

# athena

Le mag' **scientifique**

**328**

**Février  
2017**

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

**Société**  
**Quels vœux formuler**  
à un chercheur ?

**Technologie**  
**Au volant**  
mais sans conduire !



# Édito



## En février, Athena voit rouge !

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teur • Photos: **ID Photo**/vignette

**F**évrier, c'est le mois de la chandeleur et du carnaval mais c'est surtout la fête des amoureux, la désormais célébrissime Saint-Valentin. Qu'a-t-il à voir là-dedans ce Valentin ? Et quel Valentin ? Car dans l'histoire chrétienne, 3 ont été canonisés le même jour. Mais il paraît plus vraisemblable que notre Valentin soit celui de Terni, mort en martyr à 18 ans sous le régime de l'Empereur romain Claude II dit *le gothique*, au 3<sup>e</sup> siècle de notre ère. Même si les détails de sa courte vie restent obscurs aux yeux des historiens, il se dit que Valentin mariait de jeunes couples en douce, bravant l'interdiction alors imposée par l'Empereur. Emprisonné et avant de se faire décapiter, il aurait envoyé un petit billet en forme de cœur à la fille de son geôlier, qui venait régulièrement le visiter, signé «Ton Valentin». Il sera canonisé par le Pape Gelase 1<sup>er</sup> en 498 en compagnie de Valentin de Rome et d'un autre compagnon, Valentin d'Afrique du nord. Cependant, ce n'est que bien plus tard, au Moyen-âge, que se serait établi le lien entre le Saint et les amoureux. En effet, en Grande-Bretagne, le 14 février correspondait au jour où les oiseaux commençaient à s'accoupler. La tradition veut depuis, un peu partout dans le monde, que les couples s'échangent des mots doux et s'appellent mutuellement «mon Valentin/ma Valentine».

Deux choses encore à savoir: Saint-Valentin a été rayé des calendriers liturgiques à la fin des années 60, comme tous les Saints considérés par l'Église comme «légendaires». À la place, vous trouverez Saint Cyrille et Saint Méthode (2 frères évangélistes du 9<sup>e</sup> siècle). L'autre information est que les reliques de Saint-Valentin de Terni se trouvent à... Montignies-sur-Sambre ! Par quel miracle ? Cadeau du Pape Pie IX, confiné au Vatican suite à l'occupation de Rome du Roi Victor-Emmanuel d'Italie, pour le soutien moral et politique offert par les chrétiens de Charleroi à l'initiative du curé de Montignies, Léopold Chappuis. Et oui, le saint-patron des amoureux est chez nous, en Wallonie !

Tout ceci pour vous dire qu'en cette période couleur rouge passion, où l'on réaffirme ses sentiments, n'oubliez pas de participer à notre enquête de satisfaction (p.25), pour que cette belle histoire d'amour entre vous et *Athena* se poursuive, s'enrichisse et se consolide pour des années encore.

*Géraldine*

### PETIT MÉMO

N'oubliez pas de répondre à notre enquête en p. 25 !  
Version papier, fax, courriel ou via Internet, tout est permis !

fax: 04/252 63 83

[athena@incidence.be](mailto:athena@incidence.be)

<http://www.athena-magazine.be/enquete>

ATHENA 328 • Février 2017

SPW | Éditions

Tiré à 20 750 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: 1718 • [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**  
[luc.wiart@spw.wallonie.be](mailto:luc.wiart@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 **Qui est-ce ?**  
Ilya Prigogine
- 12 **Technologie**  
Au volant mais sans conduire !
- 16 **L'ADN de ...**  
Isabelle CRUCIFIX · Chauffagiste
- 18 **Société**  
Quels vœux formuler à un chercheur ?
- 22 **Chimie**  
Des molécules de l'autre côté du miroir
- 24 **Barje**  
On est tous Barje, même Athena !
- 25 **Enquête de satisfaction**
- 29 **Dossier**  
Biomécanique:  
la différence par le geste
- 34 **Internet**  
Le crowdtiming ou le bénévolat 2.0
- 38 **Biologie**  
Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 42 **Physique**  
L'hydrogène dégénéré !
- 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  
Rose DETAILLE,  
Inspectrice générale  
Ligne directe: 081 33 45 10  
[rose.detaille@spw.wallonie.be](mailto:rose.detaille@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  
IPM printing  
Rue Nestor Martin, 40 à 1083 Ganshoren

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs  
Virginie Chantry, Jean-Michel Debry,  
Paul Depovere, Paul Devuyt,  
Henri Dupuis, Julie Fiard,  
Philippe Lambert, Yaël Nazé,  
Théo Pirard, Salvo Principato,  
Jean-Claude Quintart, Jacqueline Remits

Dessinateurs  
Olivier Saive, SKAD, Vince

Couverture  
Première  
Crédit: © CSP\_SergeyNivens

Quatrième  
Crédit: ESA - Arianespace

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





# Effet domino

**L**e changement climatique bouleversera notre environnement. Et si nous avons déjà écrit le scénario, de nouvelles données s'ajoutent régulièrement aux prévisions. Ainsi, des biologistes de l'Université de Mons (UMONS), associés à une équipe internationale, montrent que la perte d'espèces de plantes entraîne la disparition d'animaux alors que les plantes seront, au contraire, moins sensibles à la disparition des animaux. Par exemple, le changement climatique affecte particulièrement la campanule, plante qui est une ressource vitale pour l'espèce d'abeille coupeuse de feuille, *Chelostoma rapunculi*. Pour les chercheurs, la disparition de la première provoquerait la disparition de la seconde. Un constat inquiétant sachant que comme toutes les espèces animales et végétales, elles sont un maillon de réseaux écologiques complexes où chaque espèce est interconnectée. Pour Matthias Schleuning, premier auteur de l'étude et membre du Senckenberg Biodiversity and Climate research Centre de Francfort, «l'extinction locale d'animaux ou de plantes peut entraîner une réaction en chaîne d'autres événements d'extinctions à l'intérieur de ces réseaux, par exemple, à la suite du changement climatique».

Question de mieux appréhender le problème, les chercheurs ont développé une modélisation de la vulnérabilité au changement climatique pour quelque 700 espèces animales et végétales d'Europe. Ensuite, et pour la première fois, ils ont combiné ces modèles avec des données sur les interactions réelles entre les plantes d'une part, et leurs pollinisateurs

et disperseurs de graines d'autre part. Grâce à cette approche, ils arrivent à démontrer que la première étincelle provoquant les cascades d'extinctions associées au changement climatique provient principalement des plantes et se transfère indirectement aux animaux. Un effet domino plus accentué pour les espèces animales spécialistes interagissant avec un nombre de plantes réduits, puisqu'elles sont plus sensibles aux changements climatiques que les espèces animales généralistes.

Selon Christian Hof, également du Senckenberg Biodiversity and Climate Centre, «Dans le futur, ces espèces animales spécialistes devront faire face à un double risque de déclin car, d'après nos analyses, elles ont des niches climatiques étroites et sont directement exposées à l'augmentation des températures». De son côté, Jochen Fründ, de l'Université de Fribourg, ajoute que «*Chelostoma rapunculi* est directement touchée à cause du changement climatique, mais également suite à la disparition de ressources alimentaires principales comme la campanule». À l'opposé, on ne note qu'un faible effet de cascades d'extinctions des animaux vers les plantes, car particulièrement touchés par les changements climatiques, ceux-ci interagissent généralement avec un faible nombre d'espèces de plantes. «Par exemple, la campanule étant visitée par de nombreux pollinisateurs différents, on peut donc s'attendre à

ce qu'elle ne soit pas affectée de manière importante par la perte d'un petit nombre de pollinisateurs spécialistes», note Jochen Fründ.

Bref, des abeilles comme *Chelostoma rapunculi* devraient échapper à la disparition pour autant qu'elles rétablissent de nombreuses interactions avec de nouveaux partenaires végétaux. Toutefois, les scientifiques ne comprennent pas encore très bien comment les espèces animales renouvellent leurs interactions. Pour eux, les animaux largement tributaires de certaines espèces de plantes au cours de leur cycle de développement sont particulièrement en danger. Ainsi, les insectes pollinisateurs comme les abeilles sont davantage exposés aux oiseaux, plus flexibles dans leur alimentation. Comme le changement climatique peut avoir un effet négatif sur la biodiversité, il est important de considérer les interactions biologiques entre organismes pour prédire les impacts potentiels du changement climatique sur la biodiversité. À l'occasion de cette recherche publiée dans *Nature Communication*, l'UMONS a rassemblé et géré les données relatives aux abeilles sauvages, soit quelque 3,5 millions de données stockées à Mons. ■

[www.umons.ac.be](http://www.umons.ac.be)  
[www.bik-f.de](http://www.bik-f.de)  
[www.uni-freiburg.de](http://www.uni-freiburg.de)  
[www.nature.com](http://www.nature.com)

# Actus...

## d'ici et d'ailleurs

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

Photos: © AGC Glass Europe (p.5), D. PRAET (p.6)



## Fenêtre connectée

**O**n n'arrête pas le progrès et encore moins celui des technologies nouvelles de la communication. Basée à Louvain-La-Neuve, AGC Glass Europe lance actuellement *Halio*, une nouvelle race de fenêtres et parois interactives. En effet, ce produit innovant se teinte de façon intelligente et de manière uniforme et réactive en temps réel, permettant aux architectes et designers de nouvelles audaces tant pour les extérieurs que les intérieurs. Il est programmable selon les conditions climatiques, un horaire ou la position du soleil et a été pensé pour être aussi facile à utiliser qu'un interrupteur. Système indépendant, *Halio* propose à ses utilisateurs une panoplie de moyens de contrôle, via une application mobile et des commandes s'intégrant harmonieusement aux murs. Également activable par commande vocale et doté d'un codage de niveau bancaire ainsi que de dispositifs de sécurité, *Halio* s'intègre facilement aux concepts de gestion de bâtiment les plus courants.

«*Halio n'est pas seulement un énième verre qui se teinte intelligemment, c'est une nouvelle expérience, permettant aux occupants de jouir de tous les avantages de la lumière naturelle, en restant en lien avec leur environnement, le tout en neutralisant l'ensemble des inconvénients liés à un excès de lumière solaire*», note Jean-François Heris, président de *Building & Industrial Glass Company*, division de AGC Glass Europe. Avec sa teinte la plus foncée, le produit procure une intimité impensable avec du verre traditionnel et utilisé en tant que parois intérieures, il permet de créer des pièces ouvertes et flexibles, baignées

de lumière, pouvant être intimisées sur commande. Cette dernière application étant tout indiquée pour des salles de conférence et des bureaux. D'un aspect identique à celui du verre clair, la teinte de *Halio* s'amorce instantanément, pouvant être interrompue, de manière flexible, dès que la nuance désirée est obtenue. La teinte de gris la plus foncée est obtenue en moins de 5 minutes.

Cette prouesse technique est le résultat d'un partenariat stratégique passé par AGC Glass Europe avec *Kinestral Technologies*, implantée à Hayward (Californie) et Salt Lake City (Utah) et dont la raison sociale est de transformer le verre en un élément architectural intelligent, réactif et élégant pour améliorer la vie par un confort ambiant jamais égalé à ce jour. Au-delà de l'apport des compétences respectives des 2 entreprises, le partenariat comprend aussi un volet financier avec une prise de participation par AGC; un volet industriel avec la construction d'une infrastructure de production à grande échelle et un accord commercial basé sur les zones géographiques des 2 sociétés. De quoi conforter AGC Glass Europe et ses 250 chercheurs et techniciens du Centre de Recherche & Développement de Charleroi engagés dans l'innovation radicale pour créer la rupture et dégager ainsi de nouvelles opportunités commerciales. Notons encore que 50% des projets de recherche d'AGC Glass Europe ont un impact direct sur l'environnement. ■

[www.agc-glass.eu](http://www.agc-glass.eu)  
[www.haliolife.com](http://www.haliolife.com)



# AGORIA:

## 6 nouveaux membres

**V**OO, Colt Technology Services, Nethys, Orange Belgium, Proximus et Telenet ont rejoint la fédération technologique Agoria afin d'unir leurs forces dans la défense de dossiers de numérisation, réglementation et investissements en infrastructure. Ces 6 nouveaux membres pèsent quelque 8,5 milliards d'euros de chiffre d'affaires et mobilisent 18 152 salariés. Bien que concurrents sur le terrain, les opérateurs de télécommunication affichent un même souhait: devenir des leviers de croissance et d'emploi pour le royaume et ses entités fédérées. Ici, le *Bureau du Plan* note que chaque euro investi dans les outils de télécommunications génère 0,77 euro de plus-value pour le reste de l'économie et chaque emploi de ce secteur en crée 1,2 dans les autres domaines d'activités. L'arrivée de ces opérateurs au sein d'Agoria est donc une bonne nouvelle pour tous.

Au sein d'Agoria et avec des interlocuteurs institutionnels et du grand public, les opérateurs entendent s'activer autour de 4 axes majeurs:

- le déploiement d'infrastructures télécom de qualité;
- la réponse aux enjeux sociétaux posés à l'industrie et à ses acteurs (sécurité, mobilité, etc.);
- la création d'une dynamique entre tous les acteurs d'Internet, pour améliorer la connectivité et innover dans les services;

- enfin porter à la connaissance de tous le rôle vital des opérateurs télécom dans la croissance économique de la nation.

Pour Marc Lambotte, CEO d'Agoria, l'arrivée des opérateurs télécom dans son association est un signal fort: «*Désormais, c'est d'une voix claire et forte que le secteur télécom pourra parler: celle d'Agoria. Ensemble, nous dirons aux autorités nos ambitions. La plus forte, c'est que la Belgique, aujourd'hui 5<sup>e</sup> dans l'indice européen de la connectivité, soit demain la première*». Une déclaration qui sent bon le défi, le challenge et qui augure favorablement du succès futur du télécom belge. *Cloud*, diffusion et production de contenu, plateformes et réseaux dédiés à l'Internet des objets, les sujets ne manquent pas! Agoria, qui entend ouvrir la voie à toutes les entreprises du royaume mues par la technologie et l'innovation, compte aujourd'hui plus de 1 700 membres, représentant pas moins 300 000 salariés! ■

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



## à l'international

**Skywin**  
Wallonie

Nommé

**D**avid Praet a rejoint, en ce début d'année, l'équipe de Skywin comme responsable des activités internationales et de communication, poste où il succède à Vincent Marchal. Ingénieur de gestion, diplômé de Solvay/Université libre de Bruxelles, David Praet a notamment collaboré pendant 4 ans au sein de Belspo, où il s'occupa de la politique spatiale belge et plus précisément des relations avec l'ESA dans le domaine des satellites de communication.

En collaboration avec l'Agence wallonne à l'exportation (Awex), David Praet coordonnera les activités internationales de Skywin, notamment l'organisation de la participation wallonne aux salons internationaux, comme Farnborough et le Bourget, et sera également en charge des relations avec les clusters internationaux. Il renforcera encore les relations du cluster avec des organisations internationales telles que l'Union européenne, l'ESA, etc. *Last but not least*, il assurera l'interface avec l'EWA (Entreprises

Wallonnes de l'Aéronautique) dans le cadre du futur remplacement du F-16 par la composante aérienne de l'Armée belge.

La stratégie de Skywin, pôle de compétitivité aérospatial wallon, gravite autour de 5 axes: les matériaux composites; les alliages métalliques; les systèmes embarqués; les services aéroportuaires; les systèmes spatiaux et les drones et la modélisation et simulation. Sur le terrain, Skywin représente quelque 7 000 salariés, plus de 1,5 milliard d'euros de chiffre d'affaires, dont 90% à l'exportation. Enfin, depuis sa fondation en 2006, le pôle a accompagné 67 projets et dispensé plus de 200 000 heures de formation. ■

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



## Nouveau groupe au service des TIC



**L'**intégration du Groupe *Trasys* au Groupe *NRB*, terminée en ce début d'exercice, ce dernier annonce qu'il vient de créer un *Groupement d'Intérêt Économique (GIE)* baptisé *Trasys International*. Concrètement, *Trasys International* fédère, au sein du Groupe *NRB*, l'ensemble des compétences et expertises en matière de configuration et de gestion de partenariats et consortia pour la réalisation de prestations de services en Technologie de l'Information et de la Communication auprès d'organisations publiques et d'entreprises internationales. «*La mission de Trasys International est d'offrir de la consultance spécialisée, des solutions et des services informatiques pour aider ces entités à se conformer aux polices et réglementations internationales et européennes ou à les aider à faire face aux défis de la transformation numérique*», note Didier Debackère, directeur de *Trasys International*. Son entreprise s'attache ainsi à moderniser les administrations publiques, à collaborer, à promouvoir les espaces de travail numérique, à capitaliser sur l'exploitation du *Cloud Computing* et centres de données et à améliorer leur sécurité informatique.

Pour Pascal Laffineur, CEO du Groupe *NRB*, «*Grâce à Trasys International, NRB respecte et assure la continuité de l'image de marque de Trasys, tout en capitalisant sur une expérience de quelque 25 ans de cette équipe au sein des plus grandes organisations publiques et privées*». Qui précise que «*Cette configuration reconnaît en même temps les spécificités du travail engagé pour ces grands comptes, tout en permettant de profiter de la puissance d'un groupe comme NRB, en termes de masse critique, d'infrastructures et de pouvoir de négociation*». Le fonds de commerce comprend un multitude d'entreprises et de grands comptes comme le Service public fédéral Mobilité et Transport, le Service public fédéral Justice, *Infrabel*, *BNP Paribas*, *Axa*, *KBC*, *Sonaca*, *Total*, *Brussels Airlines*, *Engie*, la *Société wallonne des eaux*, etc.

Notons encore que la société opère aussi au travers de filiales où elle est majoritaire. Des sociétés de niche comme *Xperthis*, spécialisée dans l'informatique des soins de santé; *Cevi* et *Logins* en Flandre et *Civadis* à Bruxelles et en Wallonie pour produits et services IT au secteur public local; et *Afelio* qui conçoit et développe des applications professionnelles mobiles et Web. Ainsi, avec un chiffre d'affaires de plus de 320 millions d'euros et 2 000 salariés, le Groupe *NRB* se hisse dans le top 3 de l'ICT en Belgique. ■

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

## La grippe en ligne de mire

**E**lle est un fléau, aussi *Sanofi* annonce, dès maintenant, l'introduction, en Belgique, d'un vaccin quadrivalent contre la grippe saisonnière pour la période 2017-2018. Une bonne nouvelle car «*L'arrivée de vaccins quadrivalents contribue à hausser le taux de vaccination et à renforcer l'efficacité de la protection. Un tel traitement préventif réduira les risques de surmortalité*», note le professeur Van Ranst de l'UZ Leuven.

Une bonne nouvelle pour les personnes exposées: les individus âgés de plus de 65 ans (48% de la population), les patients souffrant d'une maladie chronique (41%), les enfants à risque (5%) et les femmes enceintes (2%), soit 3 millions de Belges à protéger ! Notons que 56,4% des Belges profitent d'une couverture vaccinale contre la grippe, alors que l'*Organisation Mondiale de la Santé (OMS)* recommande une couverture de 75%. ■

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



# Coup double

**J**oli coup pour l'Université catholique de Louvain (UCL), dont 2 chercheurs empochent une bourse Consolidator du Conseil Européen de la Recherche (ERC) pour un montant de 4 millions d'euros. La 1<sup>re</sup> bourse va à Philippe Chatelain, professeur à l'École Polytechnique de l'UCL, pour son projet *WakeOpColl*, grâce auquel il se propose d'adopter une approche biomimétique pour le contrôle collaboratif et optimisé de dispositifs qui interagissent, par leur sillage, au sein d'écoulements turbulents. On imagine de suite que les applications étudiées pour l'instant concernent les parcs éoliens, où les machines en amont génèrent des zones déventées, pénalisant les machines en aval; et l'aéronautique au niveau des turbulences de sillages générées par la portance d'un avion qui, potentiellement dangereuses pour l'appareil qui suit, peuvent devenir un avantage lors de vols en formation. «*WakeOpColl s'appuie sur l'observation des systèmes vivants qui apprennent d'eux-mêmes leur contrôle, affichent une efficacité et une robustesse inaccessibles pour des schémas de contrôle classique*», explique Philippe Chatelain. Qui va équiper les dispositifs qu'il étudie d'une intelligence artificielle individuelle, afin qu'ils apprennent comment tirer profit de l'écoulement turbulent ambiant. Ensuite, des dispositifs organisés en systèmes seront dotés d'une intelligence collective afin de conduire à l'émergence d'un comportement collectif, optimisant le fonctionnement du groupe dans sa globalité.

La seconde bourse permettra à François-Xavier Standaert, professeur à l'École Polytechnique de l'UCL et chercheur qualifié *Fonds National de la Recherche Scientifique (FNRS)*, de conduire à bonne fortune son projet *SWORD*, destiné à affiner la sécurité de l'information. Ici, le chercheur planche surtout sur les failles de sécurité pouvant apparaître lorsqu'un algorithme cryptographique est confronté à un circuit électronique. Ainsi, la consommation électrique d'un circuit peut alors être exploitée et révéler

Coup d'crayon

Illustration: Olivier SAIVE/Cartoonbase



*Comme celle des femmes organisée à Washington au lendemain de l'investiture de Donald Trump, les scientifiques américains se mobilisent pour mettre sur pied une marche pour la science. Ils souhaitent ainsi contester le gel de certains financements, notamment émanant de l'Agence de protection de l'environnement. Celle-ci sera dirigée par le climatologiste Scott Pruitt, qui s'est positionné de nombreuses fois contre cette même Agence !*

une partie des secrets qu'il contient. «*La nature physique de l'objet à protéger rend complexe l'évaluation du risque de ce type d'attaque. Actuellement, on estime qu'un circuit est sécurisé si aucune attaque n'est mise en évidence par un évaluateur en temps X pour un coût Y. Une approche qui ne donne, in fine, aucune indication sur la sécurité à long terme des circuits*», note François-Xavier Standaert.

Avec son projet *SWORD*, le chercheur entend développer de nouvelles méthodes d'analyse et de nouvelles de circuits sécurisés qui, au lieu de tenter des attaques, reposeront sur des garanties constructives, basées sur la compréhension fine des ressources d'information exploitables par un adversaire. Ceci obligera à combiner systématiquement des hypothèses physiques vérifiables (falsifiables) et des mécanismes d'amplification mathématique. François-Xavier Standaert précise que son projet opérera en *open source* (totalement ouvert); tous les détails des circuits seront donc à disposition des évaluateurs/adver-

saires, à l'exception de la clé. Si dans un premier temps, le modèle fournira davantage d'informations, l'ambition du projet *SWORD* est de démontrer qu'une compréhension plus fine des sources d'informations physiques permet aussi d'atteindre de plus haut niveau de sécurité à long terme. Ces 2 bourses montrent à l'envi la haute volée des recherches conduites en Wallonie et la qualité des travaux lancés par l'UCL qui, depuis 2007, a décroché 29 bourses ERC. ■

[www.uclouvain.be/epl](http://www.uclouvain.be/epl)  
<https://erc.europa.eu>



## Un peu d'audace, beaucoup d'espoir

**D**ans le cadre belge de l'essai clinique *THINK*, Celyad annonce avoir franchi le Rubicon avec le prélèvement des cellules d'un premier patient atteint d'un cancer du pancréas, aux Cliniques universitaires Saint-Luc. *Therapeutic Immunology with NKR2* ou *THINK* est une étude internationale à doses multiple qui entend évaluer la sécurité et l'activité clinique de cellules CAR-T NKR-2 sur 5 tumeurs solides (cancer colorectal, ovaires, sein et pancréas) et 2 tumeurs hématologiques (leucémie myéloïde et myélome multiple). «*Nous menons actuellement l'un des essais cliniques les plus larges dans le domaine des CAR-T, ceci avec une technologie de rupture dans les domaines des CAR-T et recrutons des patients dans les 7 indications de l'essai clinique*», note Christian Homsy, directeur général de Celyad. Précisant que «*L'étude THINK est la première du genre à être lancée au niveau mondial et la seule à évaluer la sécurité et l'efficacité des cellules CAR-T NKR-2 chez les patients atteints de tumeurs hématologiques et solides, avec des résultats exceptionnels, nous permettant d'être très confiants en cette technologie*».

Pour Frédéric Lehmann, Vice-Président Opérations Cliniques et Affaires Médicales de Celyad, «*Notre travail a généré des résultats positifs impressionnants dans les tumeurs du pancréas, un cancer particulièrement agressif dont le taux de mortalité est resté inchangé au cours des dernières décennies. Le recrutement du premier patient souffrant d'un cancer métastatique du pancréas confirme notre engagement pour le développement d'une solution thérapeutique pour ces malades*». De son côté, Ahmad Awada, chef du Département d'Oncologie médicale à l'Institut Bordet, explique que «*L'immunologie est une nouvelle approche offrant une alternative aux traitements traditionnels de chimiothérapie ou hormonothérapies, lorsque ceux-ci sont inefficaces. Une thérapie très originale, sachant qu'elle utilise les propres cellules immunitaires du patient pour combattre les cellules cancéreuses*». ■

[www.celyad.com](http://www.celyad.com)



## Le chiffre



**A**lors que nous pensons que les jeunes adhèrent naturellement aux nouveaux concepts, une étude montre que 67% de la génération Z continuent d'acheter en magasin physique. D'après l'enquête, celle-ci adore être connectée avec les marques, surtout lorsqu'elles affichent un environnement interactif, permettant de façonner son expérience.

