L'exposition vous en présentera toute une série comme par exemple, les lunettes astronomiques, la fibre optique ou encore la camera obscura, ancêtre de l'appareil photo. Petits et grands, venez donc illuminer le pays noir et éclairer votre lanterne en matière de lumière !

Plusieurs ateliers thématiques sont proposés de la 3<sup>e</sup> primaire à la 6<sup>e</sup> secondaire, ainsi qu'une après-midi «enseignants» le mercredi 6 mai 2015 (réservation souhaitée).

**Infos** [www.ulb.ac.be/ccs](http://www.ulb.ac.be/ccs)

- jusqu'au 31 décembre 2015

## Hypergothique, le secret des bâtisseurs

Quand la Collégiale Sainte-Waudru devient laboratoire multimédia pour la découverte de l'architecture gothique ! Ce projet collaboratif de l'Université de Mons (UMONS) et de l'Association *Sainte-Waudru*, ambitionne de «voir au-delà des murs». Grâce aux réalités virtuelle et augmentée, un jeu vidéo sur tablette géolocalisée vous révèle l'extraordinaire richesse du bâtiment... Vous plongerez au cœur du 16<sup>e</sup> siècle, dans le palais de Charles Quint, à Grenade. Vous y serez investi d'une mission qui vous conduira à Mons... Vous y rencontrerez les étonnantes chanoinesses, le maître de carrière, le maître maçon ou encore le sculpteur... Quant à l'alchimiste, peut-être acceptera-t-il de vous venir en aide en vous révélant l'invisible ?



**Infos** <http://scitech2.umons.ac.be/>

- Le 9 mai 2015

- Médiacité

Boulevard Raymond Poincaré, 7  
à 4020 Liège

## Journée de la chimie

L'Université de Liège et les Hautes Écoles vous donnent rendez-vous à la Médiacité pour découvrir la chimie sous toutes ses formes au travers d'une dizaine d'ateliers.

Le samedi 9 mai, des équipes de chimistes issues de l'Université de Liège et des Hautes Ecoles se rassemblent à la Médiacité de Liège pour rencontrer le public et présenter de manière très concrète certains aspects de leur travail et les ressources insoupçonnées de la matière...

À partir de 14 h, la chimie est mise à l'honneur au travers d'une dizaine de stands accessibles à tous, installés au cœur de la galerie commerçante. Et pourquoi

pas coupler shopping et découverte scientifique ?

**Infos** <http://sciences.ulg.ac.be>



## Sur le Web

### Avis de chercheurs

La recherche est-elle une passion ? Quelles sont les qualités d'un chercheur ? Qu'apporte l'enseignement à la recherche ? Qu'apporte la recherche à la société ? Être une femme en recherche, est-ce différent ? Comment la recherche est-elle financée ? Que signifie pour un chercheur la liberté, l'international ou les publications ?

Nathalie Gobbe et Natacha Jordens (Communication Recherche de l'ULB) ont posé ces questions à 3 chercheurs de l'Université libre de Bruxelles: Laurent Bavay (CREA-Patrimoine), Vinciane Debaille (G-Time) et Pierre Vanderhaeghen (UNI, IRIBHM). Une femme, deux hommes; un archéologue, une géologue, un médecin; qui travaillent en laboratoire et/ou sur le terrain...

À travers leurs vécus, leurs analyses, leurs opinions se dessine une réalité de la recherche, aujourd'hui, en Belgique. Le webdocumentaire *Avis de chercheurs* vous invite à la découvrir en textes, en sons, en images.

**À voir sur:**

[www.avisdechercheurs.ulb.ac.be](http://www.avisdechercheurs.ulb.ac.be)

## À LIRE

### Victor Hugo : génie et folie dans sa famille. Pourquoi perd-on la tête ?

Émile Meurice

**P**ourquoi perd-on la tête ? Des troubles cérébraux en sont-ils la cause essentielle, comme le pensent de nombreux scientifiques actuellement ? Ou bien la maladie résulte-t-elle d'une interaction complète entre des particularités biologiques et des facteurs affectifs puissants ?

La famille de Victor Hugo nous offre une occasion privilégiée d'examiner ce problème. Cet écrivain génial et homme politique visionnaire était doué d'une sensibilité extraordinaire au sens de la vie ainsi qu'une capacité exceptionnelle à «voir au loin». Ces caractéristiques, partiellement partagées par son frère Eugène et par sa fille Adèle, ont-elles contribué à mener ces derniers vers une schizophrénie qui les a fait passer la moitié de leur vie à l'asile ?

Nous en serons témoins au travers de l'existence hors du commun de ces 3 personnages qui ont dû se débattre, chacun avec ses moyens, parmi des aléas de la vie, lesquels vont nous captiver et souvent, nous étonner.

On est dans une époque où s'entrechoquent certains souvenirs de l'ancien régime avec la naissance difficile d'un monde moderne, le classicisme avec le romantisme et tant d'autres éléments d'un creuset crépitant.

Émile Meurice est médecin psychiatre. Il a été formé en Belgique, à Paris et aux États-Unis, où il a été «Research Associate» au National Institute of Mental Health. Il a une longue expérience de pratique clinique et de recherche. Il a dirigé un hôpital psychiatrique et a été Président de la Société Royale de Médecine mentale de Belgique. Il a également créé le GIERP (Groupe interdisciplinaire d'études et de recherches sur la psychose) et est maître de conférence à l'Université de Liège.



Academia, 2015  
[www.editions-academia.be](http://www.editions-academia.be)



**Visitez nos sites:**

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

**Rejoignez-nous sur:**

 [Facebook.com/magazine.athena](https://www.facebook.com/magazine.athena)