

Athena

Le mag' **scientifique**

332

Juin
2017

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

Espace

Tourisme spatial: risques
et frissons garantis

Internet

La **gamification**: dans
la vie comme dans un jeu ?

Édito



2174 fois merci

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

Vous vous en souvenez certainement: en février dernier et 20 ans après la toute première réalisée pour ce magazine, nous avons lancé une grande enquête d'opinion, dont nous avons reçu les résultats. Vous avez été 2 174 à y répondre, soit 10% de notre lectorat. C'était déjà une très agréable surprise car généralement, le nombre de répondants se situe plutôt aux alentours des 5%. Pour cela, merci. Mais la surprise ne s'est pas arrêtée là. En moyenne, le lecteur d'*Athena* est abonné depuis un peu plus de 12 ans. Même s'il est gratuit et qu'il est donc plus facile de garder l'abonnement «par défaut», cela démontre qu'il lui est fidèle et assidu. Il y consacre d'ailleurs environ 1h21 et lit 27 pages; le tout, très logiquement pour ce type d'informations, en plusieurs fois. C'est énorme si l'on tient compte de toutes les autres lectures et activités qui remplissent nos vies. Et cela se confirme par le fait qu'il est systématiquement conservé et rarement jeté. Vos 2 principales motivations sont votre souhait d'enrichir votre culture générale (ce qui est positif pour nous qui essayons de balayer une grande diversité de sujets vulgarisés) et vous informer en matière de recherche et nouvelles technologies. Si une partie de nos lecteurs sont retraités, ceux qui sont actifs sont dans le milieu scientifique ou pédagogique (autre point positif puisqu'il s'agit d'une de nos priorités). La cible du magazine selon vous ? Les 18-65 ans. C'est parfait ! Le format idéal ? Le papier. Ça tombe bien, nous ne comptons pas le rendre uniquement digital. De manière générale, les scores de satisfaction sont exceptionnels, tant sur la forme que sur le fond. Et ce n'est pas moi qui le dis mais bien l'agence indépendante *Incidence*, qui a réalisé cette enquête de manière scientifique et objective.

Cette enquête n'est pas vaine et les résultats nous ont permis de nous fixer de nouveaux objectifs: attirer davantage les femmes et les jeunes et améliorer notre visibilité au sein des structures d'enseignement, augmenter la lisibilité et le degré de vulgarisation de certaines rubriques, diversifier les canaux de communication (actuellement, le bouche à oreille est le canal fonctionnant le mieux), entre autres. Nous avons du pain sur la planche pour les semaines à venir en tous cas ! En attendant, passez d'excellentes vacances et n'oubliez pas de glisser *Athena* dans vos valises... ■

Géraldine

ATHENA 332 • Juin 2017

SPW | Éditions

Tiré à 21 000 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

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

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 ?**
Adolphe Quételet
- 12 **Technologie**
Techno-cure d'amincissement
- 16 **L'ADN de ...**
Matthieu THIMMESCH · Pédiatre
- 18 **Dossier**
TOC: Un trouble aux multiples visages
- 23 **Barje**
On est tous Barje, même Athena !
- 24 **Internet**
La gamification: dans la vie comme dans un jeu ?
- 28 **Chimie**
Du Manhattan Project à la bombe H
- 30 **Société**
Les abysses, plus méconnus que Mars
- 34 **Physique**
Et de trois !
- 36 **Biologie**
Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 40 **Astronomie**
Petite balade tête dans les étoiles
- 42 **Espace**
Pour savoir tout ce qui passe en l'air et sur Terre !
- 46 **À lire...**
avec nos enfants
- 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

Rédactrice en chef

Géraldine TRAN
Ligne directe: 081 33 44 76
geraldine.tran@spw.wallonie.be

Graphiste

Nathalie BODART
Ligne directe: 081 33 44 91
nathalie.bodart@spw.wallonie.be

Impression

IPM printing
Rue Nestor Martin, 40 à 1083 Ganshoren

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs

Lucie Cauwe, 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: © Zoonar/M.Osterrieder

Quatrième

Crédit: Film Imax Volcanoes of the Deep Sea
/©The Stephen Low Company

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





40% maximum...

Texte: Jean-Claude QUINTART • jc.quintart@skynet.be

Photos: SIEMENS

Pollution, sécurité d'approvisionnement, variabilité des coûts nous font fuir les énergies fossiles pour nous tourner vers les sources renouvelables, comme le solaire. On estime actuellement la puissance du parc photovoltaïque belge à 3 423 Megawatts-crête, pour 24,4 km², soit l'équivalent de 3 500 terrains de football ! Un engouement qui n'empêche pas un débat récurrent quant à la question coût/efficacité de la production d'électricité solaire. Une interrogation à laquelle Guilherme de Oliveira e Silva et Patrick Hendrik, chercheurs à l'École Polytechnique de l'Université libre de Bruxelles (ULB) apportent une réponse via une étude publiée dans *Applied Energy*. Une réponse étayée scientifiquement bien que surprenante !

«L'électricité solaire ne peut couvrir que 40% maximum des besoins d'un ménage belge moyen, car au-delà de ce seuil, les coûts grimpent et le recours à des batteries en combinaison avec des panneaux photovoltaïques pourrait coûter 2 fois plus cher qu'une consommation via le réseau électrique classique». Pour arriver à cette conclusion, ils ont injecté des données relatives à la météo, à l'utilisation de l'énergie, etc. dans des simulateurs. Le résultat fut sans appel: en Belgique, les ménages équipés de panneaux solaires ne peuvent couvrir au maximum que 40% de leurs besoins en électricité et ce, peu importe le nombre de panneaux

installés. Ils en sont venus à cette conclusion suite au décalage entre la production d'électricité photovoltaïque et la demande d'électricité. Les chercheurs précisent en outre que «dépasser le seuil des 40% est possible à condition de stocker l'énergie dans des batteries, mais à un coût élevé». Ils estiment ici que pour un ménage consommant annuellement 3 500 kWh, une installation capable de couvrir 70% des besoins électriques coûterait 15 000 euros, soit le double du coût d'utilisation du réseau électrique classique, ajoutant que la baisse du prix des batteries ne serait pas suffisante pour absorber un tel surcoût, étant donné le coût global de l'installation.

Bref, il est financièrement vain de franchir les 40% avec le cocktail panneaux solaires et batteries. L'idéal économique serait, en parallèle aux panneaux, d'investir dans une combinaison de chauffage et de chauffe-eau électrique, technologie qui absorbe rapidement l'excès d'électricité d'origine solaire. L'étude montre que les applications intelligentes, permettant une consommation dans des heures favorables, sont de bonnes alternatives, sauf pour les véhicules électriques, généralement rechargés hors du domicile, pendant les heures les plus ensoleillées.

Le duo s'est aussi intéressé à l'impact du solaire sur le réseau classique. Si des profils de consommation différents finissent par se compenser l'un l'autre

en une charge plus uniforme, ce jeu peut être faussé si les producteurs d'énergie solaire surchargent le réseau en produisant simultanément sur une zone précise, sans payer de surplus du fait de cette surcharge. De nouvelles simulations donnent l'avantage aux grandes installations sur les plus petites, soulignant ainsi un problème d'équité énergétique. «Les ménages en mauvaise posture financière - et qui par souci d'économie ont tendance à consommer moins d'énergie - payeraient in fine un prix moyen d'électricité plus élevé !». L'étude conclut que la production d'électricité solaire a un impact sur le réseau électrique qu'il faut tenter de minimiser, en limitant la quantité d'énergie injectée sur le réseau, comme le fait parfois l'Allemagne, afin de limiter les fluctuations de la production et les impacts négatifs qui suivent. ■

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.112>



Actus...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Jean-Claude QUINTART • jc.quintart@skynet.be

Photos: C. MENENDEZ SAN JUAN/Flickr - F-16 (p.5), M. de Jong-Lantink/Flickr (p.8),

© G. GUISSARD/Flickr (p.9), TNT (p.9)

BIOMAT: le bioplastique wallon

Face aux menaces que fait peser sur la planète le réchauffement climatique et à la nécessité de développer des matériaux à partir de ressources renouvelables, un groupe de projets intitulé BIOMAT, repris dans un portefeuille de projets *Low Carbon Footprint Materials-Biomasse*, a démarré en 2015, en Wallonie. Ces projets ont pour objectif le développement de nouveaux matériaux à partir d'agro-ressources wallonnes. BIOMAT s'inscrit également dans le programme de recherche Europe Horizon 2020, cherchant à favoriser le transfert du savoir des universités et centres de recherche aux industries. Cet ensemble de projets est financé par le *Fonds européen de développement régional (FEDER)* et par la Wallonie.

Plusieurs universités et centres de recherche collaborent pour mener à bien les différentes étapes de BIOMAT en fonction de leurs domaines spécialisés. Les premières étapes du projet sont la sélection des matières premières et ensuite leur transformation en briques de base pour au final arriver à des bioplastiques. Ce travail est assuré par le *Laboratoire de Biomasse et Technologies Vertes* de l'Université de Liège (ULg) et 2 centres de recherche spécialisés dans l'extraction des composants des végétaux: *Celabor* et *Certec*. La modification et la polymérisation de ces briques de base est réalisée par l'Université de Mons (UMONS), coordinateur du projet, l'Université libre de Bruxelles (ULB) et les centres de recherches *Materia Nova* et *Certec*. BIOMAT est soutenu par plusieurs parrains industriels situés à différents niveaux de la chaîne de production. Certains de ceux-ci, tels *Raffinerie Tirlemontoise*, *Cosucra* et *Spanolux* sont ainsi intéressés par la valorisation de coproduits comme matières premières du projet. D'autres se situent au niveau des applications comme par exemple: *Galactic*, *Kitozyme*, *Derbigum* et *Delhaize*.

Après une première étape de sélection de matières premières réalisées conjointement par l'ULg et *Celabor*, les partenaires en amont du projet mettent actuellement au point des techniques de bioraffinage et d'extraction afin de déparer les différents composants des matières premières sélectionnées à savoir, le miscanthus et 2 taillis à courte rotation: le saule et le peuplier. Ces composants (cellulose, lignine et hémicellulose) sont ensuite décomposés et transformés en unités plus simples servant à la construction des plastiques biosourcés par les partenaires en aval. ■

www.biomat.ulg.ac.be

<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>



Ciel dégagé pour SABCA

Après s'être vu reconfirmé par l'US Air Force Europe pour le service de *Depot Level Maintenance* de ses F-16, c'est aujourd'hui la *Royal Netherlands Air Force* qui retient *Sabca Gosselies* (Charleroi) comme partenaire préféré pour le *300 Hours Phase Inspection* de ses F-16. Il s'agit ici d'une inspection périodique de certains systèmes et composants critiques afin de prévenir des problèmes et mauvais fonctionnements pouvant porter atteinte aux performances ou à la sécurité de l'appareil. Avec ce contrat, la *RNAF* confirme la qualité, la compétitivité et la régularité de *Sabca Gosselies*, dont le site se profile comme l'escalier privilégiée pour la maintenance des F-16 et autres appareils d'entraînement ou de combat. Lors de son passage à Gosselies, il y a quelques semaines, Frederik Vansina, général-major aviateur et commandant de la Composante Air, devait souligner les retombées technologiques, l'impact sur l'emploi et la valeur ajoutée que représentent les activités de *Sabca* sur son site de Gosselies. ■

www.sabca.be



Atchoum !

Le rhume ou rhinite est une maladie aiguë des muqueuses nasales provoquée par les rhinovirus et qui statistiquement touche l'adulte en moyenne 3 fois par an. Une pathologie que nous soignons avec quelques boîtes de médicaments achetées à la pharmacie du coin. Mais aujourd'hui, des chercheurs de l'Université de Liège (ULg) et de l'*Imperial College* de Londres viennent de découvrir que ce que nous prenions pour une affection légère exacerbe les défenses immunitaires des patients asthmatiques. Une situation sérieuse, face à laquelle les sommités du monde universitaire se sont attelées en vue d'élucider les mécanismes par lesquels le virus du rhume agit sur le système immunitaire au point de provoquer des exacerbations sévères chez les patients souffrant d'asthme.

L'aventure a débuté par la découverte de Marie Toussaint, chercheuse belge et post-doctorante au laboratoire du professeur Sebastian Johnston, de l'*Imperial College*, du fait que lorsque qu'une personne asthmatique était atteinte d'un rhume, une quantité importante de leur ADN était rapidement libérée et détectée dans leurs voies aériennes, à un endroit où il ne se trouve pas en conditions normales. Elle a aussi remarqué que plus importantes étaient les quantités d'ADN, plus sévères étaient les symptômes d'exacerbation de l'asthme. Ce constat

laissait supposer le rôle de l'ADN dans la responsabilité de l'aggravation de la maladie.

Pour percer cette énigme, la chercheuse a développé un modèle expérimental de l'exacerbation de l'asthme induit par le rhinovirus chez la souris et a observé que celle-ci subissait les mêmes réactions que celles rencontrées chez l'humain. Mais de façon étonnante, le traitement des souris infectées par le rhinovirus avec un composé dégradant l'ADN a permis de les guérir totalement des exacerbations de l'asthme. Mieux encore, l'injection d'ADN seul récapitule bon nombre des symptômes asthmatiques induits par le virus, démontrant clairement par là le rôle de l'ADN du soi dans les exacerbations. L'issue de cette recherche internationale dévoile un rôle nouveau et notable de l'ADN dans les exacerbations de l'asthme générées par le rhinovirus. Contrôler la libération de l'ADN dans les voies respiratoires ou accélérer son élimination représentent les choix thérapeutiques suggérés par l'étude quant au traitement des exacerbations virales de l'asthme. Ces travaux ont fait l'objet d'une publication dans *Nature Medicine*. ■

www.nature.com/nm

www.ulg.ac.be

www.imperial.ac.uk



Coup de frein au staphylocoque

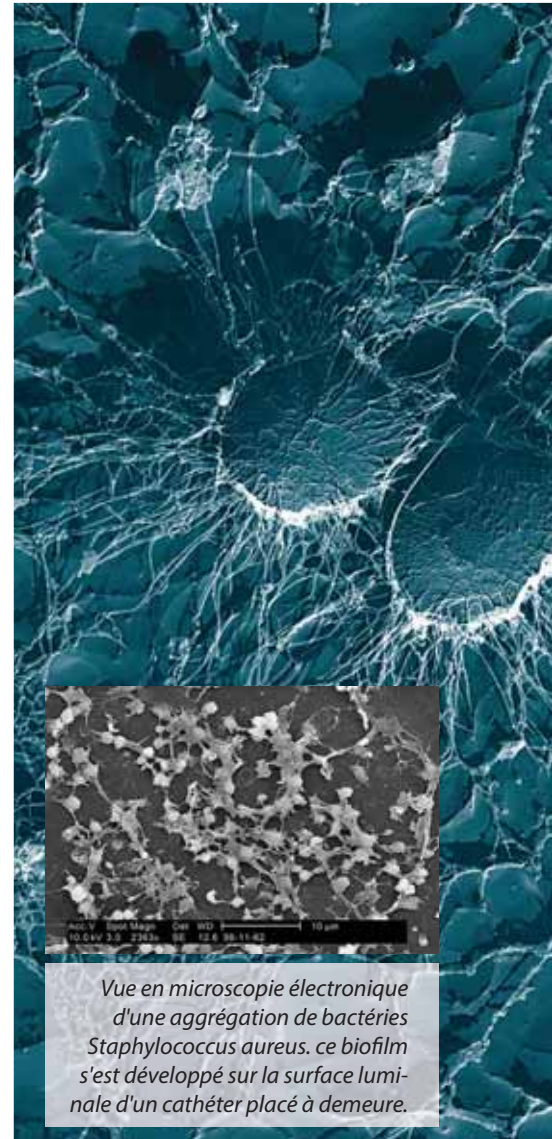
La mauvaise presse et pour cause, il est souvent lié aux furoncles, abcès, endocardites, phlébites, etc. ainsi qu'aux maladies nosocomiales en raison de ses résistances aux antibiotiques. Il peut aussi produire un choc septique potentiellement mortel et chez les personnes immunodéprimées, générer une septicémie. Face à ces menaces, on comprend le combat acharné que mènent les chercheurs du monde entier contre le staphylocoque doré ou *Staphylococcus aureus*. Dans ce contexte, l'équipe d'Yves Dufrêne, chercheur à l'*Institut des sciences de la vie* de l'Université catholique de Louvain (UCL), vient, en collaboration avec le *Trinity College* de Dublin, de remporter une nouvelle victoire en identifiant une molécule capable d'empêcher le développement des biofilms à staphylocoques.

Certaines bactéries pathogènes comme le staphylocoque doré sont capables de s'attacher à la surface des dispositifs médicaux pour s'y multiplier et former des biofilms, causant des infections nosocomiales. D'où le recours à la thérapie antiadhésive pour déjouer la formation des biofilms et ainsi combattre ces dernières via de petites molécules qui masquent les protéines d'adhésion ornant la surface du pathogène. Une méthode, pas très nouvelle, qui fait appel au jus de canneberge déjà utilisé comme remède anti-biofilm dans la lutte contre les infections urinaires. Sur base de cet acquis, les chercheurs de l'UCL et du *Trinity* ont relevé le défi du développement de nouvelles molécules aptes à prévenir et traiter les infections à biofilm. Ils ont en effet découvert un petit peptide synthétique dérivé d'une molécule neuronale, la β -neurexine, qui inactive une protéine d'adhésion majeure de la surface des staphylocoques, y compris des souches résistantes aux antibiotiques. Cette découverte, qui doit beaucoup à la nanoscopie du vivant, est aussi une avancée importante dans la mise en place de stratégies nouvelles pour le combat des infections à staphylocoque doré, responsable de plus de 65% des maladies contractées en milieu hospitalier. Financés par une bourse *Advanced* du *Conseil européen de la Recherche*, ces travaux ont fait l'objet d'une publication dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. ■

www.pnas.org/content/114/14/3738.abstract

www.uclouvain.be

www.tcd.ie



Vue en microscopie électronique d'une aggrégation de bactéries *Staphylococcus aureus*. ce biofilm s'est développé sur la surface luminale d'un cathéter placé à demeure.

Le Francqui 2017 est attribué à...



Steven Laureys, docteur en médecine, neurologue, directeur de recherche au *Fond National de la Recherche Scientifique (FNRS)* pour ses travaux sur les états altérés de conscience chez les patients sévèrement cérébrolésés (coma, état végétatif, état de conscience minimale) durant l'anesthésie, le sommeil et l'état hypnotique. Mondialement reconnu, Steven Laureys a offert au monde médical une nouvelle échelle d'évaluation des comas, permettant de poser aujourd'hui des diagnostics plus affinés chez des patients cérébrolésés incapables ou peu capables d'interagir. Plus précisément, il se penche sur ce qui se passe dans le cerveau lors d'états altérés de conscience, pour analyser le fonctionnement cérébral, par exemple, en état de médiation, en apnée prolongée, chez les astronautes à l'issue d'un long séjour spatial et chez des personnes ayant vécu une expérience de mort imminente.

«Ce Francqui est une formidable reconnaissance mais surtout un encouragement pour Steven Laureys, lequel a mis en place, à Liège, une structure de recherche universitaire et clinique de niveau mondial pour les comas et les états altérés de conscience, domaines qui sont à l'aube de nouvelles découvertes essentielles», note Albert Corhay, recteur de l'ULg. Tandis que Julien Compère, administrateur délégué du CHU de Liège, estime que «Steven Laureys est un neurologue pour lequel recherche et pratique médicale ne font qu'une et qu'il incarne la médecine translationnelle que tout hôpital universitaire doit promouvoir pour avancer plus vite et plus loin dans la qualité des soins donnés aux patients». ■

www.coma.ulg.ac.be

www.francquifoundation.be

PLUS qu'estimé

D'après une étude récente, les forêts en zones arides couvrent quelque 1 079 millions d'hectares, soit 400 à 500 millions de plus que les estimations précédentes. Une rectification due à une approche novatrice développée par l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) et Google. À la base de cette réévaluation, Jean-François Bastin, chercheur au FAO et à l'Université libre de Bruxelles (ULB), qui a combiné, par une nouvelle approche de photo-interprétation, les données satellites mises gratuitement à sa disposition par Google et l'expertise coordonnée de plus de 200 opérateurs locaux. Agissant de la sorte, il a constaté qu'il manquait quelque 400 à 500 millions d'hectares de surface forestière en zone aride, principalement en Afrique où les surfaces sont doublées. Ces 400 à 500 millions d'hectares correspondent à une augmentation d'au moins 9% de la surface mondiale des forêts. Un sacré bonus !

«J'ai été le premier étonné par ces estimations car de nos jours, il est surprenant que nous puissions encore mettre en évidence des superficies de forêt non rapportées précédemment et ce, pour une superficie équivalente à la forêt amazonienne», commente avec grand sourire Jean-François Bastin. Et il a de quoi être fier de sa découverte qui apporte de nouvelles données pour appréhender les incertitudes actuelles quant au bilan carbone de la planète et développer des actions nouvelles en conservation et restauration des forêts. Petit rappel, les zones arides couvrent 41,5% de la surface des terres émergées et recèlent un tiers des points chauds de la biodiversité. Ce travail a fait l'objet d'une publication dans *Science* du 12 mai (DOI: 10.1126/science.aam6527). ■

www.ulb.ac.be
www.fao.org
www.google.com

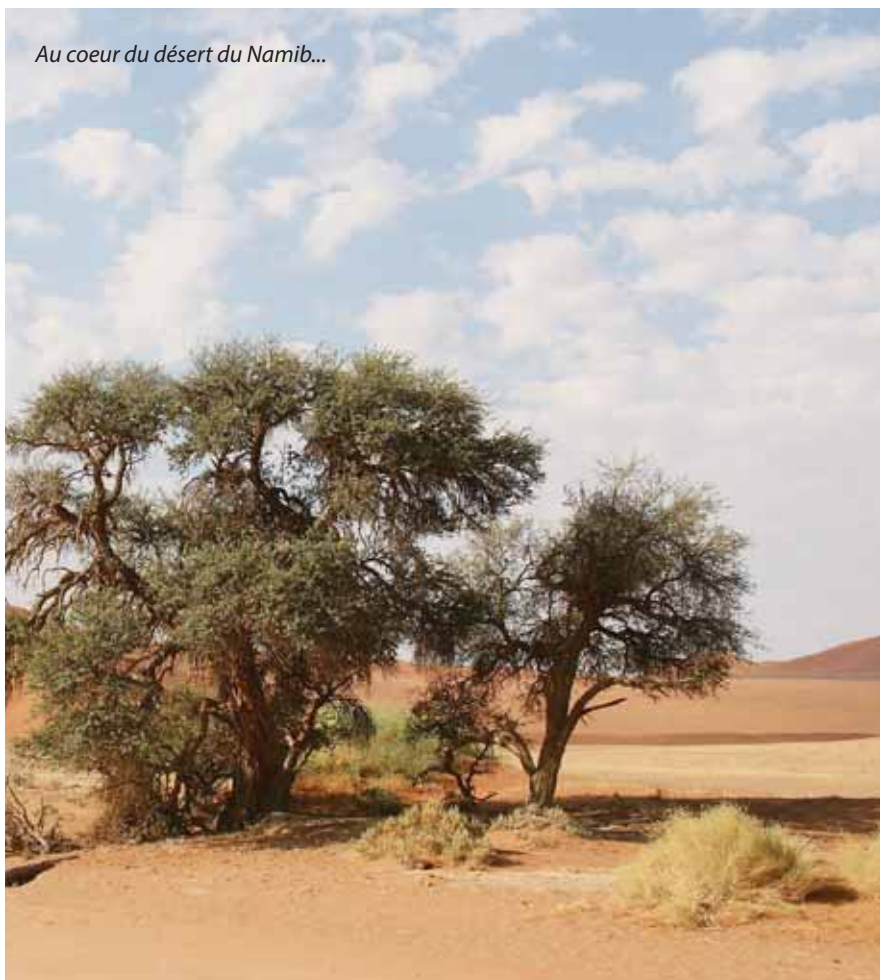
Coup d'crayon

Illustration: Olivier SAIVE/Cartoonbase



Des chercheurs de l'Université de Cambridge (Royaume-Uni) ont mis au point un logiciel capable de reconnaître certaines expressions sur le visage des moutons et ainsi détecter ceux qui sont malheureux ou en souffrance. Efficace pour d'autres espèces, ce logiciel s'appuie sur des recherches en intelligence artificielle visant à reconnaître les émotions humaines.

Au coeur du désert du Namib...



1817-2017 ou 200 ans d'innovation

Chez nous, sa figure est incontournable, tant elle a révolutionné nos environnements. Elle siège aussi au panthéon des entrepreneurs qui ont façonné l'industrie européenne. 200 ans déjà que John Cockerill s'installait à Seraing (Liège) pour y développer ses machines et ses idées. Entrepreneur et visionnaire, on le verra sur tous les fronts de la modernité de l'époque: chaudières, métiers à tisser, canons, sidérurgie, etc. Grâce à lui, en 1835, le *Belge* sera la première locomotive à vapeur du continent européen ! Impossible de retracer ici la saga Cockerill en Wallonie et dans le monde tant ses épisodes sont variés et nombreux.