Notons encore que 74% des sondés avouent passer une grande partie de leur temps en ligne et 25% y consacrent au moins 5h. 70% ont un poids dans les achats au sein du ménage, notamment lors de l'achat de meubles, articles de ménage et denrées alimentaires. 36% seraient prêts à créer du contenu numérique pour une marque, 42% joueraient en ligne lors d'une campagne de vente et 43% prendraient part à la critique d'un produit. Dernier détail, la génération Z avoue dépenser 3/4 de son budget mensuel disponible.

Publiée par IBM et la National Retail Federation, cette enquête a sondé 15 000 jeunes de 16 pays, âgés de 13 à 21 ans au sujet des magasins, produits et marques.

[www.935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership](http://www.935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership)

<https://nrf.com>

# Qui est-ce ?

## Carte d'identité

### NAISSANCE

25 janvier 1917, Moscou (Russie)

### DÉCÈS

28 mai 2003, Bruxelles

### NATIONALITÉ

Belge

### SITUATION FAMILIALE

Marié, 2 enfants

### DIPLOME

Licence en physique et en chimie,  
doctorat en chimie de l'ULB

### CHAMPS DE RECHERCHE

Thermodynamique et structures dissipatives

### DISTINCTIONS

Prix Solvay (1965); Médaille Rumford (1976);  
Prix Nobel de chimie (1977); Commandeur  
de l'Ordre de Léopold; Docteur honoris causa  
de nombreuses universités, entre autres

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

Photos: **Freepik** (p.10), **OPALE** (p.11)

à l'Université libre de Bruxelles. Et très tôt, j'affirme ma façon de voir la vie et la science. Encore étudiant, je déclare que, *sans doute, les solutions que nous proposerons, solutions inspirées par les théories physiques actuelles, seront-elles périssables comme ces dernières. Mais devons-nous pour autant nous en affliger ? À la base de l'activité scientifique, se trouve une foi profonde dans le progrès. Cet optimisme est celui de la vie. Il éclate aussi bien dans la fleur épanouie de l'été que dans la feuille d'automne, toutes les deux entraînées par l'éternel devenir vers des rivages inconnus.*

Deux de mes professeurs exerceront une influence sur l'orientation de mes travaux, Théophile De Donder, fondateur de l'École de thermodynamique de Bruxelles, et Jean Timmermans, doyen de la Faculté des sciences de l'ULB entre 1935 et 1938. Sans doute est-ce pour cela que dès l'obtention de mon doctorat en chimie en 1941, je me tourne vers la thermodynamique. Après diverses contributions à la physique moléculaire (polymères, solutions, basses températures, etc.), j'aborde, pour la première fois, l'étude des processus irréversibles. J'en fais l'objet de ma thèse d'agrégation à l'enseignement supérieur que je décroche en 1945. Deux ans plus tard, j'entre dans le corps professoral comme

chargé de cours et je deviens professeur ordinaire de la Faculté des Sciences en 1951. Parallèlement, je suis aussi professeur à l'Université d'Austin au Texas et directeur des Instituts internationaux de physique et de chimie fondés par Ernest Solvay. Entretemps, je suis devenu Belge ! Ma vie professionnelle est bien remplie et ma carrière riche en événements marquants: j'ai remporté de nombreux prix internationaux et suis membre de 58 académies et sociétés savantes, je reçois le Prix Nobel de chimie en 1977 pour mes contributions à la thermodynamique hors-équilibre, particulièrement pour la théorie des structures dissipatives et l'auto-organisation des systèmes.

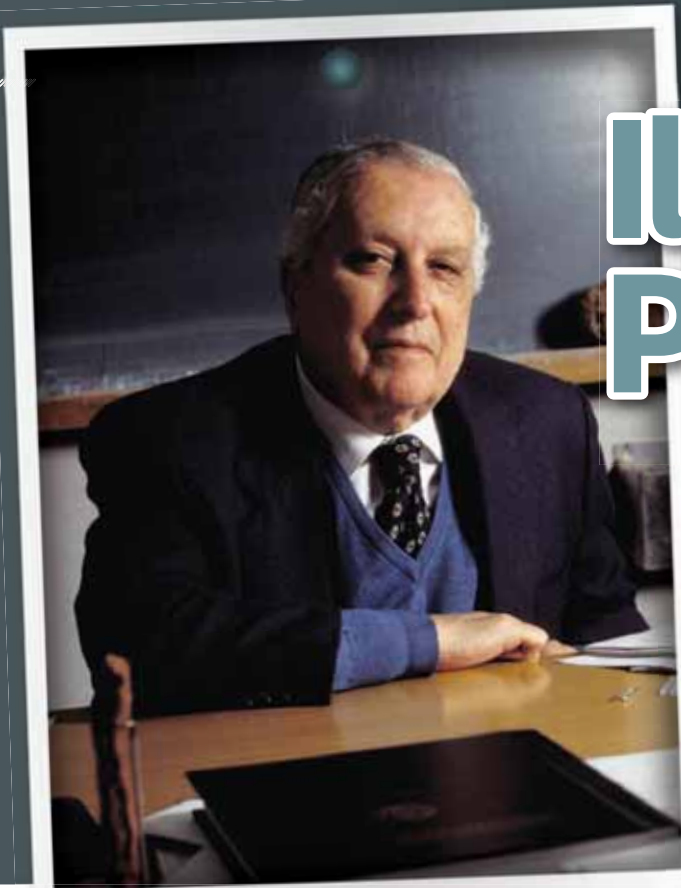
## À z À cette époque...

Quand nous nous installons avec ma famille à Bruxelles en 1929, c'est l'année du fameux krach boursier de Wall Street. La bourse américaine connaît une ascension vertigineuse. Puis, le 24 octobre, à la suite d'avertissements lancés par des économistes, la tendance se renverse, la bourse s'écroule. C'est la panique. Les actions sont vendues, le marché s'effondre. Le blocage du système bancaire entraîne la ruine de nombreux

## z Je suis...

**N**é à Moscou à la veille de la révolution bolchévique. Mon père, ingénieur chimiste, est directeur d'usine. En 1921, en famille, nous fuyons la Russie soviétique et le nazisme. Après un court séjour à Berlin, nous nous installons définitivement à Bruxelles, en 1929. Je fais mes études secondaires à l'Athénée d'Ixelles. Longtemps, j'hésite entre une carrière de scientifique et de pianiste. Entre l'histoire, l'archéologie et la musique, mon cœur balance. Tant de domaines me passionnent ! Finalement, j'entame des études de chimie et de physique

# Ilya Prigogine



## Saviez-vous que....

**E**sprit insatiablement curieux, Ilya Prigogine voulait tout comprendre. Il étudia la psychologie, la biologie, la biochimie, l'astrophysique et la cosmologie. Il aimait enseigner. Grand pédagogue, charismatique, il fascinait ses étudiants qui l'adoraient.

*S'il n'avait pas été scientifique, l'homme aurait été pianiste. Il n'a d'ailleurs jamais arrêté le piano et cultivait ainsi sa fibre artistique. Passionné de littérature, Ilya sera lui-même un écrivain prolifique. Ses livres ont révolutionné la pensée scientifique contemporaine, notamment «La Nouvelle Alliance» et «Les Métamorphoses de la Science», écrits en collaboration avec la philosophe Isabelle Stengers. Ces ouvrages, réédités et traduits en de nombreuses langues, furent suivis d'autres: «Physique, Temps et Devenir», «Le Temps et l'Éternité», toujours en collaboration avec Isabelle Stengers, «À la rencontre du complexe», en collaboration avec le physicien Grégoire Nicolis (ULB), «Les lois du chaos» ou encore, «La fin des certitudes».*

*Il était membre d'une bonne cinquantaine d'académies, tandis que 3 institutions portent aujourd'hui son nom, au Texas, en Argentine et à Moscou. Il a cofondé le centre qui porte son nom à l'Université du Texas à Austin. Il a également laissé son nom à la Haute École libre de Bruxelles, associée à l'ULB. Membre de l'Académie roumaine, en 1990, il a reçu du Roi Baudouin le titre de vicomte.*

épargnants et des cascades de faillites d'entreprises. Il faudra 3 ans pour remonter la pente. En 1949, j'acquies la nationalité belge et le 1<sup>er</sup> octobre de cette même année, la République populaire chinoise est proclamée à Pékin. Une nouvelle ère commence à l'Est. L'année 1977 sera pour moi mémorable puisque je reçois le Prix Nobel de physique tandis que Jacques Brel, alors retiré depuis 10 ans, sort un nouveau disque intitulé «Les Marquises» composé de 12 chansons inédites. En prévision des demandes, sans audition préalable, les disquaires achètent en confiance un million d'exemplaires. Ce sera le 13<sup>e</sup> et dernier album studio de cet autre belge, qui décèdera un an plus tard.

## z J'ai découvert...

Durant de nombreuses années, j'ai travaillé à la thermodynamique des systèmes éloignés de l'équilibre. J'ai montré que quand la matière s'éloigne de son état d'équilibre, celle-ci peut non seulement s'organiser d'elle-même mais de ces conditions «désordonnées», créer de nouvelles structures, plus riches et plus complexes. C'est ce que l'on nommera les «structures dissipatives».

C'est ainsi qu'un système, loin de l'équilibre, peut soudainement devenir ordonné. Il s'auto-organise, devient cohérent. L'exemple-type est celui de la cellule vivante. De tels phénomènes se manifestent aussi bien en physique qu'en biologie ou dans les fluctuations climatiques. Apparaissent alors des configurations nouvelles qui semblent contredire l'accroissement perpétuel d'entropie que prédit la thermodynamique. J'ai ainsi mis en lumière la dynamique des systèmes instables et leur importance, alors que la physique classique, celle de Newton en particulier, avait toujours privilégié l'équilibre. J'ai montré que cet «ordre né du chaos» se paie par une dépense d'énergie fournie par le monde extérieur. Ces systèmes ouverts, à toutes les échelles, jouent un rôle important dans la structuration des formes de la nature. J'en ai déduit le théorème de production d'entropie minimale à l'état stationnaire qui domine toutes les évolutions irréversibles de la région linéaire, caractéristique du voisinage d'un état d'équilibre. Cette théorie parallèle à celle du chaos a changé les approches par rapport aux théories classiques basées sur l'entropie. Ces découvertes ont changé la vision de la physique. ■

*Plantons le décor du film I, Robot: Will Smith, des tas d'androïdes qui finissent par être violents envers les humains et surtout, dans le cas qui nous intéresse, des voitures d'une grande marque allemande en mode «auto-pilote». Dans un autre genre, les moins jeunes d'entre nous ont sûrement bien connu KITT de la série télé K2000, cette sympathique voiture aux performances extraordinaires et à la volonté propre était capable de sortir Michael Knight de tous les pétrins dans lesquels il avait l'art de se fourrer. Cette idée de partenaire autonome de conduite n'est-elle pas attrayante ? Qu'il serait confortable de pouvoir vaquer à ses occupations au volant de sa propre voiture: lire un livre, rattraper le retard que l'on a pris au boulot ou regarder le dernier film que l'on a manqué au cinéma. Entre mythes et réalités, jusqu'où peut nous mener la voiture autonome ?*

**U**n véhicule est dit autonome lorsqu'il ne nécessite pas de conducteur: il circule de manière automatique sur la voie publique. Pour ce faire, il doit être équipé de divers capteurs, comme des caméras, des radars ou des lasers de télé-détection (LiDAR, ça vous dit quelque chose peut-être ?). Ces équipements lui permettent de se repérer dans l'espace et d'identifier les éléments nécessaires pour déterminer la conduite à adopter. Que ce soit les marquages au sol, les panneaux de signalisation, les travaux, les passages à niveau, les bâtiments ou les autres utilisateurs motorisés ou non de la voie publique, tout doit être modélisé en 3 dimensions afin de donner suf-



Texte : **Virginie CHANTRY** • [virginie.chantry@gmail.com](mailto:virginie.chantry@gmail.com)  
Photos: **Volvo Car Group** (pp.12-15), **Sphero** (p.15)

fisamment d'informations au logiciel d'automatisation. Ce dernier peut alors «décider» de la vitesse à adopter, de la direction à prendre, s'il faut freiner, accélérer, enclencher les clignotants, etc. Cela va jusqu'au cycliste qui lève un bras pour indiquer la direction qu'il va prendre: le véhicule autonome doit être en mesure d'interpréter ce geste et de réagir de façon adéquate.

Les promesses du véhicule autonome sont multiples:

- ▶ Réduire le nombre d'accidents et donc le nombre de morts et de blessés sur la route: il n'y aurait plus d'erreurs humaines, d'inattentions de la part du conducteur, de conduite en état d'ivresse, plus de somnolence ni de GSM au volant.
- ▶ Fluidifier le trafic: les véhicules pourraient communiquer entre eux et éviter les embouteillages, réduire le phénomène de trafic en accordéon (provoqué par exemple par un automobiliste freinant brutalement) ou encore réduire les bouchons mobiles (provoqués sur autoroute notam-

ment par des automobilistes roulant trop lentement sur la file de gauche ou du milieu).

- ▶ Simplifier la vie du conducteur: ce dernier ne serait plus soumis au stress de la conduite ou des embouteillages et pourrait, pendant le trajet, faire ce qui lui plaît ! Le confort de vie de certains pourrait également être amélioré. Imaginez des personnes ne pouvant pas conduire à cause d'une mauvaise vue voire d'une cécité totale. Un peu de liberté pourrait leur être rendue grâce aux véhicules autonomes.
- ▶ Parvenir à la mobilité version 2.0: certains voient en la voiture autonome la solution vers une réduction du parc automobile mondial, qui est en constante augmentation et a largement dépassé le milliard. À la clé: moins d'embouteillages, moins de pression financière sur les ménages possédant un ou plusieurs véhicules et moins de pollution. La voiture autonome ne serait plus un véhicule personnel, mais un véhicule partagé dont on pourrait disposer à



# AU VOLANT mais sans conduire !

et parviennent à la faire circuler sur une distance de 160 km de façon autonome. En 2012, les véhicules de la marque *Lexus* (modèle *RX450h*) rendus autonomes sont testés sur autoroute notamment par des employés de la compagnie pour se rendre au travail. La même année, *Google* pousse les tests plus loin en choisissant de faire rouler ses véhicules autonomes dans des villes, avec une circulation plus complexe incluant cyclistes, piétons et autres difficultés.

En 2014 est officiellement lancée la fameuse *Google car* ou «*self-driving car*» que l'on pourrait traduire littéralement par «voiture qui se conduit toute seule». Ce prototype imaginé et construit de A à Z par *Google* ne possède ni pédales, ni volant. En 2015, il est lâché sur la voie publique au côté des *Lexus* à Mountain View (Californie) et à Austin (Texas), d'abord en phase de test avec des employés à bord, ensuite de façon complètement autonome, la première mondiale ayant lieu le 20 octobre. L'année dernière, une autre zone, cette fois dans le désert d'Arizona, est choisie pour diversifier les conditions de test. Dans le souci de perfectionner sans cesse leur apprentissage du trafic réel, chaque jour ou presque, les *Google cars* et les *Lexus* autonomes circulent sur les routes de Californie, du Texas, de l'Arizona ou de l'état de Washington. Jusqu'à présent, elles ont avalé plus de 3,2 millions de kilomètres au total.

Fin 2016, une nouvelle compagnie, *Waymo*, indépendante de la maison mère, reprend les rennes du développement du véhicule autonome de *Google*. Ils souhaitent commercialiser cette technologie et la rendre disponible pour des grandes marques de voiture. *Waymo* ne semble pas vouloir devenir constructeur automobile. Les objectifs pour 2017 ? Ajouter 100 minivans (mini-fourgonnettes fami-

liales) hybrides *Chrysler Pacifica* à leur flotte autonome afin de diversifier le type de véhicules en circulation et inviter des gens comme vous et moi à les utiliser au quotidien.

## APPLE FAIT DES MYSTÈRES

Le géant à la pomme serait bel et bien engagé dans la course aux voitures sans pilote depuis début 2015. Le nom de code du projet serait «Titan». *Apple* aurait dans ce but débauché plusieurs personnes travaillant dans des sociétés stratégiques dans le développement de la conduite autonome. On parle de *BlackBerry* connue pour ses logiciels automobiles, *Ford*, *Mercedes* ou *Tesla*. Une équipe d'environ 1 000 ingénieurs et autres techniciens et développeurs serait à l'heure actuelle en train de plancher sur ce véhicule autonome que l'on dit électrique. Se nommera-t-il «*Apple Car*» ou «*iCar*» ? Les rumeurs vont bon train quant à un essai qui aurait eu lieu dans une ancienne base nautique, nommée *GoMomentum Station*, disposant de 32 km de routes en tout genre et gardée par des militaires.

Mais l'on dit aussi qu'*Apple*, à cause notamment du départ du responsable du projet *Titan* en janvier 2016, aurait changé son fusil d'épaule et opèrerait, au lieu de la réalisation d'un véhicule complet, pour la mise au point d'un système de conduite autonome destiné à être vendu directement aux constructeurs automobiles. Aucune communication officielle ne vient en tout cas confirmer ou infirmer ces dires. Cependant, fin novembre 2016, Steve Kenner, responsable de l'intégrité des produits chez *Apple*, écrivait une lettre à l'agence fédérale de la sécurité routière aux États-Unis, la *NHTSA* (*National Highway Traffic*

la demande, un peu comme le vélo en libre service que l'on prend et que l'on laisse à des points différents. Cela s'appelle l'autopartage. Sauf qu'une voiture autonome pourrait retourner sans intervention humaine à son point de départ si nécessaire. Ces voitures en libre service et louées pour de courtes durées existent déjà en mode «classique».

Voilà donc les objectifs du véhicule autonome. Actuellement, où en est-on du point de vue développement ?

## LES PIONNIERS

C'est à *Google* que l'on doit la popularisation de la voiture autonome. Des essais de prototype avaient déjà été réalisés au Japon dans les années 70, en Europe et aux États-Unis dans les années 80 et 90, mais sans beaucoup d'impact sur le grand public. En 2009, *Google* s'attaque au développement de cette technologie. Et là, c'est l'engouement. Ils commencent par modifier une *Toyota Prius*

*Vous pouvez dès à présent faire l'expérience des fonctions de conduite autonome. Ainsi, la nouvelle Volvo XC90 dispose d'une fonction de freinage automatique aux intersections: si vous tournez devant le véhicule arrivant en sens inverse, la voiture freinera à votre place.*



*Le développement de la self-driving car de Google a été confié à une entreprise indépendante, Waymo, dans le but de commercialiser la technologie sous-jacente à la conduite autonome.*



*Safety Administration*), afin d'entamer la discussion quant au cadre légal des véhicules automatisés et des tests sur la voie publique. Que nous réservent-ils ? Ce n'est pas encore une affaire qui roule mais une affaire à suivre en tous cas.

## UBER ET SA FLOTTE DE VOITURES SANS PILOTE

*Uber* est une compagnie qui propose un service de «taxi» flexible pour un prix raisonnable. Où que vous soyez, à condition que la compagnie soit active dans votre ville, ce qui n'est encore le cas que pour Bruxelles en Belgique, vous pouvez commander un véhicule avec chauffeur via une application. Après quelques minutes seulement, le véhicule vient vous chercher et vous dépose où vous le souhaitez. Si vous êtes un particulier et que vous possédez une voiture, vous pouvez vous-même devenir chauffeur et arrondir vos fins de mois.

La compagnie *Uber* voit en la voiture autonome une évolution logique de son service de taxis. Pittsburgh en Pennsylvanie est à ce titre leur premier terrain de jeu. Ils ont commencé par y tester une flotte de 4 prototypes autonomes de type *Ford Fusion*. Une douzaine de ces véhicules, en version hybride, s'y est rapidement greffée. Et depuis août 2016, des *Volvo SUV XC90s* autonomes transportent des clients *Uber* dans les rues de Pittsburgh. Cependant, un conducteur

et un co-pilote prêts à intervenir sont présents dans chaque véhicule. Si vous êtes déjà conducteur *Uber*, soyez rassuré, leurs services n'évolueront pas uniquement vers des voitures autonomes: le service avec chauffeur sera conservé pendant quelques années au moins.

Si vous acquérez une voiture autonome un jour, *Uber* semble être un bon moyen pour la rentabiliser en dehors de son utilisation quotidienne. Mais ce ne sera pas possible si vous possédez une *Tesla*. La marque ne le permettra pas ! Vous devrez passer par leur propre plateforme. D'ailleurs, *Tesla* aussi semble en très bonne position dans la chasse au véhicule autonome. Depuis mi-octobre 2016, toutes leurs voitures sont dotées de l'équipement nécessaire à la conduite 100% autonome: 8 caméras, 12 capteurs, 1 radar et un ordinateur de bord 40 fois plus puissant que celui de la génération précédente. En revanche, le logiciel qui rendra la conduite autonome est toujours en phase de test.

## RISQUE 0 ?

Autonome n'est cependant pas (encore ?) synonyme du risque zéro au niveau accidents. Le 14 février 2016, une *Lexus SUV* autonome de *Google* a provoqué un accident à Mountain View. Jusque là, il y avait eu une dizaine d'accrochages mais ceux-ci, provoqués par le testeur ou un autre usager de la route, n'impliquaient pas la responsabilité de *Google*. Dans ce

cas-ci par contre, le logiciel a anticipé un comportement humain qui n'a pas eu lieu. La voiture circulait sur la bande de droite et a détecté des travaux devant elle. Elle a donc voulu se rabattre sur la bande de gauche sur laquelle circulait un bus dont elle avait détecté la présence, croyant que ce dernier allait ralentir ou s'arrêter pour la laisser passer. Ce qu'il n'a pas fait. Résultat: l'aile avant gauche de la voiture a percuté, à faible vitesse heureusement, l'aile droite du bus. Erreur d'«interprétation» donc et non de détection. *Google* a depuis corrigé le tir en prenant en compte le fait que les bus et camions seraient moins enclins à freiner pour laisser passer un véhicule.

Le 7 mai 2016, en Floride, un homme a perdu la vie alors qu'il était à bord d'une *Tesla* et que le système de conduite semi-automatique *Autopilot* était enclenché. Un poids lourd venant en sens inverse a tourné à gauche face à la voiture. Ni le véhicule, ni le conducteur n'ont freiné. À qui la faute ? Au conducteur ? À l'algorithme ? Au constructeur ? La *NHTSA* a rendu son rapport le 19 janvier dernier et le verdict est tombé: *Tesla* n'est pas responsable. Sept secondes se sont en effet écoulées entre l'engagement du camion blanc sur la voie, non détecté par la *Tesla* à cause du soleil, et l'accident. Le conducteur aurait dû intervenir, *Autopilot* n'étant qu'une aide à la conduite. Mais apparemment, il regardait un film au moment des faits...

Cela prouve malgré tout que beaucoup reste à faire en termes de législation et d'assurance: il est nécessaire de les



Toutes les références peuvent être obtenues auprès de [virginie.chantry@gmail.com](mailto:virginie.chantry@gmail.com)

adapter à la réalité des véhicules autonomes. Question algorithme, certaines règles devraient également être mises en place. Par exemple, que décidera le véhicule s'il constate qu'il peut éviter un accident grave en fonçant sur un piéton au risque de le tuer ? Et s'il peut faire la même chose en sacrifiant les personnes qu'il transporte ? Voilà que viennent à l'esprit les 3 lois de la robotique qu'Isaac Asimov présente dans la nouvelle *Runaround* (Cercle vicieux) parue pour la 1<sup>re</sup> fois dans un magazine en 1942 et ensuite en 1950 dans le recueil *I, robot* dont s'inspire le film éponyme. Les voici.

- LOI N° 1: un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger,
- LOI N° 2: un robot doit obéir aux ordres que lui donne un être humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la 1<sup>re</sup> loi,
- LOI N° 3: un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la 1<sup>re</sup> ou la 2<sup>e</sup> loi.

Le débat est ouvert.

Nombre d'autres grandes marques s'attendent au développement du véhicule autonome: Audi, BMW, Nissan ou encore PSA Peugeot-Citroën. De grandes compagnies comme Bosch, Microsoft ou Nvidia sont aussi en compétition dans le développement de la technologie de conduite autonome. Qui gagnera cette course qui a démarré sur les chapeaux de roue ? ■

## Techno-Zoom

**I**l est vrai que Saint-Nicolas est en congé jusqu'en décembre prochain, tout comme le père Noël. Ça ne nous empêchera pas de parler «jouets» et de rêver au prochain cadeau que vous souhaitez recevoir ! Pour les cloches pourquoi pas ? Si vous êtes fan de robotique et de technologie digitale, les jeux connectés créés par la jeune et dynamique compagnie Sphero basée à Boulder dans le Colorado vont vous plaire, c'est certain. Si en plus vous avez toujours secrètement désiré être un Jedi, voici un moyen mis au point par cette société pour que la «Force soit avec vous»: le Force Band.