Héritier de John Cockerill, CMI ou Cockerill Maintenance & Ingénierie a décidé d'honorer son ancêtre en créant une Fondation à son nom. «De John Cockerill à CMI, l'histoire est belle ! Lorsqu'il s'est installé au Château de Seraing, il n'imaginait probablement pas l'incroyable élan qu'il allait générer. Pionnier de la maîtrise de la vapeur, il a fondé l'entreprise Cockerill et à travers elle, a jeté les bases de la révolution industrielle en Europe», déclarait Bernard Serin, Président et Administrateur-Délégué de CMI. Pour qui «être un des derniers héritiers de John Cockerill implique la responsabilité de transmettre ce patrimoine industriel». Une tâche à laquelle CMI s'acquitte sans faille et avec l'étincelle novatrice de son fondateur. Présent dans 24 pays, dont les États-Unis, la Russie, l'Inde et le Brésil, CMI compte 4 700 salariés de 43 nationalités

différentes, dispose de 77 implantations opérationnelles dans le monde, réalise un chiffre d'affaires de 1,31 milliard d'euros et s'active dans les secteurs de la défense, de l'énergie, de l'industrie, de l'environnement et des services.

La Fondation John Cockerill entretiendra, développera et transmettra l'héritage légué par John Cockerill. Elle coordonnera et soutiendra toute action désintéressée permettant à la collectivité de se souvenir du passé pour mieux comprendre le présent et dessiner le futur. Présidée par Nicolas Serin, vice-président de CMI, les actes de la Fondation privée ont été publiés au *Moniteur Belge* du 26 janvier, soit 200 ans jour pour jour après l'achat du Château de Seraing par John Cockerill. Un château restauré, avec la collaboration de l'Institut du Patrimoine wallon qui restitue les éléments architecturaux anciens, en abritant le siège de CMI, le tout dans un immense parc avec orangerie.

Le bicentenaire sera marqué par la sortie d'un livre, coédité par la Fondation et l'Institut du Patrimoine wallon, et par une grande exposition «John Cockerill, 200 ans d'avenir» qui se tiendra au musée de La Boverie (Liège) du 2 juin au 17 septembre. L'occasion de remonter le temps de l'industrie liégeoise, depuis l'arrivée de John Cockerill jusqu'aux innovations actuelles. ■

www.cmigroupe.com
<http://cockerill200.com>



© Gérard Galsard

Le chiffre

172.197.426

Tel est exactement le nombre de tonnes de fret qui a transité par Liège Airport au cours du 1^{er} semestre de cette année. Soit une progression de 5% par rapport à la même période l'exercice précédent et surtout un nouveau record absolu pour la plateforme wallonne. «Ce résultat couronne la stratégie full cargo poursuivie par notre aéroport. Un chiffre qui confirme aussi la tendance à la hausse des derniers exercices, avec des volumes au 1^{er} trimestre en augmentation depuis 5 ans d'affilée», note Christian Delcourt, Communication Manager de Liège Airport.

Au cœur d'un marché de 400 millions de consommateurs, l'aéroport liégeois est l'un des plus beaux outils de la Wallonie économique. Ouvert 24h/24, il est l'un des aéroports les plus flexibles au monde et l'un des mieux connectés au niveau infrastructures terrestres: réseau autoroutier, fluvial et ferroviaire. À côté du fret classique, il est aussi l'une des rares plateformes à offrir du fret sur mesure: transport de chevaux (plus de 3 000 par an), médicaments, produits périssables, transfert d'organes, etc. En 2016, Liège Airport a traité 660 604 tonnes de fret (+1,7%) et accueilli plus de 382 000 passagers (+27%).

www.liegeairport.com



Qui est-ce ?

Carte d'identité

NAISSANCE

22 février 1796 à Gand

DÉCÈS

22 janvier 1874 à Bruxelles

NATIONALITÉ

Belge

SITUATION FAMILIALE

Marié, 2 enfants

DIPLOME

Doctorat en sciences

CHAMPS DE RECHERCHE

Mathématiques, statistique, astronomie

DISTINCTIONS

Premier directeur de l'Observatoire de Bruxelles (1832); inventeur de l'IMC

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

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

z Je suis...

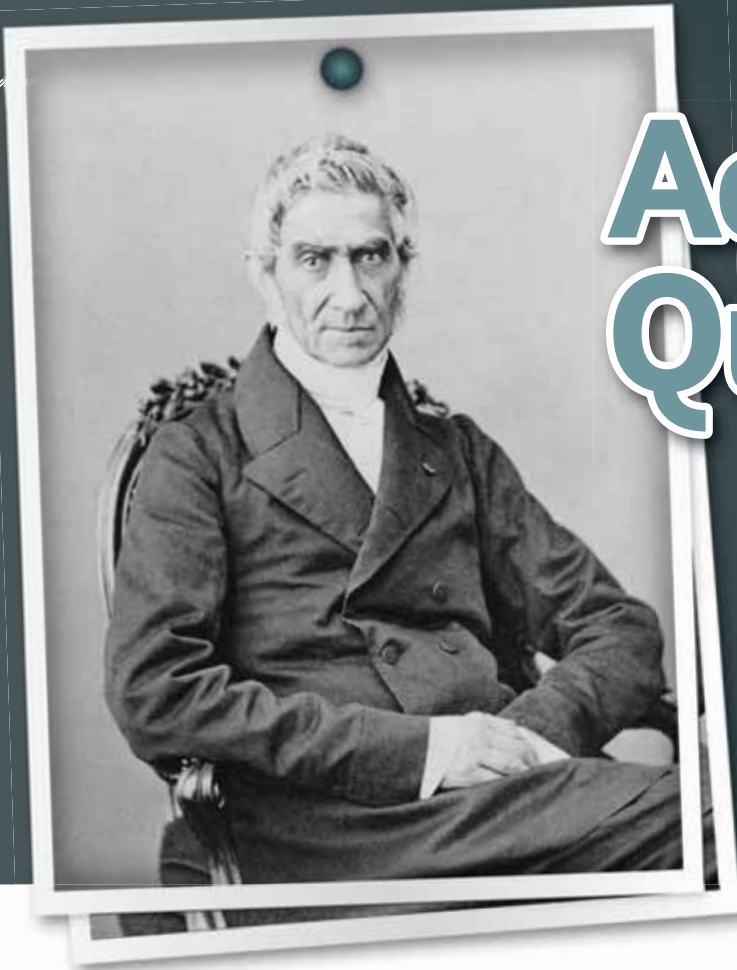
L'un des fondateurs de la statistique. Mon père, originaire de Picardie, dans le Nord de la France, est employé à la ville de Gand, où je suis né. Ma mère vient, quant à elle, du Sud du pays. C'est pour cela que j'ai été en immersion en français au Lycée de Gand. Je m'intéresse aux sciences et à la littérature. J'écris des pièces de théâtre, des poèmes, des fables. En 1813, j'entre comme professeur de mathématiques, de dessin et de grammaire à l'École publique d'Audenarde. L'année suivante, je retourne dans ma ville natale pour enseigner dans mon ancienne école où

je suis nommé professeur de mathématiques. En 1817, dans la foulée de la création de l'Université de Gand, j'y entame des études de sciences. J'obtiens un doctorat 2 ans plus tard et suis nommé professeur de mathématiques à l'Athénée de Bruxelles. Je prends contact avec des scientifiques et j'envoie un mémoire à l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles. J'en suis élu membre en 1820. En 1823, je passe quelques mois à l'Observatoire de Paris où je rencontre des astronomes renommés comme Alexis Bouvard et François Arago.

Influencé par d'autres scientifiques, j'étudie les statistiques et m'initie à l'usage que les astronomes font du calcul des probabilités dans le contrôle des erreurs de mesure en astronomie. Je me demande alors si les phénomènes humains et sociaux ne présentent pas les mêmes régularités que les phénomènes naturels. À mon retour, j'épouse Cécile-Virginie Curtet avec qui j'aurai 2 enfants, Ernest et Isaure. En 1827, je réussis à persuader les autorités du Royaume-Uni des Pays-Bas, auquel est intégrée la Belgique, de créer un observatoire à Bruxelles. Quand le Roi Guillaume d'Orange apprend que je suis mathématicien et non astronome, il fait arrêter les travaux. J'abandonne à ce moment mon poste d'enseignant pour me consacrer à la recherche scientifique, et au magnétisme d'abord.

Je plaide aussi auprès du Gouvernement pour un recensement complet de la population. Décrété en 1828, il sera réalisé le 1^{er} janvier 1830. Quatre ans plus tard, je suis nommé secrétaire permanent de l'Académie royale de Belgique. Je me rends dans différentes villes des Pays-Bas, d'Allemagne, de France, de Suisse et d'Italie pour y reproduire mes expériences. Les combats de la révolution de 1830 détruisent partiellement les travaux de construction de l'Observatoire de Bruxelles qui avaient repris. Du coup, en attendant, je vais me former à l'Observatoire de Paris. J'en profite pour me consacrer à mes études statistiques. De retour au pays, je siège à la Commission pour la réorganisation de l'enseignement en Belgique et à la Commission du musée des arts et de l'industrie. En 1832, l'Observatoire ouvre enfin ses portes et j'en prends la direction. La même année, à la réunion de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, je présente une communication sur les étoiles filantes et le magnétisme. En 1834, élu secrétaire perpétuel de l'Académie, je m'attache à la réformer et la réorganiser. L'année suivante, je cofonde la *Royal Statistical Society* de Grande-Bretagne. Peu après, je suis nommé professeur d'astronomie et géodésie à l'École Royale Militaire. À la demande du Roi Léopold I^{er}, je donne des leçons aux princes Ernest et Albert

Adolphe Quételet



de Saxe-Cobourg. En 1841, sous mon influence, la Commission centrale pour la statistique (qui deviendra le Haut conseil pour la statistique après 1946) est créée; j'en suis nommé président. Cinq ans plus tard, j'organise le premier recensement général de la population. En 1853, j'initie le premier congrès international de statistique, qui rassemblera 130 participants de 26 pays. La même année, je participe à la première conférence maritime internationale à Bruxelles. Elle vise à favoriser les échanges de données météorologiques. Cette coopération débouchera, en 1873, sur l'Organisation météorologique internationale. Victime d'une crise d'apoplexie, je suis contraint d'abandonner une partie de mes activités.

À z À cette époque...

Deux ans avant ma naissance, en 1794, la Belgique devient française. Deux administrations centrales gouvernent le pays, à Bruxelles et à Aix-la-Chapelle. En 1815, j'ai 19 ans, suite à la défaite de Napoléon et au Congrès de Vienne, la Belgique devient hollandaise sous la souveraineté du Roi Guillaume I^{er}. En 1830, elle devient indépendante. En 1835, avec l'inauguration de la ligne Bruxelles-Malines, le

premier chemin de fer du continent européen est belge. En 1837, mon ancien élève, le Gantois Charles Morren, professeur à l'Université de Liège, zoologiste et botaniste, qui cherche à féconder artificiellement le vanillier, obtient sa première capsule de vanille. Un procédé qui sera adopté par les planteurs des tropiques.

z J'ai découvert...

J'ai appliqué, pour la première fois, des méthodes statistiques aux sciences sociales. J'ai étudié l'homme à partir de ses comportements. Je suis parti du principe que les effets sont proportionnels aux causes. Pour y parvenir, j'ai utilisé les concepts et les méthodes de la physique. Et j'ai employé le terme de «physique sociale» pour désigner cette science, basée sur l'idée de l'«homme moyen». Si l'on représente le système social par une courbe en U, la majorité des individus de la population se trouve au centre. À chacune des extrémités se trouvent, selon moi, les quelques personnes ayant une propension très faible, ou très élevée, au crime. J'ai démontré la constance des taux de criminalité, la régularité des suicides par année et du nombre de mariages selon l'âge, ce qui a suscité

nombre de discussions philosophiques sur les notions de liberté et de déterminisme social. J'ai ainsi posé les bases de la statistique moderne et publié différents mémoires sur les lois de la natalité et de la mortalité, la taille et le poids chez l'être humain selon les âges. J'ai aussi mené des études statistiques sur l'obésité et inventé l'indice de masse corporelle Quételet, mieux connu aujourd'hui sous l'acronyme IMC. Avec le mathématicien belge Germinal Dandelin, j'ai également formulé les «théorèmes belges», à propos de définitions de coniques. ■

Saviez-vous que....

Adolphe Quételet est à l'origine de l'Institut international de statistique qui sera créé en 1885.

Il a été membre d'une centaine de sociétés savantes dont l'American Statistical Association et l'Académie des sciences morales et politiques de l'Institut de France.

Pour lui rendre hommage, en 1970, l'Union astronomique internationale a donné son nom à un cratère lunaire.

Le 16 décembre 1974, la Régie des Postes a émis un timbre-poste, d'une valeur de 10 francs, en commémoration du centenaire de sa mort.

TECHNO-CURE , D'AMINCISSEMENT

Chaque année au printemps, c'est pareil. On sort du mode «hiver», voire «hibernation», et on se remet aux activités en extérieur, aux balades et aux cocktails en terrasse. Place ensuite à la phase «Mince alors ! J'ai pris du poids cet hiver...» et aux nombreuses tentatives, fructueuses ou non, pour retrouver une silhouette estivale afin de se sentir bien en short, en robe ou en maillot de bain. Bien sûr, il y a les régimes et le sport mais ce n'est pas toujours suffisant ! Voyons en quoi la technologie peut nous aider...

Vous avez décidé de vous prendre en main et de perdre ces quelques kilos superflus ? Mais vous ne savez pas comment vous y prendre car, avouez-le, vous n'avez jamais vraiment réussi à rééquilibrer votre alimentation ou à respecter un programme sportif de perte de poids. De plus, les frustrations ce n'est pas votre tasse de thé et vous ne voulez pas risquer d'éventuelles carences alimentaires causées par des régimes draconiens faisant fi du concept de nutrition. Rassurez-vous, il existe des professionnels et différents outils qui peuvent vous aider. Diététiciens, nutritionnistes, coachs sportifs, applications mobiles

de suivi alimentaire ou sportif, le choix ne manque pas. Parmi ces solutions, l'*Institut du Poids*, créé par le médecin nutritionniste Xavier Jacobs suite à des années de recherches scientifiques et de statistiques dans le domaine, propose un suivi global qui a fait ses preuves: plus de 74% de réussite après 12 mois de suivi. Il en existe 2 en Belgique, l'un à Namur et l'autre à Visé (Province de Liège), alors que l'ouverture de la filiale parisienne est imminente. Vous serez pris en charge par le Dr. Jacobs lui-même et son équipe composée d'une administratrice, d'une infirmière, d'une diététicienne et d'une coach sportive. Suivi médical assuré ! Et ce n'est pas réservé qu'aux femmes: presque la moitié des patients sont des hommes.

Ici, pas de chirurgie, mais des cures basées sur un diagnostic médical, un bilan métabolique et nutritionnel et adaptées à chaque cas (type de surpoids, but recherché, etc). À la clé: résultats rapides et durabilité. Cela se déroule en plusieurs étapes, entre séances sur place et accompagnement digital, toutes agrémentées d'une pointe (ou plus...) de technologie.

DITES «AHHH»

Avant de plonger dans la cure d'ama-
ncissement à proprement parler, c'est
l'heure du diagnostic, qui sera basé sur
un questionnaire en ligne à propos de
vos antécédents médicaux et ceux de
votre famille, ainsi que sur vos habi-
tudes de vie (traitements médicamen-
teux, sports pratiqués, heures et qualité
du sommeil, etc). Cela s'appelle, dans la
jargon médical, l'anamnèse.

Vient alors le rendez-vous à l'Institut,
où vous aurez l'occasion de discuter de
vos objectifs avec votre diététicienne de
référence. Cette dernière relève d'abord
vos mensurations et mesure votre
composition corporelle à l'aide d'un
impédancemètre. L'appareil envoie un
courant alternatif de faible intensité dans
le corps. L'impédance, opposition au
passage de ce courant, dépend du type
de tissus traversés. Par exemple, l'eau
est un bon conducteur: son impédance
est faible. Les muscles contiennent plus
d'eau que la graisse: ils sont de meil-
leurs conducteurs que cette dernière

Texte : Virginie CHANTRY • virginie.chantry@gmail.com

Photos: © Zoonar/Wolfgang Zwan/titre (p.12), © Wunderluft (p.14), © Avionaut (p.15)



MISE EN CONDITION

Avant chaque cure, le corps doit être «préparé» et boosté afin de rendre le traitement amincissant le plus efficace possible.

- **Le bol d'air Jacquier.** Méthode mise au point par l'ingénieur chimiste français René Jacquier, il consiste en une séance de 3 min au cours de laquelle le sujet respire un mélange d'air et d'huiles essentielles de pin. Cette technique issue de l'aromathérapie active l'oxygénation de l'organisme en facilitant la perméabilité de la membrane cellulaire et donc les échanges gazeux. De plus, l'essence de résine de pin renforce le système immunitaire (effets antiseptiques, antibactériens...).

- **Le matelas à ondulation.** Une séance de 5 min suffit à vous détendre en agissant par 2 moyens: le massage oscillo-vibratoire et la thermothérapie par infrarouge (émission de chaleur à une fréquence qui permet d'atteindre des couches plus profondes que l'épiderme). Méthode relativement récente puisqu'étudiée depuis une dizaine d'années seulement, elle a pour effet la décontraction des muscles, stimule le métabolisme et active la circulation. Elle est également fortement conseillée en cas de douleurs dorsales, d'arthrose ou de rhumatismes. Une étude allemande a prouvé que, pratiquée régulièrement, elle a des effets bénéfiques sur l'humeur et la qualité du sommeil.

Après cette mise en condition en 2 temps, parfois complétée d'une séance de thérapie cognitive par hypnose avec enregistrements audio, vous êtes fin prêt pour la suite.

LES TECHNOLOGIES

ESTHÉTIQUES

Il en existe de nombreuses dont les suivantes sont utilisées à l'*Institut du Poids*. Elles ont pour but d'encourager la perte de poids ou d'aider à redessiner la silhouette. Notez qu'il existe des contre-indications à l'usage de certaines

LA CELLULITE, VOUS CONNAISSEZ ?

Elle touche 9 femmes sur 10 et seulement 1 homme sur 50. Il s'agit d'un phénomène par lequel la graisse s'accumule sous la peau dans les cellules graisseuses (adipocytes). Il en existe 3 types: la cellulite adipeuse due à un excès de poids et identifiable seulement lorsque la peau est pincée, la cellulite aqueuse visible au premier coup d'œil et due à une mauvaise circulation, et la cellulite fibreuse qui ne date pas d'hier et a progressivement durci jusqu'à donner l'effet «peau d'orange», ce qui peut la rendre gênante voire douloureuse.

machines, notamment pour les femmes enceintes ou les personnes fragiles du cœur.

Seul appareil pouvant atteindre les adipocytes situés en profondeur, jusqu'à 6 cm sous l'épiderme (on parle d'hypoderme), la machine à combinaison d'ultrasons, ondes de type sonore mais de fréquence supérieure aux sons audibles par les humains, est vivement recommandée pour se débarrasser de la fameuse culotte de cheval, génétiquement ancrée dans le corps de celles qui en sont pourvues. Ces ondes créent des bulles d'air microscopiques, appelées *cavitations*, qui font exploser les cellules graisseuses. Les «déchets» (membranes et graisses) sont ensuite évacués naturellement par l'organisme. Il est possible de régler l'appareil pour atteindre différentes profondeurs et cibler la zone appropriée. Cette technique peut également être appliquée aux bras ou à la taille. Parfois légèrement douloureuse, elle est sans risque, à condition de rester à distance des organes.

Aussi appelée LLLT (*Low Level Laser Therapy*), la thérapie au laser de faible intensité est indolore et indiquée pour lutter contre la cellulite adipeuse. Elle utilise des ondes à basse fréquence (dans le spectre visible, plus précisément le rouge) et de faible intensité qui pénètrent sous l'épiderme. Ces ondes y chauffent, de manière localisée, les graisses présentes

(impédance des muscles < celle de la graisse). À l'aide de modèles et en fonction de caractéristiques telles que l'âge et le sexe, l'impédancemètre fournit le pourcentage de graisse dans le corps, la masse musculaire, l'indice de masse corporelle (indicateur de corpulence qui correspond au poids divisé par le carré de la taille) ou encore l'angle de phase. Ce dernier rend compte de la perméabilité de la paroi des cellules, donc de leur capacité à échanger entre elles ou avec le milieu environnant, et de la vitalité globale du sujet.

Il faut ensuite, de nouveau en ligne, remplir différents questionnaires sur vos habitudes et goûts alimentaires. Toutes ces informations, parfois accompagnées d'autres tests comme une prise de sang, permettent au médecin de parvenir à un diagnostic. Un protocole de cures minceur en 6, 8, 12 ou 16 sessions est alors mis au point spécialement pour vous. En plus du suivi nutritionnel, il comprend l'usage d'appareils spécifiques au cours de séances non-invasives d'1 h à raison d'1 ou 2 fois par semaine.

Un mot du Docteur Xavier Jacobs

► Comment l'idée d'un concept multidisciplinaire a-t-elle germé ?

Suite à un constat de près de 20 ans: beaucoup de mes patients se démotivaient car ils ne voyaient pas les résultats assez rapidement. Après de nombreuses recherches et essais, j'ai découvert et adopté les technologies minceur. Elles étaient idéales pour le programme que je souhaitais mettre en place: aider les personnes à se réalimenter correctement avec des résultats visibles rapidement. [...] C'est d'ailleurs dans la même lignée que j'ai acté les cours de fitness collectifs gratuits, ça motive les gens à se mettre en mouvement, à se remuscler ! Et ça aide aussi socialement, avec la rencontre d'autres personnes dans le même cas. [...] L'objectif est de procurer du bien-être aux patients, que ce soit par une meilleure estime de soi, une vie sociale retrouvée, un cadre adapté ou une variété d'activités physiques.

► Quels sont vos critères pour choisir les appareils et d'où proviennent-ils ?

Le critère le plus important est le résultat. Il faut absolument que la technologie tienne ses promesses ! [...] Je mise aussi beaucoup sur une fabrication française qui reste un gage de qualité à mes yeux. J'ai tout de même une technologie qui vient d'Espagne (la cryolipolyse par plaques). Elle est de très bonne qualité. Il est nécessaire que les résultats soient vérifiés par des études scientifiques et approuvés.

Evolis® offre une action sur l'ensemble des systèmes: cardiaque, squelettique, musculaire, nerveux, respiratoire, circulatoire, lymphatique, digestif, urinaire et endocrinien.



dans les adipocytes et les liquéfie. Ces graisses «fondues» sont ensuite évacuées par l'organisme. Une séance dure 15 min. À la clé: diminution du tour de taille ou de cuisse. Deux bonus: un effet tenseur sur la peau de la zone traitée et un effet drainant.

Est également proposée par Xavier Jacobs: la cryolipolyse. Utilisée dans le but de détruire définitivement les cellules grasses, cette technique soumet, sur une zone de 25 cm de diamètre, les cellules grasses, particulièrement sensibles au froid, à une température entre 0 et -10 °C. Cela mène à la solidification puis la cristallisation et enfin la mort de ces adipocytes qui seront éliminés par l'organisme. On l'appelle également la «liposuction non-chirurgicale» ou encore «coolsculpting» pour modelage par le froid. Une séance dure 35 min par zone d'application (taille, hanches, cuisses ou fessiers).

Autre technologie, l'appareil à ondes de choc émet des ondes acoustiques de forte intensité qui interagissent avec la cellulite fibreuse et en cassent la structure. Agissant sur des amas gras localisés, cette thérapie ravive la micro-circulation ralentie dans ces zones et détend les tissus endurcis. Elle est aussi

conseillée pour lutter contre la cellulite aqueuse.

Quant à la thérapie par radiofréquence, elle stimule la création de collagène et d'élastine à l'aide d'un appareil générant un champ électromagnétique. Ces 2 types de protéines sont présents dans les tissus cutanés. La première, qui s'organise en fibres, rend la peau plus lisse (et de façon générale assure la cohésion des tissus dans le corps) alors que la seconde lui donne son élasticité. Ce traitement raffermissant de remodelage est organisé par séances de 10 min et conseillé après une perte de poids conséquente ayant entraîné une distension de la peau (hanches, ventre, intérieur des cuisses et fessiers).

En parallèle avec les séances d'amincissement ou de remodelage, l'Institut du Poids propose 2 techniques de renforcement, à commencer par la machine *Evolis*®. Le renforcement musculaire est un point très important lorsque l'on perd du poids rapidement et que l'on ne désire pas voir fondre sa masse musculaire. C'est pourquoi il est intégré à chaque protocole d'amincissement. Il suffit de se coucher sur le chariot de la machine et d'enfiler les chevillères montées sur un pédalier motorisé. La reconstitution de la fibre

musculaire se fait sans effort par des étirements, via une traction lente et douce ou une succession de tractions et de relâchements de tout le corps. En plus d'augmenter la tonicité musculaire, son usage améliore la souplesse articulaire, stimule la circulation et renforce la colonne vertébrale ainsi que les muscles de la ceinture abdominale. Une séance d'1/4 h correspond à 1 h de renforcement musculaire.

La seconde technique est la cryothérapie corps entier. Au cours de cette séance, l'épiderme du corps entier est soumis, pendant maximum 3 min, à un froid vif pouvant aller jusqu'à -160 °C. De la sorte, la température interne du corps reste stable, alors que celle de la peau chute à 12 °C environ. Ce procédé stimule la circulation sanguine dans tout l'organisme, ce qui diminue la rétention d'eau et l'effet «jambes lourdes», et donne un coup de fouet au système immunitaire. La peau en sort raffermie et le corps tonifié. De plus, la différence soudaine de température entre la peau et le reste du corps (on parle de choc thermique) augmente la production d'endorphines, hormones dites «du bonheur» qui permettent notamment de lutter contre la douleur et le stress. Pour les inquiets, sachez qu'il est possible de sortir à tout moment de la cabine cryothérapeutique et que les extrémités telles que les mains et les pieds ainsi que les voies respiratoires sont protégées.



L'ACCOMPAGNEMENT NUTRITIONNEL

À côté de ces technologies minceur, l'*Institut du Poids* assure un suivi nutritionnel qui se fait notamment à l'aide d'une appli pour smartphone baptisée «Bonne App». En fonction de l'évolution de vos données biométriques et de vos objectifs, elle propose un plan alimentaire sur mesure. Vous pouvez composer vos menus, dresser une liste de courses, suivre vos activités physiques ainsi que gérer vos rendez-vous à l'Institut. Et elle suggère même des recettes selon vos goûts et ce qu'il vous reste dans le frigo...

Qu'on se le dise, la santé, c'est important ! Et si on veut prendre soin de soi, mieux vaut se tourner vers des professionnels. Mais vouloir maigrir à tout prix pour se plier aux standards de beauté imposés par notre société, c'est autre chose... Après tout, l'objectif n'est-il pas de se sentir bien dans sa peau ? ■

Toutes les références peuvent
être obtenues auprès de
virginie.chantry@gmail.com

Techno-Zoom

La société polonaise *Avionaut* est spécialisée dans la confection de sièges automobiles pour bébés et enfants en bas âge. Dans leur gamme, on trouve le siège baptisé «*Ultralite*» pour les bambins de 0 à 13 kg et mesurant entre 45 et 86 cm. Sa particularité ? Comme indiqué par son nom, il est ultra-léger. Avec ses 2,5 kg, il pèse 1 à 2 kg de moins qu'un siège conventionnel et occupe pour l'instant la première place des sièges les plus légers au monde. Sa composition ? Essentiellement de la fibre de carbone et de l'*EPP Arpro*, un nouveau matériau de faible densité fait de billes comprimées les unes contre les autres. L'élasticité de l'*EPP Arpro* offre une meilleure absorption des chocs sans déformation permanente. L'*Ultralite* est compatible avec le système *ISOFix* de votre voiture. Disponible en 10 couleurs comme rouge Milan, gris Londres, crème Tokyo ou bleu Oslo, il est équipé de coussins recouverts de tissu soyeux qui garantissent confort et position saine au nouveau né. En résumé, sécurité et légèreté sont au rendez-vous pour un esprit apaisé en voiture et plus de facilité en dehors de celle-ci quand il s'agit de se balader avec bébé.

► <http://www.avionaut.com>



L'ADN de...

Matthieu THIMMESCH

Pédiatre

◀◀ RECTO

Propos recueillis par **Géraldine TRAN** • geraldine.tran@spw.wallonie.be

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

Pédiatre, c'est une vocation que vous avez depuis tout petit ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Je veux faire ce métier depuis que j'ai 15 ans. Et pas juste être médecin mais être pédiatre. Depuis toujours, je suis attiré par ce qui est scientifique mais aussi la nature. J'ai pensé un moment à m'orienter vers le métier d'ingénieur car j'aime essayer de comprendre le fonctionnement des choses. Puis c'est ma maman qui m'a suggéré le métier de pédiatre car j'adore les enfants et j'ai un bon contact avec eux. L'idée m'a de suite parlé, je n'ai plus jamais changé d'avis.

Comment devient-on pédiatre ? Pour devenir pédiatre, il faut tout d'abord réussir les 7 années de médecine. Rassurez-vous, les dernières années consistent essentiellement en des stages ! Si l'on veut poursuivre par une spécialisation, il faut présenter un concours. En général, on n'en présente qu'un seul car c'est assez ardu. De ma promotion, nous étions 12 à le passer pour 7 places. Et j'ai été le 7^e. Il s'avère cependant que certains sont parfois repêchés. Le classement est donc important à cette étape. À l'UCL, il est calculé en fonction des grades. Ceux qui ne sont pas repris se dirigent généralement vers des spécialisations moins courues comme la médecine générale ou la psychiatrie, ou se dirigent vers l'étranger. La spécialisation en 5 ans consiste en stages, présentations et publications. Il n'y a plus vraiment d'examens. Ce qui n'était pas le cas pour la pneumologie pédiatrique, où j'ai dû passer des examens et présenter un mémoire.

Vous exercez actuellement en tant que pédiatre au CHC - Clinique de l'Espérance (Liège), mais quelle est votre journée-type ? Chaque journée est très différente. D'autant que je consulte en pédiatrie générale mais que je suis aussi spécialisé en pneumologie pédiatrique et en allergologie. Je suis engagé comme indépendant et je travaille à 8/10^e donc j'ai congé le mardi et le jeudi après-midi. Je commence généralement mes journées à 8h30 jusqu'à 18h30. À raison d'une semaine par mois, je fais de la supervision de salle, c'est à dire que je m'occupe de patients hospitalisés en pédiatrie infectieuse. Nous sommes 2 superviseurs et 3 assistants pour une quarantaine de lits. Le reste de mon temps est consacré aux consultations de pédiatrie générale, de pneumologie et d'allergologie (respiratoire et médicamenteuse), à des tests de provocation médicamenteux, à des suivis de patients atteints de mucoviscidose (1 journée/mois), à des réunions et formations.

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? J'ai toujours aimé les sciences, surtout la biologie plutôt que la physique et la chimie. Et la nature et le jardin. Je me souviens avoir fait, à 8 ans, un stage nature et découverte où l'on suivait un botaniste qui nous expliquait les vertus des plantes médicinales ou culinaires. Cela m'avait passionné.

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Je dirais que ce sont les

maladies chroniques comme la mucoviscidose, qui est un de mes chevaux de bataille. Ce qui est difficile, c'est que parfois, les enfants sont malades mais n'ont pas encore de symptômes. Il faut alors expliquer aux parents l'importance de faire prendre un traitement à leur enfant, qui n'est pas encore malade.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? Dans le même domaine, ma plus grande réussite concerne un enfant syrien atteint de mucoviscidose. Ni lui ni ses parents ne parlaient français. Difficile d'expliquer la maladie et le traitement à suivre quand il y a une barrière telle que la langue. J'ai réussi à ce que le traitement soit bien accepté et suivi. Depuis, la famille a malheureusement déménagé mais je compte bien continuer à suivre son évolution à distance. De manière générale, voir évoluer des enfants malades dans le bon sens est une réussite.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Je dirais qu'il faut croire en ses rêves, aller au bout de ses objectifs et ne jamais se laisser décourager parce que même si les études sont longues, on ne voit pas les années passer, encore plus si c'est une vocation. Et pour tenir la distance, mieux vaut que cela le soit. Un autre conseil, surtout quand on est passionné comme je le suis, c'est de ne pas négliger sa vie privée. J'ai du mal à décrocher et ce métier peut devenir très chronophage si l'on veut faire des recherches, écrire des articles... ■



ÂGE: 32 ans

SITUATION FAMILIALE: Marié, 2 enfants (Antoine, 3 ans, et Lucie, 8 mois)

PROFESSION: Pédiatre spécialisé en pneumologie et allergologie au CHC - Clinique de l'Espérance à Liège.

FORMATION: Humanités secondaires générales (latin - sciences) à Woluwé-Saint-Lambert. Médecine (7 ans) à l'UCL (Bruxelles). Assistanat (5 ans) en pédiatrie dans divers hopitaux. Stage (1 an) en tant que chef de clinique en pneumologie pédiatrique au CHRU de Lille. Formation en pneumologie pédiatrique à l'Université de Paris (2 ans).

ADRESSE: CHC - Clinique de l'Espérance - Rue Saint-Nicolas, 447-449 à 4420 Montegnée.

Tél.: 04 224 98 35

Mail: matthieu.thimmesch@chc.be



+ Plus d'infos

<https://uclouvain.be/fr/facultes/mede/med>

<http://www.chc.be>



VERSO >>>

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Je ne voudrais jamais faire un autre métier. Je n'arrive pas à imaginer faire autre chose.

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Dans mon métier, c'est un peu bateau mais j'aimerais vraiment avoir le pouvoir de guérir toutes les maladies. À force de voir des enfants très malades, parfois même en soins palliatifs, on se voit faire le dur constat que la médecine a ses limites.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Je donnerais des cours de pneumologie pédiatrique. C'est vraiment une passion pour moi que j'aimerais transmettre. Je n'exclus d'ailleurs pas l'enseignement un jour mais pas tout de suite.

Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ? Parce que c'est aussi un sujet qui m'intéresse énormément, je plancherais sur un traitement contre la mucoviscidose. Il y a déjà de nombreuses études et recherches en cours sur de nouvelles molécules mais nous n'avons pas encore trouvé de moyen de guérison.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ? Pour moi, les objets emblématiques du 21^e siècle sont l'ordinateur et le smartphone. Mais je choisirais plutôt l'ordinateur car l'on peut y stocker énormément de données. Et il permet de faire plein

de choses en même temps, même s'il peut planter parfois et a une durée de vie relativement limitée...

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? Sans hésitation, j'irais au Pérou. Je rêve de voir le machu picchu. Quand j'étais petit, j'étais fan de Tintin et notamment de l'album «Le Temple du Soleil». Depuis, les temples incas me font rêver.

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? J'ai beaucoup réfléchi pour cette question. J'ai pensé à des chanteurs ou des acteurs. J'aime particulièrement Marion Cotillard, mais je ne sais pas ce que je pourrais lui raconter. Donald Trump, par contre, je pourrais lui expliquer les dangers du réchauffement climatique.

La question «a priori»: les bébés qui pleurent, les vomis, les coliques, c'est comme la puériculture, c'est pour les filles ! Il est vrai que la médecine se féminise depuis quelques années et qu'effectivement, il y a une majorité de filles. Les garçons ont tendance à s'orienter vers des spécialisations comme la chirurgie. Dans ma promo en pédiatrie, nous étions 4 garçons sur 12. L'année d'avant, il n'y avait pas de garçon. Ce que j'aime en pédiatrie, c'est que ce sont des relations vraies, la vérité ne sort-elle pas de la bouche des enfants ? Je serais moins à l'aise avec les vomis et les coliques des adultes qu'avec ceux des petits. ■

LE DOSSIER

TOC:

*Vérifier et revérifier encore
qu'on a bien fermé sa porte à clé,
se laver sans cesse les mains,
répéter une phrase
un nombre incalculable de fois... :
telle est la réalité des TOC.
Mais contrairement à la vision
classique qui les range
tous dans le «même sac»,
une réalité plurielle*

Texte: **Philippe LAMBERT** • ph.lambert.ph@skynet.be
www.philippe-lambert-journaliste.be

Photos: **AGEFOTOSTOCK** (pp.18-22)

Un trouble aux multiples visages

«**D**ifficile d'attraper un chat noir dans une pièce sombre, surtout lorsqu'il n'y est pas.» Ce

proverbe chinois qu'aime à rappeler le chercheur en neurosciences Stuart Firestein s'applique à merveille à la question des troubles obsessionnels-compulsifs (TOC). C'est en tout cas l'avis de Sanaâ Belayachi, maître assistante à l'Université de Genève et collaboratrice scientifique à l'Université de Liège. En effet, elle souligne l'inanité de la démarche classique consistant à chercher un modèle unique qui expliquerait l'ensemble foisonnant des manifestations de ces troubles, alors qu'un tel modèle est introuvable, car non fondé.

Jusqu'en 2013, le *Manuel diagnostique et statistique (DSM)* de l'Association américaine de psychiatrie définissait le TOC comme un trouble anxieux caractérisé par la présence d'obsessions et de compulsions, entraînant un sentiment de souffrance et/ou une perturbation significative de la vie de la personne. Que faut-il entendre par obsessions ? «*Il s'agit de pensées, de désirs ou d'images récurrentes qui apparaissent de manière répétitive et qui sont vécues comme inappropriées, intrusives et désagréables*», indique Sanaâ Belayachi. Quant aux compulsions, elles sont définies comme des comportements répétitifs ou des actes mentaux visant à diminuer l'anxiété ou le désagrément causé par les pensées obsessionnelles. «*En outre, précise la chercheuse, ces comportements sont excessifs et ne sont pas reliés de façon réaliste à l'événement ou à l'état qu'ils sont censés empêcher.*»

Un exemple d'obsession typique, rencontrée dans 40 à 45% des cas de TOC, concerne la peur de la contamination

par la saleté, les microbes, les germes pathogènes, les excréments corporels, etc. La compulsion qui y répond consiste à se laver à de multiples reprises les mains ou d'autres zones corporelles, à prendre plusieurs douches de longue durée ou à adopter des comportements d'évitement - se garder de toucher les poignées de porte, par exemple. Autre illustration: la vérification. Des personnes doutent à répétition d'avoir accompli un acte qu'elles jugent nécessaire, comme éteindre leur cuisinière ou fermer la porte de leur habitation, et, de ce fait, pour apaiser leurs craintes, vont s'assurer maintes fois que ce qui devait être fait l'a bien été. D'autres personnes seront en proie à une préoccupation excessive pour l'organisation ou la symétrie, ce qui pourra notamment les conduire à revisiter sans cesse la disposition des objets. D'autres encore seront obsédées par la crainte de commettre un sacrilège, de proférer des blasphèmes ou de porter atteinte à la morale. Pour neutraliser ces pensées, elles répéteront des prières ritualisées, des chiffres ou des mots déterminés... Et l'on pourrait multiplier les exemples, tant le vocable de TOC recouvre une réalité hétérogène, non seulement quant aux thèmes des obsessions, à la forme qu'elles prennent (doute, pensée magique, peur, images persistantes...), à la nature des compulsions et à leur fonction, mais aussi, nous le verrons, à l'étiopathogénie de ces phénomènes.

À L'EXTRÉMITÉ D'UN CONTINUUM

Dans sa version la plus récente, la 5^e (2013), le *DSM* a extrait les TOC de la catégorie des troubles anxieux pour les

incorporer dans celle dite du spectre obsessionnel-compulsif, où ils voisinent entre autres avec la trichotillomanie (s'arracher les cheveux et les poils et éventuellement en manger le bulbe) et le grattage compulsif. La notion de répétitivité est au cœur de cette catégorie. «*De nombreux travaux ont montré que l'anxiété n'était pas présente dans tous les profils de TOC*, rapporte Sanaâ Belayachi. *Un des problèmes de la nouvelle classification, qui constitue néanmoins une avancée, est qu'on en arrive toujours au même point: la recherche d'un dénominateur commun, d'un mode unique de conceptualisation d'une grande variété de symptômes.*» Les conceptualisations du TOC, qui n'ont cessé de changer depuis plus de 30 ans, attesteraient en fait l'impossibilité de trouver un modèle stable, unique, applicable à tous les patients qui en souffrent.

Par ailleurs, dans la continuité des travaux de Martial Van der Linden, responsable de l'unité de psychopathologie et de neuropsychologie cognitive à l'Université de Genève, le TOC ne doit pas être appréhendé, pour Sanaâ Belayachi, comme une entité discrète, distincte de l'état «normal». Au contraire, mieux vaudrait adopter une perspective dimensionnelle plutôt que catégorielle, parler de «manifestations» obsessionnelles-compulsives plutôt que de troubles et se référer à un continuum «*sur lequel se distribueraient les individus selon le degré de gravité de leur symptomatologie*». Prenons le cas de la vérification - ai-je bien fermé ma porte, tiré le frein à main de ma voiture ?... Comme l'indique notre interlocutrice, elle représente un phénomène normal reposant sur un mécanisme neurocognitif destiné à s'assurer de l'accomplissement d'un but dans des conditions incertaines ou lorsqu'on se heurte à des obstacles

VERS DES THÉRAPIES SUR MESURE

Outre une clarification des concepts, le défi que souhaitent relever Sanaâ Belayachi et Martial Van der Linden est la mise au point de stratégies thérapeutiques sur mesure axées sur le ou les mécanismes pathogéniques à l'origine des symptômes de vérification. «Certaines études montrent que la thérapie cognitivo-comportementale, la plus prisée contre les TOC, n'était complètement efficace que chez 25% des patients, souligne Sanaâ Belayachi. Par ailleurs, plus le TOC est sévère ou réfractaire aux traitements classiques, plus on tend à recourir à des traitements agressifs - pharmacothérapie, psychochirurgie, stimulation cérébrale profonde. Or, l'aspect réfractaire relève davantage de la méconnaissance de la complexité des mécanismes à l'œuvre dans les TOC. Sans compter que ces thérapies agressives peuvent avoir des effets secondaires lourds, tels que l'hypomanie, une aggravation des symptômes dépressifs, voire des tentatives de suicide comme l'attestent certaines études. Ces méthodes ne s'attaquent pas spécifiquement aux mécanismes générateurs du trouble. Elles balayent large afin d'en taire l'expression symptomatique, laissant le patient emmuré dans un silence qui va bien au-delà des pensées et des comportements liés au TOC.»

dans le contexte de l'action. «Les obsessions et compulsions s'observent fréquemment dans la population tout-venant et semblent être de même nature que celles relevées chez les personnes ayant fait l'objet d'un diagnostic psychiatrique, tout en étant moins fréquentes, moins intenses et moins pénibles», insiste Sanaâ Belayachi. Il convient donc de raisonner en termes de gradation.

Bref, il y a lieu de relativiser les choses, de replacer le concept de trouble dans son juste contexte en l'appréhendant comme une entité multidéterminée située à l'extrémité d'un continuum. «Dans la conception classique des TOC, nous nous trouvons devant une espèce de "foutoir" conceptuel, déclare Sanaâ Belayachi. On en arrive entre autres à placer dans la même catégorie la vérification, qui est un comportement normal quand l'accomplissement d'un but est incertain, mais devenu exagéré, avec les rituels qui, eux, sont en lien avec la pensée magique et la superstition. Aussi, au niveau clinique, considère-t-on erronément qu'il faut appliquer les mêmes stratégies thérapeutiques à toutes les formes de TOC. Or, de nombreuses études, y compris les nôtres, montrent que différents sous-types de TOC sont sous-tendus par des mécanismes totalement différents. Il convient donc d'axer le diagnostic et l'intervention selon les mécanismes qui sont spécifiquement associés à l'un ou l'autre sous-type de symptômes.»

PHÉNOMÈNES COGNITIFS ET SENSORIELS

Dans l'ancienne classification du DSM, les compulsions étaient décrites comme associées aux obsessions par un état subjectif bien déterminé : l'anxiété. Actes volontaires et intentionnels irrépressibles, les compulsions étaient censées avoir pour seul but de neutraliser - de façon temporaire - l'anxiété engendrée en amont par les pensées obsessionnelles qui s'imposent à l'esprit sans volonté préalable de l'individu. À la lumière des recherches récentes, il apparaît que l'anxiété n'est pas le seul état subjectif de nature à susciter des compulsions. En 1995 déjà, Euripides Miguel, de l'Université de São Paulo, distinguait, sur le plan phénoménologique (les expériences vécues par le sujet), les «phénomènes cognitifs» et les «phénomènes sensoriels» comme 2 types de précurseurs des comportements compulsifs, sous-tendus par des mécanismes distincts.

Les phénomènes cognitifs, qui coïncident avec la notion traditionnelle d'obsession, épousent la vision classique des TOC, où l'anxiété est le moteur des compulsions. Mais comment naissent l'obsession et partant, l'anxiété ? Ainsi que le souligne Sanaâ Belayachi, les modèles cognitifs mettent l'accent, pour en rendre compte, sur les interprétations

dysfonctionnelles de certains contenus de pensée. Chacun d'entre nous est sujet à l'émergence de pensées intrusives dérangeantes dans le champ de la conscience, mais en fait fi en raison de leur caractère absurde. Les personnes en proie à un TOC, elles, seraient au contraire incapables de les éliminer car elles leur confèreraient une signification particulière. Par exemple, en cas d'intrusion d'une pensée à caractère sexuel, elles en viendraient à craindre de poser des actes socialement interdits tels que se masturber en public.

Formant le second type de précurseurs des comportements compulsifs, les «phénomènes sensoriels» sont d'une tout autre nature. Ils sont décrits comme des expériences subjectives atypiques pouvant revêtir la forme de sensations physiques, de sentiments ou de perceptions inconfortables qui précéderaient ou accompagneraient les compulsions. C'est notamment le cas du sentiment d'incomplétude. Il s'agit d'un sentiment d'insatisfaction immédiat, d'inachevé, éprouvé quand on estime qu'une perception était incomplète ou imparfaite ou, dans le cadre de l'accomplissement d'une action en routine comme ranger un vase, que cette action n'a pas été réalisée correctement ou a été entachée d'une erreur. De telles actions routinières et peu complexes sont gérées au niveau





Une dimension culturelle

Les manifestations obsessionnelles et compulsives ne peuvent être isolées des pratiques sociales et plus largement, des dimensions historiques et culturelles. Les rituels chevillés à des croyances magiques nous en donnent un exemple. Ainsi, un patient faisait régulièrement 5 fois le tour de sa maison en disant «Je t'aime, papa; je t'aime, maman», persuadé que cela mettrait ses parents à l'abri du malheur. Si cette compulsion lui posait problème, ce n'était pas par sa nature envahissante ou interférant dans son quotidien, mais parce qu'il avait conscience que son comportement n'était pas conforme aux attentes sociales, puisqu'il suscitait un feedback négatif de l'environnement extérieur. Les rituels sont pourtant au cœur de la réalité humaine, comme l'illustrent les superstitions (actions conjuratoires les vendredi 13 ou face à un chat noir, éviter de passer sous une échelle...) et les rituels religieux. Néanmoins, les rituels liés au TOC ne font pas l'objet d'une acceptation sociale et c'est précisément ce critère qui peut être source de souffrance chez certaines personnes au rituel peu envahissant.

DES MÉCANISMES DISTINCTS

du contrôle moteur automatique, donc non consciemment. Normalement, ce n'est que lorsque se produit une erreur empêchant l'accomplissement du but poursuivi que le sujet prend conscience des ajustements fins et en principe non conscients qui sont déployés lors de la réalisation de toute action.

Selon plusieurs auteurs, dont Sanaâ Belayachi et Martial Van der Linden, de l'Université de Genève, et Isaac Fradkin, de l'Université hébraïque de Jérusalem, on assisterait, chez la personne TOC habitée d'un sentiment d'incomplétude, à une accessibilité consciente accrue aux signaux de mise à jour des plans d'action ou des corrections mineures du système automatique, et le sujet les interpréterait comme des indices d'erreur en dépit de la réalisation effective du but. De la sorte, il s'engagerait dans d'inutiles stratégies de corrections: les vérifications et répétitions compulsives. Exemple typique: la personne qui répète 5 ou 10 fois d'affilée la lecture d'un même paragraphe parce qu'elle a l'impression d'y avoir manqué un mot.

Le sentiment d'incomplétude n'est qu'une illustration des phénomènes sensoriels pouvant amener l'éclosion de manifestations obsessionnelles-compulsives. Le sentiment de doute, par exemple, en est une autre.

Quoi qu'il en soit, les travaux d'Euripides Miguel ont révélé l'existence d'au moins 2 types de manifestations phénoménologiques distincts (phénomènes cognitifs et sensoriels) à l'origine des symptômes obsessionnels-compulsifs. De surcroît, ces phénomènes peuvent constituer à nouveau, comme le dit Sanaâ Belayachi, «un continuum avec, à une extrémité, des pensées conscientes claires et non désirées (les obsessions), et à une autre, des sensations physiques fortes mais difficilement interprétables par le sujet». Elle précise: «Au milieu de ce continuum se trouverait ce qui est de l'ordre du sentiment diffus (doute, impression vague). Dans tous les cas, ces événements particuliers peuvent être considérés comme des signaux d'alarme amenant l'individu à percevoir "que quelque chose ne va pas" en regard d'une pensée, d'une intention, d'une perception, d'une action ou d'une situation en cours, ou d'une action ou d'un événement à venir. En réponse à ces signaux, les personnes déploieraient des actions afin de les atténuer. Cependant, leur récurrence amènerait lesdites personnes à répéter ces actes, qui prendraient ainsi la forme de compulsions.»

Au cours des 30 dernières années, divers travaux ont mis en évidence l'existence d'un grand nombre (plus d'une soixantaine à ce jour) de mécanismes pathogéniques pouvant expliquer les manifesta-

tions phénoménologiques intervenant comme précurseurs des comportements compulsifs. Parmi les mécanismes impliqués, on peut évoquer les croyances dysfonctionnelles, un déficit relatif aux capacités métacognitives prenant la forme d'une moindre confiance du sujet en son propre fonctionnement cognitif, un déficit au niveau du «*reality monitoring*», c'est-à-dire dans la capacité de distinguer le souvenir d'un événement réellement vécu d'une scène imaginée, une hyperreprésentation de conséquences négatives futures - ce qui génère des anticipations anxiogènes -, un déficit d'inhibition cognitive (l'incapacité à éliminer des informations non pertinentes) et/ou comportementale (l'incapacité à empêcher l'expression d'une action dominante), une accessibilité aux états internes augmentée (voir supra) ou diminuée selon certains auteurs, des anomalies neurobiologiques...