C'est un bracelet qui soutient un boîtier de 3,75 sur 1,53 cm (il n'ira pas avec votre smoking ou robe de cocktail) au design très «Star Warsien» avec lequel on peut s'amuser comme un vrai Jedi. Enfin plus ou moins. Il permet par exemple de contrôler la réplique miniature du robot BB-8, également mise au point par Sphero, avec un rayon d'action de 30 m grâce à la technologie Bluetooth: d'un geste du bras, il avance, recule et s'arrête. Pour ceux qui n'auraient pas suivi, BB-8 est le droïde au look sympathique et aux lignes sphériques dans les tons de blanc/beige, orange et gris qui nous avait été révélé dans Star Wars: Episode VII - Le Réveil de la Force.

De plus, le Force Band possède un mode d'entraînement à la Force pour apprendre le savoir-faire Jedi et un autre au combat pour s'approprier les techniques de maniement du sabre laser (non fourni !). Il y a aussi un mode «conscience de la Force» qui, à l'aide d'une application téléchargeable sur l'App Store et Google Play, permet de trouver et récolter des «Holocrons», un peu dans le genre Pokemon Go. Pour les néophytes, un Holocron est un fragment de l'histoire et des connaissances des Jedi qui peut être obtenu uniquement grâce à la Force. Le Force Band peut aussi vous aider à contrôler tout autre robot de la gamme Sphero. En résumé, malgré le nouveau droïde à la mode K-2SO issu du dernier film de la saga, Rogue One: A Star Wars Story, le petit BB-8 n'a pas encore dit son dernier mot...

Pour une démo, rendez-vous sur:

[www.youtube.com/watch?v=8GGYO5vdrnl](http://www.youtube.com/watch?v=8GGYO5vdrnl)



# L'ADN de...

## Isabelle CRUCIFIX Chauffagiste

### ◀◀ RECTO

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

Photos: I. CRUCIFIX (p.17)

**C**hauffagiste, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Pas vraiment puisque j'ai fait 3 formations en tout. J'ai commencé dès les secondaires en hôtellerie. Puis, à 16 ans, on se rend vite compte que l'on travaillera quand les autres s'amuseront, le soir, les week-ends, que l'on aura pas de vacances, etc... Du coup, après les secondaires, j'ai choisi de faire assistante sociale parce que j'ai toujours aimé les relations humaines. J'ai terminé à 21 ans mais je n'étais pas prête à me lancer. Je n'avais pas assez confiance en moi. Entre-temps, depuis que j'ai 14-15 ans, je travaille pendant les vacances avec mon papa, chauffagiste. Et finalement, je me suis dit «pourquoi pas ?». Cette vocation a été tardive mais je pense que j'ai fait le bon choix.

**C**omment devient-on chauffagiste-sanitariste ? À partir du moment où j'étais sûre de ce que j'allais faire, j'ai choisi un système de formation en alternance à l'IFAPME de Namur. Cela se fait en 3 ans, dont 1 an consacré à des cours de connaissance générale et les bases théoriques puis 2 ans de patronnat, que j'ai fait avec mon papa. C'est donc aussi une histoire de famille puisque lui-même a repris l'entreprise de mon grand-père. Cela fait 10 ans que nous travaillons ensemble pour notre propre société.

**V**ous travaillez en tant que chauffagiste-sanitariste en binôme pour votre propre société, C.M.

**S**anit, mais quelle est votre journée-type ? Mes journées sont bien remplies puisque j'arrive chez mon papa vers 6h30. Nous préparons le matériel et chargeons la camionnette avant de partir sur le chantier. Nous travaillons la plupart du temps jusqu'à 18h30-19h du lundi au vendredi et le samedi la matinée. Le dimanche, en général, nous faisons les devis. C'est surtout papa qui s'en occupe sauf pour les plus importants, où nous les réalisons à 2. Par contre, c'est lui qui s'occupe des factures. Pour le reste (mails, administratif...), nous nous partageons les tâches. La durée des chantiers est assez variable. Par exemple, pour l'installation complète chauffage-sanitaire d'une nouvelle construction, il faut compter environ 7 jours. Un peu moins pour une rénovation ou le remplacement d'une chaudière. Au niveau clientèle, nous avons des particuliers et nous travaillons pour un constructeur et la Fédération Wallonie-Bruxelles.

**Q**uels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? Je dois avouer que je n'ai jamais trop aimé les sciences et en hôtellerie, il n'y en avait pas beaucoup. Par contre, nous avons souvent recours aux mathématiques pour le calcul des puissances, les circonférences de tuyaux, etc... J'ai dû m'y intéresser pour mon métier mais du fait que ce soit pour des choses concrètes, ça ne me rebute pas. Et puis, il y a aussi quelques aspects scientifiques au niveau des matériaux et de leurs associations.

**Q**uelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Je dirais que la 1<sup>re</sup> difficulté est physique. J'ai eu mon 1<sup>er</sup> lumbago la semaine dernière ! Sinon l'apprentissage n'a pas été facile. Il y a énormément de matériaux, d'accessoires à connaître en très peu de temps. Mais je n'ai jamais eu de vraie grosse difficulté sur un chantier. Si je n'arrive pas à porter quelque chose par exemple, je demande de l'aide. Pour le reste, j'essaie de ne pas montrer mes faiblesses. C'est une difficulté mais c'est devenu une force. J'ai appris à connaître mes limites.

**Q**uelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? Terminer un chantier, voir que tout fonctionne et avoir la satisfaction du travail accompli. D'autant quand on a l'avant/après. De manière plus générale, je trouve mon intégration dans ce milieu professionnel assez réussie. Je m'y sens légitime. J'ai gagné le respect des autres.

**Q**uels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? D'être sûr d'avoir envie de faire ce que l'on choisit et d'avoir conscience de la réalité du métier, qui n'est pas toujours facile, pour une fille surtout. Au niveau de la vie privée mais aussi sur chantier. Mais sinon, je pense que chacun peut faire n'importe quel métier pour autant que l'envie soit là. Il faut vivre ses passions. C'est le meilleur moyen de ne pas se lasser, de supporter le stress et d'avoir des travailleurs motivés. ■



**ÂGE:** 32 ans

**ENFANTS:** En couple, pas d'enfant.

**PROFESSION:** Chauffagiste-sanitariste dans la société familiale C.M. Sanit.

**FORMATION:** Secondaires techniques en hôtellerie à l'école Ilon Saint-Jacques à Namur. Formation en 3 ans d'assistante sociale à l'HENAC (aujourd'hui IESN) de Namur. Formation en alternance (3 ans) en chauffage-sanitaire à l'IFAPME de Namur.

**ADRESSE:** Rue de Dave, 332 à 5100 Jambes.

**Tél.:** 0478 78 52 62

**Mail:** isacrucifix@gmail.com



## VERSO >>>

**Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ?** J'adorais travailler dans un parc animalier. Ça me fait rêver. Ça me plairait aussi de faire une formation en œnologie pour avoir mes propres vignes et ouvrir un hôtel-restaurant dans le Sud de la France.

**Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ?** Pouvoir me télétransporter dans un endroit relaxant, une plage déserte par exemple, histoire de respirer, décompresser, relâcher la pression, faire ce qu'on a envie (crier, pleurer, rire...) pour quelques heures ou quelques jours.

**Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ?** Un cours de psychologie dans les relations humaines, de respect les uns envers les autres, de politesse. Je trouve qu'il y a beaucoup de valeurs qui se perdent et la solidarité n'est plus ce qu'elle était.

**Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ?** Je partirais dans l'idée de transformation. Pourquoi ne pas donner à tout le monde les mêmes capacités physiques pour pouvoir faire ce dont on a envie, sans restriction. Quand on fait ce qui nous plaît, on est beaucoup plus épanoui et aimable. Ça n'amène que du positif, autant au niveau familial, que professionnel ou social.

**Je vous transforme en un objet du 21<sup>e</sup> siècle, ce serait lequel et pourquoi ?** Pas un smartphone car on me

taperait dessus tout le temps. Peut-être plutôt une voiture nouvelle génération, électrique ou au gaz pour nous transporter partout, le tout, dans le respect de la nature. C'est un secteur qui a de l'avenir.

**Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ?** Je choiserais un pays d'Afrique, qui m'a toujours attirée pour son côté «baba cool» et la chaleur. J'irais bien au Mali ou au Kenya, pour aller à la rencontre de leur culture et des animaux.

**Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ?** Aucune personnalité ne me fait vraiment rêver. Chaque humain est comme il est mais c'est vrai que j'apprécie particulièrement les gens qui me font rire, qui ont de l'humour. J'adore Géraldine, du Good Morning sur Radio Contact par exemple !

**La question «a priori»: les femmes ne savent pas bricoler et ont la force d'un moineau, ne seraient-elles pas plus à l'aise dans un salon de beauté ?** C'est vrai que chauffagiste est un métier physique et une femme n'aura jamais la même force qu'un homme. Mais quand on aime, on trouve les ressources. Chacun peut trouver sa place. À l'IFAPME, il y avait 2 garçons en esthétique. Il faut dire aussi qu'on met l'accent sur les femmes qui se lancent un peu partout (armée, chauffeur routier...) alors qu'on parle moins des hommes qui exercent un métier dit «de femme». ■

**+ Plus d'infos**

<http://www.ifapme.be/>

# Quels vœux formuler à un chercheur ?

*De l'imagination et de l'intuition  
mais aussi de faire bon usage  
de l'erreur, de l'échec...  
et du marc de café !*

Texte : **Paul Devuyt**

Photos : © **YURI ARCOURS** (p.18), © **CSP\_SergeyNivens** (p.20)

**T**out le monde connaît l'histoire de Newton et de la chute d'une pomme qui lui aurait brusquement ouvert les yeux sur la gravitation universelle. Ou encore celle d'Archimède qui, plongé dans son bain, s'écria «*Eurêka*» et découvrit ainsi le fameux principe qui porte son nom. Ce sont évidemment des légendes mais qui illustrent bien que la part de l'imagination et de l'intuition dans le monde des sciences et des découvertes est bien réelle.

Et, en cette période de bonnes résolutions de début d'année (à la limite...), que pourrait se souhaiter un chercheur à lui-même ? Trouver ce qu'il cherche ou, pourquoi pas, ce qu'il... ne cherche pas ? Pour cela, il faut croire ce que

disait Albert Einstein, pour qui «*l'imagination est le vrai terrain de germination scientifique*». Il croise là, comme dans un miroir, le poète Charles Baudelaire pour qui «*l'imagination est la plus scientifique des facultés*». Mais ce n'est pas la seule. Il y a aussi la curiosité, l'habileté, l'intuition, le savoir-faire, la compréhension, le hasard et surtout, la volonté de poursuivre. Comprendre les mystères de la nature et faire des découvertes sont autant les conséquences d'une lente gestion d'idées et de techniques que d'éclairs fulgurants de compréhension ou de traits de génie impossibles à relier rationnellement à des situations. On trouve parfois ce que l'on cherchait, parfois pas, et parfois... on trouve ce que l'on ne cherchait pas. Encore faut-il ne pas passer à côté !

## LE HASARD FAIT LE LARRON

Car l'histoire des sciences et des techniques est riche en découvertes que l'on dit faites par hasard ou par accident. On cite volontiers le cas d'Alexandre Fleming qui, au retour de vacances, constata que certaines des cultures de bactéries qu'il avait laissées dans un placard étaient envahies par une substance bizarre, laquelle avait arrêté leur croissance. Et plutôt que de jeter les boîtes contaminées en se disant «zut alors», il creusa l'accident et découvrit le premier antibiotique, la pénicilline, issue d'un champignon. Autre exemple, la découverte du procédé de vulcanisation du caoutchouc

par Charles Goodyear qui laissa traîner fortuitement un pot de sève d'hévéa sur un poêle et découvrit ainsi le pneumatique. Même cas de figure pour le Teflon, la cellophane, le four à micro-ondes, les quasars, le Velcro et tant d'autres.

Mais, à bien examiner les circonstances de ces découvertes, on voit que le hasard ou l'accident ne sont pas suffisants, même s'ils sont nécessaires. Et que la prétendue chance de ces découvreurs est en fait une capacité à découvrir, à inventer, à créer ce à quoi on ne s'attendait pas.

Or, si la langue française est riche de mots pour décrire l'ensemble des facultés nécessaires à la «trouvaille», il en manque un très important et qui existe par contre en anglais... depuis le 18<sup>e</sup> siècle. Il s'agit du mot «*serendipity*» qui signifie «heureux hasard» pour les anglophones et que l'on pourrait franciser en «sérendipité».

Ce mot provient d'un conte perse très ancien mettant en scène 3 fils du roi de Serendip (aujourd'hui appelé Sri Lanka). Refusant de succéder à leur père, les 3 jeunes hommes furent expulsés et au cours de leur périple, par observations, déductions et sagacité, découvrirent des tas de choses... qu'ils ne cherchaient pas. Les chemins de la recherche sont comme ceux de la vie: s'ils mènent tous à Rome, il y a mille façons d'y arriver ou de s'y perdre. Mais un peu de sérendipité peut servir de boussole !

## UNE DÉMARCHÉ

### «BIZARRE»

Au cours d'un colloque réuni récemment à Paris sous l'égide de l'Académie des sciences et de l'Académie des sciences morales et politiques, et dont l'objectif était d'approfondir ce que l'histoire des sciences pouvait nous apporter dans l'exercice actuel de la démarche scientifique, certains philosophes s'interrogèrent sur le fait qu'aujourd'hui, contrairement aux «savants-philosophes» d'antan, personne ne peut plus dominer complètement une discipline ou même une théorie. Et que les nouveaux moyens de communication, par leur universalité et leur rapidité, fournissaient une nouvelle donne.

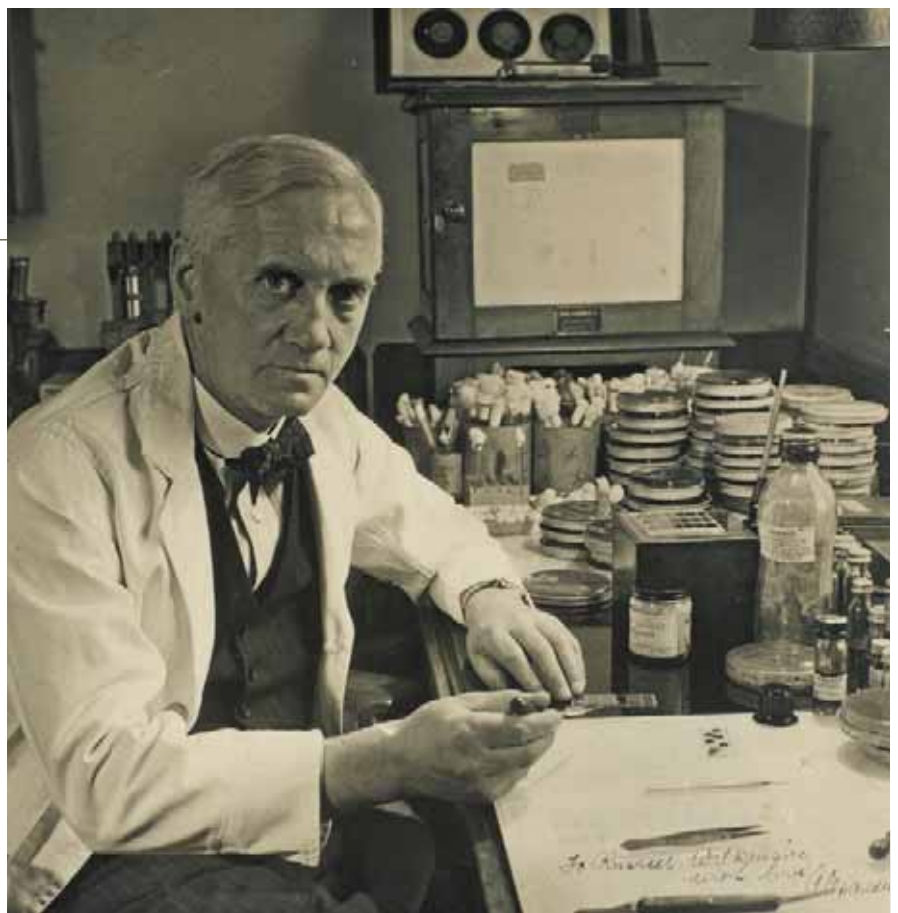
Il est vrai qu'à côté des intuitions d'un Albert Einstein ou d'une Marie Curie, l'histoire fourmille d'exemples méconnus pourtant frappants et pleins d'enseignements dans ce domaine. C'est notamment le cas du «multiplicateur de Schweigger», ce physicien allemand (1779-1857) qui s'intéressa à l'électromagnétisme. Il est connu pour avoir inventé - une performance à l'époque - l'ancêtre du galvanomètre pour la mesure des courants électriques.

La démarche qui l'a amené jusque là, davantage que l'invention elle-même, mérite réflexion. Il était en effet persuadé que l'électromagnétisme était déjà connu dans l'Antiquité. Ainsi, pour lui, le couple Castor et Pollux symbolisait les 2 pôles électriques et c'est sur la base d'une peinture représentant les 2 fils jumeaux de Zeus entourés de nymphes aquatiques dansantes, qu'il imagina la construction de son «multiplicateur». Un exemple d'un objectif scientifique atteint alors qu'il résulte d'une démarche hautement improbable: la mythologie au service de la physique !

## CHERCHEZ L'ERREUR

Mais peu importe le résultat, une invention ou un échec, le chemin du chercheur est le plus souvent parsemé d'essais et surtout d'erreurs. «*La propension à commettre des erreurs est cruciale pour la connaissance humaine*», explique la journaliste américaine Kathryn Schulz dans un ouvrage consacré à la gloire de l'erreur (1). Ici, l'auteure s'intéresse à toutes sortes de fautes, de la gaffe sans importance à celles dont peut dépendre le sort du monde. Après s'être interrogée sur les façons dont l'humanité a pensé

*Le bactériologiste anglais Alexandre Fleming avait découvert un matin que ses cultures de staphylocoques (les bactéries que l'on trouve généralement dans le pus) qui étaient restées sur une paille tout un week-end, étaient contaminées par un agent bactéricide. En effet, de petits cercles clairs apparaissaient dans les boîtes de culture, signe que les staphylocoques avaient été détruits. Fleming rechercha la cause de ce phénomène et découvrit qu'il était dû à une moisissure de pain, *Penicillium notatum*, celle-ci produisant une substance qu'il appela pénicilline et qui avait un effet létal sur les microbes. Ce résultat, publié en 1929, n'attira pas l'attention... mais l'attribution du prix Nobel de médecine et de physiologie en 1945 !*



ses méprises au fil des siècles (que les dits penseurs soient philosophes, psychologues, écrivains, scientifiques, hommes de pouvoir ou simples mortels), Kathryn Schulz explore les facteurs qui nous abusent et les émotions qui font naître ensuite en nous le fait de réaliser que nous avons eu tort.

Se tromper est indispensable pour la science, dit-elle, tant il est vrai que *«la recherche scientifique est essentiellement un monument à la gloire de l'erreur»*, qui procède par hypothèses, vérifications et théories ne tenant que le temps d'être démenties. Il faut aussi accepter de nous tromper, l'admettre pour mieux approcher la vérité et apprendre à éviter de futures bourdes: les experts de la sécurité, qu'ils travaillent pour l'aéronautique, le nucléaire ou les hôpitaux, commencent tous par décortiquer les erreurs commises avant de chercher à prévenir leurs petites sœurs ! Et, par-dessus tout, la faute est fabuleusement humaine, c'est elle qui nous fait hommes. *«A-t-on jamais vu un animal ou une machine rougir ou s'esclaffer de s'être trompé ?»*, dit l'auteure. Arrêtez les «oui mais...», ou les «j'avais presque juste» et les «c'est ta faute», et essayez de dire tout simplement «Je me suis trompé», ajoute-t-elle. Ensuite... savourez !

Ceci fait songer à un cas de ce qu'on appelle aujourd'hui l'*«innumérisme»* (encore un mot qui n'existe pas officiellement en français), qui frappe surtout les jeunes de 13-14 ans et révélé lors des statistiques Pisa (2). La question était: si je possède 286 euros, combien me manque-t-il pour acheter un objet qui en vaut 425 ? Réponse: 121 550. Ne prenez pas votre calculatrice (j'ai vérifié): l'élève a multiplié au lieu de soustraire ! Ce qui montre combien il est sans aucune intuition des rapports de grandeur ! Une réaction qui mérite réflexion...

### L'ÉCHEC, UNE SOURCE DE DÉCOUVERTES

La recherche scientifique et le développement de médicaments ne sont pas des «business» tout à fait comme les autres: l'échec devrait y être une force motrice et l'ignorance une



vertu supérieure. Et Stuart Firestein, directeur du département de biologie à l'Université Columbia (New York) et professeur en neurosciences, n'aime rien tant que l'ignorance et l'échec. La science est *«une machine à produire de l'ignorance»*, écrit-il dans son livre *Les Continents de l'ignorance* (3), un ouvrage tiré d'un cours dédié à ce que la science ignore. *«Attraper un chat noir dans une pièce sombre, en n'étant même pas sûr qu'il s'y trouve»*, voilà à quoi ressemble (ou devrait ressembler) la science, dit-il.

*«Ce que nous savons est déjà dans l'encyclopédie ou sur Internet, disponible à n'importe qui veut faire l'effort de chercher et de l'apprendre. La science, elle, s'intéresse à ce que nous ne savons pas. Or, qu'est-ce qui pousse la science en avant ? L'échec, car il nous permet de sonder les profondeurs de notre ignorance»*, poursuit-il. Dans un laboratoire de recherche, une expérience qui rate, c'est une hypothèse invalidée, donc une réponse à la question que se posait l'expérimentateur. D'aucuns préfèrent d'ailleurs nommer cela un «résultat négatif». Simple ruse de vocabulaire ? *«Seuls les scientifiques comprennent la valeur de l'échec. Elle n'est jamais enseignée à l'école, ce qui donne à la plupart des gens une image déformée de la science. Mais on tire souvent bien plus de leçons d'une erreur que d'un résultat d'expérience concluant, et l'échec est la source des plus grandes découvertes ! Trouver ne permet finalement qu'une chose: créer de nouveaux champs d'ignorance, que les scientifiques cultiveront avec bonheur»*, affirme Stuart Firestein.

### UNE INFORMATION PRÉCIEUSE

Encore faut-il savoir que l'on en arrive à un échec ! Or, en matière de recherche médicale, les résultats des essais thérapeutiques négatifs ne sont que trop peu publiés, confirme une étude publiée par des chercheurs de l'Université de Harvard (États-Unis) dans la revue *Jama Internal Medicine*. Les auteurs ont passé en revue les résultats de 640 essais cliniques de phase 3 (c'est-à-dire la dernière menée sur l'homme avant qu'une autorisation de commercialisation puisse être demandée), organisés pour tester de nouvelles thérapeutiques entre 1998 et 2008. Plus de la moitié d'entre eux (344, soit 54%) n'ont PAS donné lieu à commercialisation de la molécule testée, principalement à cause d'un manque d'efficacité, de problème de sécurité, en particulier des effets secondaires graves (17%) ou pour des raisons commerciales (22%). Or, seuls 40% de ces 344 échecs (soit 138) ont fait l'objet d'une publication susceptible d'être relue par les pairs dans une revue spécialisée. Une perte d'information dommageable, regrettent les auteurs: *«Même lorsque l'agent testé ne démontre pas son efficacité ou sa sécurité, les essais menés génèrent une information précieuse»*.

Adoptée en 1964 et régulièrement révisée par l'Association médicale mondiale (AMM), la déclaration d'Helsinki relative aux principes éthiques applicables à la recherche médicale impli-



quant des êtres humains, fait pourtant un impératif moral de la publication des résultats, quels qu'ils soient, des recherches menées sur des êtres humains. *«Les chercheurs, auteurs, promoteurs, rédacteurs et éditeurs ont tous des obligations éthiques concernant la publication et la dissémination des résultats de la recherche, stipule son article 39. Les chercheurs ont le devoir de mettre à la disposition du public les résultats de leurs recherches impliquant des êtres humains (...), aussi négatifs et non concluants que positifs».*

Dans une déclaration d'avril 2014, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) demande même que ces résultats soient publiés dans des revues scientifiques, dans les 2 ans suivant la fin de collecte des données.