Le nombre élevé de mécanismes identifiés dans la symptomatologie obsessionnelle-compulsive laisse à penser que des mécanismes différents sous-tendent des sous-types différents de symptômes. «La principale limite du modèle classique des TOC, qui est un modèle unique, réside dans le fait qu'il se fonde sur des symptômes et non sur les mécanismes qui en sont à l'origine, estime Sanaâ Belayachi. Si le modèle unique est pertinent, de 2 choses l'une: ou tous les mécanismes identifiés sont perturbés chez chaque personne présentant des symptômes obsessionnels-compulsifs, ce



qui aboutirait à une expression anarchique du répertoire comportemental, ou un seul mécanisme est perturbé, et les études qui ont mis en évidence les autres perturbations sont toutes dans l'erreur.»

Aujourd'hui, tout plaide en faveur d'une multiplication des profils et en conséquence, de l'abandon du modèle unique décrit par le DSM. Ainsi, à titre d'exemple, il a été établi que les patients en proie à un TOC de contamination ne connaissent pas de difficultés d'inhibition alors que ceux qui sont caractérisés par des phobies d'impulsion, telles que la peur de noyer son enfant en le lavant ou de tuer quelqu'un avec un couteau, présentent une altération de leurs capacités inhibitrices. *«L'évitement du passage à l'acte est généralement au cœur des compulsions associées à cette catégorie de troubles obsessionnels-compulsifs, commente notre interlocutrice. C'est ainsi qu'une personne témoignant sur la BBC avouait qu'elle s'attachait la nuit dans son lit avec des menottes de peur de traduire en actes le contenu de ses impulsions durant son sommeil, c'est-à-dire dans un état de contrôle limité.»*

LES SOUBASSEMENTS DE LA VÉRIFICATION

Sanaâ Belayachi et Martial Van der Linden se sont particulièrement intéressés aux TOC de vérification. Ils rapportent tout

d'abord que *«de nombreux modèles récents suggèrent que les symptômes obsessionnels-compulsifs pourraient refléter une perturbation des indicateurs émotionnels qui permettent à un individu de réguler ses comportements et servent de signal de fin d'une action»*. Cette perturbation du vécu subjectif que les personnes présentant des symptômes obsessionnels-compulsifs ont de leurs actions émanerait de déficiences au niveau de certains processus neurocognitifs impliqués dans le contrôle de l'action; en résulterait une incapacité à réguler certains comportements. Ainsi, dans le cadre des comportements de vérification compulsive, de nombreux mécanismes neurocognitifs concourant à la mise en place et à l'évaluation de l'action ont été pointés du doigt.

Les manifestations de vérification étant très hétérogènes, Sanaâ Belayachi et Martial Van der Linden ont postulé, dans un article récent, que la nature des mécanismes impliqués dans la perturbation du vécu subjectif de l'action varierait en fonction des sous-types de vérification. On sait depuis les années 1990 que les manifestations obsessionnelles-compulsives de vérification peuvent être scindées au minimum en 3 sous-types sur le plan de leurs caractéristiques phénoménologiques. Les unes sont intimement liées au doute concernant l'accomplissement du ou des buts poursuivis par l'action que l'on a menée; d'autres sont chevillées à des sentiments immédiats d'incomplétude ou d'erreur dans la réalisation de l'action; enfin, d'autres s'enracinent dans la crainte de malheurs futurs éprouvée par le sujet, lequel est alors habité d'un sentiment de responsabilité. Les 2 psychologues ont examiné empiriquement, sur de larges cohortes, l'existence d'une association entre des sous-groupes d'individus présentant le même marqueur phénoménologique (doute, incomplétude ou crainte de malheurs futurs) et des altérations de processus cognitifs en lien avec le contrôle de l'action.

Il est apparu que dans les comportements de vérification «chapeautés» par le doute («Ai-je bien fermé la porte à clé ?»), les individus se caractérisaient par une plus grande difficulté à procéder à une évaluation de l'action sur la base des informations permettant une estimation directe et automatique de la distance par rapport au but recherché.

Ce profil n'était retrouvé ni chez les sujets guidés par un sentiment d'incomplétude ni chez ceux qui nourrissaient un sentiment de responsabilité élevé en relation avec la survenue possible d'un malheur futur. Dans le cas où l'incomplétude était la caractéristique phénoménologique cardinale des symptômes de vérification, les individus faisaient preuve, comme nous l'avons évoqué dans des développements antérieurs, d'une hyperaccessibilité aux signaux de mise à jour des plans d'action, alors que ces signaux doivent normalement être inaccessibles à la conscience sauf en cas d'erreur dans le déroulement de l'action. Ce mécanisme, qui se révéla propre au «profil incomplétude», est illustré par l'exemple que nous avons donné précédemment de personnes qui relisent un paragraphe plusieurs fois, croyant qu'un mot leur a échappé. Dans le cas où la vérification est induite par un sentiment de responsabilité quant à un malheur potentiel à venir (par exemple, on peut alors s'assurer à plusieurs reprises qu'on a bien débranché tous les appareils électriques avant d'aller dormir), des modèles théoriques récents défendent l'idée d'une intense activité des processus régissant les projections dans l'avenir - on assisterait à un foisonnement de scénarios futurs dont le thème est lié à la menace.

À la lumière de ces résultats, Sanaâ Belayachi et Martial Van der Linden suggèrent l'existence d'au moins 3 types de vérifications:

- les vérifications rétrospectives: elles consisteraient à s'assurer de l'accomplissement d'un but poursuivi dans le passé;
- les vérifications de correction: elles viseraient à amender l'action en cours;
- les vérifications prospectives, qui auraient pour objectif de s'assurer de l'inexistence de tout facteur pouvant être responsable de l'occurrence d'un malheur futur.

Une vaste étude regroupant les universités de Genève et de Liège va être initiée afin de valider cette classification et de mieux en cerner les soubassements neurocognitifs. ■

LES AVENTURES DE BARJE

©SKAD 2017 - www.barje.be

Un chantier naval chinois est en train de construire une réplique exacte du Titanic à mille kilomètres de la mer la plus proche. Il est destiné à être au cœur d'un parc de loisirs dans la province du Sichuan.

S'ils clonent Leonardo Di Caprio, je veux bien Faire Kate Winslet...



Donald Trump a annoncé le retrait des USA de l'accord de Paris sur le climat...

No comment.

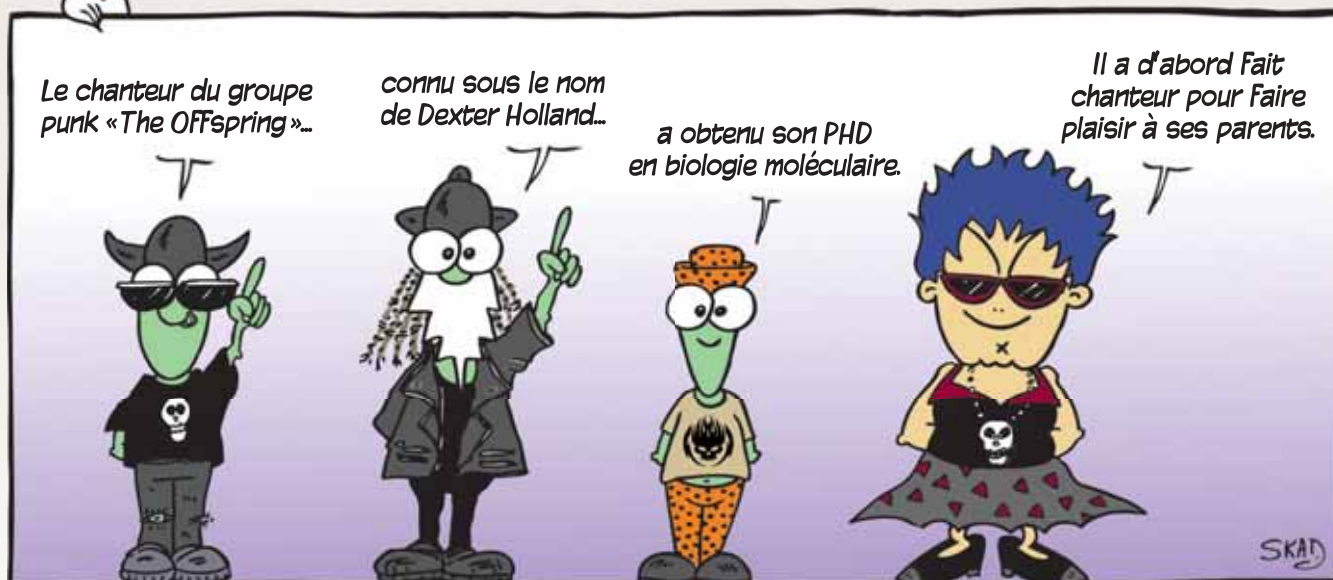


Le chanteur du groupe punk «The Offspring»...

connu sous le nom de Dexter Holland...

a obtenu son PHD en biologie moléculaire.

Il a d'abord Fait chanteur pour Faire plaisir à ses parents.





Texte: Julie FIARD • jfi@easi-ie.com • SALVO PRINCIPATO • spr@easi-ie.com

<http://www.easi-ie.com> • http://www.twitter.com/easi_ie

<https://www.facebook.com/EASI.expertsduWeb>

Illustrations: Vince • vincent_dubois@me.com

►► Comment fonctionne la gamification ?

Que se passerait-il si nous appliquions à nos vies les codes du jeu ? Si nous y évoluions comme dans un jeu vidéo ? Le monde serait-il différent ? C'est ce que la gamification sous-entend... De quoi s'agit-il ? Aussi appelée « ludification », elle repose sur l'idée de transférer les mécanismes des jeux vidéo dans la vraie vie afin de la rendre plus ludique, plus intéressante et plus acceptable. Cette tendance, développée en 2010 aux États-Unis sous l'impulsion de Jane McGonigal (www.janemcgonigal.com), consiste à s'inspirer des ingrédients qui ont fait le succès des jeux - récompenses, défis, progression personnelle - pour les appliquer à d'autres domaines, tels que l'éducation, l'apprentissage, l'information ou le marketing, et donc en dehors du cadre ludique habituel du jeu vidéo.

UN CONCEPT, DEUX IDÉES

La gamification repose sur 2 idées principales. La première est qu'elle permet de rendre des tâches, considérées sans intérêt ou peu stimulantes, beaucoup plus amusantes ! Sur ce principe et grâce au système du jeu, répondre à un sondage, effectuer des tâches ménagères ou compléter un dossier professionnel peut devenir subitement amusant.

La deuxième idée est que les jeux vidéo contribuent à améliorer certaines capacités humaines. La gamification peut ainsi apparaître dans la suite logique des études mettant en avant les bienfaits psychologiques des jeux : extension de la mémoire, développement des réflexes, précision des gestes (notamment chez certains chirurgiens), qui ont essayé ces dernières années.

Tel que nous le signale Wikipédia, le fonctionnement de la gamification repose sur le principe suivant : « la gamification peut intervenir dès lors que la réalité ne correspond plus à ce qui motive le plus les acteurs. Pour permettre à ces derniers de recouvrer ou de conforter une envie et une force d'agir, la mise en place d'un système "gami-fié" apparaît comme optimale. L'engagement, le plaisir, l'envie, et l'attention sont renforcés par des principes structurants basés sur la logique des jeux. La dynamique de la gamification s'exprime à travers 4 grandes dynamiques que sont les émotions, les contraintes, les relations et l'idée de progrès. C'est l'idée du progrès en général et de tous les domaines qu'il touche chez l'individu : estime de soi, valorisation du lien social, maîtrise, sentiment d'accomplissement. L'ensemble de ces principes atteindrait davantage la motivation dite intrinsèque, qui se procure par l'intérêt et le plaisir que

l'individu trouve à l'action, sans attente de récompense externe» (fr.wikipedia.org/wiki/Ludification).

La gamification repose sur la simplicité et suppose donc des designs épurés, une jouabilité, une maniabilité, un niveau de difficulté et un scénario peu complexes. Elle revêt également 5 caractéristiques du jeu :

- ❶ **Les points :** le joueur en accumule ou en perd au cours de son évolution et ses actions pendant le jeu.
- ❷ **Le classement :** les points du joueur constituent un score qui sera comparé à celui des autres joueurs, lui conférant un statut au sein d'une communauté de joueurs.
- ❸ **Le niveau :** en évoluant dans les différents tableaux du jeu, le joueur voit la difficulté des actions s'accroître à chaque étape franchie.
- ❹ **Les défis :** pour passer d'une étape à l'autre du jeu, le joueur doit se confronter à des obstacles qui lui permettront d'obtenir des points, de changer de niveaux et d'accroître le niveau de difficulté.
- ❺ **Les gratifications :** une fois les défis surmontés, le joueur est récompensé sous différentes formes : argent, badges, cadeaux matériels, reconnaissance de la communauté, points etc.

SERIOUS GAME VS GAMIFICATION

Si le *serious game* (apprentissage par le jeu) pourrait s'apparenter à la gamification, il présente malgré tout certaines différences. Le *serious game* vise des objectifs d'apprentissage définis en immergeant l'apprenant dans une expérience de formation qui ressemble à un jeu et enseigne des compétences réelles dans un cadre sans risque. L'apprentissage par le jeu est une façon précieuse non seulement d'enseigner une nouvelle compétence, mais aussi de faire en sorte que les connaissances enseignées soient traduites dans des situations réelles.

La gamification, quant à elle, emploie des éléments de jeu pour rendre un programme de formation non basé sur le jeu plus amusant et plus engageant.

DANS LES ENTREPRISES ET LES ÉCOLES

Depuis quelques années, les entreprises cherchent à créer une émulation autour de leurs produits ou services et à favoriser la productivité de leurs collaborateurs pendant leurs heures de travail. Au vu de l'engouement marqué pour le jeu, de nombreuses grandes sociétés intègrent aujourd'hui la gamification et font de plus en plus appel à des experts ayant une formation de *game designer*. Leurs tâches sont de trouver ce petit déclic interactif qui transforme des réunions classiques et monotones en réunions attractives et créatives, de créer de l'appétence pour un produit ou un service et de ludifier les relations entre les différents collaborateurs.

Après avoir fait son apparition dans le milieu professionnel, la gamification voit son taux de croissance dans les écoles augmenter régulièrement. Il est scientifiquement prouvé qu'intégrer le jeu dans l'enseignement facilite la rétention d'information et l'assimilation de l'apprentissage. Et cela intervient à différents niveaux. Tout d'abord, la gamification permet d'accroître l'intérêt pour l'apprentissage et favorise la curiosité des élèves pour des matières ou des thématiques habituellement moins stimulantes et permet de garder l'attention sur le sujet de manière durable et plus efficace.

Ensuite, elle permet de lutter contre l'échec scolaire via cette faculté qu'a le jeu de pouvoir offrir une chance de recommencer une activité qui semblait ratée. La gamification en milieu scolaire propose généralement des scénarios variés et des options alternatives, avec des bons et des mauvais choix. S'il se trompe, l'élève est incité à recommencer en se focalisant sur ses erreurs.

La gamification est aussi un stimulant biologique. En effet, jouer procure un plaisir qui stimule la production d'endorphines. Cela aura pour effet de diminuer le taux d'anxiété et facilitera la compréhension des matières enseignées.

Enfin, l'élément le plus important sur lequel agit la gamification est l'assiduité des élèves. La présentation des buts à atteindre et la mise en place des challenges qui y sont liés décuple la motivation, développe une certaine forme d'excitation et favorise la concentration avec la forte volonté de compléter l'enseignement proposé.

DES DOMAINES D'APPLICATION VARIÉS

Si la gamification se fait une place dans le milieu professionnel et dans le milieu scolaire, il y a un nombre croissant de domaines qui, chaque jour, voient apparaître leur version «gamifiée». Découvrons quelques exemples concrets :





► FOREST

DÉSINTOXICATION NUMÉRIQUE
sauvegarde de la planète

Forest est une application mobile reposant sur la gamification. Si la plupart des applications sont destinées à nous aider à rester concentrés et à nous acquitter de nos tâches, *Forest* nous permet de nous déconnecter des flux numériques pour notre bien et pour notre productivité. Elle nous propose également de participer à une œuvre de charité.

Concrètement, dès que vous décidez de faire une pause loin de votre smartphone, vous lancez l'application. Cette action aura pour effet de planter un arbre ! L'appli doit fonctionner en continu pendant minimum 25 minutes pour que votre arbre grandisse. Si vous interrompez le processus pour répondre à un sms, relever vos mails ou consulter un site Web, pas de quartier, votre arbre meurt ! Par contre, à chaque fois que le challenge est réussi, un arbre vient compléter votre forêt. Et au fur et à mesure, vous débloquentez de nouvelles espèces d'arbres et gagnerez des graines virtuelles.

Avec ce système, l'application joue sur le renforcement positif et tend à faire naître en nous un sentiment d'accomplissement pour profiter de plus de temps en famille ou avec des amis. Ce sentiment est décuplé lorsque l'on sait que *Forest* a conclu un partenariat «*Trees for the Future*» et fait des dons à des programmes de reforestation dans le monde réel.



Enfin, comme tout bon système gamifié, *Forest* dispose d'un classement et offre la possibilité de partager et de rivaliser avec les forêts de ses amis.

► www.forestapp.cc

► X-TORP

SANTÉ

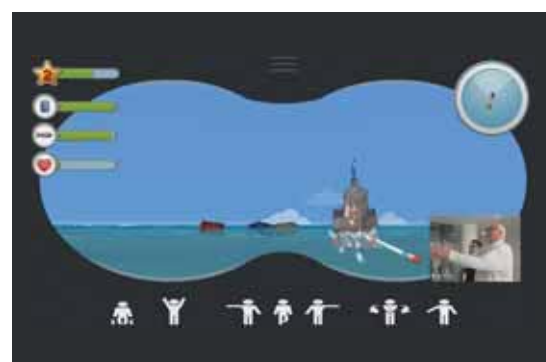
lutte contre la maladie
d'Alzheimer

X-TORP est un jeu qui mesure l'évolution de la maladie d'Alzheimer, stimule les capacités cognitives, favorise l'activité physique et maintient le lien social. Ce programme est issu du projet Az@GAME et a été lauréat, en 2012, de l'appel à projet «Santé et autonomie sur le lieu de vie grâce au numérique».

Afin d'amener le joueur à pratiquer une activité régulière, *X-TORP* s'appuie sur les principes d'endurance et de stimulation cardio-respiratoire. Et pour une meilleure stimulation des capacités cognitives, le jeu dispose d'un véritable scénario proposant de nombreux objectifs à atteindre et impliquant des mini-jeux ludiques et des exercices d'orientation.

Un mode «thérapeute» propose de suivre l'évolution de la maladie d'Alzheimer du joueur et permet d'évaluer, au travers des tests scientifiques reconnus et adaptés au scénario du jeu, les fonctions exécutives, la mémoire et l'attention visuelle et sélective.

Le graphisme proposé par *X-TORP* est proche de la bande dessinée. Le but étant de plonger le patient dans un univers imaginaire et coloré. Tout au long de l'activité, le joueur prend les commandes d'un bateau et navigue à travers les océans à la recherche de missions ou d'autres joueurs. Les mouvements qui sont à effectuer pour naviguer permettent de faire travailler la fonction cardio-respiratoire.



X-TORP propose en outre, de nombreux mini-jeux sous forme de tests neuropsychologiques permettant de mesurer l'évolution de la maladie d'Alzheimer.

► www.azagame.fr

Pour découvrir le jeu sur Youtube:

bit.ly/Az-GAME

► GLOBAL XPLORER sauvegarde du patrimoine

Global Xplorer est une plateforme collaborative en ligne lancée par le Docteur Sarah Parcak. Elle permet à des internautes d'analyser des images satellite et de contribuer à la découverte de sites archéologiques en danger, victimes de pillage, afin de «préserver notre passé pour notre futur». Tout ceci dans le but d'aider les scientifiques dans leurs recherches. Ces recherches collaboratives prennent la forme d'un jeu où les internautes peuvent accumuler des points. Ceux qui obtiennent les meilleurs scores sont récompensés en étant associés, au travers des réseaux sociaux, aux éventuelles explorations qu'auront déclenché leurs observations.

La gamification est assez présente sur la page de profil de l'utilisateur. Celui-ci débute avec le rang de «vagabond», qui évolue bien entendu en fonction du nombre d'images traitées. À partir de 500 images, le statut évolue vers celui d'«éclaireur» puis d'«aventurier» pour atteindre le statut ultime: «archéologue de l'espace» ! L'évolution au travers de ces différents niveaux est illustrée par une barre de progression, le nombre d'images traitées et le nombre d'images à traiter pour atteindre le rang suivant.

L'expédition actuelle (le Pérou) propose une date de fin. Cette limite de temps est un des mécanismes souvent utilisés dans la gamification pour s'assurer que l'utilisateur complète l'ensemble du parcours le plus rapidement possible.

Autre mécanisme proposé par le site: le déblocage de contenu. Au fur et à mesure de la progression du joueur, des événements *live* avec l'équipe de *Global Xplorer* sont proposés en terme de récompenses.

► www.globalexplorer.org

► DUOLINGO apprentissage de langues

Apprendre une langue peut souvent paraître difficile et laborieux, l'on a parfois même l'impression de s'attaquer à une montagne et de ne pas beaucoup progresser. Le site *Duolingo* nous aide à passer ce cap psychologique en intégrant la gamification dans sa méthode d'apprentissage ! Le but est donc d'apprendre et/ou se perfectionner en anglais, espagnol, allemand, italien ou portugais tout en jouant et en s'amusant.

Duolingo propose des leçons et des tests sous forme de quiz avec certains points explicatifs pour des aspects spécifiques de la langue étudiée. Les erreurs sont analysées, de même que les fréquences de connexion et le vocabulaire appris. Cela permet de proposer à l'internaute du contenu qu'il risque d'oublier ou qui a mal été assimilé.

Comme dans tout bon jeu qui se respecte, on gagne des points d'expérience et on

lance des défis à ses amis. Il est également possible de se fixer des objectifs en terme d'activités quotidiennes. D'une manière générale, 10 minutes suffisent pour terminer 2 unités de cours et emmagasiner 20 points d'expérience.

Le site propose également des «flash-cards» virtuelles, ces cartes avec le mot en langue étrangère au recto et sa traduction française au verso. Ce qui est toujours très utile au moment des révisions.

Lorsque l'utilisateur atteint ses objectifs, il remporte des lingots qui lui permettent, entre autres, de débloquent des leçons optionnelles dans la langue choisie ou, plus amusant, d'obtenir des costumes pour la mascotte du site. Pour challenger ses amis, il est possible de partager son degré de maîtrise dans chaque langue sur Facebook ou LinkedIn.

Enfin, pour l'anglais, l'équivalent reconnu du TOEFL TEST (www.ets.org/fr/toefl) peut être passé depuis son domicile.