## PRO-RÉSULTATS

### NÉGATIFS

Outre l'éthique, l'aspect financier plaide aussi pour la publication des échecs. *«En biologie, une année de travaux coûte en moyenne 60 000 euros (...). Ce n'est pas négligeable, et cela mérite de ne pas dupliquer la même expérience pour rien»*, écrivent dans *The Conversation* 2 jeunes chercheurs français en biologie. Et pour mettre fin au gâchis, ils ont créé *Negative Results*, une revue en ligne exclusivement dédiée aux travaux de recherche en biologie du vivant ayant abouti à des résultats... négatifs. *«Lorsque nous élaborons*

*une hypothèse, on le fait à partir de données déjà existantes mais il nous manque une grosse part des résultats et l'on risque de tester des hypothèses déjà invalidées par d'autres. Les cartes routières indiquent bien les culs-de-sac, on n'oblige pas les conducteurs à tous les tester pour s'apercevoir qu'ils ne débouchent sur rien !»*, expliquent-ils.

*«Les essais cliniques génèrent de très nombreuses données qui sont jetées lorsqu'elles ne concernent pas directement le médicament testé. C'est du gâchis»*, renchérit Stuart Firestein. Par ailleurs, il est vrai que des résultats obtenus peuvent être riches d'enseignements pour des équipes concurrentes travaillant sur une molécule proche, voire identique ! ■

## Ne manquez pas la pause «café» !

**P**erte de temps ? Obligation légale ? Concession au paresseux qui sommeille en chacun de nous ? Allez savoir. Mais il est un fait que du plus grand au plus petit laboratoire du monde, du plus obscur au plus prestigieux institut de recherche, tous (ou presque) ont dressé à la pause «café» (ou thé) une place privilégiée. Certains l'ont institutionnalisée, lui fixant un cadre, un horaire, un déroulement précis, voire un protocole. D'autres ajoutent tel ou tel ingrédient, un fond musical, des cookies, un tableau noir...

Ces pauses «café» ne sont pas que de simples moments conviviaux de détente ou l'occasion de se doter d'une solide dose de caféine afin d'être plus efficace dans son travail. De l'avis de la grande majorité des chercheurs, ils sont des moments importants, voire essentiels, dans la discussion détendue avec d'autres personnes, la confrontation d'idées, dans la création, sur le chemin de la découverte.

Le monde de la recherche n'est pas exempt de pression, de compétition, de dates butoirs... Là comme ailleurs, on court contre le temps et pour un peu, on n'aurait jamais le temps. Il faut donc parfois obliger les chercheurs à faire un «break» et à sortir le nez de leurs éprouvettes ou de leurs équations. C'est pourquoi nombre de centres de recherche ont institué un rendez-vous journalier où l'on est pratiquement certain d'y rencontrer des collègues et où l'information circule. D'autant que s'y mêlent les étudiants, les doctorants, les chercheurs, les «patrons», les administratifs... Tout un monde un peu plus accessible. C'est souvent là que de «bonnes» idées naissent, que parfois de nouvelles perspectives, de nouveaux angles d'attaque voient le jour.

- (1) *Cherchez l'erreur ! Pourquoi il est profitable d'avoir tort*, par Kathryn Schulz, aux éditions Flammarion, 24 euros.
- (2) *Le Programme for International Student Assessment (PISA) est une enquête internationale qui vise à tester, tous les 3 ans depuis 2000, les compétences des élèves de 15 ans en lecture, mathématiques et sciences.*
- (3) *Les Continents de l'ignorance*, par Stuart Firestein, aux éditions Odile Jacob, 24 euros.

# Des molécules de l'autre côté du miroir

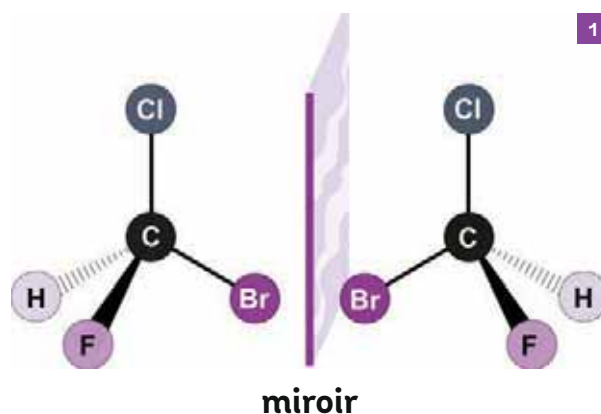
Dans son livre «De l'autre côté du miroir», Lewis Carroll fait voyager Alice dans un monde imaginaire aperçu dans un miroir et celle-ci demande notamment à un chat si le lait aurait le même goût dans ce monde spéculaire. Pour un chimiste, la réponse est non !

Texte : Paul DEPOVERE • [depovere@voo.be](mailto:depovere@voo.be)

Photos : J. Cohen/Flickr (p.22), Introduction to Chemistry: General, Organic, and Biological (v. 1.0) - section 18.6/schema Enzyme Action (p.23)

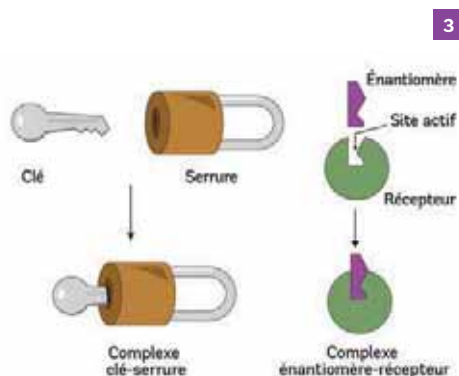
**P**etit rappel indispensable: ces 2 molécules de bromochlorofluorométhane (voir illustration 1 ci-contre), comportant des liaisons identiques avec 4 atomes différents, sont des images spéculaires (qui semblent produites par un miroir). Un miroir vertical plan les sépare. Manifestement, ce ne sont pas les mêmes, car on ne peut pas les superposer. Essayez de faire pivoter de  $180^\circ$  la molécule de droite afin que le chlore (Cl) et le brome (Br) viennent coïncider avec ceux de la molécule de gauche: vous verrez que le fluor (F) et l'hydrogène (H) ne concordent pas. Ce sont des stéréo-isomères, plus exactement des énantiomères. Une convention (dite de *Cahn-Ingold-Prelog*) permet de les distinguer: on classe les substituants du carbone (qualifié de *chiral*) selon un ordre de priorité décroissant déterminé par la valeur de leur numéro atomique (Z) dans le tableau périodique des éléments. Ici : Br (35) > Cl (17) > F (9) > H (1).

La molécule choisie (par exemple celle de droite) est ensuite examinée, comme si on se trouvait au volant (à 3 branches) d'une automobile (voir illustration 2 ci-contre), la colonne de direction correspondant à l'axe C-H, H ayant la priorité la plus basse. Le «conducteur» voit la séquence des 3 premières priorités Br-Cl-F défiler selon le sens des aiguilles d'une montre, de sorte que cet énantiomère reçoit le stéréodescripteur **R** (pour *Rectus*, à droite). Pour son stéréo-isomère, le stéréodescripteur sera forcément **S** (pour *Sinister*, à gauche).



## LA RECONNAISSANCE CHIRALE

Dans le cas particulier des médicaments possédant un centre chiral et existant donc sous la forme de 2 énantiomères, seul l'un de ceux-ci exerce habituellement une activité thérapeutique. Ledit énantiomère doit en effet pouvoir se lier à son récepteur - exactement comme une clé dans la serrure *ad hoc* - afin de déclencher la réponse physiologique voulue (voir illustration 3 ci-dessous).



L'autre énantiomère, incapable de se lier à ce récepteur (puisqu'il est l'image spéculaire de la bonne clé), est le plus souvent inerte du point de vue pharmacologique. Dans certains cas cependant, il peut donner lieu à des effets indésirables (parfois graves), voire à d'autres effets thérapeutiques.

La grande majorité des médicaments est obtenue par synthèse chimique, ce qui aboutit, lorsqu'il s'agit de molécules chirales, à des mélanges racémiques (c'est-à-dire équimolaires) des 2 énantiomères. Jadis, on délivrait systématiquement ces médicaments sous cette forme racémique en se disant qu'une moitié ne servait à rien, sauf à être une sorte de lest que le foie devait tout aussi bien métaboliser. Il est en effet très coûteux de séparer 2 énantiomères...

## LA TRAGÉDIE DU THALIDOMIDE

Le thalidomide (*Softenon*®) est un médicament qui fut prescrit vers la fin des années 1950 aux futures mamans, afin de traiter

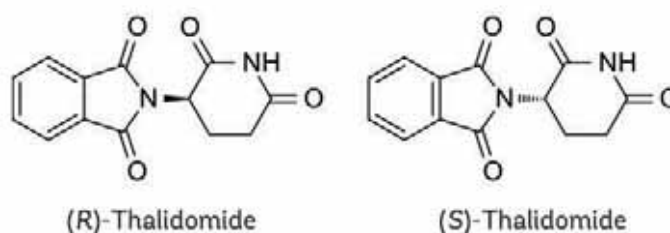
leurs nausées matinales. Ceci occasionna la plus grande tragédie dans l'histoire des médicaments. Il fut démontré que si l'énantiomère *R* était bien un antinauséeux, l'énantiomère *S* provoquait quant à lui des effets tératogènes (voir illustration 4 ci-dessus), ce qui se traduisit par la naissance de milliers de bébés atteints de phocomélie (du grec *phôkê*, phoque et *mêlos*, membre). Il s'agit d'une malformation gravissime, caractérisée par une atrophie des membres, mains et pieds semblant émerger directement du tronc. Ce médicament fut, bien sûr, rapidement mis à l'écart.

## DES CAS PARTICULIERS, AUX CONSÉQUENCES PARFOIS HEUREUSES

Le vérapamil est une molécule chirale employée en tant qu'antiarythmique. Les 2 énantiomères bloquent les canaux calciques avec la même efficacité, bien que le stéréo-isomère *R* produise moins d'effets (indésirables) cardiopresseurs. Il n'y a aucune objection à administrer ce médicament sous forme racémique.

Dans le cas de la warfarine (un anticoagulant), l'énantiomère *S* est 2 à 5 fois plus puissant que l'isomère *R*, mais il est éliminé 2 à 5 fois plus rapidement. De ce fait, l'activité effective des 2 énantiomères semble identique.

En ce qui concerne l'ibuprofène (un anti-inflammatoire non stéroïdien, AINS), l'activité analgésique est uniquement due à l'énantiomère *S* (qu'on appelle *eutomère*). Par chance, nos enzymes sont capables de transformer le stéréo-isomère *R* inactif (le *distomère*) en variété *S*. Il n'est donc pas nécessaire d'engager des dépenses importantes pour isoler la variété *S* du mélange racémique.



Le tétramisole racémique, prescrit jadis pour éliminer les vers intestinaux, doit son activité anthelminthique à l'énantiomère *S*, l'autre isomère étant responsable de divers effets secondaires, parmi lesquels des vomissements. Il n'est pas surprenant que le lévamisole, en l'occurrence ledit isomère *S*, ait, depuis, remplacé le tétramisole.

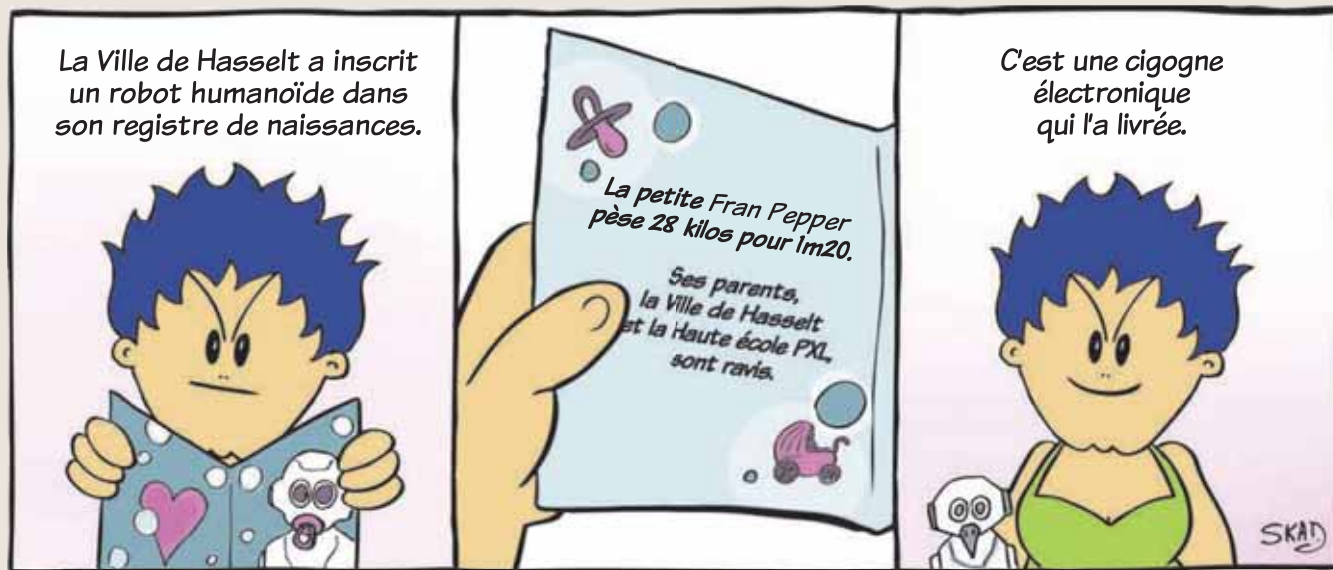
Il arrive aussi parfois - et ceci est un hasard heureux - que chacun des énantiomères présente une propriété pharmacologique qui lui est propre et qui s'avère exploitable comme telle. Ainsi, le propoxyphène-(*R*) est un analgésique qui fut commercialisé sous la marque *Darvon*®, alors que l'énantiomère *S* est un antitussif, cette fois distribué sous l'appellation *Novrad*®, laquelle n'est rien d'autre que la réciproque spéculaire du mot *Darvon* ! (voir illustration 5 ci-dessous)



Toutes ces considérations plaident en faveur de la mise sur le marché de molécules énantiopures, que ce soit par séparation des énantiomères du mélange racémique («résolution», en passant par des diastéreo-isomères) ou par synthèse asymétrique directe. Les avantages sont évidents: posologie diminuée, effets secondaires réduits et activité pharmacologique améliorée. Les recherches concernant les médicaments constituent un domaine fascinant dont on est loin d'avoir découvert toutes les possibilités ! ■

## LES AVENTURES DE BARJE

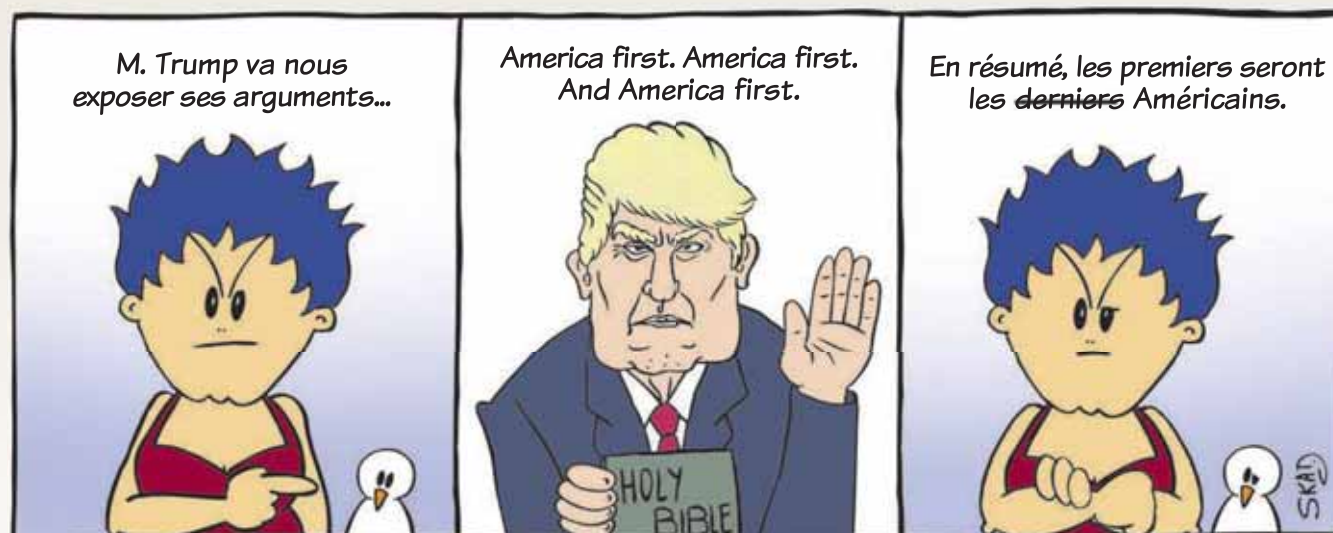
@SKAD 2017 - www.barje.be



PLUS DE 120.000 PERSONNES PARTICIPENT À LA CAMPAGNE « TOURNÉE MINÉRALE » DE LA FONDATION CONTRE LE CANCER. OBJECTIF : NE PAS BOIRE D'ALCOOL EN FÉVRIER.



COMME ELLES FONT SOUVENT APPEL À DES TALENTS ÉTRANGERS, DES ENTREPRISES TECHNOLOGIQUES AMÉRICAINES (FACEBOOK, MICROSOFT, GOOGLE, APPLE ET AMAZON) ONT EXPRIMÉ À DONALD TRUMP LEURS PRÉOCCUPATIONS À PROPOS DE SA POLITIQUE D'IMMIGRATION.



# ENQUÊTE DE SATISFACTION



**V**otre magazine ATHENA existe depuis 1984 et a connu de nombreux changements. Une enquête avait déjà été lancée en 1997. Vingt ans plus tard, nous souhaiterions de nouveau connaître votre avis et vos préférences de lecture. L'objectif de cette étude est de s'assurer que le magazine réponde au mieux à vos attentes et besoins. Ce petit questionnaire ne vous prendra que quelques minutes et toutes vos réponses resteront strictement confidentielles. Merci de nous retourner le questionnaire complété:

- par courrier (au moyen de l'enveloppe port payé par le destinataire qui se trouve dans l'emballage du magazine);
- par fax au numéro 04 252 63 83;
- par email à l'adresse [athena@incidence.be](mailto:athena@incidence.be);
- en ligne en suivant le lien suivant:  
<http://www.athena-magazine.be/enquete>;
- en scannant le QR code sur votre smartphone.

Avant de commencer, quelques consignes pour répondre correctement au questionnaire:

- Merci de bien entourer le chiffre correspondant à votre réponse
- Si rien n'est précisé, vous ne devez fournir qu'une seule réponse à la question (et donc cocher une case)
- Merci d'écrire le plus lisiblement possible dans les cases spécifiquement prévues à cet effet

Si vous avez besoin d'aide pour remplir le questionnaire, une hotline est à votre service du lundi au vendredi (de 9h00 à 17h00):



[athena@incidence.be](mailto:athena@incidence.be)



0800 399 02

d. Quel est le dernier diplôme que vous avez obtenu ?

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| primaire                              | 1 |
| secondaire inférieur                  | 2 |
| secondaire supérieur                  | 3 |
| supérieur type court (3 ans ou moins) | 4 |
| supérieur type long (4 ans ou plus)   | 5 |
| formation postuniversitaire           | 6 |
| doctorat                              | 7 |
| autre: précisez                       | 8 |

e. Quelle est votre activité professionnelle ?

|                                                      |   |
|------------------------------------------------------|---|
| étudiant                                             | 1 |
| instituteur, professeur...                           | 2 |
| actif dans le secteur scientifique (privé ou public) | 3 |
| pensionné                                            | 4 |
| sans emploi                                          | 5 |
| autre: précisez                                      | 6 |

f. Comment avez-vous découvert ce magazine ?

|                                                                        |   |
|------------------------------------------------------------------------|---|
| par Internet (moteur de recherche)                                     | 1 |
| par le bouche à oreille                                                | 2 |
| par les réseaux sociaux                                                | 3 |
| par l'école                                                            | 4 |
| par mon lieu de travail                                                | 5 |
| par le biais d'une structure appartenant au Service public de Wallonie | 6 |
| autre: précisez                                                        | 7 |

## Volet 1. Qui êtes-vous ?

a. Vous êtes...

[cochez la case correspondant à votre réponse]

|           |   |
|-----------|---|
| un homme  | 1 |
| une femme | 2 |

b. Vous êtes né(e) en ?

c. Quel est votre code postal ?

d. Quelle est votre situation personnelle ?

|                                        |   |
|----------------------------------------|---|
| célibataire sans enfant au domicile    | 1 |
| célibataire avec enfant(s) au domicile | 2 |
| en couple sans enfant au domicile      | 3 |
| en couple avec enfant(s) au domicile   | 4 |

## Volet 2. Votre prise en main du magazine

- a. Depuis combien d'années êtes-vous abonné(e) au magazine *Athena* ?

[si < 1, indiquez 0]

- b. En moyenne, combien de temps consacrez-vous à la lecture d'un numéro du magazine ?

 /minutes

- c. Sachant que le magazine fait 50 pages, combien de pages lisez-vous environ à chaque édition ?

|                  |   |
|------------------|---|
| moins de 2 pages | 1 |
| de 2 à 5 pages   | 2 |
| de 6 à 10 pages  | 3 |
| de 11 à 20 pages | 4 |
| de 21 à 30 pages | 5 |
| de 31 à 40 pages | 6 |
| de 41 à 50 pages | 7 |

- d. Lisez-vous le magazine...

|                       |   |
|-----------------------|---|
| en une fois           | 1 |
| en plusieurs fois     | 2 |
| je ne le lis pas/plus | 3 |

- e. Que faites-vous du magazine après l'avoir lu ?

|                                                  |   |
|--------------------------------------------------|---|
| je le conserve toujours                          | 1 |
| je le conserve parfois si un article m'intéresse | 2 |
| je le jette systématiquement                     | 3 |

- f. Vous y compris, combien de personnes environ lisent le numéro que vous recevez chez vous ?

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | /adultes (> 18 ans) |
|  | /enfants (< 18 ans) |

- g. Votre magazine est-il lu par des personnes en dehors de votre ménage ?

|     |   |
|-----|---|
| Oui | 1 |
| Non | 2 |

- h. Lisez-vous d'autres magazines scientifiques ? Si oui, pourriez-vous indiquer ci-dessous lesquels ?

- i. Pour quelles raisons lisez-vous le magazine *Athena* ?

[vous pouvez indiquer plusieurs réponses]

|                                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------|---|
| pour raisons professionnelles                                        | 1 |
| comme support d'enseignement                                         | 2 |
| pour m'informer en matière de recherche et de nouvelles technologies | 3 |
| pour m'informer sur les expertises wallonnes                         | 4 |
| pour enrichir ma culture générale                                    | 5 |
| autre: précisez                                                      | 6 |

- j. Quelles devraient être selon vous les principales priorités du magazine *Athena* ?

[vous pouvez indiquer plusieurs réponses]

|                                                                        |   |
|------------------------------------------------------------------------|---|
| mettre en avant les avancées scientifiques et technologiques wallonnes | 1 |
|------------------------------------------------------------------------|---|

|                                                                        |   |
|------------------------------------------------------------------------|---|
| mettre en avant les avancées scientifiques et technologiques mondiales | 2 |
| montrer les programmes de recherche wallons                            | 3 |
| montrer l'innovation wallonne                                          | 4 |
| attirer les jeunes vers les professions scientifiques                  | 5 |
| autre: précisez                                                        | 6 |

- k. Selon vous, à quel public s'adresse en particulier le magazine *Athena* ?

[vous pouvez indiquer plusieurs réponses]

|             |   |
|-------------|---|
| < 12 ans    | 1 |
| 12 – 15 ans | 2 |
| 16 – 18 ans | 3 |
| 19 – 25 ans | 4 |
| 26 – 35 ans | 5 |
| 36 – 65 ans | 6 |
| > 65 ans    | 7 |

- l. Quel est selon vous le format idéal pour le magazine *Athena* ? Et quel est le format que vous lisez le plus souvent ?

[Vous devez cocher une case pour chaque colonne]

|                                           | Format Idéal | Format Lu |
|-------------------------------------------|--------------|-----------|
| papier                                    | 1            | 1         |
| sur ordinateur                            | 2            | 2         |
| sur tablette                              | 3            | 3         |
| sur smartphone                            | 4            | 4         |
| via une application smartphone / tablette | 5            | 5         |
| autre: précisez                           | 6            | 6         |

### Volet 3. Votre satisfaction vis-à-vis du magazine

Le volet qui suit va évaluer votre satisfaction au moyen de notes entre **1** et **10**.

**10** signifie que vous êtes particulièrement satisfait(e) et **1** que vous n'êtes pas du tout satisfait(e). Les notes intermédiaires servent à nuancer votre opinion.