► fr.duolingo.com

UTILISER LE JEU POUR RENDRE LE MONDE MEILLEUR

Pour Jane McGonigal, le jeu pourrait rendre le monde meilleur et résoudre des problèmes complexes tels que la famine ou les conflits dans le monde. Comment ? En développant notre ouverture vers les autres et notre créativité. Découvrez l'ensemble de sa conférence à TED2010 (bit.ly/jmg-ted2010) ■

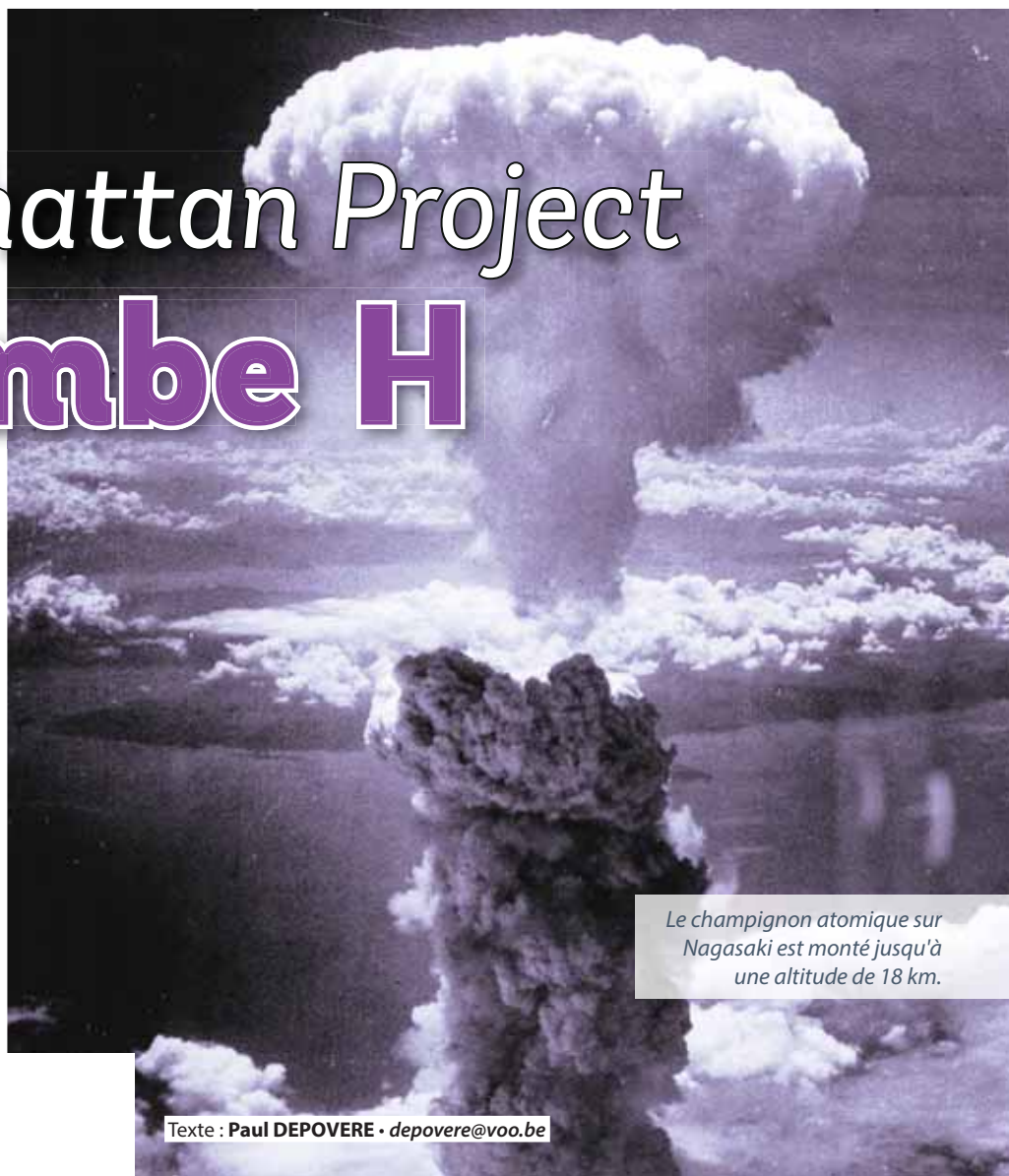


Du Manhattan Project à la bombe H

En 1938, la fission nucléaire induite fut découverte à Berlin par Otto Hahn et Fritz Strassmann, avec l'aide déterminante de Lise Meitner et Otto Frisch. La possibilité de voir Hitler disposer de bombes atomiques - dont la puissance pouvait être des millions de fois supérieures aux explosifs chimiques conventionnels - était si effrayante que le Président des États-Unis, Franklin D. Roosevelt, autorisa le lancement en août 1942 d'un programme de recherche top secret, le Manhattan Project, visant à produire la première bombe atomique, dite A. C'est le début d'une aventure au budget pharaonique...



C'est Lise Meitner qui comprit que la présence de baryum parmi les produits résultant du bombardement des noyaux d'uranium avec des neutrons signifiait que ces noyaux s'étaient fragmentés. Son nom est rappelé par l'élément 109, le meitnérium (Mt).



Le champignon atomique sur Nagasaki est monté jusqu'à une altitude de 18 km.

Texte : Paul DEPOVERE • depovere@voo.be

Le coût total de ce programme, géré par le général Leslie Groves, fut estimé à une vingtaine de milliards de dollars de l'époque: 125 000 personnes, tenues par le secret, y travaillaient sous la direction des plus grandes sommités en matière de chimie, de physique et d'ingénierie, dont Enrico Fermi. Celui-ci inventa (avec Leó Szilárd) la pile atomique construite dans une ancienne salle de squash, sous les gradins du terrain de football de l'université de Chicago.

L'appellation «pile» fut donnée au premier réacteur nucléaire, car l'uranium mis en œuvre était réparti dans un *empilement* de briques de graphite (jouant le rôle de modérateur, c'est-à-dire ralentissant la vitesse des neutrons).

Au laboratoire d'Oak Ridge, dans le Tennessee, il fallait notamment isoler l'uranium-235, fissile (fissible), à partir de l'uranium naturel, lequel contient

principalement de l'uranium-238. Pour ce faire, l'uranium fut préalablement transformé en un gaz, l'hexafluorure d'uranium (UF_6), avant d'être soumis au principe de la diffusion gazeuse à l'aide de nombreuses centrifugeuses munies de membranes semi-perméables. (Selon la loi de Graham, le composé le plus léger diffuse plus vite - ici 1,004 fois - que le plus lourd.) Néanmoins, cela ne suffisait pas pour enrichir suffisamment l'uranium en isotope 235, de sorte qu'il fallut répéter ces centrifugations des milliers de fois et faire intervenir de surcroît des spectromètres de masse.

Sur le site de Hanford, dans l'État de Washington, on s'affairait plutôt à bombarder de l'uranium avec des neutrons afin d'obtenir du plutonium-239, également fissile. Un troisième site, où les bombes allaient être assemblées sous la supervision du physicien J. Robert Oppenheimer, se situait à Los Alamos, dans le Nouveau-Mexique.

DES RÉSULTATS CONCRETS DÈS 1945

Quatre bombes atomiques furent fabriquées. La première, *Gadget*, fut testée dans le désert du Nouveau-Mexique, le 16 juillet 1945. La deuxième, une bombe à l'uranium-235, surnommée *Little Boy*, équivalente à 20 000 tonnes de TNT (trinitrotoluène), fut larguée - par décision du Président Harry S. Truman - sur Hiroshima le 6 août 1945. La troisième bombe *Fat Man*, au plutonium-239, tomba sur Nagasaki 3 jours plus tard, ce qui amènera les Japonais à capituler le 14 août, mettant ainsi fin à la Seconde Guerre mondiale. La quatrième bombe ne fut jamais utilisée.

MISE AU POINT D'UNE BOMBE H

Alors que les États-Unis et l'URSS étaient formellement des alliés durant la guerre, l'occupation de l'Europe de l'Est par l'URSS derrière le «rideau de fer» marqua le début d'une guerre froide, exacerbée par la peur des armes nucléaires. Les soviétiques firent exploser leur première bombe atomique en 1949. Ceci amena les Américains à essayer, le 1^{er} novembre 1952, leur première bombe à hydrogène, *Ivy Mike*, sur l'atoll d'Eniwetok dans l'océan Pacifique. Cette bombe, dite H, est basée sur la fusion nucléaire et exige l'intervention d'une bombe atomique afin de créer les températures (supérieures à 100 millions de degrés) indispensables pour provoquer lesdites fusions de noyaux légers. C'est pourquoi on les appelle des bombes thermonucléaires. Celles-ci dégagent bien plus d'énergie qu'une bombe atomique classique, soit une valeur estimée à l'équivalent de 10 millions de tonnes de TNT.

À la suite de cette explosion, Albert Ghiorso et ses collègues de l'université de Berkeley reçurent des échantillons de poussière radioactive. Grâce à des techniques chromatographiques, ils parvinrent à y déceler la présence de 2 nouveaux éléments, en l'occurrence ceux qui correspondent aux numéros atomiques (Z) 99 et 100 - et qui seront appelés einsteinium (Es) et fermium (Fm) (1).



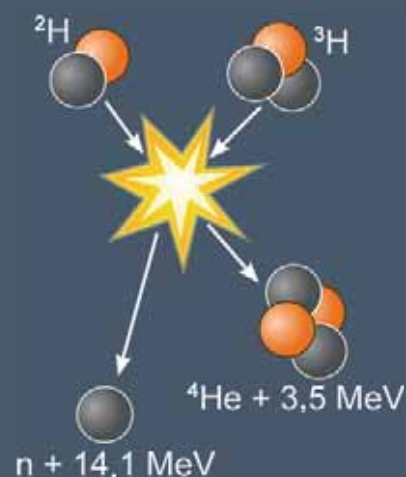
«Timbre» rare, en ce sens que ce n'en est pas un ! Cette vignette, censée faire partie d'une série de timbres-poste à émettre aux États-Unis en 1995, évoque - 50 ans plus tard - un des faits marquants de la Seconde Guerre mondiale. Eu égard au nombre impressionnant de victimes, le gouvernement japonais s'opposa à ce que cette image devienne un timbre-poste.

La fission nucléaire est la division d'un noyau d'atome lourd (uranium par exemple) en 2 fragments. Un neutron incident provoque la cassure dudit noyau avec éjection de 3 neutrons en moyenne, ce qui assure une réaction en chaîne par auto-amplification.

Timbre italien de 2001 montrant Enrico Fermi et sa pile atomique.

LA NUCLÉOSYNTÈSE DANS LES CHAUDRONS STELLAIRES

On admet actuellement que l'Univers a débuté il y a quelque 15 milliards d'années. Dès les premières minutes après le *Big Bang*, des réactions de fusion formèrent de l'hélium ainsi qu'un peu de lithium. Ainsi, dans le cœur de notre Soleil, où règne une température d'environ 15 millions de degrés, des noyaux d'hydrogène sont fusionnés en hélium au rythme de 600 millions de tonnes par seconde. Quant à la synthèse de noyaux aussi lourds que ceux du fer ($Z = 26$), elle se poursuit dans des étoiles plus volumineuses que le Soleil (par exemple dans des géantes rouges). Enfin, à un stade d'évolution avancé, c'est-à-dire sous la forme de supernovae, la température atteint 100 millions de degrés, ce qui autorise la synthèse d'éléments dont le numéro atomique est supérieur à celui du fer. On peut donc estimer que l'einsteinium et le fermium ont été créés dans une supernova artificielle, due au génie humain, dans l'atmosphère de notre propre planète ! ■



La fusion nucléaire est l'union de 2 noyaux légers - hydrogène-2 (deutérium) et hydrogène-3 (tritium), par exemple - en 1 atome plus lourd (ici de l'hélium), s'accompagnant d'un dégagement gigantesque d'énergie.

- (1) Pour information, depuis novembre 2016, l'IUPAC (Union internationale de chimie pure et appliquée) a en outre approuvé les dénominations suivantes pour les éléments 113, 115, 117 et 118 (appelés jusqu'alors *Uut*, *Uup*, *Uus* et *Uuo*): nihonium (Nh), moscovium (Mc), tennessine (Ts) et oganesson (Og).

Les abysses, plus méconnus que Mars

L'exploration des grands fonds marins suscite autant d'interrogations qu'elle ne dévoile de secrets. Recèlent-ils de nouvelles ressources exploitables ? Les pollutions humaines et le changement climatique altèrent-ils leurs écosystèmes uniques ? Autant de questions auxquelles la professeure Cindy Lee Van Dover, récente docteur honoris causa de l'UCL, a bien voulu répondre

Texte : **Paul Devuyst**

Photos : **WHOI** (pp.30-31), **S. TAYLOR** (p.31), **©BlueNodules** (p.32)

« **J**e vais voir, aux extrémités de la Terre nourricière, l'Océan, origine des dieux ». C'est ainsi que parle Héra, épouse de Zeus, de l'océan dans l'Iliade. Et il faut bien dire que la vision d'Homère n'est pas fausse car la mer est le creuset privilégié qui a permis la vie sur Terre. Il y a quelque 3,8 milliards d'années. La mer et ses abîmes. La vie et ses mystères.

Les chercheurs ne cessent depuis un demi-siècle de découvrir ce monde sous-marin fait de montagnes, volcans, canyons, sources hydrothermales et peuplé d'êtres étonnants, vivant en toute absence de lumière et dans des conditions extrêmes. Car même si mers et océans couvrent 70% du globe terrestre, on ne connaît encore que 5% des créatures qui les habitent.

« On parle de grands fonds à partir de 200 mètres sous la surface de l'eau, là où il fait continuellement noir, mais pour moi, cela commence plutôt à partir de 500 mètres. Le plus intéressant est bien plus bas encore, vers les 3 000 à 4 000 mètres de profondeur. C'est là que se situent les abysses, une région que l'on ne connaît pratiquement pas », précise Cindy Lee Van Dover. *Cela peut sembler étrange mais on connaît mieux les reliefs de la Lune ou de Mars que la croûte terrestre.*

LE FOND DES FONDS

La coupable est identifiée, celle-là même qui permet à notre planète d'accueillir la vie: l'eau. Depuis des siècles, l'homme a tenté de scruter les abysses: constatant

qu'à l'œil nu, il ne voyait rien, il a d'abord employé la corde à nœuds. Après le naufrage du *Titanic*, en 1912, les scientifiques ont retroussé leurs manches et mis au point les premiers sondeurs sonores. Le principe est simple: si l'eau transmet mal la lumière, elle diffuse bien le son; donc en enregistrant le temps mis par un signal pour atteindre le fond et remonter, on en déduit facilement la profondeur de la mer. Le seul problème était que la mesure se limitait à la largeur du bateau. Une goutte d'eau à l'échelle de l'océan !

Depuis, les moyens techniques ont bien évolué et si la découverte de l'existence des abysses est de l'ordre du siècle, leur exploration n'est devenue possible que depuis une trentaine d'années grâce aux bathyscaphes. Inventé par le professeur Auguste Piccard et perfectionné

Illustration du submersible américain ALVIN. Appartenant à la US Navy, l'engin participe à l'exploration des abysses.



vements affectant la croûte terrestre, le plus célèbre étant la fabuleuse «fosse des Mariannes» à 11 000 m de profondeur dans l'océan Pacifique nord. La lumière est inexistante dans les abysses et si la température et la salinité y sont pratiquement stables, la pression est le plus grand facteur environnemental agissant sur les organismes: la pression de l'eau augmente d'une atmosphère (atm) tous les 10 m de profondeur, ce qui revient à dire que dans la mer profonde, l'on se situe entre 20 et 1 000 atm !

Cindy Lee Van Dover a choisi de plonger ses caméras dans la zone de fracture de Clarion-Clipperton (dans le Pacifique équatorial) pour y observer des cheminées d'eaux chaudes acides (des sources hydrothermales que l'on appelle aussi «fumeurs noirs») dont les températures peuvent dépasser les 400 °C et mesurer jusqu'à 20 m. Tout autour vit une faune qui a su parfaitement s'acclimater aux rejets de méthane, d'hydrogène sulfuré ou encore de monoxyde de carbone. «On y a observé des crabes, des moules dont la taille dépasse, pour certaines, les 30 cm, plus de 200 types différents d'organismes de plus de 2 cm, dont beaucoup de xénophyophores (organismes unicellulaires pouvant mesurer plus de 10 cm), et des crevettes nommées Rimicaris exoculata qui mesurent un peu plus de 5 cm à l'âge adulte. On peut en compter jusqu'à 3 000 par m², qui se nourrissent avec des bactéries abritées dans leur carapaces et nées grâce à l'énergie chimique des éléments contenus dans les fluides hydrothermaux. C'est de la chimiosynthèse», explique la professeure.

par son fils Jacques, le *USS Trieste* devait atteindre près des 12 000 m dans la fosse des Mariannes en janvier 1960. À partir des années 1980, ces bathyscaphes furent progressivement remplacés par de petits submersibles plus maniables.

«Il est évident que pour les scientifiques, l'important n'est pas de tondre la pelouse mais de choisir une zone et d'observer au plus près la nature du fond de l'océan, la faune qui y vit, la flore qui y prolifère et les phénomènes qui s'y déroulent. Il ne se passe pas un mois sans la mise au jour d'une nouvelle espèce», poursuit la chercheuse. Le domaine abyssal, qui s'étend à des profondeurs supérieures à 2 500 - 3 000 m, recouvre environ 80% de la superficie des fonds marins, soit plus de 65% de la surface totale de la Terre. Il présente d'énormes accidents de reliefs (des fosses) qui sont le résultat des mou-

Bio express

Cindy Lee VAN DOVER



La professeure Cindy Lee Van Dover est née dans le New Jersey (États-Unis), il y a une soixantaine d'années.

Bachelière en sciences de l'environnement en 1977 de l'Université Rutgers (New Jersey), elle détient également un master en écologie de l'UCLA. Elle est Ph.D. en 1989 du **MIT/Woods Hole Oceanographic Institution**.

Sa spécialité en tant que biologiste océanographe est l'étude des écosystèmes à base chimiosynthétique, c'est-à-dire ces sources d'eau chaude qui grouillent de vie au plus profond des océans. Ses centres d'intérêts particuliers: les altérations éventuelles du lit de la mer suite à l'extraction minière, la pollution des océans et l'impact du changement climatique.

Elle a déjà effectué 48 plongées en tant que pilote-commandant du submersible ALVIN (à raison de 3 à 4 expéditions par an) avec des équipes pluridisciplinaires d'ingénieurs, microbiologistes, zoologistes, océanographes, physiciens et chimistes. Une plongée dure généralement 8h (1 h30 de descente et de remontée et 5h d'observation). Ces expéditions l'ont emmenée sur tous les sites de sources hydrothermales connus dans les océans Atlantique et Pacifique.

Elle est professeure à l'Université de Duke, où elle est directrice du **Duke University Marine Laboratory**, mais a pris une année sabbatique qu'elle partage entre les centres de recherche à Brest (France) et Bergen (Norvège).

Pour en savoir plus:
<https://nicholas.duke.edu/marinelab/people/faculty/van-dover>



À gauche, méthode d'exploitation des nodules polymétalliques.

Ci-dessous, deux modèles d'engins servant à récolter les nodules polymétalliques des fonds marins. Notez le rapport à la taille humaine !



UN MONDE FRAGILE ET CONVOITÉ

Depuis quelques années, les déchets plastiques sont devenus omniprésents dans tous les océans du monde et si les plus gros morceaux échouent sur les plages ou flottent dans les premiers mètres (quand ils ne finissent pas dans l'estomac des poissons), il n'est pas rare de voir de fines particules tournoyant dans les grands fonds. Il faut savoir que selon des calculs réalisés par des chercheurs américains et australiens, les déchets plastiques produits en 2010 par quelque 192 pays représentaient environ 275 millions de tonnes (288 en 2012), dont 4,8 à 12,7 millions de tonnes étaient déversés dans les mers du monde entier.

D'autre part, bien peu de personnes semblent conscientes des risques encourus par les océans en raison du réchauffement climatique. Climat et océans sont intimement liés: non seulement les mers absorbent environ le quart du CO₂ émis par les hommes mais elles digèrent aussi près de 93% de l'excès de chaleur. Et ce trop-plein de dioxyde de carbone et de chaleur commence à avoir des conséquences sur l'eau, qui s'acidifie (30% de hausse depuis le début de l'ère industrielle) et se réchauffe. Or, acidité et température sont 2 éléments déterminants pour la vie dans les océans.

Cette énorme diversité, le grand nombre d'espèces nouvelles et le fait que plus de

la moitié des espèces observées dépendent de supports (appelés «nodules») qui pourraient être exploités par des entreprises font partie des découvertes les plus surprenantes réalisées par les scientifiques.

L'exploitation des nodules polymétalliques qui reposent dans les grands fonds marins, notamment dans le Pacifique, fait rêver de nombreux pays et entreprises (voir photos ci-dessus). Ces concrétions rocheuses, d'aspect irrégulier, dont le diamètre mesure quelques centimètres, présentent en effet des caractéristiques exceptionnelles. Principalement composées de manganèse, elles peuvent également renfermer d'autres métaux tels que le nickel, le cuivre, du cobalt, de l'aluminium et même du silicium. En d'autres mots, de véritables mines de métaux «rares» par leur valeur... stratégique. Sur une portion de 9 millions de km² située dans la zone Clarion-Clipperton, le poids des nodules atteindrait 34 milliards de tonnes, dont environ 340 millions de tonnes de nickel et 275 millions de tonnes de cuivre.

Bien que ces réserves se situent dans les eaux internationales, un certain nombre de pays, dont les États-Unis, la Grande Bretagne, la France, la Chine, le Japon, la Russie et aussi la Belgique (pour la société G-TEC Sea Mineral Resources NV, dénommée GSR, à Ostende) se sont déjà vu attribuer des permis d'exploration dans le Pacifique. Mais la très stricte réglementation imposée par l'International Seabed Authority (ISA, Autorité internationale des fonds marins, orga-

nisme de l'ONU), interdit actuellement toute exploitation. Le Dr Van Dover lui apporte d'ailleurs son expertise.

Et son avis ne devrait pas conduire à un assouplissement de cette mesure ! Publiées dans un certain nombre de revues scientifiques faisant autorité, ses recherches montrent en effet les dangers d'une exploitation minière pour la grande biodiversité très spécifique des fonds marins car pour être rentable, l'exploitation des nodules nécessiterait un ratissage sur une surface de l'ordre de 500 km² par an et par concession minière, pendant une période de 10 à 15 ans. Outre l'impact direct de l'exploitation qui détruirait l'habitat offert par les nodules et qui mettrait des millions d'années pour se reconstituer (les nodules ont un taux de croissance de l'ordre de 1 mm par million d'année) le panache des sédiments remis en suspension pourrait se disperser sur de grandes distances et avoir un impact non négligeable sur des surfaces 2 à 5 fois supérieures à l'exploitation elle-même.

L'ISA exige des pays, pour la seule phase d'exploration des zones qui leur ont été attribuées, qu'ils effectuent un état des lieux écologique initial. L'autorité des fonds marins de l'ONU exige ensuite un rapport annuel pendant au moins 5 ans. Il pourrait ensuite y avoir des phases de tests pour mesurer directement l'impact sur les écosystèmes. Ce n'est qu'à l'issue de toutes ces démarches que l'exploitation pourrait commencer. En théorie.

DES RÉSERVES MARINES

Conscients de la fragilité et de la vulnérabilité de la vie animale et végétale qui règne dans ce monde du silence, les gouvernements de «grands» pays ont créé des «réserves marines». C'est ainsi qu'en 2014, les États-Unis ont institué, dans le Pacifique, un vaste sanctuaire marin d'une superficie de 1,2 million de km². En pratique, il s'agissait de l'extension du «Monument national marin des îles lointaines du Pacifique» et qui couvrait déjà une surface de quelque 500 000 km² émiétés entre une kyrielle d'îles et atolls du Pacifique. La pêche commerciale et toute activité d'extraction de ressources (dont l'activité minière sous-marine) sont interdites dans cette zone protégée qui inclut, notamment, plus de 130 monts sous-marins qui passent pour être des hauts lieux de biodiversité.

Déjà en 2012, plusieurs pays d'Asie et du Pacifique avaient annoncé la création de vastes superficies marines bénéficiant du statut de «zones protégées». C'est notamment le cas des îles Cook, des Maldives, de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande. La Nouvelle-Calédonie (département français) a également créé, en avril 2014, une «aire marine protégée» de 1,4 million de km² qui abrite des fosses très profondes (jusqu'à 7 919 m) et des récifs coralliens.

Et en mars dernier, le Canada a décidé à son tour de protéger, au large de Vancouver, de grandes et fragiles concrétions formées dans les profondeurs par des organismes appelés «éponges de verre». Ces organismes, *Hexactinellida* en latin, aussi fragiles que tentaculaires, peuvent mesurer jusqu'à 19 m de haut et ne poussent que de quelques centimètres par an (voir photo ci-dessous). À ce rythme, les récifs canadiens auraient plus de ... 9 000 ans ! ■



Un ÉCOSYSTÈME Sans lien avec la LUMIÈRE

L'écosystème des sources hydrothermales est réellement exceptionnel. Le premier maillon du réseau alimentaire est représenté par des bactéries. Celles-ci utilisent le sulfure d'hydrogène, un gaz toxique provenant des sources, pour se développer et croître. L'abondance des bactéries attire plusieurs animaux, comme des vers et des palourdes, qui à leur tour nourrissent de nombreux carnivores, tels que poissons et crabes.



LE CRABE HYDROTHERMAL : les 14 espèces de crabes hydrothermaux sont les créatures les plus féroces de leur écosystème. Rassemblés en gigantesques groupes autour des cheminées, ils dévorent aussi bien des bactéries que des vers, des crevettes ou des mollusques. Parfois, ils se mangent même entre eux !



LE VER DE POMPÉI : le ver de Pompéi est l'animal qui vit le plus près des sources hydrothermales. Il peut atteindre près de 15 cm de long et endurer des conditions extrêmes : la température de l'eau à sa tête avoisine 20 °C, tandis que celle à sa base, fixée directement sur la cheminée volcanique, peut atteindre 80 °C ! Le ver doit son nom à la ville italienne de Pompéi, ensevelie sous les cendres du volcan Vésuve en l'an 79.



LES PALOURDES GÉANTES : les palourdes géantes se rassemblent par centaines autour des sources hydrothermales. Ces mollusques, dont la coquille atteint une taille de près de 30 cm, hébergent des bactéries dans leurs branchies. Ces bactéries utilisent le soufre provenant des sources pour produire la nourriture dont les palourdes ont besoin.



LA LYCODE HYDROTHERMALE : la lycode hydrothermale compte parmi les rares poissons vivant dans l'environnement des sources hydrothermales. Son corps, qui peut mesurer plus de 30 cm, est blanc et sans écailles. Ce prédateur dont la forme rappelle celle d'une anguille nage lentement près du fond, où il se nourrit surtout de petites crevettes et de mollusques.



LE RIFTIA : protégé par un tube attaché au fond marin, le riftia est un ver géant qui peut mesurer jusqu'à 2 m de haut. Cet invertébré vit en colonie à plus de 2 000 m de profondeur, près des sources hydrothermales. Ne possédant ni bouche, ni tube digestif, le riftia héberge dans son corps des bactéries qui produisent la nourriture dont il a besoin.