- a. Pourriez-vous indiquer votre satisfaction générale par rapport au magazine *Athena* ?

|                                                               | /10 |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Votre satisfaction générale                                   |     |
| Votre satisfaction vis-à-vis du contenu (le fond du magazine) |     |
| Votre satisfaction vis-à-vis de la forme                      |     |

- b. Pourriez-vous indiquer si vous êtes satisfait des éléments suivants pour le magazine *Athena* ?

|                                                       | /10 |
|-------------------------------------------------------|-----|
| La crédibilité de l'information                       |     |
| La diversité des rubriques                            |     |
| La pertinence des rubriques                           |     |
| Votre intérêt pour les rubriques                      |     |
| L'accessibilité des articles                          |     |
| La qualité de rédaction des articles                  |     |
| Le caractère «à la pointe» des articles               |     |
| La taille des articles                                |     |
| La mise en avant d'innovations et de sociétés locales |     |

|                                            |  |
|--------------------------------------------|--|
| Le graphisme, la mise en page              |  |
| Le format (la taille du papier)            |  |
| Le type de papier                          |  |
| Le nombre de pages                         |  |
| Les sources et les références des articles |  |
| Les dessins d'illustrateurs                |  |
| La police utilisée                         |  |
| La taille des caractères                   |  |
| La lisibilité des articles                 |  |
| Les couleurs utilisées                     |  |
| Le niveau de détail du sommaire            |  |

- c. Au moyen d'une note entre **1** et **10**, pourriez-vous indiquer si vous recommanderiez le magazine *Athena* à un proche ?

*[10 signifie que vous le recommanderiez très certainement et 1 que vous ne le recommanderiez pas du tout. Les notes intermédiaires servent à nuancer votre opinion]*

|  | /10 |
|--|-----|
|--|-----|

- d. En quelques mots, que pensez du graphisme (lisibilité, illustrations, police et taille des caractères, couleurs...) ?

### Volet 4. Vos rubriques préférées

- a. Au moyen d'une note entre **1** et **10**, pourriez-vous indiquer quelles sont les rubriques qui vous plaisent particulièrement et celles qui vous plaisent moins ?

*[10 signifie que la rubrique vous plaît fortement et 1 qu'elle ne vous plaît pas du tout. Les notes intermédiaires servent à nuancer votre opinion]*

|                                                                                   | /10 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| L'édito                                                                           |     |
| Actualités                                                                        |     |
| Qui est-ce ?                                                                      |     |
| Technologie                                                                       |     |
| ADN de...                                                                         |     |
| Dossier                                                                           |     |
| Barje (la bande dessinée)                                                         |     |
| Santé                                                                             |     |
| Internet                                                                          |     |
| Société                                                                           |     |
| Chimie                                                                            |     |
| Biologie                                                                          |     |
| Physique                                                                          |     |
| Astronomie                                                                        |     |
| Espace                                                                            |     |
| Agenda                                                                            |     |
| À lire avec vos enfants (rubrique présente pour les éditions de juin et décembre) |     |

- b. Quelles sont les autres rubriques ou thématiques que vous souhaiteriez voir dans le magazine ?

### Volet 5. Vos souhaits de changements

a. Le magazine *Athena* comporte...

|                       |   |
|-----------------------|---|
| trop peu de pages     | 1 |
| suffisamment de pages | 2 |
| ou trop de pages ?    | 3 |

b. Pour vous, la longueur des articles au sein du magazine est...

|                  |   |
|------------------|---|
| trop courte      | 1 |
| bonne            | 2 |
| ou trop longue ? | 3 |

c. Comment est, selon vous, l'équilibre entre l'information locale et internationale au sein du magazine *Athena* ?

|                                                          |   |
|----------------------------------------------------------|---|
| trop d'information locale                                | 1 |
| bon équilibre entre information locale et internationale | 2 |
| trop d'information internationale                        | 3 |

d. Quelles sont les rubriques du magazine qui devraient être, selon vous, rendues plus accessibles (simples à comprendre) ?

[vous pouvez indiquer jusqu'à 3 rubriques]

|    |  |
|----|--|
| 1. |  |
| 2. |  |
| 3. |  |

e. Si la fréquence de publications venait à diminuer, quelles compensations souhaiteriez-vous ?

[vous pouvez indiquer plusieurs réponses]

|                        |   |
|------------------------|---|
| plus de pages          | 1 |
| plus de rubriques      | 2 |
| rubriques plus longues | 3 |
| plus de références     | 4 |

|                     |   |
|---------------------|---|
| autre: précisez     | 5 |
| rien en particulier | 6 |

f. Pourriez-vous indiquer si vous trouvez les propositions suivantes très intéressantes (++), intéressantes (+), peu intéressantes (-) ou pas intéressantes du tout (--); vous pouvez également ne pas avoir d'avis (?) ?

|                                                                               |   |    |   |   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|---|----|
| Pouvoir détacher des feuillets pour mieux les conserver                       | ? | -- | - | + | ++ |
| Avoir un index de tous les articles sur le site web                           | ? | -- | - | + | ++ |
| Proposer une partie pour les plus jeunes dans le magazine                     | ? | -- | - | + | ++ |
| Proposer une édition du magazine pour les plus jeunes                         | ? | -- | - | + | ++ |
| Proposer des ateliers scientifiques dans les écoles autour du magazine        | ? | -- | - | + | ++ |
| La création d'un blog <i>Athena</i> pour permettre aux lecteurs de s'exprimer | ? | -- | - | + | ++ |

g. Quelles sont les améliorations que vous souhaiteriez voir dans le magazine *Athena* ?

### Volet 6. Votre message à la rédaction du magazine

Pour clôturer, avez-vous un message en particulier à faire passer à la rédaction du magazine ?

Toute l'équipe du magazine *Athena* vous remercie de votre participation.

## LE DOSSIER

# Biomécanique:

la différence  
par le **geste**

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: LAMH

**De nos jours, l'étude des paramètres biomécaniques est indispensable à la performance sportive. Différents systèmes et procédés permettent de «disséquer» le geste de l'athlète dans un but d'amélioration de la performance, mais aussi de prévention lésionnelle. À Liège, le Laboratoire d'analyse du mouvement humain est à la pointe du combat en la matière. Et son expertise ne se limite pas à la seule sphère sportive...**

## LE MOUVEMENT À LA LOUPE

Parmi plusieurs attributions, le LAMH est le centre expert pour l'analyse biomécanique chez les sportifs sous contrat de la Fédération Wallonie-Bruxelles. L'ensemble de ses équipements sont à la pointe du combat. Ils comprennent tout d'abord des systèmes optiques. Voués à l'étude de la cinématique articulaire - déplacements, vitesses et accélérations des segments corporels -, ils reposent essentiellement sur des techniques optoélectroniques et vidéo. Dans le premier cas, des marqueurs (habituellement des capteurs infrarouges) sont posés sur la peau ou la tenue du sujet, à proximité des articulations. Quand le sportif se meut, des unités 3D photosensibles détectent en temps réel le mouvement des marqueurs. Grâce à des logiciels de traitement de données, le biomécanicien obtient la restitution des déplacements des segments corporels dans l'espace à 3 dimensions, de même que le calcul des vitesses et des accélérations.

masse grasseuse. «Des progrès sensibles ont été réalisés mais, pour l'heure, il n'existe pas encore de technique de mesure parfaite à la fois non invasive et dynamique», indique Cédric Schwartz. Ce problème technique est révélateur de l'impérieuse nécessité d'une approche multidisciplinaire de la biomécanique, à la croisée des sciences médicales, de l'ingénierie et de l'expertise des entraîneurs sportifs.

À côté des unités 3D, le LAMH possède plusieurs caméras 2D à haute vitesse, dont une submersible destinée à enregistrer les mouvements des nageurs. Elles sont gérées par un logiciel sophistiqué de traitement vidéo, baptisé *Dartfish*, et sont à même de fournir 50 à 120 images par seconde. Leur couplage permet de reconstituer le mouvement de l'athlète sous plusieurs angles de vues. Elles sont particulièrement indiquées pour un emploi sur le lieu même de l'entraînement sportif. «Gilles Berwart, notre spécialiste dans l'utilisation de ces caméras, accompagne certaines fédérations ou, comme ce fut le cas avec la championne olympique Nafissatou Thiam, certains athlètes de haut niveau lors de stages d'entraînement individuels», rapporte Jean-Louis Croisier, professeur au département des sciences de la motricité à la Faculté de médecine de l'ULg. Et d'ajouter: «Nous agissons à la demande des entraîneurs. En aucune manière, nous ne cherchons à nous substituer à leur expertise.»

Un des intérêts des vidéos en 2D est de permettre à l'entraîneur et à l'athlète de visualiser directement le geste étudié et son évolution lors des tentatives de correction. Les unités 3D, elles, permettent une approche plus «microscopique», plus fouillée.

## PLATEFORME SUBMERSIBLE

Les technologies 2D et 3D sont complémentaires. Tout comme elles le sont d'autres outils. Parmi les plus importants figure la plateforme de force. Celle-ci permet de mesurer les appuis exercés sur le sol (force de contact, moments de cette force, position du centre de pression).

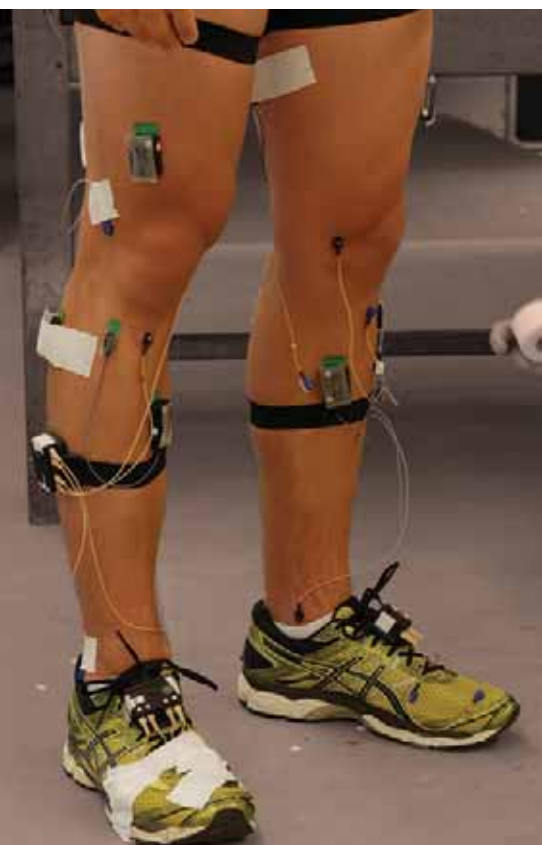
Les plateformes de force sont généralement intégrées au sol ou à une piste,

En 2012, l'Université de Liège (ULg) a tenu sur les fonts baptismaux un «Laboratoire d'analyse du mouvement humain» (LAMH). Il s'inscrit dans une synergie avec une autre structure dépendant, elle, du CHU de Liège: *SportS<sup>2</sup>*, dirigée par le professeur Jean-François Kaux. Une entité regroupant l'ensemble des spécialités et outils qui, abstraction faite de la sphère de compétence du LAMH, intéressent les sportifs professionnels ou amateurs - chirurgie orthopédique, médecine physique, sciences de la motricité, psychologie du sport, pneumologie-allergologie (tests à l'effort), kinésithérapie, isocinétisme, diététique, cardiologie...

Le 19 octobre 2016, le binôme LAMH-*SportS<sup>2</sup>* a été consacré Centre médical d'excellence officiel par la *Fédération internationale de football association (FIFA)*. Il est le premier en Fédération Wallonie-Bruxelles et le second en Belgique, après Roulers. Il rejoint ainsi, dans un cénacle très fermé, le centre médical du *FC Barcelone*, choisi pour l'Espagne, ou le centre *Aspetar*, à Doha, au Qatar. La reconnaissance de la FIFA porte sur 5 ans. Elle est exclusive: aucun autre centre en Belgique francophone ne pourra briguer le même label durant cette période.

Il existe une difficulté particulière inhérente aux systèmes optoélectroniques. En effet, lors des enregistrements 3D, les capteurs infrarouges sont posés le plus souvent sur la peau. Or, les déplacements de celle-ci ne sont pas le parfait décalque des mouvements animant les segments osseux qu'elle recouvre. Par exemple, on observe un important glissement cutané lors des mouvements de l'omoplate, alors que ce glissement s'avère beaucoup moindre dans le cas du genou. «L'estimation du mouvement est donc empreinte d'une erreur qui va dépendre des segments étudiés, du mouvement réalisé et de son amplitude, de la morphologie du sujet, du placement des marqueurs et des post-traitements de correction», écrivaient en 2013 des chercheurs du LAMH dans un article (1) dont le premier auteur était Cédric Schwartz, ingénieur et responsable du laboratoire liégeois.

Il est du ressort des ingénieurs de travailler à la définition d'algorithmes de «recalage» qui permettraient de contourner l'écueil, d'améliorer la qualité des évaluations. Il s'agit d'une mission complexe. D'autant qu'il faut tenir compte, dans les corrections, de différences inter-individuelles liées notamment à l'importance de la masse musculaire et de la



## Épaule fatiguée, épaule en danger

**L'**épaule est un complexe articulaire mettant en jeu 5 articulations dont la mobilisation requiert au total 19 muscles. Comme le précise Bénédicte Forthomme, professeur au département des sciences de la motricité à la Faculté de médecine de l'ULg, la conformation des surfaces articulaires autorise les mouvements les plus amples du corps et de ce fait, une gestuelle dans les 3 plans de l'espace.

Le LAMH et la cellule SportS<sup>2</sup> du CHU de Liège unissent leurs efforts pour «décortiquer» le mouvement du membre supérieur dans différents contextes. C'est ainsi, par exemple, que les chercheurs (en particulier Cosmin Horobeanu, doctorant) s'intéressent non seulement à la manière dont la fatigue modifie certains paramètres biomécaniques, mais également aux lésions potentielles subséquentes et aux mesures à prendre pour les éviter.

Ces travaux sont réalisés en collaboration avec le centre Aspetar, à Doha, qui assure la prise en charge des élites sportives du Qatar. «En volley-ball, par exemple, nous avons affaire à des athlètes dont un des membres supérieurs est soumis à des gestes intensément répétés en raison du nombre des smashes effectués, dit Bénédicte Forthomme. Or, nettement moins volumineux

que ceux du membre inférieur, les muscles de l'épaule se fatiguent beaucoup plus vite.»

Les recherches entreprises ont notamment montré que la fatigue induisait des modifications du placement de la scapula (omoplate) sur le gril costal (ensemble des côtes). Ce n'est pas anodin, dans la mesure où les travaux de diverses équipes de chercheurs ont mis en évidence que cette perturbation était une cause importante de lésions de l'épaule. «Nos analyses explicatives sont rendues difficiles par la complexité même de celle-ci, souligne notre interlocutrice. D'autant que nous devons également prendre en considération la chaîne cinétique impliquant les segments corporels allant de la tête au pied et du pied à la main.»

L'emploi de l'électromyographie de surface est d'une aide précieuse pour la compréhension de l'origine de la principale perturbation observée, le changement de positionnement de la scapula sur le thorax. Ainsi que le fait remarquer Cédric Schwartz, cette modification est très vraisemblablement provoquée par le fait que les muscles, fatigués, ne s'activent plus de la même façon qu'auparavant ou que la coordination motrice n'est plus la même. Il reste néanmoins encore à démêler l'écheveau.

de sorte que l'athlète n'est nullement perturbé par leur présence. *«L'intérêt de ces mesures de force apparaît différent mais complémentaire des mesures analytiques d'isocinétisme (2) car elles sont réalisables lors de l'entraînement du sportif et donnent par conséquent des informations fonctionnelles sur le geste de l'athlète lors de mouvements complexes»,* peut-on encore lire sous la plume des chercheurs du LAMH (3).

La Faculté des sciences appliquées de l'ULg développe actuellement une plateforme de force submersible qui sera fixée sur un des murs verticaux d'une piscine d'essai. Objectif ? Mesurer la force de la poussée exercée sur le mur par les nageurs lorsqu'ils effectuent un «demi-tour» pour repartir dans le sens opposé. *«Une fois encore, cette information sera complémentaire des tests isocinétiques que nous menons au sein de la structure SportS<sup>2</sup> et qui auront notamment permis de mesurer la force des quadriceps du nageur, commente le professeur Croisier. La plateforme de force submersible nous permettra de déterminer si l'on observe dans l'eau une perturbation du geste de nature à amoindrir la production de force et, in fine, la performance. L'utilisation d'une caméra submersible nous aidera en outre à mieux cerner la technique du nageur.»*

La plateforme submersible aura également une autre vocation: rendre plus efficiente la réathlétisation des sportifs dans l'eau après une blessure. Par exemple après une intervention au niveau des ligaments croisés du genou. Grâce à la plateforme, il sera possible de quantifier les contraintes exercées aux niveaux articulaire et musculo-tendineux lors de la réalisation d'un exercice de rééducation. Une telle information en provenance du LAMH orientera la teneur des séances de rééducation proposées par SportS<sup>2</sup>.

Le LAMH possède également un vélo avec des capteurs de force intégrés aux pédales, entre autres dans le but de mesurer si les poussées exercées sur chacune d'elles par le cycliste sont identiques. Dans un autre registre, le laboratoire, en collaboration avec le service de gériatrie du CHU de Liège, a la possibilité d'utiliser un tapis de marche, le GAITRite®, pour évaluer la marche des patients. Cet équipement fournit en effet de nombreux paramètres spatio-

temporels de la marche - longueur des foulées, vitesse, temps de contact du pied avec le sol, etc.

## UN VASTE SPECTRE

Tout geste est la résultante de l'activation des muscles suivant une séquence particulière. Mais celle-ci n'est pas unique: plusieurs séquences peuvent donner lieu au même mouvement. *«Or, la manière dont les muscles sont recrutés influe sur la performance, dit Cédric Schwartz. Dans certains cas, elle peut aussi favoriser la survenue de lésions.»* C'est pourquoi le LAMH recourt à l'électromyographie (EMG) de surface pour appréhender l'activité musculaire lors du geste, recueillir des informations sur le pattern de recrutement des muscles dans le temps. *«Il s'agit de déterminer à quel moment et avec quelle intensité certains muscles interviennent dans la séquence productrice d'un geste et si cela est approprié, précise Jean-Louis Croisier. On peut également analyser l'impact, sur le geste, de l'apparition de la fatigue, notamment dans les sports d'endurance.»*

Actuellement, Julien Paulus, doctorant au sein du département des sciences de la motricité de l'ULg et chercheur au LAMH, étudie la question de la fatigabilité musculaire des membres inférieurs. Plus spécialement, il combine plateforme de force et électromyographie de surface pour apprécier la fatigue musculaire à travers des épreuves de saut. L'EMG lui permet de mieux comprendre, au niveau tant des muscles agonistes que des muscles antagonistes, les modifications induites par la fatigue dans le recrutement musculaire.

Généralement, les données collectées en électromyographie de surface sont enregistrées à l'aide d'électrodes collées sur la peau et font l'objet d'une transmission sans fil, de sorte que la gestuelle du sportif n'est en rien entravée. La principale limite de la technique est qu'elle ne donne pas accès aux muscles profonds. *«Néanmoins, les principaux muscles des jambes et de l'épaule peuvent être étudiés»,* relativise Cédric Schwartz.

Dans son analyse du mouvement sportif, qui repose sur la synergie entre les informations livrées par les diffé-

rentes techniques disponibles et traitées par des logiciels spécialisés, le LAMH ne vise pas exclusivement l'optimisation de la performance. Non, il est tout aussi attentif à la prévention des lésions et, en collaboration avec SportS<sup>2</sup>, à la prévention de récurrences de blessures. Ainsi, plusieurs études ont montré qu'un déficit de force constitue un important facteur de rechute en cas de reprise de l'activité sportive après une blessure. *«Via l'isocinétisme et les outils du LAMH, nous cherchons à dégager des données objectives dans un but de prévention primaire (détecter des anomalies qui pourraient être la cause d'une première blessure) et de prévention secondaire (éviter que le sportif ne se blesse à nouveau),* insiste le professeur Croisier.

Le sport est au cœur de l'activité du LAMH. Toutefois, il n'en est pas l'unique moteur. Ainsi, une collaboration s'est nouée, dans le cadre de la maladie de Parkinson, entre le laboratoire et le service de neurologie (professeur Gaëtan Garraux) du CHU de Liège (voir encadré). De même, l'analyse du mouvement au moyen des techniques optoélectroniques pourrait avoir un rôle à jouer en orthopédie par le biais d'une contribution à la conception et à la modélisation de prothèses. Mais ce n'est pas tout. Par exemple, l'unité de recherche des os et du cartilage, la Faculté de médecine vétérinaire et le LAMH ont étudié les effets de certains aliments sur la marche de chiens aux membres arthrosés... ■

## + Pour en savoir plus

- (1) C. Schwartz et al., *Prévention des lésions musculo-squelettiques chez le sportif*, 41<sup>e</sup> Entretiens de Médecine Physique et de Réadaptation 2013, Montpellier
- (2) *L'isocinétisme permet l'évaluation des performances musculaires (force) maximales et la rééducation des groupes musculaires éventuellement déficitaires par un entraînement sur un dynamomètre qui adapte instantanément sa résistance à la force développée par le sujet.*
- (3) Op. cit. (1).

# Sur les pas des patients parkinsoniens

Le LAMH n'a pas pour unique vocation de mettre ses technologies de pointe au service de la performance et de la prévention lésionnelle chez les athlètes. Non, il a fait sien le principe de la transversalité, de sorte que différents services de l'Université ou du CHU de Liège le sollicitent dans le cadre de programmes de recherche impliquant une analyse du mouvement chez l'être humain. Une des études phares actuellement en cours concerne une maladie du cerveau dominée par des troubles du mouvement: le parkinson. Plus spécifiquement, cette collaboration scientifique entre le LAMH et l'unité MoVeRe du service de neurologie du CHU de Liège vise à faire émerger une innovation technologique permettant une mesure ambulatoire des troubles de la marche à l'aide de capteurs de mouvement embarqués. L'objectif est d'apporter à l'utilisateur final un éventail de paramètres de marche d'un niveau de précision technique proche de celui fourni par les systèmes hi-tech disponibles dans un laboratoire. Ceci dépasse largement les capacités techniques des systèmes ambulatoires existants comme les podomètres. Ce niveau élevé de précision permettra d'atteindre les 2 principaux objectifs de l'étude en cours: aide au diagnostic précoce de l'affection et quantification de l'efficacité de nouveaux traitements.

La cheville ouvrière de cette collaboration entre ingénieurs et professionnels de la santé est Mohamed Boutaayamou, du laboratoire INTELSIG du département d'électricité, électronique et informatique de l'ULg, dont les travaux de validation du nouveau système ont été récompensés par le Biosignals 2016 Best Paper.

## ► EXAMEN DE DÉPISTAGE

Ainsi que le souligne Gaëtan Garraux, chef de clinique dans le service de neurologie du CHU de Liège et professeur de physiologie du système nerveux à la Faculté de médecine de l'ULg, des troubles de la marche peuvent apparaître de façon très précoce dans la maladie de Parkinson, avant même qu'elle soit diagnostiquée. La question est de savoir si une analyse instrumentale de la marche permettrait de détecter très tôt des anomalies caractéristiques qui pourraient être utiles au diagnostic précoce, qui sait, avant même que le patient ou son entourage ne les remarque.

«Il est acquis maintenant que lorsque le diagnostic de la maladie est évoqué pour la première fois à la suite de l'apparition d'un tremblement ou d'une lenteur excessive des gestes, des anomalies se sont développées de façon insidieuse dans le cerveau depuis plusieurs années, explique Gaëtan Garraux. Durant cette phase prédiagnostique, ces anomalies ne sont pas suffisantes pour déclencher des troubles du mouvement perceptibles par le patient ou son entourage; chez un grand nombre, elles s'expriment de façon variable par des phénomènes beaucoup moins spécifiques comme des troubles du sommeil, une constipation, une diminution de l'odorat ou encore des troubles de l'humeur. Démontrer, chez les personnes qui présentent ces symptômes peu spécifiques, la pré-

sence d'anomalies subtiles de la marche avec notre système ambulatoire pourrait apporter un indice de probabilité diagnostique permettant une prise en charge beaucoup plus précoce de la maladie.»

Cette approche deviendrait ainsi très différente de celle utilisée jusqu'à présent. En effet, comme susmentionné, le diagnostic de maladie de Parkinson est posé beaucoup plus tardivement, lorsque les anomalies cérébrales deviennent suffisantes pour déclencher l'apparition de symptômes moteurs plus spécifiques comme un tremblement ou une lenteur excessive des gestes. Les techniques d'imagerie diagnostique utilisées à ce moment permettent de détecter une partie des anomalies cérébrales - une atteinte débutante du système dopaminergique - mais cette atteinte peut être présente dans différentes maladies apparentées.

De surcroît, l'examen requis en neuroimagerie est très onéreux. Qui plus est, au regard du vieillissement de la population, le nombre de patients parkinsoniens est appelé à croître de façon quasi exponentielle. L'espoir est qu'une analyse biomécanique permette de dégager une signature typique de la marche chez les patients aux premiers stades de l'affection. «À partir des mesures effectuées, on peut déduire différents paramètres comme la vitesse de marche, le temps de double appui (les 2 pieds sont au sol), la durée de la phase aérienne pour chaque pied, la symétrie gauche-droite, la régularité du pas, etc.», indique Cédric Schwartz, ingénieur et responsable du LAMH. «Notre approche est assimilable à un examen de dépistage», ajoute en outre le professeur Garraux. Une prise en charge plus précoce de la maladie pourrait alors être mise en œuvre.

## ► UN PATTERN CARACTÉRISTIQUE

Mais encore faut-il valider le procédé d'analyse de la marche et, tout d'abord, les mesures enregistrées au moyen du système mis au point par Mohamed Boutaayamou, où des capteurs de mouvement (accéléromètres) sont placés au niveau des pieds. C'est ici que le LAMH intervient. Car, pour être validées, les données collectées par les accéléromètres avant d'être traitées par des logiciels spécialisés doivent coïncider avec celles recueillies au même moment, chez chaque sujet testé, par des techniques de laboratoire à la précision éprouvée: les dispositifs optoélectroniques d'analyse 3D et les plateformes de force. «Cette validation est d'ores et déjà effective chez les sujets sains, contrôles, et est en cours chez les patients parkinsoniens», rapporte Cédric Schwartz.

Non seulement il convient de s'assurer que le positionnement des capteurs est le bon, mais surtout que les algorithmes de traitement de données sont pertinents. Cruciale, l'étape suivante aura pour but de mettre en évidence un pattern de marche particulier caractéristique des tout premiers stades du parkinson. Dans ces recherches, un des principaux écueils à surmonter est celui de la constitution d'un échantillon de patients. «Toutefois, on sait que durant la phase prédiagnostique, 90% des individus chez qui l'atonie musculaire attendue durant les phases de sommeil paradoxal fait place à des troubles du comportement - cris, mouvements brusques... - développeront ultérieurement la maladie de Parkinson. C'est à ces personnes, qui consultent généralement parce qu'elles perturbent le sommeil de leur conjoint, que nous proposons de participer à notre étude», précise Gaëtan Garraux.

Un second volet de l'étude menée à l'ULg a pour finalité d'évaluer l'efficacité, sur la marche, des traitements administrés à des patients dont le parkinson a atteint un stade plus avancé.



# Le crowdtiming

## ou le bénévolat 2.0

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>

Illustrations : **Vince** • [vincent\\_dubois@me.com](mailto:vincent_dubois@me.com)

**V**ous connaissez le *crowdfunding*, vous savez, ces plateformes participatives qui permettent de financer un projet ?

Aujourd'hui, nous allons vous présenter le *crowdtiming* ! Le terme «*crowdtiming*», dérivé donc du concept de *crowdfunding*, fait appel à la communauté pour financer de manière participative un projet. La différence se situe au niveau financier. Si pour le *crowdfunding*, il vous est demandé de contribuer financièrement, pour le *crowdtiming*, il vous est demandé de donner un peu de votre temps.

Ce concept assez récent, qui trouve son inspiration dans l'économie collaborative, encourage chacun d'entre nous à donner, en fonction de nos disponibilités, un peu de notre temps pour contribuer à un projet. Son organisation s'inspire aussi de ces principes : utilisation d'Internet, plateforme participative, création de liens sociaux, etc.

La force collective y joue un rôle très important et le succès des projets est porté par le nombre de personnes qui y contribuent avec une même rhétorique : «*beaucoup qui donnent peu changent plus que peu qui donnent beaucoup*».

La mobilisation est donc fondamentale dans une campagne de *crowdtiming*. Chaque personne est importante et compte à part égale dans la réussite du projet. Cela renforce la fierté de chacun d'en faire partie et d'apporter un peu de son temps pour voir émerger quelque chose qui n'existait pas encore.

### COMMENT SE CRÉE UNE CAMPAGNE DE CROWDTIMING ?

Pour créer une campagne de *crowdtiming* (et surtout la réussir), 2 éléments sont à prendre en compte.

**1. Le cœur du message** lié à la campagne. En effet, il se doit d'être convaincant afin que les personnes aient clairement en tête la réponse à la question «*Pourquoi ma participation va changer quelque chose ?*». Les personnes qui seront mobilisées doivent être conscientes qu'elles participent à une campagne de *crowdtiming*, un projet qui ne devra sa réussite qu'à leur participation. Ce n'est pas une mission de bénévolat ordinaire, c'est un projet porté par la foule avec de grandes ambitions.

**2. La diffusion du message.** Pour gagner en viralité, être certain que la campagne soit relayée par les bonnes personnes et au bon moment, plusieurs techniques doivent être mises en place. Pour construire sa communauté, il faut y aller progressivement sans la brusquer, en s'adressant tout d'abord à ses amis, puis aux amis de ses amis et enfin, aux inconnus qui auront découvert le projet.

## QUELQUES PLATEFORMES DE CROWDTIMING

### ► FULLMOBS

[www.fullmobs.org](http://www.fullmobs.org)

*Fullmobs est une plateforme française de crowdtiming lancée en 2015 par Séverine Pelleray et Roxane Julien. Elle est née d'un constat: «On avait déjà fait beaucoup de bénévolat traditionnel. On y allait tous les mardis, mais ça ne nous convenait pas. Quand on doit le faire régulièrement, cela devient une contrainte et plus nous perdions notre motivation, plus nous nous sentions coupables. Dans ce genre de cas, la démarche solidaire se renverse complètement, alors qu'elle doit rester positive».*

D'où la création de *Fullmobs*, qui héberge les projets ayant besoin de mobiliser les personnes selon un format collectif et ponctuel. En pratique, la plateforme aide les porteurs de projets à trouver les participants qui concrétiseront leurs idées.

Comme la plupart des plateformes de *crowdfunding*, *Fullmobs* fonctionne avec un système de campagnes: le porteur du projet a un temps limité pour atteindre son objectif qui (au lieu d'être financier) est d'arriver à un certain nombre de participants. L'action à laquelle est invité le participant - digitale ou physique - ne demande aucune qualification préalable, ce qui permet d'y participer seul, en famille ou même entre amis. Pour attirer les donateurs, Séverine Pelleray et Roxane Julien misent sur une image fun. Des visuels attractifs et des opérations ludiques, mais surtout ponctuelles et de courte durée.

Parmi les campagnes les plus réussies, celle pour la dépollution numérique «*Du balai les vieux e-mails*». En effet, plus de 5 000 personnes se sont mobilisées pour nettoyer leur boîte mail, dans un souci écologique. D'une durée de 30 jours, l'action a permis la suppression de 6,8 millions e-mails, ce qui a engendré une économie d'électricité à raison de 1 961 ampoules allumées 5 h par jour pendant un an. Grâce à cette campagne, 1 000 arbres ont été plantés au Sénégal et 60 tonnes de CO<sub>2</sub> seront stockées pendant 30 ans.

L'origine d'une telle réussite ? La réponse est donnée en moins d'une seconde: il suffit de supprimer ses e-mails sans même avoir besoin de se déplacer. Séverine ne minimise pas la portée de l'action pour autant. «*Ça prend du temps, mine de rien ! Il y a eu un véritable effet boule de neige: les internautes se sont complètement appropriés la campagne, on a mobilisé plus de 20 000 personnes sur Facebook.*»

Selon les statistiques de *Fullmobs*, 40% des participants à ce genre d'opération auraient aujourd'hui entre 25 et 35 ans, et seraient issus d'un milieu urbain et d'une CSP+ (soit les catégories socio-professionnelles favorisées en France). Plus surprenant: 70% des donateurs seraient des femmes.

Créer du lien social est le premier objectif de *Fullmobs*, qui souhaite, à terme, démocratiser le concept jusqu'à transformer le bénévolat en activité de loisirs. Emmener ses enfants en balade solidaire ou faire une maraude avec ses amis, nouvelle occupation dans l'air du temps ? Autre idée pour le futur, la plateforme projette d'adopter un nouveau modèle économique: si elle fonctionne pour le moment grâce à la participation libre, elle compte bientôt monétiser le concept en offrant un service de team building aux entreprises.



### ► JAMAAFUNDING

[www.jamaafunding.com](http://www.jamaafunding.com)

*Jamaafunding est une plateforme de crowdtiming créée par de jeunes étudiants et entrepreneurs français d'origine africaine, désireux de consolider leurs connaissances sur l'Afrique et apporter leur aide à ce continent. Pour ce faire, ils se sont fixés 3 objectifs.*

- Le premier d'entre eux est de devenir un réel acteur au niveau de l'aide aux populations des pays africains via des actions ciblées et pertinentes qui passeront par l'envoi de matériels et textiles, de rénovations et de constructions d'infrastructures, etc.
- Le deuxième de ces objectifs est de faire prendre conscience aux populations occidentales de l'importance et des enjeux considérables que représente le continent africain. Le but étant que les pays «développés» décèlent le réel potentiel qui sommeille au sein des pays en développement en terme de portefeuilles d'affaires et donc de génération de revenus. Pour arriver à ses fins, l'équipe de *Jamaafunding* mettra en place des partenariats solides et communiquera via ses événements et le Web.
- Enfin, le troisième et dernier objectif est de devenir un acteur incontournable dans l'aide au développement et un interlocuteur de poids pour aider les entreprises africaines à s'implanter sur la scène internationale et ainsi faire face à la mondialisation.

L'originalité de *Jamaafunding* est de mêler le don de temps (*crowdtiming*) et don d'argent (*crowdfunding*). Le but étant de permettre à ceux qui le souhaitent de s'investir autrement que financièrement dans des projets et ainsi de renforcer le lien social.

Grâce à cette double casquette, la plateforme a pu apporter sa contribution, en juin 2016, au projet «*Energy for People*», un projet qui apporte des solutions d'accès à l'énergie aux populations des zones rurales enclavées. L'opération soutenue plus spécifiquement par *Jamaafunding* était «*Lumière à Agbétim*» qui consistait à offrir l'éclairage à la petite école du village. La finalité était de mettre en place un système d'éclairage.

rage autonome, au profit des jeunes apprenants du dit village. La réussite de cette campagne, pour le grand bonheur des élèves et des enseignants, tient à des dons mais aussi à des aides de différentes personnes sensibilisées au projet, dont des ingénieurs.

## ►► FOVENTO

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

*Fovento* est la première plateforme belge de *crowdfunding*. Elle a été créée en 2016 par 4 jeunes bruxellois, tous bénévoles, pour inciter un maximum de citoyens à mettre leurs compétences et un peu de leur temps au service de projets solidaires.

Édouard Jacquin, Vincent Matton, Thomas Vanderstraeten et Guillaume Vanderwinden ont développé *Fovento* sur des piliers de rencontre, d'engagement et de collaboration. Ces 3 piliers font le succès des missions soutenues par la plateforme tout en créant une communauté aux valeurs partagées. Le but étant que les bénévoles et les associations qui se lancent dans l'aventure, s'approprient à leur tour ces valeurs.

Le premier de ces piliers, «rencontrer», repose lui-même sur la découverte. Les bénévoles et les associations sont en quête de découvertes, tant sur le plan humain qu'intellectuel. Les missions *Fovento* favorisent ainsi des rencontres sincères et un apprentissage continu.

Mais l'on entend aussi rencontrer pour passer du bon temps. Nous travaillons d'autant mieux quand on aime ce que l'on fait. Prendre du plaisir tout en ayant un impact sociétal positif est une des clés de la réussite de leurs missions.

Le second de ces piliers est «s'engager», tout d'abord citoyennement. En effet, prendre part à une mission *Fovento*, c'est dédier son énergie à la construction d'une société plus solidaire, juste et durable. Quelques heures de son temps permettent déjà d'apporter sa brique à l'édifice. C'est aussi s'engager professionnellement car mener à bien une mission *Fovento* nécessite sérieux et professionnalisme: honorer les délais établis, respecter la confidentialité des informations et donner le meilleur de soi-même pour des résultats de qualité.



Le troisième de ces piliers est «collaborer», avant tout pour avoir un impact. En effet, travailler ensemble permet de se dépasser et d'avoir un impact plus important que seul. Prendre part à une mission *Fovento*, c'est réaliser que la force d'une équipe peut bouger des montagnes. Travailler ensemble, cela implique aussi de partager et favoriser ainsi la diffusion de ce que tous ont de meilleur à offrir: idées, compétences et expériences se partagent ainsi sans limite au bénéfice de tous.

Les campagnes soutenues par *Fovento* sont nombreuses et diverses. Cela va de la rédaction d'un cahier des charges au développement d'un site Internet pour une association, en passant par la mise sur pied d'un dossier de contacts presse ou encore, la recherche de bénévoles et l'exploration des pistes de partenariats.

## ►► SPHAX

[www.sphax.org](http://www.sphax.org)

*Sphax* est la plus jeune des plateformes de *crowdfunding* puisqu'elle ne verra le jour officiellement que... dans quelques mois ! *Sphax* est, tout comme *Fovento*, l'idée de 4 jeunes bruxellois: David Scheck, Anthony Ortiz Beltran, Stéphanie Verreet et Nicolas Gutierrez.

Le projet est parti d'un constat. De tout temps, les plus grands progrès

sociaux ont souvent été le fruit d'initiatives citoyennes. Chaque fois que des citoyens rassemblaient leurs forces, les résultats se révélaient spectaculaires et bénéfiques pour la communauté. *Sphax* est convaincu que les vraies solutions sont ancrées dans chaque individu.

L'objectif de la plateforme est de promouvoir une multitude d'associations situées aux 4 coins de la planète afin de leur offrir une meilleure visibilité et différents outils. En effet, *Sphax* confère aux associations la possibilité de recruter des bénévoles, de faire leur publicité auprès des citoyens ou de s'en charger à leur place. *Sphax* se donne pour mission d'amener ces associations à mobiliser un maximum de gens !

Dans le même ordre d'idée, la plateforme s'engage aussi à prodiguer des conseils aux citoyens désireux de créer leur propre association et ainsi devenir acteurs de leur propre changement. Par l'intermédiaire de son site web, elle met à la disposition de ses utilisateurs toute une panoplie d'outils (documentation, conseils, recrutement, sondage) censés les aider dans la gestion de leur future association. En filigrane, le but est de devenir un allié de référence pour les citoyens las de rester les bras croisés et déterminés à participer à une société plus juste. ■

## CONSEILS POUR UNE BONNE CAMPAGNE DE CROWDTIMING

Vous souhaiteriez mettre en place une campagne de *Crowdtiming* ? Voici quelques conseils pour faire de celle-ci une réussite ! (Source: [fullmobs.org](http://fullmobs.org))

### 1. Le ton du message de votre campagne

Choisissez toujours un ton positif, incitatif. Pas question de mettre la pression !

Le message et les mots choisis doivent aussi évoluer en fonction de l'interlocuteur et du canal de communication.

Vous ne parlerez pas de la même manière à votre ancien boss, à votre meilleur ami ou à un média. Et de la même façon, vous n'utiliserez pas les mêmes mots sur un mail, dans un tweet ou un message *Facebook*.

N'hésitez pas, en amont, à présenter l'action à un cercle restreint de contacts proches pour connaître la réaction des gens et tester le message.

### 2. L'impact du projet

En quoi votre projet aura un impact notable ? Quel va être le résultat ? En quoi la campagne va-t-elle changer la donne ?

Pour cela, vous devez rendre le message visuel. La personne doit rapidement savoir de quoi il s'agit. Pas question d'expliquer en 10 lignes votre vision du monde. Utilisez des chiffres, des équivalences.

#### Exemples :

«30 emails supprimés = l'énergie d'1 ampoule économisée pendant 24h»

«20 chaussettes orphelines données = 1 pull tricoté grâce au coton récupéré»

«Si on retape le camion, c'est un projet de réinsertion par la cuisine ambulante qui prend vie»

### 3. Le hashtag

Dès que vous le pouvez, utilisez un hashtag propre à l'opération. Il sera plus facile de créer un univers autour de votre campagne et de laisser des traces une fois la campagne terminée. Privilégiez des hashtags simples, assez courts, facilement compréhensibles malgré l'absence

d'espace et qui ne soient pas déjà utilisés par d'autres événements.

#### Exemples :

#depollutionnumerique

#journéesanstélé

### 4. L'avancée et l'objectif

Vous pouvez faire des bilans intermédiaires et communiquer sur les éléments que vous avez à disposition: le nombre d'inscrits, l'impact déjà acquis, les paliers déjà atteints, etc.

#### Exemples :

«Déjà plus de 60 personnes inscrites en 48h !»

«Déjà plus d'un million d'emails effacés !»

«Plus que 10 personnes !»

### 5. La carotte

Si votre campagne contient une récompense inhérente à la réussite de l'objectif, ne manquez pas de le dire. Les gens vont naturellement s'investir dans votre campagne !

#### Exemples :

«1 000 personnes mobilisées = 1 000 arbres plantés»

«Pour 100 inscrits = un kit d'éveil des sciences offert à une classe de primaire»

### 6. Quels canaux utiliser pour faire connaître votre campagne ?

Multipliez au maximum les canaux de diffusion :

- réseaux sociaux
- mails
- relais par des blogueurs, des influenceurs, etc.

Une fois que vous avez listé les canaux, explorez les possibilités et les usages de chacun. Par exemple, pour *Facebook*, faites bien la différence entre:

- votre mur: passage obligé mais avec un taux de transformation faible
- messages privés: plus chronophage mais plus efficace
- posts dans des groupes: intéressant pour toucher des gens qui ont la même sensibilité
- création d'un événement qui redirige vers la page campagne

### 7. Un timing de diffusion en 3 étapes

#### ► 1ère étape

Identifiez vos ressources: communauté sur *Facebook*, newsletter, événements où vous pourrez en parler, etc.

Identifiez des partenaires qui vont prendre un rôle dans l'opération ou qui pourraient s'engager à diffuser massivement la campagne. Pensez à ceux qui ont un intérêt à ce que la campagne réussisse, ceux dont le contenu appuie leur propos, etc.

Identifiez des relais qui pourront diffuser autour d'eux la campagne: médias, réseaux de connaissances, groupes *Facebook*, associations qui travaillent sur le sujet.

#### ► 2ème étape

Commencez par solliciter l'inscription de quelques personnes proches de vous, pour ne pas commencer à diffuser la campagne avec un compteur à 0.

Ensuite, diffusez à votre premier cercle (amis, famille et contacts proches). Préférez une communication directe (message privé, mails perso, etc.) à des messages génériques avec 100 personnes dans la mailing list: il faut qu'ils se sentent personnellement sollicités.

#### ► 3ème étape

Plus vous aurez de participants, plus les gens qui ne vous connaissent pas seront enclins à participer et à vous relayer. L'objectif est donc de faire s'inscrire les personnes de votre deuxième cercle, c'est-à-dire le réseau de votre réseau et les personnes partageant le même centre d'intérêt.

Pour cela, encouragez les premiers inscrits à relayer à leur tour. Vous pouvez récupérer les mails des personnes déjà inscrites depuis votre profil pour leur écrire. Créez un univers autour de votre campagne et proposez leur de devenir «ambassadeur» ou «soutien actif».

Utilisez les différents réseaux sociaux en alternant les messages génériques (murs *Facebook*, *Twitter*, etc.) qui donneront du prestige au projet et les messages destinés à des gens qui auront un taux de transformation plus grand (plus d'inscrits).



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

Photos: **Brandon**/Flickr - titre (p.38), **B. & M. BELL**/Flickr - vignette (p.38), **webherper**/Pixabay - J. BERGMAN (p.39)

## Boire par la peau

**T**ous ceux qui s'intéressent aux reptiles le connaissent, tant son aspect est particulier. Son nom est pour le moins évocateur: *Moloch horridus* ! Ce saurien qui n'est connu qu'en Australie où il est endémique a en effet un aspect qui pourrait le rendre rébarbatif; il a le corps complètement couvert de grandes épines cornées, ce qui lui vaut le nom vernaculaire de «diable cornu». Mais ce n'est qu'un leurre pour décourager d'éventuels prédateurs. L'animal est en effet petit (une vingtaine de centimètres, queue comprise) et ne se nourrit que de fourmis. On peut ajouter qu'il est plutôt craintif et que ses épines sont sans danger pour l'homme.

Il vit aussi de façon exclusive dans les déserts du centre et de l'ouest australien. Ce n'est bien sûr pas le seul animal à avoir opté pour cet environnement plutôt hostile, mais ça pose la question de l'adaptation, surtout en ce qui concerne la nécessaire alimentation en eau. Cela n'a bien entendu pas laissé les scientifiques indifférents, lesquels ont tenté d'en savoir un peu plus sur les systèmes adaptatifs mis en place.

Ce qu'ils ont découvert, c'est que le moloch dispose de canaux capillaires cutanés qui lui permettent de résorber de l'eau par contact, sans avoir à la boire, ces capillaires convergeant vers la cavité buccale. Mais le processus est à géométrie variable. Lorsque l'animal est dans un environnement très sec, ces canaux absorbent tout de même de l'eau à partir du sable, mais le taux de saturation, insuffisant, n'excède pas 59%. Un minimum est donc requis et il lui reste à faire preuve de patience, dans l'attente de la rosée ou, si possible, d'une petite ondée. Et quand les conditions le permettent, que le sable est humide ou qu'une mare s'est formée, il lui reste à s'y enfouir et les petits canaux de la peau font le reste.

Il lui suffisait donc de s'adapter à des conditions difficiles; ce que les hasards de l'évolution ont permis. Et le moloch a pu coloniser des sables qui restent pour nous bien arides ! ■

► *Journal of Experimental Biology*, 2016 (219): 3473-3479



# Rendre les pattes aux serpents ?

Il n'a échappé à personne que si les serpents sont des reptiles, ils n'ont pas de pattes. Évidemment. Pourtant, certaines espèces - pythons et boas - conservent, au cours de leur développement embryonnaire, des vestiges d'os qu'elles perdent ensuite: ceux des pattes. C'est donc que de lointains ancêtres étaient des reptiles coureurs, ce que des fossiles confirment. On a même pu situer le début de la transformation menant à cette singulière disparition des membres: il remonterait à 150 millions d'années. Le processus a donc été lent, mais connaît aujourd'hui son aboutissement complet. Restait évidemment à identifier l'origine génétique d'une telle évolution. C'est ce que plusieurs équipes de chercheurs tentent de faire depuis que les méthodes d'identification et de «manipulation» du gène le permettent.

En 2003 déjà, l'une d'entre elles a identifié un gène qui présente tous les critères de «responsabilité» dans ce contexte. Il code pour une protéine que, non sans humour, ses découvreurs ont appelée *Sonic the Hedgehog* (Sonic le hérisson) du nom de la mascotte d'un jeu vidéo alors en vogue. La protéine en question a en effet un profil qui compte quelques prolongements en forme de pointes. Quand au gène qui code pour elle, il s'agit d'un de ces fondamentaux dans le développement embryonnaire qui, grâce au gradient de la protéine dont il permet la production, mène en particulier au développement harmonieux des membres, avec une épaule d'un côté, des doigts de l'autre.

Ce que 2 autres équipes ont identifié il y a peu, c'est que ce gène a, avec le temps, été l'objet de mutations qui l'ont rendu moins fonctionnel. Elles ont pu situer le site préférentiel de ces mutations; il se trouve dans la zone promotrice; une section qui sert d'accroche à des protéines spécifiques qui conditionnent le déclenchement de la transcription. Si cette zone promotrice est mal formée, les protéines en question ne peuvent plus s'accrocher, ne le font qu'imparfaitement, ou le font trop peu de temps. Dans un cas de figure (qui correspond au plus

grand nombre de mutations identifiées) on ne retrouve plus de trace d'os chez les embryons, comme chez la vipère. Dans les autres cas, quand la «fenêtre de transcription» a pu être ouverte, mais trop peu de temps, on en retrouve de façon vestigiale. Tout s'explique donc pour ce qui est de l'origine de cette disparition des membres.

Mais la recherche évoquée ne s'est toute-fois pas arrêtée là. Puisqu'on dispose aujourd'hui d'un outil performant (appelé CASPR-Cas9) qui permet de découper les 2 brins d'un ADN pour aller y corriger une séquence mal formée, on a pu introduire une version mutante du gène *Sonic the Hedgehog* dans des embryons de souris. Résultat: les souriceaux sont nés avec des moignons de pattes et non des pattes entières. CQFD. Cela signifie aussi que ce que la méthode a permis dans un sens, elle pourrait le permettre dans l'autre, soit introduire le gène correspondant d'une souris (ou d'un autre animal

doté de pattes) dans des embryons de serpents; ce qui serait normalement de nature à leur rendre les organes dont les hasards de l'évolution les ont privés.

Et il ne faut pas douter un instant que non seulement les chercheurs y ont pensé, mais qu'ils sont sans doute déjà occupés à le faire. Les aventures du serpent à pattes ne devraient pas tarder à connaître leurs premiers développements ! ■

► <http://www.sciencemag.org/news/2016/10/tiny-dna-tweaks-made-snakes-legless>

DOI: 10.1126/science.aal0290



BIOzoom

Photo: © E. CHERNYKH



**C**eci n'est pas une partie de bowling géant sur la plage. De la taille de balles de tennis au boulets de canon, des sphères de glace et de sable se sont brutalement accumulées sur la plage de Nyda (Sibérie). Ce phénomène naturel spectaculaire, qui s'est produit en novembre dernier, s'expliquerait par l'effet du vent sur la glace fondante formée sur le rivage à marée haute. C'est la première fois que les habitants des alentours observent pareil évènement...