Et de trois !

La troisième détection d'ondes gravitationnelles est venue confirmer le bon fonctionnement et les capacités de l'interféromètre géant LIGO.

Son homologue européen Virgo est maintenant opérationnel (ou va l'être incessamment).

La traque va donc pouvoir s'intensifier...

Une vision d'artiste
du trou noir binaire
à l'origine de GW170104.

Texte: **Henri DUPUIS** • dupuis.h@belgacom.net

Photos: ©LIGO/Caltech/MIT/Sonoma State (p.34)

Ce 1^{er} juin, un article publié dans les *Physical Review Letters* a fait état de la détection du passage d'une onde gravitationnelle le 4 janvier dernier (1). L'événement a été baptisé GW170104, soit les initiales de *Gravitational Wave* suivies de la date de l'événement. Deux autres GW avaient été repérées auparavant: GW150914 et GW151226. Le premier de ces 2 événements avait donné lieu à une couverture de presse assez extraordinaire en février 2016 lorsque les résultats de cette découverte avaient été publiés. Tout le monde avait alors rappelé que la découverte de ces ondes avait eu lieu un siècle presque jour pour jour après leur prévision par Albert Einstein dans sa relativité générale en 1915. Et qu'elle ouvrait la voie à une nouvelle astronomie, puisqu'elle permettait de confirmer par exemple l'existence de trous noirs et de détecter des événements astronomiques - en l'occurrence la coalescence (la fusion) de 2 trous noirs - qui, sans cela, seraient

passés inaperçus. Cette troisième détection est donc l'occasion de se focaliser davantage sur les ondes elles-mêmes et l'exploit que représente leur détection plutôt que sur leur importance en astrophysique.

LA FAIBLESSE DE LA GRAVITATION

L'expérience que nous avons de la gravitation est newtonienne, c'est celle qui nous retient sur le sol ! Newton l'avait donc conceptualisée comme une force agissant instantanément entre des masses. Mais l'adverbe «instantanément» a toujours gêné les physiciens, même au temps de Newton. Plusieurs autres explications du phénomène ont donc été tentées mais sans résultats probants jusqu'à Einstein. Celui-ci se demande si une masse en mouvement accéléré peut produire des ondes, exac-

tement comme une charge électrique accélérée produit une onde électromagnétique. Intuition géniale ! Et effectivement, c'est ce qu'il démontre en proposant des solutions à ses équations du champs gravitationnel: ces solutions représentent des ondulations de la courbure de l'espace-temps qui se propagent à la vitesse de la lumière. Voilà les physiciens soulagés, il n'est plus question d'instantanéité, mais ils ne sont pas sortis d'affaire pour autant. Car on ne peut trouver plus différents que ces 2 types d'onde !

Première différence: la gravitation est toujours attractive; on n'a jamais vu 2 masses se repousser alors que 2 charges électriques de même signe se repoussent. Plus bizarre sans doute: le photon, particule responsable de l'interaction électromagnétique, n'a pas lui-même de charge, il est neutre. Mais le supposé graviton (toujours pas découvert d'ailleurs) qui transporte la gravitation est affecté d'une charge

gravitationnelle associée à son énergie. Autrement dit, l'onde gravitationnelle est elle-même source de gravitation: on dit que la gravitation gravite ! En principe, il faut donc tenir compte de cette gravitation d'interaction supplémentaire. Enfin, et surtout, l'intensité de la gravitation est extraordinairement faible comparée à celle de la force électromagnétique. Mais elle a sur cette dernière un «avantage»: être proportionnelle au produit des masses des corps sur lesquelles elle s'exerce. On comprend qu'au niveau atomique, elle soit dérisoire face aux intensités des autres forces fondamentales. Ainsi, entre un noyau d'hydrogène et son électron, elle ne sera que de $3,6 \cdot 10^{-47}$ N alors que la force électromagnétique qui unit ces 2 éléments sera environ 10^{39} fois plus importante ! On comprend que la production et la captation d'ondes gravitationnelles en laboratoire aient dès lors posé tant de problèmes alors que les ondes électromagnétiques ont été découvertes dès la fin du 19^e siècle, peu de temps après leur prévision théorique ! Pour avoir une chance de détecter les ondes gravitationnelles, il faut, sans jeu de mots, des masses astronomiques: c'est donc vers le ciel qu'il faut se tourner.

LES INTERFÉROMÈTRES ENTRENT EN SCÈNE

Vers le ciel, mais pas n'importe où. Car la théorie a montré que pour engendrer des ondes gravitationnelles qui ne soient pas insignifiantes - malgré les masses mises en jeu dans l'univers - il faut des astres qui se déplacent à une vitesse proche de celle de la lumière et sont incroyablement massifs. Bref, on oublie notre bonne vieille Terre ou notre Soleil. Il faut des endroits où se passent des cataclysmes terribles, dont on peine à imaginer qu'ils existent. Heureusement pour nous, ils sont lointains; malheureusement pour les physiciens, ils sont lointains... car l'énergie gravitationnelle qu'ils émettent décroît avec la distance.

Mais que veut-on mesurer au fait ? La puissance de l'onde gravitationnelle, donc son amplitude, c'est-à-dire la variation relative de l'espace au passage de l'onde. Car lorsqu'une de ces ondes nous atteint, tout l'espace se déforme, nous compris. Mais dans des proportions telle-

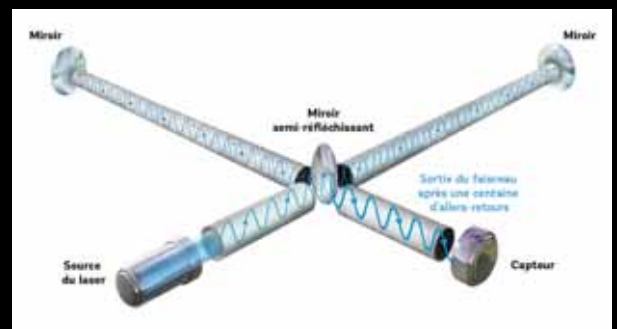
L'interféromètre Virgo en Italie. Les deux bras perpendiculaires ont une longueur de 3 km.
Ci-dessous, schéma de fonctionnement de l'interféromètre Ligo.



ment faibles que, bien sûr, cela n'a aucune incidence ni sur nous, ni sur les bâtiments ni sur la planète. Pour mesurer cette «insignifiance», les scientifiques ont imaginé, dès 1989, recourir à des interféromètres géants.

Un interféromètre est un appareil qui permet de mesurer très précisément la distance entre 2 miroirs grâce aux franges d'interférence produites par un rayon lumineux qui frappe ces miroirs. Deux ont été construits aux USA à 3 000 km de distance (les jumeaux LIGO, *Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*) et un autre en Italie, près de Pise (Virgo, car c'est l'amas de la Vierge qui est particulièrement scruté). La première génération de ces interféromètres, achevés en 2001, n'a rien détecté. Il a fallu attendre la requalification des LIGO pour une première détection en 2015; Virgo vient lui aussi d'être remis à niveau et devrait récolter ses premières données cet été.

Comment ? Une source laser émet un rayon infrarouge qui se sépare en 2 lorsqu'il frappe une lame séparatrice; chacun des 2 faisceaux ainsi obtenus est envoyé dans un bras de l'interféromètre (les 2 bras sont perpendiculaires). À leur sortie des bras, ils produisent une figure d'interférence. Lorsque l'onde gravitationnelle traverse l'interféromètre, elle modifie de manière différente les trajets suivis par la lumière dans les 2 bras puisque ceux-ci sont perpendiculaires l'un à l'autre. Cette variation infime des longueurs des bras est inférieure au diamètre d'un atome ! Cela suffit pour



que les 2 faisceaux (qui ont fait de multiples fois le trajet dans chaque bras pour en multiplier la longueur) ne soient plus en phase: le détecteur enregistre alors des figures d'interférence différentes des premières. Il est essentiel de disposer de plusieurs interféromètres. D'abord pour déterminer l'origine de la source de l'onde par simple procédé de triangulation. Mais aussi pour éliminer les bruits parasites. L'effet de l'onde peut être masqué par quantité de bruits parasites soit d'origine physique (le bruit de grenaille des photons du faisceau laser) soit sismiques comme les activités humaines, des mini-séismes, etc. Disposer d'interféromètres très éloignés les uns des autres permet de réduire ces derniers bruits: aucune chance en effet qu'un même camion passe à 10 km de chaque interféromètre au même moment ! ■

- (1) GW170104: Observation of a 50-Solar-Mass Binary Black Hole Coalescence at Redshift 0.2, B.P. Abbott et al. (LIGO Scientific and Virgo Collaboration) *Phys. Rev. Lett.* 118, 221101 - Published 1 June 2017



Texte: **Jean-Michel DEBRY** • j.m.debry@skynet.be

Photos: © 2011 **Ralph EB Green**/Flickr (p.36), **David Cook**/Flickr (p.36), **Freepik** (p.38), **janofonsagrada**/Flickr (p.39)

Du malheur des uns au bonheur des autres

Étrangement, on a tendance à n'évoquer les espèces animales ou végétales que quand elles sont en voie d'extinction, comme si la présence des autres ne comptait pas ou peu. Tout aussi étrangement, on pointe avec agacement le nom de quelques autres espèces qui, elles, deviennent envahissantes; avec comme corollaire, l'implication intentionnelle ou accidentelle de l'homme dans leur implantation ou leur dissémination. Des exemples ? La renouée du Japon aux allures de bambou ou de roseau, importée au 19^e siècle pour stabiliser les remblais du chemin de fer naissant. Ou le *Buddleia* (l'arbre à papillons) venu du Tibet. Ou encore l'écureuil gris, le carassin doré (le poisson rouge), le rat musqué, la pyrale du buis, etc. Les exemples foisonnent avec des présences qui varient d'un pays à l'autre. Et dans tous les cas, ces envahissements semblent acquis - pendant un temps en tout cas - au détriment d'espèces locales dont la niche écologique est usurpée.

C'est aussi le cas, loin de chez nous, du cacatoès à huppe jaune (*Cacatua galerita*) qui se montre envahissant dans les bois du côté d'Hong Kong. Du coup, on est prêt, dans ce coin de Chine, à lui mener une lutte hautement répressive. Mais des scientifiques ont fait remarquer que la même espèce est en voie d'extinction dans son territoire indonésien d'origine. D'où l'idée de capturer une partie au moins des envahisseurs, de les maintenir en quarantaine le temps de s'assurer qu'ils ne portent pas de maladies ni n'hébergent de para-

sites et de les réinjecter dans les zones où ils sont devenus rares. Une manière intelligente et concertée de satisfaire les uns et les autres. Il suffisait d'y penser. Et dans la foulée, les mêmes scientifiques ont recherché s'il n'y avait pas d'autres espèces qui pourraient bénéficier d'un traitement identique. Et ils en ont identifié 49, qu'il s'agisse d'oiseaux, de mammifères ou de reptiles. Reste maintenant à mettre en œuvre les stratégies de capture, de contrôle et de réintroduction, avec tout le suivi nécessaire.

Plutôt que se lamenter sur un état de carence ou d'excès, il est parfois utile d'élargir sa perception du problème. Les frontières, quand elles ne sont pas infranchissables (mers, montagnes, etc.), sont ignorées des espèces animales. Celles-ci s'installent, si elles le peuvent, là où on les a implantées. Le reste est affaire de gestion raisonnée et intégrée. De moyens financiers aussi, souvent, et ce n'est pas là que réside le plus simple... ■

► *Science*, 2017; 355: 11

► *La tribune de Genève* 26-26/2: 31



Gènes et variants

Contrairement à ce qu'on a longtemps pensé, l'être humain n'est défini que par 20 à 22 000 gènes, soit pas davantage que la souris avec laquelle il partage la plus grande partie de ses caractères, les autres étant aussi ceux qui les rendent extérieurement différents. Pour le reste, ils sont l'un et l'autre des mammifères, ce qui implique un fonctionnement métabolique similaire, d'ailleurs souvent bien conservé par l'évolution depuis des dizaines, voire des centaines de millions d'années. Par les variants qu'ils se sont offerts avec le temps, ces gènes définissent les caractères propres à chaque espèce, mais apportent aussi une variabilité importante au sein de l'espèce elle-même. Il suffit, pour s'en convaincre, de constater combien les humains peuvent se montrer différents entre eux. Et encore ne perçoit-on que ce qui est extérieur et visible. Ils sont bien entendu aussi différents dans leur fonctionnement et dans les registres métaboliques les plus divers.

Les études autorisées aujourd'hui par une technologie affûtée permettent un séquençage complet du génome dans un temps court et pour un coût qui tend à se réduire sensiblement. La somme de 1 000 dollars pour un séquençage complet reste une perspective crédible et réaliste. Mais si on ne s'intéresse qu'aux seules parties du génome réellement codantes, on réduit considérablement le travail d'inventaire puisqu'elles ne représentent qu'1,5% environ de l'ensemble de l'ADN, soit 45 millions de nucléotides sur les 3 milliards que compte la molécule dans son ensemble. Les exons sont ces parties codantes.

Les chercheurs ont entamé une étude systématique de ces séquences dans une cohorte de plus en plus importante d'humains, afin d'approcher au plus près le nombre de variants que le génome de l'espèce comporte. Si, en 2009, un premier travail comparatif de synthèse portait sur 12 individus seulement, un autre, récent, repose sur une cohorte de plus de... 60 000 sujets; ce qui démontre au minimum que, dans l'intervalle, la technologie est devenue considérablement plus performante.

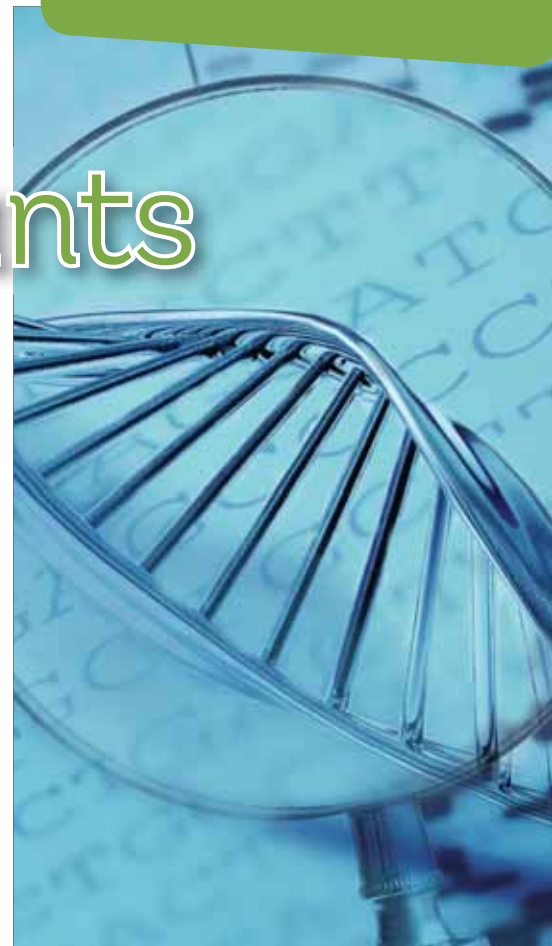
Ce que les résultats permettent, c'est d'établir une estimation du nombre de variants; ils concerneraient 1 nucléotide sur 8, soit en théorie, et rapportés aux 3 milliards du total, 6 millions environ. Les auteurs portent leur estimation à une valeur un peu plus élevée, proche de 7,5 millions. La moitié des variants rapportés n'apparaissent qu'une seule fois dans l'étude, ce qui ne signifie pas forcément qu'ils soient rares. Car même si le nombre de sujets retenus est proche de 60 000, il reste très éloigné encore de ce qui constitue l'ensemble de la population humaine.

La diversité des humains ne s'arrête toutefois pas encore là; on estime en effet que chacun des gènes produit une moyenne de 4 à 6 transcrits, ces «copies» (ou ARN messagers) qui permettent ensuite la synthèse de protéines. C'est notamment ce qui fournit une explication à une problématique de longue date sans explication: si nous sommes «codés» par 22 000 gènes seulement, nous produisons 100 000 protéines au moins si ce n'est davantage. C'est donc qu'au départ

de chaque unité d'information (ou gène), plusieurs formules sont possibles. On en a la preuve aujourd'hui. C'est sans doute ce qui contribue à notre richesse ! ■

► *Nature*, 2016; 536: 285-290

► *Nature*, 2016; 536:177-178



BIOzoom



Aussi surréaliste qu'un champignon qui aurait poussé dans le sable, le mont Roraima est bien une montagne tabulaire d'Amérique du Sud partagée entre le Brésil, la Guyane et le Venezuela. Au sommet de ses falaises hautes de 1 km, son plateau abrite un environnement totalement différent de la forêt tropicale humide et de la savane qui s'étendent à ses pieds. On y trouve de nombreuses grottes, une faune et une flore particulièrement endémiques.

**Pourquoi
les moustiques
qui transmettent
des maladies
à l'humain
(dont la malaria)
ne sont-ils pas
eux-mêmes affectés ?**

Parce qu'ils détruisent à l'avance leurs propres cellules-cibles ! On sait, dans le cas de la malaria par exemple, que c'est un protozoaire parasite, le plasmodium, qui est responsable de la pathologie. Importé par la piqûre d'un moustique femelle dans le réseau circulatoire des humains, il attaque de façon spécifique les globules rouges menant à leur dégradation et à un tableau clinique malheureusement bien connu.

Les moustiques (en particulier les principaux vecteurs, du genre *Anopheles*) n'ont pas de globules rouges; mais la fonction de ceux-ci, dans l'hémolymphe - équivalent de notre sang - est assurée par les haémocytes, un autre type de cellules, non colorées. En toute logique, les plasmodiums pourraient s'en prendre à eux, par défaut. Mais ils ne le font pas. Pourquoi ? Tout simplement parce que le système immunitaire des moustiques infectés a pris les devants en détruisant de façon préventive ces cellules ! C'est ce que des chercheurs viennent de découvrir et de publier. Pour s'en convaincre, ils ont pris le soin de colorer artificiellement ces haémocytes chez des Anophèles avant de les infecter avec le parasite; une façon simple de voir ensuite disparaître les cellules artificiellement marquées. Plus de cible, pas d'infection. Simple et efficace. Reste aux moustiques ensuite à «faire sans» ces cellules du sang. Ce qui implique sans doute des adaptations. Mais on sait aussi que la durée de vie de l'insecte n'est que très peu inscrite dans le temps. Ce qui peut expliquer ce sacrifice fonctionnel. ■

► *Science immunology*, 2017; 2. eaal1505

► *Science*, 2017; 355: 363



Un peu d'humain dans le cochon (ou inversement ?)

Une publication récente rapporte que des chercheurs ont réussi à greffer durablement des cellules souches humaines dans des embryons de porc. Délire de scientifiques ? Évidemment non, la tentative ne visant qu'à permettre un suivi du développement embryologique de cellules humaines en conditions dynamiques; ce qu'on ne peut évidemment pas faire avec de vrais embryons humains.

Une première intention a été, après les avoir marquées, d'intégrer de telles cellules dans des embryons de souris et de replacer le tout dans l'utérus de femelles pseudo-gestantes afin de suivre leur développement. Bonne idée, à part que ça n'a pas très bien marché. D'où l'idée de les intégrer plutôt dans des embryons de porc. Pourquoi cet animal en particulier ? Parce qu'on sait qu'il existe de nombreuses similitudes entre lui et nous; pas sur un plan comportemental, mais embryologique. On sait aussi que les organes qui ressemblent le plus aux nôtres sont ceux qu'on trouve chez ce Suidé. D'où l'introduction de cellules souches humaines dans cet environnement inhabituel afin de voir comment elles évoluent.

Pour le moment, on s'en tient au constat expérimental: les cellules humaines s'intègrent plutôt bien dans ces tissus animaux. C'est déjà une victoire. Par la suite, elles ont tendance à disparaître en se noyant dans la masse. Et pendant un temps, ce qui se développe, c'est ce qu'on appelle une chimère, née de la juxtaposition plus ou moins harmonieuse de lignées cellulaires appartenant à 2 espèces différentes. L'intérêt ? L'étude fondamentale de leur interaction. Mais - ce n'est toutefois pas dit dans l'étude rapportée - on sait que certains organes du porc sont à ce point semblables à ceux des humains qu'on pourrait utilement y avoir recours pour en faire des greffes. L'idée n'est pas neuve. Les «manipulations» actuelles ne constitueraient-elles pas une étape intermédiaire dans cette perspective d'«humanisation» d'organes animaux ? Ce n'est, une fois de plus, pas dit mais il n'est pas interdit d'y penser. ■

► *Cell* 2017; 168: 473-486

De la défense des abeilles

Les abeilles nous sont chères; par la pollinisation à laquelle elles contribuent, mais aussi pour le miel qu'elles produisent et que nous n'avons cessé d'exploiter. Mais on ne sait que trop qu'elles sont vulnérables, victimes du varroa, de pesticides et de maladies diverses, notamment d'origine bactérienne. À ce propos, on vient de découvrir à quel point leur microflore digestive peut jouer un rôle protecteur. Des scientifiques ont en effet eu l'idée de priver artificiellement des abeilles (*Apis mellifera*) de leur flore intestinale et de comparer ensuite leur métabolisme à une population de témoins. Résultat: les secondes produisent 28 fois plus d'apidaecine que les premières, un agent antimicrobien qui les protège contre les attaques de pathogènes. C'est en particulier ce qu'une injection expérimentale d'*Escherichia coli* a démontré.

Ce n'est bien sûr pas la seule défense dont les abeilles mellifères disposent pour contrer les attaques de pathogènes, mais cela y contribue. Il y a donc matière à ce qu'on y prête une attention plus poussée dans la perspective de lutte active contre les maladies qui pourraient les affecter. Voilà donc ces hyménoptères, comme les humains, déclarés sous la tutelle de leur microflore digestive. Mais si c'est pour leur bien... ■

► *Nature*, 2017; 542: 274



Le temps qui passe...

Une question existentielle qui taraude chacun d'entre nous depuis l'enfance et qui reste généralement sans réponse est la suivante: pourquoi le temps passe-t-il vite quand on vit un moment agréable et si lentement dans la situation inverse ? La réponse est vraisemblablement multiple et individuelle. La première interprétation tient au fait qu'on est beaucoup moins attentif au facteur «temps» quand on est très occupé, surtout s'il s'agit d'une occupation qui nous gratifie d'une récompense: un jeu partagé, un film agréable et pourquoi pas, un travail intense. À l'inverse, un séjour en salle d'attente qui s'éternise ou un bouchon qui ne se résorbe pas laissent une impression d'éternité.

La notion ressentie du temps qui passe (vite ou non) résulte d'une analyse faite par plusieurs zones intégratives du cerveau dont l'hippocampe et le striatum, la première étant pour partie impliquée dans la mémoire, la seconde dans les «ressentis» en général. Le fait que les personnes atteintes de la maladie de Parkinson aient une perception modifiée du temps a attiré l'attention des neurologues sur la dopamine, ce neuromédiateur qui leur fait progressivement défaut. C'est précisément sur lui que repose une partie de la recherche menée aujourd'hui en matière de perception temporelle. Des expériences portant sur des souris ont permis d'établir un lien apparemment direct entre la production de la molécule et le paramètre temps: l'activation des neurones dopaminergiques diminuant la perception du temps qui passe, l'inhibition menant à l'impression inverse. Le mécanisme - dont on n'a ici qu'un élément - est sans doute plus complexe et n'est pas forcément transposable tel quel de la souris à l'homme, d'autant que l'on sait que s'il les connaît, le cerveau anticipe sur les activités à venir, gratifiantes ou non. Et c'est peut-être là que réside un des aspects jusqu'ici méconnus du processus. Si l'activité imposée à la souris lui apparaît gratifiante (activant le circuit de récompense) mais surtout inattendue, une sorte de «message d'erreur» lié à ce qui était attendu (ou non pressenti) s'active et on assiste à une augmentation de la production de dopamine. L'inverse est également vrai. Du coup, l'«horloge interne» s'en trouve modifiée dans un sens ou dans l'autre.

Il reste à identifier quels sont les autres effecteurs impliqués dans le processus. On aura compris qu'il vaut mieux être engagé dans une activité «prenante» et si possible gratifiante que le contraire. Est-ce seulement pour cela que les générations montantes sacrifient autant de temps au jeu, souvent virtuel ? Ce n'est pas dit et autant le rappeler, ce qui est rapporté ne vaut encore que pour la souris ! ■

► *Science*, 2016; 354: 1231-1232

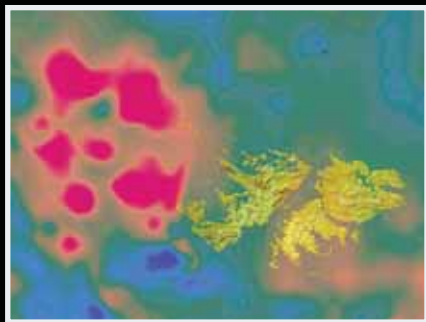
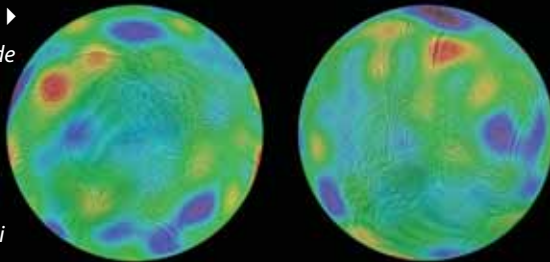
► *Science*, 2016; 354: 1273-1277

À la Une du Cosmos

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

La topographie d'Encelade suggère que cette lune de Saturne a basculé de 55 degrés dans un lointain passé, probablement à la suite d'une collision.