Quelle part de  
son temps un  
chercheur  
passe-t-il  
réellement à  
faire de la  
recherche ?

Un peu moins de 40%... Est-ce à dire que le chercheur est un hédoniste paresseux ? Évidemment non; la réalité est qu'il passe le plus clair de son temps à faire «autre chose». De quoi s'agit-il ? D'enseignement (pour 20%), de rédaction d'articles scientifiques (16%), de tâches administratives diverses (11%), de démarches de demande ou de renouvellement de bourses ou contrats (10%) et de stockage de données (9%). Ces valeurs rapportées par la revue britannique *Nature* ne sont évidemment que des moyennes qui ne rendent pas compte - et de loin - de ce qui se passe pour tous les chercheurs, une grande partie d'entre eux n'ayant, en particulier, pas de charge d'enseignement.

Est-ce bien, est-ce mal ? Difficile à dire, chacun pouvant aimer - ou pas - le statut qui est le sien. La seule réalité est celle que l'on connaît: moins un chercheur a de temps pour chercher, moins il en a pour trouver. C'est mathématique, sauf pour les génies, sans doute. Et lorsqu'on demande aux intéressés s'ils sont heureux de travailler dans les conditions qui sont les leurs, la réponse est globalement oui pour un peu plus de 60% d'entre eux. Et elle est même «oui, oui, oui» (à plus de 80% !) pour les séniors interrogés, quand ils ont plus de... 65 ans ! Ils ne doivent plus être très nombreux. Mais on peut gager qu'à cet âge-là, ils sont globalement débarrassés de ce qui leur pourrissait leur vie professionnelle auparavant ! ■

► *Nature*, 2016; 538: 444-445

## Le jardin des fourmis

Depuis la trilogie romanesque à succès que Bernard Werber leur a consacrée, les fourmis, jusque-là connues des seuls myrmécologues, n'ont plus de secrets pour le grand public; en tout cas pour ceux qui ont lu les romans en question. Encore que ces insectes coloniaux ont encore bien des choses à nous apprendre sans aucun doute. Preuve en est ce que des scientifiques allemands ont récemment découvert aux îles Fidji. En observant de très près des colonies d'une fourmi locale (*Pholidris nagasau*), ils ont remarqué que ses membres transportaient régulièrement des graines de plantes et plus particulièrement de 6 espèces du genre *Squamellaria*. Il s'agit de végétaux épiphytes (qui poussent sur les arbres, donc) dont on sait depuis longtemps qu'ils sont associés aux fourmis, précisément, qui en font une base de leur subsistance; au point que leur nom commun anglais est *ant-plant*, soit «plante à fourmis». On ne peut être plus clair.

Mais ce que les spécialistes ont observé, c'est que ce sont les

fourmis qui - pour une partie au moins des *Squamellaria* - plantent les graines dans des anfractuosités des écorces d'arbres. Et ce n'est pas tout: elles déversent ensuite par-dessus, en guise de terreau, les résidus de leur propre activité métabolique ! C'est un vrai jardinage «petit format», mais efficace. Et une fois de plus, on constate que les humains n'ont rien inventé. Car si l'homme s'est sédentarisé et est devenu agriculteur il y a 9 à 10 000 ans, les liens entre la plante épiphyte et les fourmis auraient leur origine il y a 3 millions d'années.

Que cette pratique soit due, au départ, au plus grand des hasards, c'est une certitude. Mais il a tout de même fallu que les fourmis identifient ensuite le bénéfice qu'elles pouvaient en tirer afin de reproduire le geste; et qu'elles trouvent enfin le moyen d'en améliorer le rendement.

D'ici à ce qu'elles en commercialisent la production, il n'y a peut-être plus qu'un pas... ■

► *Nature Plant*, 2016. <http://dx.doi.org/10.1038/nplants.2016.181>



## De l'origine des bovins d'hier

**L**es grottes peintes - ou leur copie, comme le «Lascaux 4», récemment inauguré à Montignac (France) - nous permettent de découvrir à quoi ressemblaient certains des mammifères les plus représentatifs de nos contrées d'Europe de l'ouest. Leur représentation paraît hautement fidèle et renseigne sur la stature, l'allure générale ainsi que sur quelques unes des caractéristiques propres: longueur des cornes, couleur de la robe, proportions générales, etc. En ce qui concerne les bovins, on y reconnaît les aurochs - lointains parents de nos taureaux et vaches d'aujourd'hui - mais aussi les bisons, tous disparus aujourd'hui, notamment sous la pression de la chasse que les humains leur ont faite.

Premier disparu, le bison (*Bison bonasus*) aurait quitté la grande plaine européenne il y a 14 000 ans et l'aurochs (*Bos primogenius*), l'aurait suivi sur la même voie 3 000 ans plus tard. Il reste heureusement quelques vestiges osseux et on sait que les méthodes de la génétique d'aujourd'hui permettent dans les meilleurs des cas, d'y identifier des séquences géniques.

C'est précisément ce qu'ont fait des chercheurs australiens, qui ont jeté leur dévolu sur l'ADN mitochondrial qui a l'avantage de subsister plus longtemps. La mitochondrie - faut-il le rappeler - est cette inclusion des cellules qui fournit l'énergie nécessaire à son fonctionnement et qui, surtout, possède son propre «logiciel» sous la forme d'un ADN petit et circulaire.

Ce que les résultats rapportent, c'est que les plus grands spécimens identifiés dans les peintures pariétales n'appartenaient ni à une espèce ni à l'autre, mais étaient tout simplement des hybrides. On estime même que ces croisements interspécifiques auraient commencé il y a 120 000 ans. Les produits de tels croisements étaient-ils fertiles et, si non, cette hybridation si elle était régulière n'a-t-elle pas concouru, en plus de la prédation et à la chasse, à la disparition des 2 espèces «parentales» ?

Ce qui est sûr, c'est que si elle est confirmée, cette découverte - qui ne changera évidemment plus rien pour les espèces concernées - va mener à une relecture de toutes les représentations identifiées dans les grottes. Afin d'identifier à quels animaux on a vraiment affaire. Réaliser une étude systématique sur la seule base de peintures vieilles, globalement, de 15 à 35 000 ans, voilà qui ne manque pas d'intérêt à une époque où cette même systématique repose surtout sur des méthodes génétiques plutôt sophistiquées ! ■

► *Nature communications*. <http://www.nature.com/articles/ncomms13158>

## Cet ancêtre simien qui nous va si bien...

**D**epuis les propositions fondatrices de Lamarck et Darwin, on ne peut plus douter de notre ascendance simienne, même si cela ne peut pas plaire à tout le monde. Les signes évolutifs les plus évidents nous en rapprochent trop que pour ignorer cette filiation. Nous partageons du reste aussi l'essentiel de notre génome, à quelques dixièmes de pour cent près.

Une observation récemment rapportée par des scientifiques et qui leur avait jusque-là échappé nous offre une occasion supplémentaire de rappeler ce lien étroit qui nous rapproche. On sait que les grands singes comme les bonobos - nos plus proches parents - ont toute une palette de comportements sociaux au rang desquels figure l'entretien réciproque du pelage, dont l'essentiel tient au retrait des parasites qui y sont éventuellement dissimulés. Le comportement est bien connu et largement commenté depuis longtemps par les éthologistes.

Ce qui avait échappé, c'est que la distance qui sépare le regard de celui qui traite et le dos de celui qui est traité augmente avec l'âge. Plus le traitant est âgé, plus il doit s'éloigner pour bien voir ce qu'il fait, ce qui n'est pas sans rappeler ce qui se passe chez les humains vieillissants et qu'en termes simples on appelle la presbytie (ou presbyopie). C'est l'observation de 14 bonobos sauvages, âgés de 11 à 45 ans, qui a permis de mettre en évidence ce qui n'aurait pas dû échapper jusqu'ici à l'observation. C'est plus précisément l'examen comparé de vidéos réalisées sur les mêmes sujets à des âges différents de leur vie qui a permis ce constat.

À l'évidence, l'excès de travail à l'écran ou l'usage abusif de la télé ou des jeux vidéo n'entre pas en ligne de compte pour les bonobos, ce qui renforce l'idée qu'il existe un «vieillessement évolutif et naturel» de la fonction oculaire dont des grands singes sont déjà affectés. Il est clair qu'à défaut de tout diagnostic, ces animaux n'ont jamais eu l'occasion de bénéficier d'une correction visuelle. Voilà peut-être un nouveau créneau à exploiter pour les défenseurs de la cause animale ! ■

► *Nature*, 2016; 539: 143



# L'hydrogène dégénéré !

*L'annonce par une équipe de Harvard, fin janvier, de la production d'hydrogène métallique a jeté l'émoi dans le monde de la physique des hautes pressions. C'est que plusieurs équipes aimeraient revendiquer cet exploit...*



*Le dihydrogène est pressé entre 2 enclumes de diamant pour atteindre une pression comparable à celle qui règne au centre de la Terre.*

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

Photos : **P. DALLADAY-SIMPSON, E. GREGORYANZ** (p.42),  
**R. DIAS, I. F. SILVERA** (p.43)

**S**ous son apparente simplicité, la nature se révèle souvent être d'une incroyable complexité. Ainsi en va-t-il de l'hydrogène que chacun pense bien connaître. L'atome de l'élément le plus abondant de l'univers a en effet une structure simple (un proton et un électron) et aux températures et pressions ambiantes, c'est un gaz composé de molécules de 2 atomes ( $H_2$ ) appelé dihydrogène. Sur Terre, on le connaît surtout par les liens qu'il noue avec l'oxygène pour former l'eau sans laquelle rien n'aurait été possible. Il a été mis en évidence voici 350 ans déjà par Henry

Cavendish qui constate qu'il s'enflamme au contact de l'oxygène de l'air pour former de la vapeur d'eau. Une propriété qui n'aura de cesse d'attirer les scientifiques et qui débouchera sur les moteurs à hydrogène. Cet atome ultrasimple porte donc fièrement le numéro 1 du tableau périodique et est rangé dans les éléments... non métalliques.

Sauf que... Élément abondant, l'hydrogène a donc toujours été étudié. Ainsi, dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle, James Dewar parvient à le liquéfier puis à le solidifier. Ce qui n'est déjà pas une mince affaire puisque, à pression ambiante, il se liquéfie à 20 K (-253 °C) et se solidifie à 14 K. Avec une constatation intrigante: l'hydrogène liquide ou solide restait toujours isolant et sous la forme  $H_2$ . C'est à nouveau la physique quantique qui a permis de progresser. Utilisant ce puissant outil, Eugene Wigner démontre en 1935 que si on veut obtenir de l'hydrogène monoatomique (donc H au

lieu de  $H_2$ ), il faut une pression colossale. Cerise sur le gâteau, il s'agirait là d'un élément métallique, donc conducteur de courant et non plus isolant. Pression colossale ? Selon les calculs, il faudrait atteindre au moins 400 gigapascals, soit environ 4 millions d'atmosphères (ce que nous subissons comme pression au niveau de la mer). Autrement dit encore, à peu près la pression qui règne au centre de la Terre ou d'autres planètes comme Jupiter par exemple. Et cela, c'était une très mauvaise nouvelle qui a fait pâlir des générations d'expérimentateurs... Comment atteindre de telles pressions ?

## UN ATOME DE RÊVE

Ce qui pose une autre question: pourquoi des équipes de physiciens à travers le monde s'épuisent-elles depuis des

## L'univers en expansion plus rapide

décennies à vouloir former cet hydrogène métallique ? Pour démontrer expérimentalement que la théorie est correcte ? Certes, mais pas seulement. Car l'élément ainsi formé pourrait rester stable à température et pression ambiantes (du moins dans des valeurs proches de celles-ci), un peu comme le diamant formé par compression du carbone ne redevient pas carbone lorsque la pression disparaît. Autrement dit, on se retrouverait alors avec un solide supraconducteur comme on en rêve depuis toujours. Mais pas seulement. Avec une densité 3 fois moindre que celle de l'aluminium, ce serait aussi un matériau très léger. Et il emmagasinerait de grandes quantités d'énergie libérables en rejetant de la vapeur d'eau ! De quoi remplacer tous les carburants, particulièrement dans les fusées.

Comment arriver à un tel résultat ? La technique utilisée est, en gros, la même depuis le début des expériences. On place de l'hydrogène refroidi entre 2 pointes en diamant, puis on comprime. Jusqu'ici, les scientifiques étaient parvenus à atteindre une pression de l'ordre de 350 gigapascals; l'équipe de Harvard (1), elle, annonce 495 gigapascals, et c'est bien ce qui semble être une source d'étonnement. Le fameux hydrogène métallique, dit aussi dégénéré, a-t-il dès lors été produit ? Des équipes qui travaillent aussi sur ce problème depuis des années le contestent... Il faudra sans doute attendre longtemps avant d'en être certain car refaire cette expérience demanderait sans doute plus d'un an d'efforts. ■

(1) Observation of the Wigner-Huntington transition to metallic hydrogen par Ranga P. Dias, Isaac F. Silvera\* *Science* 26 Jan 2017; DOI: 10.1126/science.aal1579

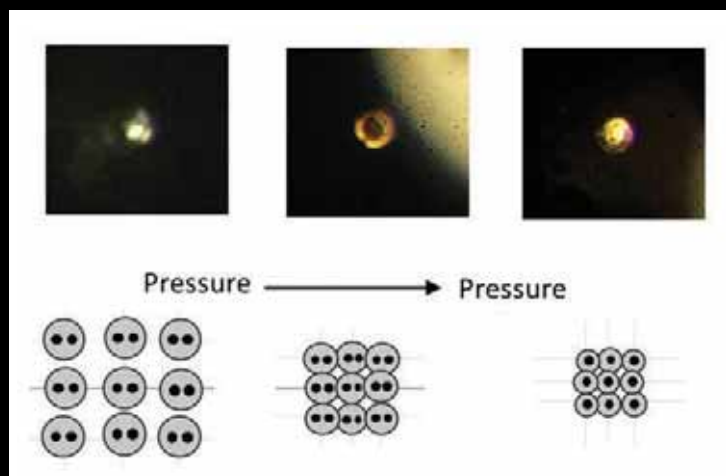
(2) H0LiCOW II. Spectroscopic survey and galaxy-group identification of the strong gravitational lens system HE 0435-1223. D. Sluse et al. à paraître dans *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*

Une collaboration internationale, H0LiCOW (*H0 Lenses In COsmo-grail's Wellspring*) a entrepris de réaliser une mesure de la constante de Hubble d'une manière indépendante des mesures déjà réalisées jusqu'à présent. Rappelons que cette constante est en quelque sorte une mesure de la vitesse d'expansion de l'univers. Une constante qui n'en est donc pas tout à fait une puisqu'elle évolue dans le temps (l'expansion s'accélère).

Jusqu'à aujourd'hui, les astrophysiciens ont principalement utilisé 2 méthodes différentes pour la calculer. L'une se base sur l'observation d'étoiles variables (les Céphéides) et l'explosion d'étoiles (les supernovae); l'autre sur l'observation du fond diffus cosmologique réalisée par le satellite *Planck*. Problème: les résultats divergent significativement selon qu'on utilise l'une ou l'autre méthode !

L'équipe de H0LiCOW dont fait partie le Dr. Dominique Sluse (*Institut Royal d'Aéronomie spatiale de Belgique* et collaborateur scientifique à l'université de Liège - les recherches dont les résultats paraissent aujourd'hui ont été en grande partie réalisées lorsque Dominique Sluse était en post-doc à l'ULg), premier auteur d'un des articles (2) parus dans les *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* et co-auteur de tous les autres (la collaboration vient en effet de faire part des résultats de ses recherches dans pas moins de 6 articles !), a innové en utilisant le phénomène des lentilles gravitationnelles, phénomène étudié depuis longtemps à l'Université de Liège. Une méthode totalement indépendante des 2 autres, ce qui permet de trancher entre les méthodes précédentes.

Verdict ? Le nouveau résultat ( $H_0 = 71,9 \pm 2,7$  km par seconde par mégaparsec, un mégaparsec représentant environ 3,3 millions d'années lumière) est proche de celui obtenu par les méthodes des Céphéides et des supernovae, mais diffère de celui obtenu par *Planck*. Or, le modèle cosmologique standard est basé sur la valeur obtenue par l'observation du fond diffus de l'univers. Cette nouvelle valeur de  $H_0$  semble donc remettre ce modèle en cause. Avec une conséquence: la vitesse d'expansion de l'univers serait plus grande que celle estimée par le modèle standard !



Photos prises au microscope, montrant d'abord le gaz d'hydrogène qui est transparent (à gauche), puis le stade où l'hydrogène est devenu semi conducteur (mais est toujours sous forme de  $H_2$ ) et est dit est noir et enfin (à droite) la forme métallique qui est réfléchissante. La pression augmente de la gauche vers la droite.

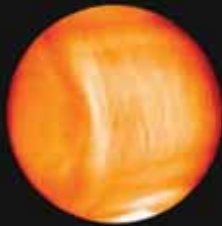
# À la Une du Cosmos

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



Une équipe internationale, dont un Belge, s'est penchée sur l'observation de quasars lointains au travers de lentilles gravitationnelles. Elle confirme de façon indépendante la vitesse d'expansion assez élevée de l'univers local, en désaccord avec la vitesse d'expansion de l'univers jeune mesurée par Planck. Un résultat important, qu'il faut encore expliquer...

Photo: HST



L'incroyable sonde Akatsuki a repéré une grande onde de gravité dans l'atmosphère vénusienne, particulièrement au-dessus de ses montagnes.

Photo: JAXA

Du neuf pour les pulsars - ces cadavres d'étoiles massives. La découverte de 2 pulsars intermittents extrêmes, PSR J1910+0517 et J1929+1357, qui n'émettent que moins de 1% du temps, suggère l'existence de toute une population de pulsars n'émettant en radio que rarement - on a donc pu en manquer beaucoup ! De plus, parmi les pulsars, il y a les magnétars au comportement assez violent et les pulsars radios, plus calmes et stables. Pourtant, un objet, PSR J1119-6127, présente les 2 comportements. Il devrait permettre de mieux comprendre les relations entre les 2 catégories... Enfin, le télescope spatial X américain révèle la géométrie variée des nébuleuses et des queues créées par les vents de pulsars. Leur étude pose des contraintes sur la physique de ces vents et leur interaction avec le milieu interstellaire.

Photo: NahksTrEhnl (vue d'artiste)



Un couple stellaire, KIC 9832227, devrait fusionner vers 2022, générant alors un feu d'artifice lumineux baptisé nova. Une prédiction claire, reste à voir si elle va se réaliser...

Photo: HST



## Planètes à gogo...

En ce moment, impossible de manquer Vénus le soir et Jupiter le matin, toutes deux très brillantes. Mars n'est pas loin de Vénus, et Saturne se lève avant le Soleil.

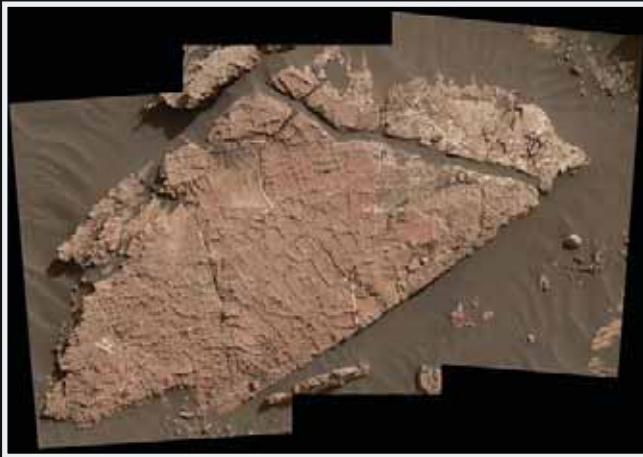
L'image la plus profonde du ciel jamais obtenue en rayons X a demandé 7 millions de secondes de pose ! Elle révèle des milliers de trous noirs supermassifs - ce qui correspondrait à un total d'un milliard pour l'entièreté du ciel - et devrait permettre de mieux comprendre la croissance des trous noirs supermassifs dans l'univers jeune.

Photo: Chandra



Des nouvelles de Pluton... Des structures neigeuses appelées «pénitents», bien connues sur Terre, ont été identifiées sur Pluton - des modélisations ont même permis de comprendre leur formation, soulignant le rôle de son atmosphère dans la formation de certaines structures en surface. Le compagnon de Pluton, Charon l'influencerait de diverses manières, en freinant l'érosion de l'atmosphère lorsqu'il s'interpose entre le Soleil et Pluton, ou encore en étant à l'origine de la tache sombre et rougeâtre à sa surface. Enfin, Charon aurait des plaques en surface - de la tectonique un peu particulière, ceci dit: les plaques ne font que s'écarter. Cela s'expliquerait par un intérieur liquide qui aurait gelé, entrant alors en expansion et forçant la croûte à suivre...

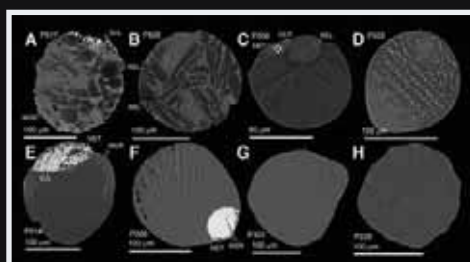
Photo: NASA



À gauche: Le rover Curiosity examine ce qui pourrait être des traces de boue. Ce serait une nouvelle confirmation de la présence intermittente de lacs sur Mars il y a plus de 3 milliards d'années. Photo: Curiosity. À droite: On revoit un peu les théories de formation de la Lune. Tout d'abord, cela se serait produit plus tôt: la lune serait donc plus âgée de 40 à 140 millions d'années. D'autre part, la théorie dominante pour expliquer la formation de la Lune est celle d'un impact géant, mais la composition lunaire, proche de la Terre, lui pose parfois problème. Du coup, des chercheurs proposent une autre solution: une succession d'impacts, ayant mis plusieurs fois du matériel terrestre en orbite, d'où se seraient formés des morceaux qui en fusionnant auraient créé la Lune. Photo: Hagai Perets (vue d'artiste).

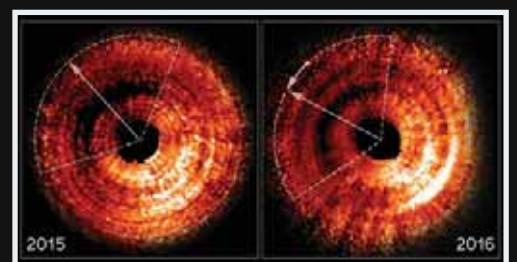
Gros plan sur les météorites. Deux études indiquent que les météorites actuelles ne sont pas représentatives des météorites du matériel à partir duquel la Terre s'est formée... En parallèle, d'autres astronomes séparent le «late heavy bombardment» en 2: un bombardement dû à des objets venant de la ceinture d'astéroïdes, un bombardement dû à autre chose (les restes de la formation des planètes extérieures qui retombent ?). Enfin, si vous voulez des micro-météorites, examinez la poussière de votre toit: si, si, il y en a dedans !

Photo: GSA



L'étoile jeune TW Hydrae est entourée d'un disque - on pense qu'il s'y forme des planètes et l'observation d'une ombre mouvante sur celui-ci semble le confirmer.

Photo: HST



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



Texte: **Théo PIRARD**

Photo: **ESA**

### Où en est-on dans la mise en œuvre des systèmes Galileo et Copernicus ?

Une douzaine de satellites *Galileo*, qui ont été testés sur orbite par le Centre ESA de Redu-Libin (province du Luxembourg), proposent des services préopératoires depuis le 15 décembre. Avec la démonstration concrète de performances supérieures à celles du *Gps* américain. De quoi permettre à des start-up de donner libre cours à leur créativité pour répondre à de nouveaux besoins grâce à la puce *Galileo* dans les récepteurs de navigation. Pour *Copernicus*, qui sert à la surveillance opérationnelle du globe pour l'environnement et la sécurité, 4 satellites opérationnels d'observation sont sur orbite: 2 *Sentinel-1* dotés d'un radar, un *Sentinel-2* pour l'étude multispectrale des terres, un *Sentinel-3* pour le suivi des caractéristiques des mers et de l'occupation des sols. Leurs données sont mises gratuitement à disposition des utilisateurs qui peuvent justifier une exploitation. De quoi inciter les chercheurs et entrepreneurs à mettre au point des logiciels de traitement pour des applications ciblées. À condition de susciter l'intérêt de clients publics (administrations) et privés (compagnies de transports, entreprises d'agriculture, fournisseurs d'énergie, etc).

Les *Sentinel* donnent lieu à une avalanche d'informations. Des méthodes de gestion *Big Data* doivent faire en sorte que soit garantie une connectivité rapide pour leur valorisation dans les plus brefs délais. Les *Sentinel-1* et *Sentinel-2*, pour l'acheminement de leur haut débit de

**G**alileo et Copernicus sont les programmes phares dans lesquels la Commission européenne a décidé d'investir. Il s'agit de 2 systèmes d'envergure globale développés par l'ESA (European Space Agency) avec l'industrie européenne des satellites. Le premier concerne la navigation par satellites. Le second met en œuvre des satellites d'observation, appelés *Sentinel*. Ils méritent d'être mieux connus comme des outils au service des citoyens de l'Union, en stimulant de nouvelles applications pour des produits et emplois à valeur ajoutée. Le 26 octobre dernier, après avoir mené une enquête dans ses 28 États membres, la Commission a fait une communication sur la stratégie spatiale pour l'Europe. On apprend que l'Union, à elle seule, investira plus de 12 milliards d'euros dans les activités spatiales entre 2014 et 2020, qui passent principalement par le déploiement sur orbite de satellites. Il faut tirer au mieux parti de l'effort consenti afin de valoriser le potentiel européen de recherche et technologie, en encourageant le recours aux données et services spatiaux qui apportent des solutions efficaces. Tel est l'objectif de la stratégie présentée aux instances européennes que sont le Parlement, le Conseil, le Comité Éco-nomique et Social Européen et le Comité des Régions

données, ont recours à une communication laser avec terminal optique sur des satellites géostationnaires *Edrs* (European Data Relay Satellite) mis en œuvre par un partenariat public-privé entre l'ESA et Airbus Defence & Space. Ainsi une autoroute de l'espace est-elle opérationnelle depuis fin novembre avec *Edrs-A* à bord d'un satellite de l'opérateur Eutelsat.

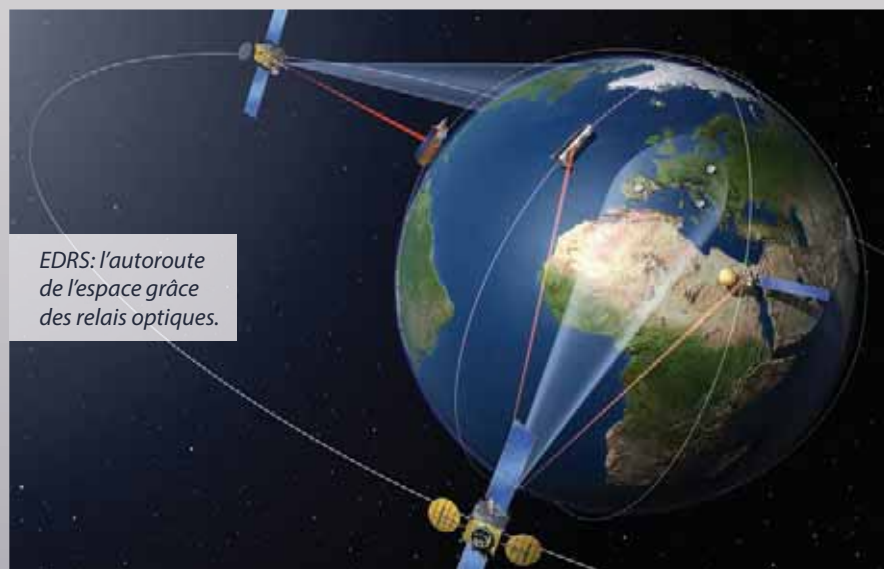
### Les États et Régions de l'Union sont-elles déjà conscientes de l'apport des 2 grands systèmes d'applications que la Commission est en train de déployer ?

C'est là le problème. Chacun sait que pour récolter, il faut d'abord avoir semé. La Commission a fait naître *Galileo* et *Copernicus* avec l'impérative nécessité qu'ils donnent lieu à des retombées socio-économiques sous la forme d'applications intégrées combinant géolocalisation, télédétection et communication. Tant au niveau national que dans un cadre régional, des mesures doivent

être prises pour inciter à l'utilisation des systèmes spatiaux. Dans sa stratégie spatiale pour l'Europe, la Commission veut que des mesures soient prises afin que, sans tarder, soit privilégié l'accès aux informations de ses satellites.

### La Wallonie a-t-elle des compétences à valoriser dans les efforts de l'Union dans l'espace ?

Le Plan Marshall constitue son atout pour le développement de systèmes innovants. Le Pôle de compétences *Skywin*, avec les membres de *Wallonie Espace*, est responsable des appels à projets concernant le domaine spatial. Il s'efforce de sensibiliser les acteurs industriels à l'essor des applications intégrées. Par ailleurs, en coopération avec *Idelux* et *Wsl* (initialement, les initiales de *Wallonia Space Logistics*), l'ESA a implanté un centre d'incubation technologique dans le parc d'activités *Galaxia* de Transinne-Libin: cet *ESA BIC Belgium* entend favoriser l'éclosion de jeunes entreprises qui tirent parti de *Galileo* et *Copernicus*. ■



EDRS: l'autoroute de l'espace grâce des relais optiques.

# Arianespace:

## l'excellence face à la concurrence

Texte: **Théo PIRARD** • [theopirard@hotmail.com](mailto:theopirard@hotmail.com)

Photos: **Arianespace** (p.47), **CNES** (p.48)

**Douze lancements en 2017. C'est l'objectif que s'est fixé Arianespace, LA société européenne de transport spatial, pour 2017. La fiabilité de ses services et la flexibilité de ses prestations, grâce à un trio de lanceurs de qualité (Ariane 5, Soyouz, Vega) en font une référence mondiale depuis le Centre Spatial Guyanais de Kourou. Arianespace, depuis ce 1<sup>er</sup> janvier, entre dans le groupe Airbus en ayant pour actionnaire principal Airbus Safran Launchers, qui est chargé de la production des Ariane 5**

**L**e business de l'espace, avec ses satellites de télécommunications, télévision et télé-détection, passe par cette étape cruciale de la mise sur orbite. Un échec lors du lancement, même couvert par des assurances, peut mettre à mal le bilan financier de l'opérateur de satellites. En faisant la démonstration de vols fiables, Arianespace a su imposer le transport spatial européen comme un système d'excellence dans le monde. Les déboires de son principal concurrent américain - SpaceX avec son lanceur Falcon 9 - n'ont fait que renforcer sa position de leader pour l'accès commercial à l'espace. Véritable coup d'audace que le PPP (*partenariat public-privé*) d'Arianespace, lorsque la société de droit français fut créée le 26 mars 1980

pour l'exploitation du lanceur Ariane. Celui-ci était développé par l'industrie européenne (avec la participation belge de la Sabca, d'Etca/Thales Alenia Space Belgium, de FN Moteurs/Safran Aero Boosters) sous les auspices de l'ESA (Agence Spatiale Européenne).

### UNE AUDACE PAYANTE POUR L'EUROPE

Frédéric d'Allest, père d'Ariane et fondateur d'Arianespace, nous rappelle la genèse de cette entreprise qui était originale à l'époque. «L'objectif visé était 2 à 4 lancements par an pour faire tourner les équipes de lancement. Il fallait donc

commercialiser le lanceur en apportant le marché.» En 1977, 2 ans avant son premier vol, la fusée européenne Ariane décrochait son 1<sup>er</sup> contrat commercial chez l'opérateur global Intelsat (1 lancement ferme, 2 en option). «Cet épisode rendait crédible la mise sur pied d'Arianespace.» À l'époque, la proposition de créer Arianespace était «audacieuse, car seuls les États pouvaient assumer les risques financiers et techniques des lancements de satellites.» C'est au Salon du Bourget de 1979 - 6 mois avant le premier vol et succès de la fusée Ariane - qu'est officialisée la naissance de la société de transport spatial Arianespace. En mars 1980 étaient signés les statuts d'Arianespace, avec le Cnes (Centre National d'Études spatiales) comme actionnaire principal et garant de l'engagement public, au côté des industriels et investisseurs privés.

Et le premier président directeur général d'Arianespace d'insister sur 2 éléments qui ont favorisé la montée en puissance de l'Europe sur le marché des lancements en orbite de transfert géostationnaire:

- la stratégie du lancement double, avec la maîtrise d'une procédure qui était alors unique. «Ce qui a permis d'avoir plus de la moitié des satellites commerciaux géostationnaires.»
- la garantie d'une filière Ariane, avec le développement de lanceurs de plus en plus performants afin de coller à la taille et à la masse des satellites. Il fallait veiller à ce que les États membres de l'ESA décident une nouvelle génération d'Ariane pour garder le contact avec le business changeant des systèmes spatiaux. Pour trouver un successeur à l'actuel lanceur Ariane 6, on a trop tardé... Il a d'ailleurs fallu compter sur la Russie pour que son lanceur Soyouz soit mis en œuvre pour Arianespace au Centre Spatial Guyanais comme complément d'Ariane 5!

### UNE (R)ÉVOLUTION ATTENDUE AVEC ARIANE 6

Pour l'heure, la société Arianespace affiche un beau palmarès. En ce début d'année, son président directeur général Stéphane Israël n'est pas peu fier

d'annoncer un carnet de commandes qui se chiffre à 5,2 milliards d'euros. Il concerne 55 lancements pour 32 clients dans le monde. *Ariane 5*, son principal cheval de bataille, confirme sa fiabilité avec 76 succès d'affilée. Il faut tenir compte de 2 éléments majeurs:

- le nouvel entrant qu'est *SpaceX* avec une politique agressive au moyen de lanceurs moins chers et en partie réutilisables
- l'avènement de la propulsion électrique qui réduit de 40% la masse des satellites destinés à l'orbite géostationnaire.

L'Europe se devait de réagir. Priorité à l'objectif de réduire d'au moins 30% le coût du lancement. En proposant l'*Ariane 6* pour la moitié du prix du kg satellisé par une *Ariane 5* actuelle. C'est ce que promet *Airbus Safran Launchers* qui a accepté d'être le maître d'œuvre. Le 1<sup>er</sup> décembre 2015, à Luxembourg, 15 États membres de l'ESA ont décidé de contribuer au développement d'*Ariane 6* de nouvelle génération. Par ordre d'importance pour l'engagement financier de 4 802,4 millions d'euros, on a la France (44,47%), l'Allemagne (20,78%), l'Italie (10,19%), l'Espagne (4,68%), la Belgique (4,12%), la Suisse (2,53%), la Suède (1,65%) et les Pays-Bas (1,56%), puis (pour moins de 1%) la Roumanie, l'Irlande, la Norvège, l'Autriche, le Danemark, le Royaume-Uni et le Portugal. La nouvelle gouvernance dans un partenariat public-privé entre l'ESA, le Cnes et *Airbus Safran Launchers* constitue une autre approche face à une forte concurrence.

Les années 2020 verront la mise en œuvre par *Arianespace* du duo *Ariane 6.2-6.4* et de *Vega C* (consolidation). Voici les 5 principes qui représentent autant de défis pour la réussite des nouveaux lanceurs *Ariane 6* et *Vega C*:

- ① un ensemble européen compétitif pour les lancements tant commerciaux (*Ariane 6.4*) qu'institutionnels (*Ariane 6.2* à 70 millions d'euros le vol)
- ② la garantie de lancer les satellites gouvernementaux de l'Europe, afin de ne plus devoir recourir aux aides publiques pour la commercialisation
- ③ la standardisation autour d'un maximum d'éléments communs entre les lanceurs avec les moteurs cryogéniques *Vulcain* d'*Ariane 5* et *Vinci* testés avec succès, les propulseurs solides *P120C* en développement pour *Vega C*
- ④ la disponibilité d'*Ariane 6* pour un premier vol dès 2020, la montée en cadence de sa production afin de prendre la relève d'*Ariane 5* en 2023; il faudra alors arriver à produire chaque année 35 *P120C* en Guyane, 11 étages cryogéniques (1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup>) en Europe
- ⑤ l'assurance d'un service fiable auprès des clients avec le retrait progressif des lanceurs *Soyouz* (satellites institutionnels) et *Ariane 5* (satellites commerciaux)

Chez *Airbus Safran Launchers*, à présent actionnaire majoritaire d'*Arianespace*, on est conscient du pari industriel que représente le programme *Ariane 6*. Il s'agit de maîtriser les impératifs d'une gestion dite *lean* - à fil tendu -, comme elle se pratique dans l'industrie automobile et aéronautique. Pour les acteurs industriels du spatial européen, *Ariane 6* est bel et bien une révolution qui repose sur le principe: «le temps, c'est de l'argent». Il s'agit de mettre en œuvre une approche innovante qui soit structurée depuis la conception jusqu'à la production (avec outils 3D), qui privilégie l'automatisation et la visualisation, qui fait la chasse aux gaspillages, redondances et imprévus et qui exploite le mieux possible les moyens en place. Il s'agit d'aller droit au but sans passer par des détours, de manière à ce que les coûts soient réduits.

## DU NOUVEAU AU PORT SPATIAL DE L'EUROPE

Autre voie pour réduire les coûts d'exploitation *Ariane 6* au Centre Spatial Guyanais: l'infrastructure de lancements, baptisée *Ela-4*, réalisée sous l'autorité du Cnes, pour la mise en œuvre des *Ariane 6*. Elle sera implantée là où devait se situer la piste d'atterrissage de la navette *Hermès* (projet européen des années 1980 avec le lanceur *Ariane 5*), entre l'*Els* (*Ensemble de lancements Soyouz*) et l'actuelle zone *Ariane* et *Vega*. «Il s'agit du 8<sup>e</sup> ensemble (1) que nous construisons en Guyane, note Jean-Marc Astorg, directeur des lanceurs au Cnes. Son originalité est d'être basée sur l'intégration horizontale - une «première» à Kourou - afin d'offrir la flexibilité pour les charges utiles à satelliser, tout en réduisant la durée des campagnes de lancements. Un portique mobile permettra de changer facilement des équipements sur le lanceur ou à bord du satellite.»

Optimisé pour pouvoir effectuer un vol d'*Ariane 6.2* ou *6.4* toutes les 3 semaines ou au moins 11 lancements par année, *Ela-4* s'inspire des infrastructures couramment utilisées par les lanceurs *Soyouz* et les *Falcon 9* de la société *SpaceX*. Son chantier a déjà débuté avec l'aménagement du site qui s'étendra sur 170 hectares. Une maquette *Ariane 6* servira à tester le nouvel ensemble dès fin 2019. La plateforme de lancements sera simplifiée, afin d'être exploitée de façon économique. Tout est donc prévu pour que le système *Ariane 6* soit mis à disposition d'*Arianespace* dans les plus brefs délais. ■

(1) Il y eut les ensembles *Diamant* et *Europa* des années 70, puis *Ela-1* et *Ela-2* jusqu'au début 2003, *Ela-3* pour *Ariane 5* depuis 1996, *Els* pour le *Soyouz*, puis *Slv* pour *Vega*.

# Brèves spatiales...

## d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, BELGA, PT Scientists, Boeing

**Que va devenir la station de Lessive (Rochefort) ?** Belgacom vendait en 2007 son site de télécommunications par satellites à *Belgium Satellite Services*, filiale belge du groupe indien *Org*. Ce dernier a connu des déboires auprès de banques londoniennes. En faillite, il avait mis en caution son implantation belge qui servait surtout à des liaisons vers l'Afrique. Les 6 paraboles - dont certaines sont visibles depuis l'autoroute E411 - ne sont pratiquement plus employées. L'infrastructure qui s'étend

sur 44 ha de bois et qui comprend salles de contrôle et conférences ainsi que bureaux et cafétaria - aujourd'hui sans usage - avait été inaugurée en septembre 1972 par le roi Baudouin et par l'astronaute Alan Bean pour le système *Intelsat*. L'ensemble est à vendre. Le liégeois Christophe Nihon, agent immobilier spécialisé dans la réhabilitation de sites, s'est porté acquéreur de cette station ayant servi de publicité pour une Belgique tournée vers l'avenir. ■



**Google Lunar X Prize: des privés sur la Lune en 2017 ?** La surface lunaire devrait être la vedette à la fin de cette année. La Chine prévoit, avec sa mission *Change-5*, d'aller prélever des échantillons du sol et de les faire revenir sur Terre. On devrait connaître l'aboutissement de la compétition *Lunar X Prize* lancée par Google il y a 10 ans. Les équipes privées étaient invitées à réussir sur la Lune un parcours d'un demi-kilomètre en transmettant vidéo et photos du périple... Le 1<sup>er</sup> prix à gagner est de 20 millions de dollars. L'objectif est de stimuler la créativité avec des systèmes innovants et miniaturisés. À peine 4 teams sont vraiment en lice en ayant réussi à officialiser fin 2016 un contrat de lancement avec un opérateur sérieux: *Moon Express/ MoonEx* (Usa) avec le micro-lanceur *Electron* de *Rocket Lab*, *Team Indus* (Inde) et *Hakuto* (Japon) grâce au lanceur indien *Pslv*, *Spacell* (Israël) sur un *Falcon 9* de *SpaceX*. *Part-Time Scientists* (Allemagne) avec son *Audi Lunar Quatro* (voir photo ci-contre) s'est mis hors course pour ne pas avoir trouvé de lanceur... ■



### Une navette «mystère» en orbite

On sait que le *Space Shuttle* de la *Nasa* ne vole plus depuis juillet 2011. Les 3 navettes de cet ambitieux et coûteux programme (133 missions en 30 ans) ont été rangées dans des musées à Washington D.C., au Cape Canaveral et à Los Angeles. Pourtant, l'Amérique exploite une petite navette d'environ 5 t au-dessus de nos têtes. C'est le planeur automatique *X-37B*, alias *Otv* (*Orbital Test Vehicle*) dont 2 exemplaires sont en service pour des vols de longue durée. *Boeing* l'a mis au point pour des opérations confidentielles du Pentagone. À ce jour, 3 vols de plusieurs mois - le troisième a duré près de 675 jours -, avec des manœuvres orbitales, ont été effectués. Un quatrième qui a commencé le 20 mai 2015 est toujours en cours dans la plus grande discrétion. ■



# AGENDA

- Du 6 mars au 14 avril 2017  
(Halles universitaires de Louvain-la-Neuve)
- Du 18 avril au 12 mai 2017  
(Espace Arte-Fac de Woluwé-Saint-Lambert)

## Zooo000: les animaux du futur



Connaissez-vous l'*Augustis caoutchoutis*, organisme dont le régime alimentaire est fait de pneus ? Ou le *Gulam Ferrum*, capable de percer les boîtes de conserve ? Non ? Rien d'étonnant puisque ces créatures n'existent pas. Ou pas encore. Elles sont nées de l'imagination d'étudiants en sciences biologiques et bio-ingénieur à l'UCL, qui ont suivi les cours de 2 professeurs de biologie animale, Jean-François Rees et Anne-Catherine Mailleux.

Le défi ? Imaginer comment évolueront les invertébrés d'ici 100 000 ou 200 000 ans. Le décor : «*Notre invertébré du futur est un organisme endoparasite aux robots qui dominent la Terre. Par conséquent, leur milieu de vie est terrestre. La planète connaît une période très chaude, avec des températures pouvant avoisiner les 70 °C. La salinité de l'océan atteint 200 g/litre, une atmosphère assombrie par une pluie de météores...*»

Les résultats de ce travail (une quarantaine d'animaux), qui a permis aux 200 étudiants de mettre en pratique leurs connaissances, sont étonnants. L'objectif, au-delà de faire se rencontrer science et imagination, était de travailler 2 aspects : la rigueur scientifique (la crédibilité étant un critère important d'évaluation) et la créativité.

Mais cette exposition originale ne se contentera pas de présenter les fiches signalétiques de ces animaux du futur. Elle leur donnera corps et les montrera en 3 dimensions dans une scénographie originale grâce au talent de l'artiste Pierre-Yves Renkin, sculpteur animalier, qui travaillera étroitement avec les étudiants.

Infos [www.uclouvain.be/culture](http://www.uclouvain.be/culture)

- Du 20 au 26 mars 2017

## Le Printemps des Sciences



Le Printemps des Sciences est une initiative visant à développer la culture scientifique, à éveiller ou à stimuler la curiosité des jeunes, voire leur goût pour les formations scientifiques. Le thème de cette édition : «Tous connectés».

Sans interactions, atomes et molécules n'existeraient pas ! L'Univers ne compterait aucune galaxie, aucune étoile, aucune planète. La vie serait absente d'un Univers éternellement inerte. Mais nous existons, nous pensons, nous interagissons avec notre

atmosphère, avec nos semblables ou avec les autres formes de vie, parfois difficilement. L'évolution a permis l'existence de symbioses hors du commun, d'extraordinaires et délicats réseaux trophiques dont nous faisons partie. Réseaux trophiques ou réseaux informatiques, réseaux électriques ou réseaux sociaux, ruches ou fourmilières, systèmes planétaires ou galactiques... Nous vivons dans un univers où tout semble connecté !

De nombreuses activités seront imaginées et animées par différentes institutions aux 4 coins de la Fédération Wallonie-Bruxelles.

Infos et programme

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



À NE PAS MANQUER !

## MUSEUM NIGHT FEVER

23 MUSÉES BRUXELLOIS.  
SORTENT DE LEUR CADRE HABITUEL.  
LE TEMPS D'UNE SOIRÉE.  
AUDACIEUX, ANIMÉS, JOYEUSEMENT  
ICONOCLASTES ET 100% DANS L'AIR DU TEMPS.  
PERFORMANCES, MUSIQUE LIVE,  
DANSE, ATELIERS, VIDEOS, INSTALLATIONS  
ET VISITES GUIDÉES.

11.03

2017



- Du 13 au 18 mars 2017
- Université de Liège - Sart Tilman  
Avenue de l'Hôpital, 1 à 4000 Liège

## La semaine du cerveau

La «Semaine du cerveau» est un rendez-vous annuel visant à promouvoir la recherche sur le cerveau auprès du grand public. Coordonnée sur le plan international par l'*European Dana Alliance for the Brain (EDAB)*, la Semaine du Cerveau est organisée en Belgique par le *Belgian Brain Council (BBC)* depuis la création de ce dernier en 2005. Elle est devenue un événement national et international majeur. À Liège, la Semaine Internationale du Cerveau se concrétise par l'organisation de 4 activités:

- un café du cerveau grand public qui débutera par un exposé introductif suivi de discussions thématiques par groupes (15 mars);

- une matinée de conférences, destinée aux élèves du secondaire (17 mars);
- une dissection de cerveau, destinée aux élèves du secondaire (17 mars);
- une journée portes-ouvertes du *GIGA-Neurosciences*, pour le grand public (18 mars).

### Infos & inscriptions

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



Designed by Freepik

## Sur le Web

### La statistique expliquée à mon chat

**D**rôle de nom pour une chaîne Youtube, vous ne trouvez pas ? Sous cette accroche un peu bizarre mais interpellante se cache une excellente chaîne de vulgarisation scientifique, créée par un doctorant de l'UCL, Nathan Uyttendaele. Et dont le héros est Albert, un chat ! Le maître et son animal aux grands yeux curieux vous expliqueront de manière ludique pourquoi vous perdez au casino, comment les variables aléatoires font des bébés ou encore si le président a vraiment bien gagné les élections... Le tout agrémenté d'une infographie attractive et de jolies musiques.

### Infos

[https://www.youtube.com/channel/UCWty1tzwZW\\_ZNSp5GVGteaA](https://www.youtube.com/channel/UCWty1tzwZW_ZNSp5GVGteaA)



## À LIRE

### L'homme amélioré. Vous avez dit humain ?

Charles Susanne

**L'**augmentation de l'espérance de vie, accompagnée d'un corps plus sain et en meilleure forme jusqu'à des âges avancés, a marqué les progrès médicaux de ces dernières décennies. Dans ce contexte, au-delà de la thérapie, le domaine de la santé a donné naissance à l'«augmentation humaine», déjà présente à de nombreux égards dans nos sociétés en quête de liberté, de bien-être et de performance. Moins théorique que le transhumanisme et certainement moins utopique que le posthumanisme, le concept d'«homme augmenté» correspond aujourd'hui à une amélioration artificielle des capacités humaines à des fins utilitaires de santé ou, plus étonnamment, de travail. Cet essai propose au lecteur d'amorcer une réflexion sur cet homme amélioré, d'accumuler des idées pour lui permettre de prendre conscience de la problématique et de ses enjeux éthiques, et d'en faire sa propre philosophie.

*Docteur en biologie, Charles Susanne enseigne l'anthropologie et la génétique humaine à l'ULB et à la VUB où il fut doyen de la faculté des Sciences entre 1988 et 1992. Docteur honoris causa des universités de Szeged, Toulouse III Paul Sabatier, Bucarest*

*et Eötvös Loránd à Budapest, il est également past-président de l'European Anthropological Association. Il a récemment dirigé la publication Transhumanisme. À la limite des valeurs humanistes (Memogrames, 2015).*

### ► L'avis de la rédaction

*L'homme est né il y a presque 3 millions d'années. Depuis, il a connu bien des évolutions et a su s'adapter à tous les changements de son environnement. Peut-il encore évoluer ? Quels seront ces changements ? Comment ? Pour qui ? Quelle est la place de la science et de la nature dans cette évolution ? Ce sont quelques questions que pose le courant transhumaniste dont nous vous avons déjà parlé dans le n°324 d'Athena. Charles Susanne, sans dogmatisme, balaie avec rigueur tous les aspects de ce sujet fascinant qu'est l'homme de demain...*



CAL, 2016  
[www.laicite.be](http://www.laicite.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)