Photo: Cassini



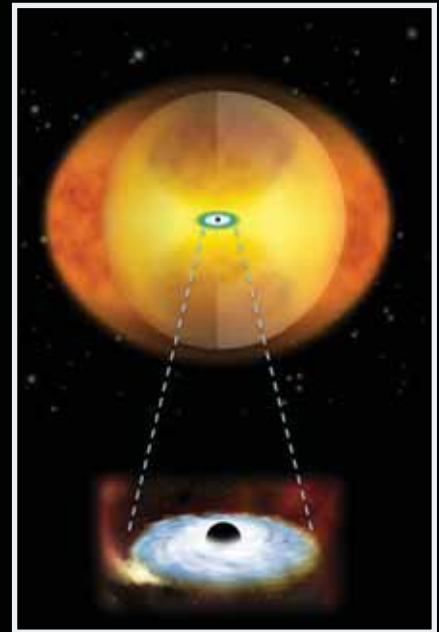
Impacts à gogo... L'étude d'un cratère canadien indique que l'impact d'une météorite a enclenché une activité volcanique, amenant en surface des matériaux des profondeurs, tandis qu'un bassin circulaire de 250 km de diamètre situé près des Malouines pourrait avoir été créé par un violent impact datant à peu près de la grande extinction du Permien, il y a 250 millions d'années. Plus loin de nous, on a observé un nouvel impact météoritique

dans l'atmosphère de Jupiter, le 6^e depuis l'impact de la comète Shoemaker-Levy 9 en 1994 et on a déduit que la sonde LRO avait reçu une météorite en 2014 à cause d'un «flou» dans une image...

Photo: National Centers for Environmental Information

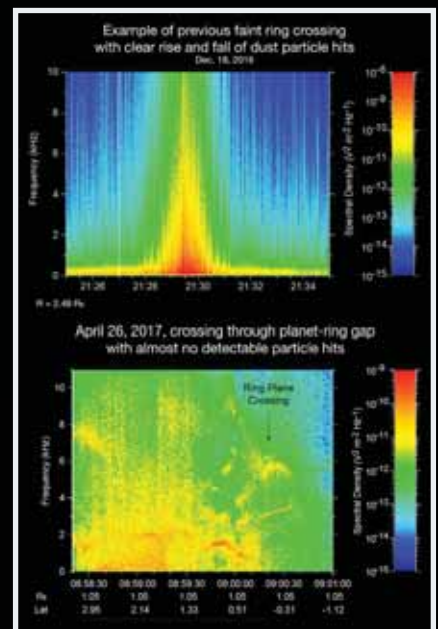
C'est bientôt la fin... Un dernier passage près de Titan a entraîné la sonde Cassini sous les anneaux de Saturne, et elle «frôle» désormais la planète - ce qui a permis de montrer que la zone située sous les anneaux de Saturne est plus vide qu'on ne le pensait. L'aventure se terminera par un plongeon dans l'atmosphère de la planète géante le 15 septembre.

Photo: Cassini



Les trous noirs supermassifs se développant dans les galaxies résultant d'une fusion sont entourés d'une sphère de gaz et de poussières alors que dans les galaxies normales, ils sont entourés d'un anneau.

Photo: vue d'artiste - NASA/CXC



Il existe des planètes sans étoile...

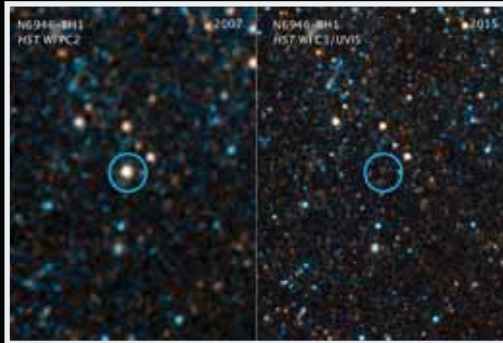
On en connaît peu, mais SIMP

J013656.5+093347 est venue s'ajouter à la liste ce mois-ci tandis que OTS44 a surpris: entourée d'un disque de gaz et de poussières à la manière d'une étoile jeune, elle suggère que ces planètes isolées se forment comme les étoiles normales.

Photo: J. Olofsson (vue d'artiste)

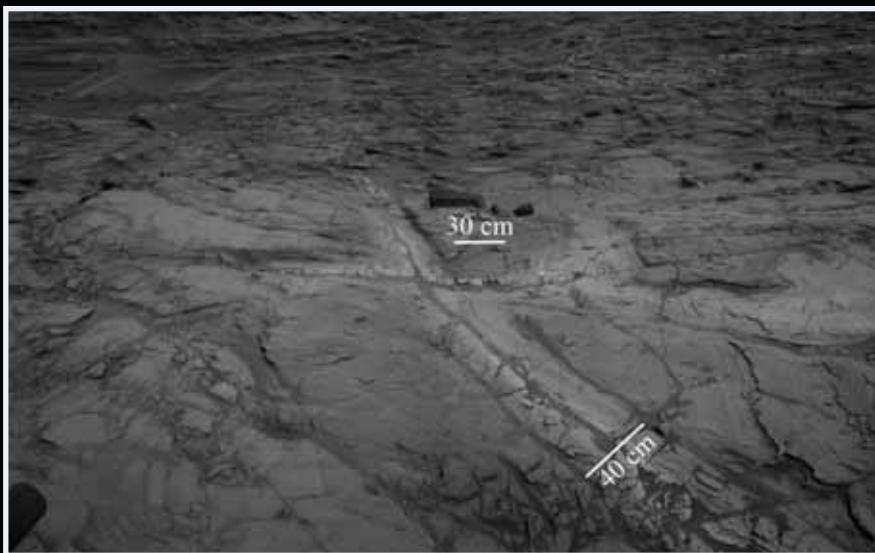
On a trouvé l'origine de flashes lumineux observés dans les images de la Terre: ils sont dus à des cristaux de glace aux hautes altitudes et s'expliquent probablement simplement, par une simple réflexion de la lumière solaire sur ces cristaux.

Photo: DSCOVR



Les étoiles massives n'explosent pas toutes en supernovae. N6946-BH1 a disparu tranquillement sans laisser de trace, devenant très probablement un trou noir.

Photo: HST



Quoi de neuf sur Mars ? Le rover Opportunity entreprend l'étude de la Vallée de la Persévérance, dont l'origine est encore mystérieuse. En parallèle, une étude propose que Mars soit née... dans la ceinture d'astéroïdes ! De plus, si l'on sait qu'il a beaucoup plu sur Mars, on peut désormais modéliser les gouttes... Enfin, la détection de silicates le long de fractures confirme la présence d'eau liquide à la surface de la jeune planète Mars - et l'eau souterraine a pu subsister plus longtemps qu'on le pensait.

Photo: MSL

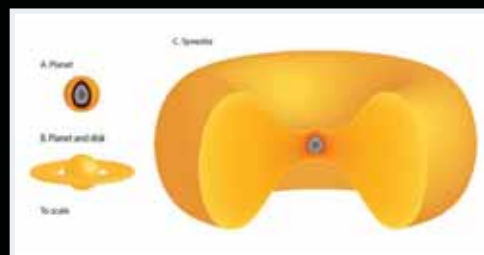


Les résultats de Juno commencent à tomber: nuages ancrés profondément, champ magnétique plus fort et complexe que prévu, intérieur également plus complexe que prévu, aurores scrutées, cyclones en nombre...

Photo: Juno



L'origine de l'antimatière présente dans notre Galaxie est désormais connue: des explosions de supernova dues à la fusion de deux naines blanches...



Un nouveau type de planète est proposé: la synestia, avec un cœur entouré d'un tore de roches vaporisées...

Photo: S. Lock (vue d'artiste)



Nos communications à basse fréquence changent la magnétosphère, créant une barrière contre les particules énergétiques...

Photo: Van Allen (vue d'artiste)

Qu'est-ce qui s' passe ?



Texte: Théo PIRARD

Il n'est plus seulement question de pollution de l'environnement terrestre, liée au phénomène de démocratisation débridée sous l'effet de la société de consommation. Ce phénomène gagne la dimension de l'espace. Pour répondre aux besoins de communication et d'information, on assiste à une prolifération de satellites. Le milieu spatial est de plus en plus encombré par des débris, en tous genres, d'engins sur orbite, d'étages de fusées, d'objets perdus et devenus inutiles... Ils sont là-haut pour des dizaines, voire des centaines d'années ! Leur surveillance permanente passe par la mise en œuvre autour du globe d'observatoires qui scrutent le ciel en continu (comme le montre le tableau ci-dessous). L'ESA (European Space Agency) a publié ces chiffres à l'occasion de la 7^e édition de l'European Conference on Space Debris, qui fut organisée à Darmstadt (siège de l'ESOC), du 18 au 21 avril...

Parmi les quelque 350 experts qui ont participé à cette conférence, il y avait le spécialiste américain Donald Kessler, qui a donné son nom à un scénario de collisions sur orbite. Avec ce qui s'appelle le syndrome de Kessler, ne faut-il pas craindre le pire ?

Dès 1978, D. Kessler, qui était consultant de la Nasa, a émis l'hypothèse dramatique d'une réaction en chaîne, donnant lieu à une augmentation exponentielle des débris. Cette tragédie fut fort bien illustrée en 3D, avec beaucoup d'effets à sensations, dans le film de science-fiction *Gravity* : sorti en 2013, il avait pour vedettes les «astronautes» Sandra Bullock et George Clooney. Le risque est bien là de collisions entre satellites, épaves et détritiques sur orbite. On assistera à une détérioration irrémédiable de notre accès à l'espace. D. Kessler a d'ailleurs fait état que 1 satellite sur 10 (environ 10%) a été l'objet d'un contact avec un débris spatial. De leur côté, les opérateurs de satellites restent plutôt discrets au sujet de ce type d'«accident» sur orbite. Régulièrement, des satellites qui disposent de petits moteurs effectuent des manœuvres pour éviter une épave.

Au-delà d'un certain seuil de pollution, il deviendra difficile d'aller dans l'espace en toute sécurité. N'est-il déjà pas temps de tirer le signal d'alarme, avant que l'accident ne se produise ?

Il est plus qu'urgent de s'alarmer pour notre avenir spatial.

Le phénomène *NewSpace* depuis 2015 pousse des entrepreneurs à annoncer des constellations avec des centaines, voire des milliers de petits et très petits satellites, ainsi que des cadences élevées de lancements au moyen de systèmes partiellement réutilisables. Comment éviter qu'il donne lieu à une exploitation débridée, voire désordonnée du milieu spatial. Il faut inciter les instances publiques - au niveau international et dans les États - à mieux encadrer les initiatives commerciales dans le respect d'un environnement qui, jusqu'ici, était à l'abri d'une pollution outrancière et dangereuse. Or, on assiste à un développement quelque peu anarchique des systèmes, sans le moindre souci pour la sauvegarde d'une dimension qui démontre sa grande utilité pour les citoyens de notre planète. Faudra-t-il la réaction en chaîne entre débris sur orbite pour mettre sur pied une instance supranationale de sécurité spatiale ?

SOS pollution de l'espace ! Mais qui va investir dans un système efficace de nettoyage de l'environnement spatial ?

Devant le danger croissant d'une détérioration irrémédiable du nouveau monde de l'espace, la Ministre allemande Brigitte Zypries, en charge des affaires économiques, a lancé cet appel : «Nous

Nombre de mises sur orbite depuis 1957	5.250
Nombre (estimation) de satellites en service	Environ 1.200
Débris spatiaux répertoriés de 10 cm	23.000
Estimation des objets spatiaux de 1 cm	~750.000
Évaluation d'éléments de quelque 1 mm	~166 millions

demandons une solution coordonnée au niveau global à ce qui est, après tout, un problème global pour les satellites essentiels dans la fourniture de services pour nous tous». De son côté, Dr Jan Woerner a regretté que l'ESA, lors de son Conseil au niveau ministériel en décembre dernier, n'ait pu convaincre ses États membres de financer la mission *e.deorbit* de son programme *CleanSat*, qui était envisagée pour 2023. Il ne désespère pas d'avoir son financement lors du prochain Conseil ESA qui doit se tenir en Espagne en 2019. Ne sera-t-il pas alors trop tard pour mettre en œuvre une démonstration (expérimentale) de dépollution sur orbite ? ■

Tourisme spatial:

risques et frissons garantis

Texte: **Théo PIRARD** • theopirard@hotmail.com

Photos: **Virgin Galactic** (p.43), **Blue Origin** (p.44), **SpaceX** (p.44)

Aller dans l'espace: un rêve encore inaccessible... Sauf pour les grandes fortunes de la Terre. Ils sont à ce jour 6 hommes et 1 femme à s'être offert durant la décennie passée le ticket pour un séjour dans l'ISS (International Space Station) avec expériences scientifiques et technologiques. Par contre, le tourisme spatial avec des systèmes privés, qui est annoncé depuis une dizaine d'années, a bien du mal à se concrétiser. 2018 devrait être une année cruciale dans leur mise en œuvre avec des vols commerciaux dans l'espace...

Ils sont 7 «touristes» à être allés dans l'espace - entre 2001 et 2009 - lors de missions à bord de l'ISS (International Space Station). L'un d'entre eux - Charles Simonyi d'origine hongroise - s'est même payé le luxe de 2 vols orbitaux pour un total de plus de 26 jours en impesanteur. Ces expéditions ont eu recours à des systèmes gouvernementaux, comme le vaisseau *Soyouz* russe. Les tickets ont coûté entre 20 et 40 millions d'euros. Ils étaient facturés principalement par l'agence spatiale russe *Roscosmos*. Celle-ci se chargeait de leur entraînement, durant plusieurs mois, à Zvezdny Gorodok (Cité des étoiles), dans la grande banlieue de Moscou. Pour l'heure et dans l'immédiat, aucun passager à des fins touristiques ne se prépare à une visite prochaine de la station. Certes, *Boeing* avec le *Cst-100 Starliner* et *SpaceX* avec le *Crew Dragon* développent des vaisseaux privés pour des allers-retours sur orbite vers l'ISS: ils devraient être mis en service opérationnel à partir de 2019.

CAPSULE CONTRE PLANEUR DÈS 2018

Il est un mode moins coûteux de goûter à la dimension spatiale. Il s'agit du tourisme suborbital qui s'inspire des premiers vols qu'ont effectué, en 1961, 2 astronautes de la *Nasa*: des «sauts de puce» au-delà des 100 km. Cette altitude, dite *ligne de Karman*, est présentée comme la frontière de l'espace. Tout qui la franchit est considéré comme ayant décroché ses ailes d'astronaute. Ce tourisme suborbital qui n'est pas sans risques sera un condensé, sur quelques minutes, de sensations: forte accélération pour une montée rapide dans le ciel, trajectoire parabolique avec quelques minutes de «nage» en impesanteur, impressionnant retour sur le plancher des vaches. Il faudra dépenser quelque 150 000 euros pour réaliser, sur base d'un examen médical et d'un court entraînement, cette escapade à la lisière du monde spatial.

On annonçait la commercialisation de ces vols suborbitaux pour le début de cette décennie. Mais pas question de brûler les étapes dans le développement privé de systèmes permettant en toute sécurité des bonds à quelque 100 km. Deux entreprises américaines sont en mesure de les proposer dès 2018, à condition qu'aucun incident voire accident ne vienne ralentir la campagne des essais dans les prochains mois.

• **Virgin Galactic**, que l'on doit à l'homme d'affaires britannique Sir Richard Branson, semblait la mieux positionnée pour de brefs aller-retours dans l'espace à partir du *Spaceport America* à Las Cruces (Nouveau Mexique). Son système combine 2 appareils réalisés par *Scaled Composites*: un quadriréacteur *WK2* (*White Knight Two*) et un planeur-fusée *SS2* (*SpaceShipTwo*). Celui-ci, conçu pour emmener 2 pilotes et 6 passagers, est largué à l'altitude de 15 km, puis se propulse grâce à un moteur hybride pour monter au-delà de la *ligne de Karman*. Grâce à une aile basculante, il effectue une parabole afin d'amorcer une descente en planant. Son concept a pu être vérifié lors d'essais entre 2010 et 2014 au-dessus du désert de Mojave (Californie). Les vols propulsés se sont révélés plus délicats que prévu. Le 31 octobre 2014, alors que la phase de tests à haute altitude devait qualifier le *SS2* «*Enterprise*» pour des vols opérationnels, une fausse manœuvre du copilote provoquait sa destruction en pleine accélération. De cet accident, seul le pilote s'en sortait avec de graves blessures. Un deuxième exemplaire - le *SS2* «*Unity*» - était construit pour la reprise des essais. Ses vols planés doivent être suivis au cours de cet été par des tests propulsés décisifs.

• **Blue Origin**, que l'on doit à l'Américain Jeff Bezos, le «père» du commerce global en ligne *Amazon*, s'est lancé dans l'innovation technologique pour rendre l'espace plus accessible (voir photo 1, p. 44). Avec son système *New Shepard* mis au point dans la plus grande discrétion, démonstration a été faite de la faisabilité technologique de réutiliser une fusée à propulsion cryogénique et une capsule récupérée par parachutes. Les lancements se sont déroulés avec succès entre novembre 2015 et octobre 2016 dans le ranch privé de Van Horn (Texas). C'est de là que seront organisés de façon spectaculaire des bonds suborbitaux à des fins commerciales: avec 6 personnes à bord,



un vaisseau doté de grandes baies vitrées volera de façon automatique, après avoir été lancé par une fusée cryogénique. *Blue Origin* fait preuve de beaucoup de discrétion sur l'état des préparatifs en cours (voir photo 2, ci-dessus).

PÉRIPLÉ LUNAIRE POUR FÊTER APOLLO-8

Un autre opérateur privé du transport spatial ambitionne une expédition touristique derrière la Lune... L'entrepre-



nant *SpaceX* n'est-il pas en train de faire la leçon à la bureaucratie *Nasa* ? En décembre 2018, il y aura un demi-siècle qu'un trio d'astronautes américains est monté à bord du vaisseau *Apollo-8* pour réveiller autour de notre satellite naturel. Par un surprenant effet d'annonce, qu'il a savamment orchestré, Elon Musk, le patron de *SpaceX*, révèle une mission de contournement de la Lune pour de riches «touristes» qui ont versé une somme d'argent pour leur réservation. Aucun nom ni montant n'ont été révélés pour ce contrat qui doit permettre à 2 personnes de passer derrière la Lune avant de revenir sur Terre. Cette expédition «extraterrestre» qui n'est pas sans risques doit

être effectuée à la fin de 2018 à bord d'une capsule *Crew Dragon* lancée par une fusée *Falcon Heavy*. Il reste bien des incertitudes concernant les défis de cette aventure lunaire:

- le lanceur *Falcon Heavy* n'a pas encore volé et on s'attend qu'il soit testé durant cet été;
- le vaisseau *Crew Dragon* en préparation doit encore faire ses preuves pour une mission habitée.

La préparation de cette expédition payante vers la Lune oblige *SpaceX* à reporter l'envoi d'une capsule privée *Red Dragon* en mode inhabité vers la Planète Rouge durant la prochaine fenêtre martienne, c'est-à-dire en 2020-2021. ■

Le **NewSpace** à bout de souffle ?

Il fallait s'y attendre: beaucoup d'appelés, peu d'élus. La graine prometteuse du phénomène *NewSpace* de démocratisation de l'espace se nourrit de l'essor des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication), avec son besoin accru de bande passante pour l'échange de données. Ce qui a provoqué une floraison d'entreprises qui ne manquent pas d'audace dans la mise en valeur de la dimension spatiale avec des constellations de micro- et nano-satellites et avec l'exploitation de systèmes économiques de lancements (avec des propulseurs qui se veulent innovants). Mais, les mois passant, on assiste à un phénomène qui s'essouffle avec la prise de conscience des réalités tant financières que techniques.

- La réduction des capitaux à risques pousse à la restructuration d'initiatives, comme on le voit avec la fusion des entreprises californiennes *Planet* et *Terra Bella* qui voulaient se concurrencer sur le marché de l'imagerie, en quasi continu, de la surface terrestre grâce à des armadas de satellites.
- La sous-estimation des défis techniques, alors que la miniaturisation des satellites permet une démocratisation des systèmes spatiaux, se pose pour la maîtrise d'un accès peu coûteux à l'espace, comme pour le déploiement d'infrastructures au sol, notamment dans des régions pauvres et isolées.
- La multiplication des lancements, avec la baisse de leurs coûts, va se traduire par une prolifération sur orbite d'engins en tous genres. La communauté terrestre est-elle consciente des risques qu'une pollution débridée fait courir à une exploitation du monde spatial ? ■



Symbole du NewSpace:
le Falcon 9 au 1^{er} étage réutilisable

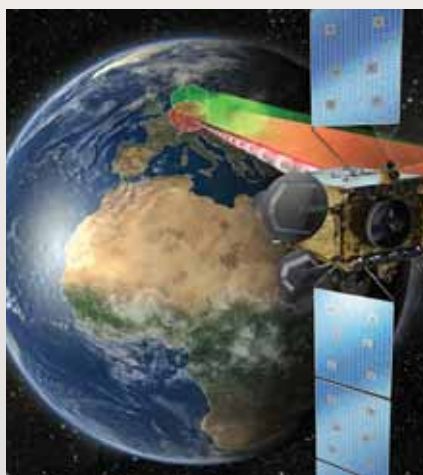
Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: **Théo PIRARD** • Photos: NASA, OHB, ESA

Les avions à la mode Internet par satellites. Le temps que l'on passe dans les airs pourra bientôt être mis à profit pour se connecter grâce à des satellites multi-faisceaux à haut débit. Les opérateurs de satellites ont demandé aux industriels des systèmes spatiaux de développer de tels relais dans l'espace. *Inmarsat*, *Intelsat*, *SES*, *Viasat* qui exploitent de puissants satellites lorgnent vers ce marché qui ne cesse de croître, vu l'importance constante du trafic aérien. *Euroconsult* estime qu'en 2021 plus de 17 000 avions commerciaux seront équipés pour fournir une connexion Internet à leurs passagers. L'essor de cette technologie sera un grand thème de son symposium sur

le business spatial, organisé du 11 au 15 septembre à Paris. ■



QB50: déploiement de nano-satellites éducatifs. Le *Von Karman Institute (VKI)* de Rhode-Saint-Genèse, avec le soutien de la Commission européenne, est en train de réussir l'ambitieux pari de sa constellation QB50 pour sa mission scientifique d'étude *in situ* de la basse thermosphère entre 200 et 400 km d'altitude. Le 18 avril, le module de ravitaillement *Cygnus CRS-7* (baptisé *SS John Glenn*) d'*Orbital ATK* - sa structure est produite par *Thales Alenia Space* à Turin - était lancée par une fusée *Atlas 5* pour s'arrimer le 22 à la station spatiale internationale. À bord, se trouvaient stockés 28 des 36 *CubeSats* du programme QB50: ils ont pu être déployés entre le 16 et le 25 mai, sous l'œil attentif de l'astronaute Thomas Pesquet. Parmi eux, le *QBito* de l'Université Polytechnique de Madrid qui doit servir à une expérience technologique avec participation liégeoise: un accumulateur de chaleur à changement de phase doit être testé. Il a été développé par la micro-entreprise *Walopt* avec le *Crm (Centre de Recherches Métallurgiques)* et *Helmo Gramme*. ■



Du «**made in Belgium**» pour s'arrimer à l'**ISS**

La station spatiale a des ports d'accès russes et américains. Réalisés par *Roscosmos* et la *NASA*, ils ne sont point compatibles. Depuis plusieurs années, la société *QinetiQ Space* d'Hoboken, dans la banlieue anversoise, travaille pour l'*ESA* sur un système de jonction universelle dans l'espace. Ses efforts de développement technologique lui ont permis de finaliser un contrat avec un premier client pour l'emploi de son *Ibdm (International Berthing Docking Mechanism)*: *Sierra Nevada Corp* va équiper sa navette automatique *Dream Chaser* pour des arrimages, dès 2019, avec la station spatiale internationale afin d'assurer son ravitaillement et sa maintenance. L'*Ibdm* doit résulter d'un partenariat public-privé sous les auspices de l'*ESA*. La Chine pour sa station aurait opté pour un dispositif assez proche de l'*Ibdm* européen. ■

Le système *QinetiQ Space* a trouvé preneur.





L'univers, le système solaire, les premiers hommes et bien entendu les animaux, tous les animaux, voilà le menu pour cet été. Un menu qui peut se prolonger dans les expériences proposées par certains documentaires. Et toujours des albums illustrés de dessins plutôt que de photos

L'Univers et les Hommes



L'incroyable histoire de l'Univers, texte de Catherine Barr et Steve Williams, illustrations de Amy Husband, traduit de l'anglais par Alice Gallori, Nathan, 40 pages, 12,90 euros.

La réalité dépasse parfois la fiction, dit-on. La formule s'applique certainement à l'histoire de l'univers. Incroyable, comme le rappelle le titre, elle nous est synthétiquement contée par un couple d'astronautes qui nous en explique les principales étapes. Une série de doubles pages tourbillonnantes permettent de suivre cette aventure qui a commencé il y a quasiment 14 milliards d'années ! Le rien, le *Big Bang*, le chaud, le froid, les atomes, les étoiles et leurs couleurs, le Soleil, les planètes, les comètes, la Lune, la vie, l'être humain, la conquête spatiale...

En chapitres clairement définis et expliqués, dûment datés, agréablement illustrés, accessibles aux enfants mais riches d'informations, l'histoire de l'univers prend forme et laisse découvrir son incroyable richesse.

Pour tous à partir de 7 ans. ■

Premier homme, les dernières découvertes scientifiques expliquées aux enfants, Pascal Picq, Flammarion jeunesse, 48 pages, 15 euros.

Évidemment, quand ce livre inspiré d'un film a été conçu et imprimé, on ne savait pas qu'on ferait en juin des découvertes au Maroc indiquant que l'*homo sapiens* pourrait être apparu 100 000 ans plus tôt que ce que l'on croyait. Ce n'est pas grave. L'auteur s'est donné ici pour but d'expliquer les dernières découvertes scientifiques aux enfants en 2 grands chapitres, avant les hommes et au temps des hommes. Dans le premier, on rencontre Pierola, grand singe qui commence à se redresser et à se suspendre aux branches (il y a 13 millions d'années, en Espagne), Toumaï qui marche debout sur le sol mais se déplace toujours dans les arbres (il y a 7 millions d'années, en Afrique centrale), Lucy et les australopithèques (il y a 4 millions d'années, en Afrique), ainsi que leurs modes de vie. Dans le second apparaissent *Homo Naledi*, les premiers hommes (il y a 3 millions d'années, en Afrique du Sud), et *Homo Erectus* (il y a 1,5 million d'années, en Afrique, Europe, Asie); chaque fois, on apprend comment ils évoluent et ce qu'ils découvrent. Une belle somme de connaissances récentes mise à la portée des jeunes lecteurs.

À partir de 8 ans. ■

Tous, la biodiversité sur Terre, texte de Nicola Davies, illustrations d'Emily Sutton, traduit de l'anglais par Ilona Meyer, Éditions des Éléphants, 40 pages, 15 euros.

Tout part de la question «Combien y a-t-il d'êtres différents sur la Terre ?» De là, plusieurs réponses creusent l'idée, mais en se complétant de développements émaillés d'exemples éloquentes. Exemples: s'il n'y a que 2 espèces d'éléphants, on dénombre 600 sortes de chênes, 100 000 sortes de champignons, 5 000 sortes de microbes dans une cuillère de terre... Le tout est très joliment et délicatement illustré de véritables tableaux de nature. Où une petite fille raconte, cherche, lit, dessine, note, explique ce qu'elle sait et le partage au lecteur en s'adressant directement à lui. Un ton non scolaire mais plutôt serein, qui célèbre la richesse de la biodiversité et insiste sur le fait que ce bel équilibre est menacé. En effet, si cet album venu de Grande-Bretagne montre d'abord la richesse de la biodiversité sur Terre (plus de 2 millions d'espèces actuellement répertoriées, de toutes les tailles et dans tous les milieux, ce qui n'exclut pas qu'il y en ait encore des millions à découvrir) et explique comment se constitue l'équilibre entre les différentes espèces, il évoque aussi les dangers que l'homme leur fait courir par ses interventions intempestives.

À partir de 7 ans. ■

À lire...

avec nos enfants

Texte: **Lucie CAUWE** • lucie.cauwe@gmail.com

Photos: © Wavebreak Media



Système solaire, texte d'Anne Janké-liowitch, illustrations de Annabelle Buxton, De La Martinière Jeunesse, 48 pages, 14,90 euros.

Un album à l'italienne, découpé en doubles pages sur fond noir sur lequel apparaissent un texte en blanc et des illustrations en couleurs, pour bien comprendre le système solaire. Il examine d'abord les planètes dans leur ensemble avant d'inventorier tout ce qui se voit de la Terre et de partir en voyage dans le système solaire. Le Soleil et chacune des planètes sont successivement l'objet d'une double page particulière, découpée en petits chapitres très largement illustrés. C'est bien fait et intelligent, riche d'informations bien présentées. L'éditeur présente le documentaire comme «un livre phosphorescent à lire sous les étoiles». Certes, il y a plein de zones phosphorescentes dans les belles images mais comment les faire briller, à part celles de la couverture, en contact avec la lumière ? Expérience faite, une lecture des pages permet d'ensuite apprécier, dans le noir, le côté phosphorescent des images. Mais ce n'est qu'une révision ludique des notions abordées, car le texte est alors invisible. Un peu gadget, mais pas dérangeant.

À partir de 6 ans. ■



Tout sur l'espace, Harriet Russell, traduit de l'anglais par Françoise de Guibert, Les Grandes Personnes, 64 pages, 15 euros.

Très visuel, ce documentaire dessiné consacré à l'espace est aussi ludique. Si le livre aborde les sujets imposés du thème, le Big Bang, les planètes selon leur ordre de placement par rapport au Soleil, une étoile, rappelons-le, les autres étoiles, la Voie lactée, il le fait d'une manière très personnelle. À la fois scientifique et ludique. Car le lecteur est invité à jouer et à dessiner. Ici, il crée sa propre galaxie, là, il dessine des lunettes pour se protéger les yeux du Soleil, ici, il invente de nouvelles planètes naines, là, il fait apparaître des constellations... Une formule à la fois scientifique et poétiquement loufoque, surréaliste mais informative.

La Britannique Harriet Russell a l'art des images, que ce soit pour créer un aspirateur cosmique ou pour imaginer un système solaire en salade de fruits.

Pour tous à partir de 5 ans. ■



Les animaux

J'adore les animaux !, Louis Thomas, Milan, 80 pages, 14,90 euros.

Le propos de cet album est simple: faire un tour du monde, du coq en lion. Il est précédé d'un avertissement bienvenu: «Dans ce livre, tu verras des enfants jouer avec des animaux. Certains animaux sont gentils, d'autres dangereux. Ne t'approche jamais d'un animal sauvage et n'essaie pas de le toucher, à moins qu'un adulte ne t'y autorise.» L'escapade proposée est plutôt personnelle dans le choix des destinations mais elle fonctionne bien et permet de rencontrer aussi bien les animaux de la ferme, Samuel le cochon, le taureau, le coq, les poules etc., que ceux des océans et des îles, de la jungle, du désert et de la savane, des bois, sans oublier ceux de la maison. Tout cela, en suivant le narrateur et son meilleur copain, Joe.

En tout, ce sont 60 animaux qu'ils nous font découvrir dans des anecdotes cocasses, soutenues de textes informatifs et illustrées avec un humour sympathique.

À partir de 5 ans. ■

Les animaux



Le grand livre des animaux, Pronto, De La Martinière Jeunesse, 36 pages, 14,90 euros.

Un autre documentaire au ton décalé est ce livre qui ambitionne de «ne pas se sentir bête en parlant d'animaux». Les doubles pages de ce grand format présentent à droite une saynète utilisant des expressions quotidiennes ayant recours aux animaux, et à gauche des animaux en rapport avec le thème de l'expression. Exemples: quand une dame dit «Quand Gino m'a dit qu'il adorait ma taille de guêpe, j'ai piqué un fard ! Mais quelle mouche m'a piquée de lui dire que j'étais Scorpion ? J'ai dû le piquer au vif parce que c'est là qu'il s'est sauvé en piquant un sprint», on découvre les animaux qui piquent (scorpion, raie pastenague, porc-épic, guêpe, moustique, hérisson, fourmi rouge). 120 espèces vont défiler de cette manière, les très grands, ceux qui piquent, les toxiques, ceux qui puent, les sauteurs, les multicolores, les noir et blanc, les nocturnes, ceux qui dorment, ceux qui n'ont jamais froid, ceux qui résistent au chaud, les rapides, les lents, les migrants, les bizarres et les disparus. Une excellente manière d'appréhender différemment le monde animal.

À partir de 7 ans. ■



Nos incroyables bêtes sauvages, Yuval Zommer, traduit de l'anglais par Catherine Destephen, Glénat Jeunesse, 64 pages, 16,95 euros.

Ici, il n'est question que de mammifères non pacifiques. Ils sont regroupés par doubles pages en fonction de leurs caractéristiques. Les premières traitent de sujets génériques, comment un animal sauvage se protège (griffes et dents), comment il indique sa présence (grognements, rugissements, colères, odeurs), qui sont expliqués par de nombreux exemples. Les suivantes sont thématiques: les tatous, les renards, les babouins, les chauves-souris, les paresseux, les tigres, les lions, etc. Au total, une vingtaine d'espèces sont examinées et présentées dans de brefs textes mêlant infos et anecdotes. Sans oublier les 15 empreintes cachées dans les pages (solutions en fin d'ouvrage). De très belles illustrations pour mieux connaître ces animaux impressionnants.

Pour tous à partir de 5 ans. ■



Musée vivant des insectes, texte de François Lasserre, illustrations d'Anne de Angelis, De La Martinière Jeunesse, 64 pages, 15 euros.

Encore des regroupements d'un genre nouveau ! Au prétexte qu'un conservateur a mélangé toutes les collections de son musée, il reclasse les insectes (tous à 6 pattes sauf un à 8) comme il le faisait petit, selon leurs particularités. Et il présente ceux qu'il trouve incroyables, tout en rappelant que ces bestioles sont inoffensives. Voici ses catégories: les déguisés, les nageurs, les maîtres chanteurs, les géants, les armés, les ailés, les non ailés, les habillés, les élégants, les immangeables, les comestibles, les squatteurs, les voyageurs, les copieurs, les groupés, les dragons volants et les ronds. N'est-ce pas une formidable façon de titiller la curiosité, de voir d'un autre œil des bestioles qu'on croit connaître ? À remarquer encore, l'exceptionnelle qualité des dessins, impressionnants de réalisme.

À partir de 7 ans. ■



Cachés dans la jungle, Peggy Nille, Actes Sud Junior, 32 pages, 14,50 euros.

En hommage au Douanier Rousseau, cet album de la collection «Cherche et trouve» nous entraîne au cœur d'une jungle mystérieuse et fascinante ! La première page donne les consignes: retrouver dans chacun des 10 paysages spectaculaires qui vont suivre, luxuriants comme ceux des jungles peuvent l'être, toute une série d'animaux: le léopard fainéant, le paon superbe, le papillon chamarré, le girafon et sa maman, le serpent siffleur, le lézard curieux, le bébé tigre, le rhinocéros farceur, les flamants amoureux, le lémurien maki catta à longue queue, le poisson volant, le zèbre vert et bleu, la panthère bleue, le caméléon aimable, la grenouille jaune et bleu, le gentil dinosaure, l'alligator rusé, le roi des animaux, la tortue rêveuse, papa éléphant et les jumeaux. Au boulot ! Ce n'est pas facile mais donne l'occasion de parcourir des paysages variés et d'appréhender une multitude de détails étonnants. Pas d'autre explication mais la solution des recherches en fin de ce grand format.

À partir de 5 ans. ■



La baleine bleue, Jenni Osmond, traduit de l'anglais par Ilona Meyer, Éditions des Éléphants, 48 pages, 13,90 euros.

Voilà un album superbe qui fait découvrir la plus grande créature vivante de notre planète, et montre l'importance qu'il y a à la protéger. On y suit un petit garçon lisant un livre sur la baleine, précisément celui qu'on tient entre les mains. Les caractéristiques du gigantesque mammifère marin sont successivement présentées et complétées de comparaisons permettant de les appréhender: une baleine pèse le poids de 55 hippopotames, elle a un cœur de 600 kilos, soit une petite voiture, mais des yeux minuscules par rapport à la taille de son corps, 15 cm ! Par contre, elle a l'ouïe très fine et une bouche si grande que 50 personnes pourraient s'y tenir debout. Son petit, le baleineau, boit près de 200 litres de lait par jour et grossit de 4 kg par heure. De page en page, on découvre comment la baleine bouge, se nourrit, élève son petit, chante même, en de magnifiques tableaux, complétés d'analogies parlantes. Cet animal spectaculaire, d'une grande intelligence, doit absolument être protégé.

À partir de 6 ans. ■



Olga et le machin qui pue, Élise Gravel, texte français d'Isabelle Allard, Nathan, 170 pages, 9,95 euros.

De loin, cela a l'air d'être un roman graphique. Normal, c'en est un. Mais c'est aussi le carnet d'observations d'une future zoologiste, la narratrice. Olga adore les animaux, elle les connaît fort bien, leur consacre tout son temps libre, et même sa vie, pourrait-on dire. Son lit est surmonté d'un poster de Jane Goodall. Dans cette fiction, elle évoque ses rapports plus difficiles avec les humains, spécialement ses voisines qui ne pensent qu'à leur apparence. La vie d'Olga se trouve bouleversée le jour où elle trouve devant sa porte un petit machin rose, non répertorié. La future zoologiste va l'observer et multiplier les recherches pour l'identifier. C'est passionnant et scientifiquement intéressant avec les observations fausement naïves, contées d'un humour tonitruant dans un langage verbal. 31 observations très réussies pour bien comprendre la méthode scientifique. Vive les vacances !

À partir de 8 ans. ■

«Chacune de nos lectures
laisse une graine
qui germe»

Jules Renard

C'est d'autant plus vrai
pour les enfants,
à qui la lecture
ouvrira les portes
d'un monde bien plus grand
que celui qu'ils imaginent...

Bonnes lectures !

AGENDA

- Jusqu'au 30 septembre 2017
Abbaye de Villers-la-Ville

Plantes médicinales: tradition culturelle et recherche de pointe



Après le grand succès de l'exposition «Plantes médicinales: tradition culturelle et recherche de pointe» à Mons au printemps 2016, c'est au tour de l'Abbaye de Villers de l'accueillir ! Découvrez ou redécouvrez les panneaux de l'expo accrochés dans le jardin médiéval de

l'abbaye. Cette nouvelle version sort des murs du musée pour s'installer en plein air ! Pas d'objets précieux à admirer, mais une collection de plantes médicinales bien réelles à observer, toucher, sentir... et à regarder évoluer au fil de la saison !

Le synopsis: «Les plantes médicinales sont un sujet en vogue. La mode est au retour à la nature et l'on prône de plus en plus les vertus des plantes pour se soigner de manière naturelle et "douce". Certes, les plantes sont naturelles, cependant elles sont loin d'être douces pour notre organisme. Les végétaux sont ambivalents et sécrètent des substances qui peuvent nous guérir mais aussi nous empoisonner. Tout est une question de dosage, comme dirait Paracelse. C'est également une question de connaissance: des plantes, de leur usage, de leur préparation. On ne s'improvise pas guérisseur ! L'expo Plantes médicinales apporte un éclairage neuf sur ce sujet. Son approche est avant tout scientifique. Elle retrace l'histoire de l'utilisation des plantes à travers les siècles et de par le monde et exploite les toutes dernières recherches scientifiques pour mieux comprendre cet univers fascinant.»

L'exposition est accessible pendant les heures d'ouverture de l'Abbaye sans supplément de prix.

Infos www.villers.be/fr/expo-plantes-medicinales

- Jusqu'au 19 septembre 2017
Musée de La Boverie
Parc de La Boverie à 4020 Liège

John Cockerill, 200 ans d'avenir

«John Cockerill, 200 ans d'avenir» retrace l'épopée de la révolution industrielle en Wallonie. L'exposition propose un parcours à la découverte des inventions qui ont marqué l'histoire. On y évoque les défis urbanistiques, sociologiques, démographiques et environnementaux mais aussi l'histoire des hommes et de ces femmes qui les ont portés.

Rencontre avec John Cockerill, carte interactive de l'évolution du paysage de la région à travers les époques, immersion dans la locomotive mythique T12, regard sur ce qui a fait la renommée de l'industrie d'hier, d'aujourd'hui et de demain... autant d'occasions pour le visiteur de se plonger dans ces 200 ans d'aventure industrielle et de découvrir ce formidable héritage.

Conçue comme une véritable expérience à vivre, l'exposition rassemble un patrimoine riche en objets techniques, en images et témoignages. Elle fait aussi la part belle aux outils qui permettent au visiteur d'interagir, de questionner et d'expérimenter: carte, jeux, projections, reconstitution 3D, ...

Visiter cette exposition, c'est porter un regard sur le passé pour mieux se projeter dans le futur.

Infos www.laboverie.com



À NE PAS MANQUER !

- 24 et 25 août 2017
Place des Sciences à 1348 Louvain-la-Neuve

Le congrès des sciences

L'édition 2017 de la rencontre annuelle inter-réseaux des professeurs de sciences et de géographie se tiendra cette année dans le Bâtiment des Sciences de l'Université catholique de Louvain. Au programme, une vingtaine de conférences, des ateliers et des visites répartis sur les 2 jours. Avec en prime un forum des exposants le 25 août où vous serez présentés des ouvrages pédagogiques, du matériel et des services. Un rendez-vous incontournable pour les professeurs de sciences qui tiennent à rester au goût du jour et l'occasion également de se rencontrer et échanger ses bonnes pratiques ! L'inscription se fait en ligne **avant le 31 juillet**.

Infos & inscriptions <http://congresdessciences.weebly.com/>



- 10-11 juillet et 17-18 juillet 2017
- ULB - Campus du Solbosch (Bât. U)
Avenue F. D. Roosevelt, 50
à 1050 Bruxelles

Le monde sonore et musical des animaux

Écouter le chant des oiseaux, les sifflements des baleines, les bruits des grillons, les cris des singes, la bande sonore des fourmis, la mélodie des éléphants, la symphonie de la jungle... Le musée ouvre ses portes pour nous faire entendre la musique de la nature !

Un atelier ouvert aux plus jeunes afin d'explorer ensemble le lien entre sciences et musique. Comment ? Découverte des sons fantastiques, jeux musicaux, observation des animaux naturalisés, bricolage des appeaux sonores, danses et mouvements, balades sonores en nature, fabrication d'instruments et recyclage

en chansons... Une infinité d'aventures afin de redécouvrir les secrets sonores de l'environnement pour mieux le protéger !

Ce stage s'adresse aux enfants de 6 à 10 ans.

Infos & inscriptions

www.ulb.ac.be/muzoo/



À LIRE

Les aurores polaires La Terre sous le vent du Soleil

Fabrice MOTTEZ

Dans les régions proches des cercles polaires, le ciel nocturne offre de fabuleux spectacles. Avec un peu de chance et une météo clémente, les visiteurs y admirent de grands voiles colorés danser d'un horizon à l'autre. Ce sont les aurores polaires, aussi appelées aurores boréales dans l'hémisphère Nord, et aurores australes dans l'hémisphère Sud. Quelle est l'origine de ces gigantesques parades lumineuses ?

Il a fallu attendre l'avènement de l'ère spatiale pour acquérir les premiers indices fiables sur leur origine. En effet, bien que les aurores se manifestent à moins de 400 kilomètres au-dessus de nos têtes, elles sont issues d'un phénomène qui englobe l'environnement lointain de la Terre, jusqu'à plus de 100 000 kilomètres de distance. Le moteur des aurores est un vent peu dense et très rapide provenant du Soleil, qui a des relations agitées avec le champ magnétique de notre planète ! Mais aujourd'hui encore, de fausses explications circulent sur les aurores.

Dans cet ouvrage, l'auteur traque avec brio les idées reçues. Page après page, avec une grande pédagogie, il explique

la machinerie invisible et silencieuse, mais turbulente et brusque, à l'origine des aurores. L'ouvrage est abondamment illustré de figures explicatives et de photographies d'aurores, depuis celles prises les pieds dans la neige avec un simple appareil photo, à celles issues de caméras spécialisées embarquées à bord de sondes spatiales. Les amateurs d'astronomie seront ravis.

Fabrice Mottez est directeur de recherches (CNRS) au Laboratoire univers et théories (LUTH) de l'Observatoire de Paris-Meudon. Il s'intéresse aux effets des champs magnétiques en astrophysique. Il a commencé sa carrière en étudiant les aurores polaires de la Terre, et ce sujet ne l'a pas quitté depuis. Il étudie aussi la planète Jupiter et son satellite Io, et l'environnement d'étoiles très petites - les pulsars.



Belin, 2017
www.belin.fr

Sur le Web

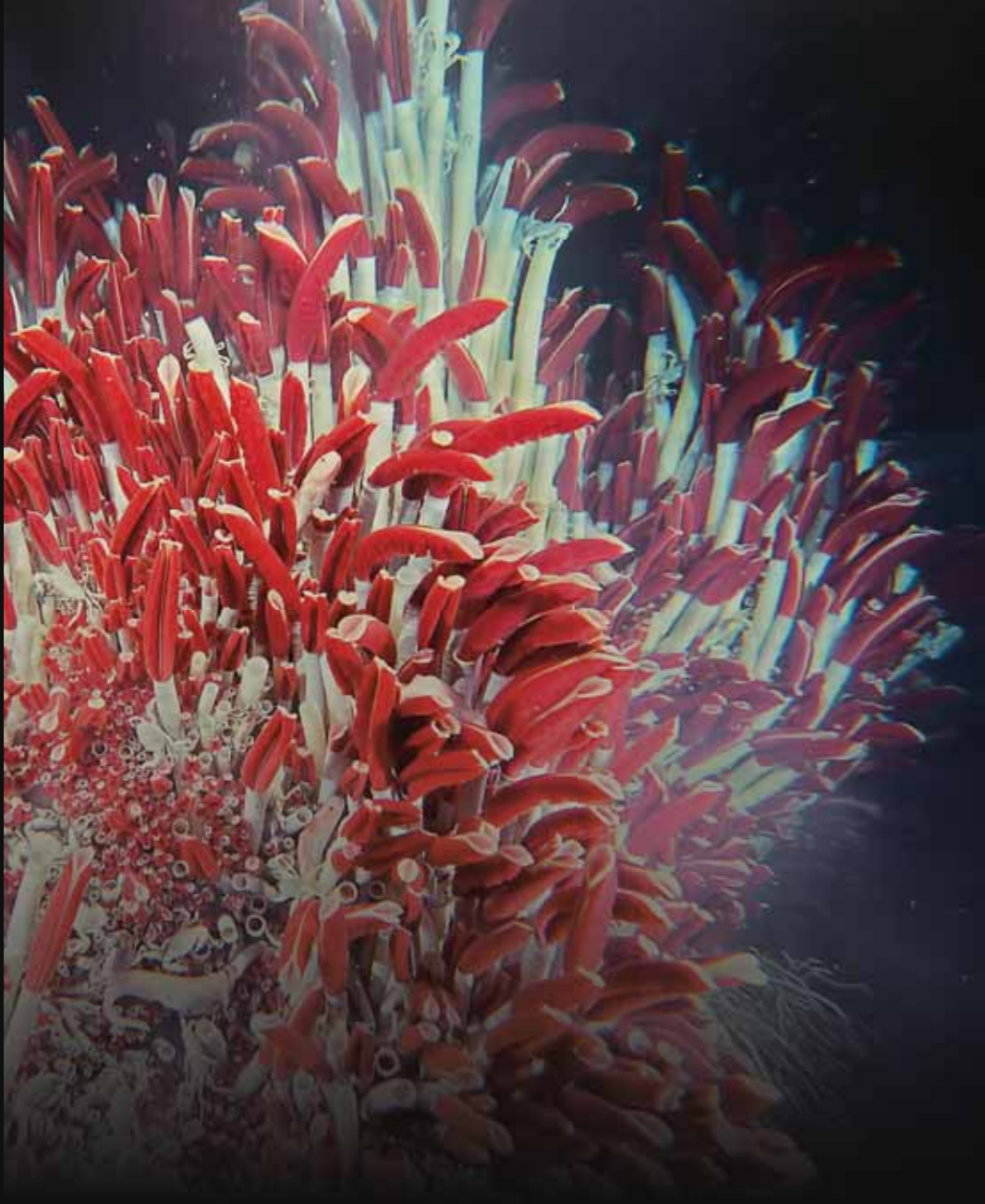
Sciencetips

Artips, le site Internet qui propose aux internautes de découvrir l'art par des anecdotes, a une nouvelle petite sœur: *Science-tips* ! Où l'on découvre comment se créer une chouette culture scientifique sans avoir l'air d'y toucher. Comment est-on parvenu à découvrir la composition de l'atmosphère d'il y a plusieurs milliers d'années en buvant un bon whisky ? Comment des fientes de pigeons ont-elles mené à la découverte de l'écho du *Big Bang* ? Comment des particules cosmiques ont-elles permis de découvrir le secret bien gardé d'une pyramide égyptienne ? Biologie, médecine, mathématiques, physique, chimie, astronomie, énergies, nouvelles technologies... les sciences sont partout autour de nous. Avec *Sciencetips*, vous recevrez chaque mardi et jeudi une anecdote insolite à propos d'une découverte, d'un chercheur ou d'un phénomène scientifique incroyable.

Infos

www.artips.fr/sciencetips

Science
tips



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)