

Athena

Le mag' **scientifique**

330

Avril
2017

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



Dossier S.O.S.

parent en détresse

Société

De la mine au GSM...
et après ?



Wallonie

Édito



Être parent, un jeu d'enfant (ou pas) !

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teuf • Photos: **J. WILLINK**/pexels (titre), **ID Photo**/vignette

Tel Varys, l'eunuque Maître des chuchoteurs de *Game of throne* (l'une des meilleures séries que j'ai jamais vue), notre journaliste Philippe Lambert m'a glissé à l'oreille l'idée d'un sujet encore relativement tabou aujourd'hui: le burn-out parental. S'il est vrai que le burn-out professionnel est sorti du placard depuis quelques années déjà, celui qui concerne les parents (quel que soit l'âge et le nombre des enfants d'ailleurs) commence lui aussi à faire doucement surface. Il faut dire que dans la société dans laquelle nous vivons, nous sommes soumis à une pression constante: celle d'assumer sur tous les fronts, de réussir tout ce que nous entreprenons et surtout de garder la face. Il n'est dès lors pas toujours évident pour une mère ou un père d'admettre ouvertement qu'elle/il est épuisé(e). C'est sans doute pourquoi ce phénomène met encore parfois du temps à faire son coming-out, en plus de la difficulté de pouvoir le différencier d'une grande fatigue. Pourtant, selon des chercheurs en psychologie de l'UCL, 5% des parents seraient atteints de burn-out parental et 8% présenteraient des risques élevés d'y succomber. Ces statistiques en disent long sur l'ampleur que prend ce mal... Comment l'expliquer ? Mon avis, en tant que peut-être future mère, est que déjà, la pression de devoir passer par la case «maternité» (entre autres cases soit dit en passant) est réelle. En ce qui me concerne, l'envie est là mais ce n'est pas le cas pour toutes les femmes. Ensuite, il existe une tendance à nous faire croire que la maternité est idyllique et qu'il «suffit de...» pour avoir des enfants intelligents, travailleurs, débrouillards, bien élevés, sportifs, épanouis... Or, ce n'est vraisemblablement pas le cas. Rien ne va de soi. Un enfant est un enfant, avec sa logique d'enfant et avec un tas de choses que l'on ne peut ni prévoir, ni contrôler. Accepter de ne pas tenir toutes les ficelles n'est pas chose facile. Être parent, ce n'est pas de la tarte, d'autant qu'il doit jongler avec tous les autres domaines de la vie. Certains lâchent prise, submergés par une intense fatigue physique et émotionnelle. C'est le principal symptôme, couplé généralement à une distanciation affective à l'égard des enfants et à une perte notable d'efficacité. À ce cocktail explosif, il faut ajouter la culpabilité et le sentiment d'être un mauvais parent. Mais contrairement au burn-out professionnel où il est possible de suspendre ses activités, le burn-out parental ne le permet pas. Que faire ? Et puis en amont, d'où vient le danger ? Comment le détecter ? Et surtout, comment en sortir sans que les enfants n'en paient le prix ? Vous découvrirez quelques pistes dans notre dossier de ce mois. Bonne lecture !

Géraldine

ATHENA 330 • Avril 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 !

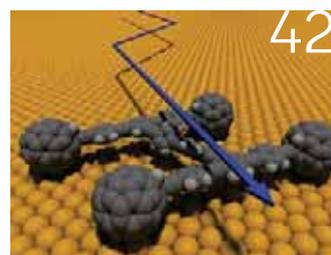
- **par courrier**
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES
- **par téléphone**
au 081 33 44 97
- **par courriel à l'adresse**
luc.wiart@spw.wallonie.be

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 ?**
André-Hubert Dumont
- 12 **Technologie**
Les aiguilleurs du ciel ont les pieds sur terre (Partie II)
- 16 **L'ADN de ...**
Sarah COPPENS · Prévissionniste
- 18 **Dossier**
S.O.S. parent en détresse
- 23 **Barje**
On est tous Barje, même Athena !
- 24 **Santé**
Chant du signe et signes enchantés
- 28 **Internet**
Les secrets d'INSTAGRAM
le réseau social qui affole la toile
- 32 **Société**
De la mine au GSM... et après ?
- 36 **Chimie**
L'histoire méconnue de la pénicilline
- 38 **Biologie**
Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 42 **Physique**
Quand les atomes font la course
- 44 **Astronomie**
Petite balade tête dans les étoiles
- 46 **Espace**
Pour savoir tout ce qui passe en l'air et sur Terre !
- 50 **Agenda**
À voir, à tester, à cliquer, à lire...



Éditeur responsable
Rose DETAILLE,
Inspectrice générale
Ligne directe: 081 33 45 10
rose.detaille@spw.wallonie.be

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
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: © F. CAMHI

Quatrième
Crédit: A. McDOWALL/Flickr

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



Big Data et santé...

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

D'après IBM, nous générons chaque jour 2,5 millions d'octets de données dans le monde entier, dont 90% ont été créées au cours des 2 dernières années seulement. Des données qui proviennent de partout pour former ce que l'on appelle le *Big Data*, un puits de connaissances illimitées pour trouver toujours plus vite les réponses aux questions que nous nous posons. Pas étonnant s'il booste aujourd'hui toutes les activités et notamment la recherche de pointe. La recherche pharmaceutique ne pouvait ignorer les atouts du *Big Data*, taillé pour jongler avec l'explosion des données numériques du séquençage à haut débit, l'informatisation des dossiers de la patientèle et la génération massive de données par les objets et dispositifs médicaux connectés. Trois domaines pour lesquels son apport ouvre les portes sur des perspectives illimitées en matière de découvertes et de solutions nouvelles.

Aussi, le *Big Data* est-il maintenant à l'agenda des chercheurs wallons qui ne comptent pas rater les opportunités qu'il propose. Créé en 2006, *BioWin*, le pôle de compétitivité santé de Wallonie, vient d'aborder pour la première fois le thème du *Big Data* dans l'aboutissement des projets de R&D. Aborder et décider puisqu'il a déjà labellisé, en 2016, 8 projets pour un budget total de 24,6 millions d'euros dont 7 millions d'euros d'investissement privé. «L'année 2016 a été une année record

en termes d'investissement dans les projets de Recherche et Développement», révèle Sylvie Ponchaut, directrice générale de *BioWin*. Ajoutant: «Depuis la création du Pôle en 2006, jamais nous n'avons labellisé autant de projets de recherche. Ceci est un indicateur du dynamisme de notre écosystème et cela démontre que la mécanique des Pôles de compétitivité tourne à plein régime». Sur les 8 projets, 2 s'inscrivent dans les technologies numériques tandis que les 6 autres rencontrent les thèmes prioritaires du Pôle: le *drug discovery*, les dispositifs médicaux implantés et les radiations appliquées à la santé.

Pour le volet technologies numériques, se voit labellisée, avec un montant de 5,7 millions d'euros, la société *BioCloud4.0* active en solutions intégrées hardware/software qui remettent sur le métier les méthodes de bio-production dans les secteurs biotechnologiques et pharmaceutiques afin d'adapter les procédés de production aux spécificités des patients. De son côté, avec 4,1 millions d'euros, *BidMed* est labellisée pour poursuivre ses développements de logiciels et procédures d'accès des patients à la protonthérapie en optimisant l'installation et la maintenance des équipements et les opérations cliniques de l'approche thérapeutique.

Avec 1,5 million d'euros, *Bioptos* pourra continuer ses développements de biomatériaux céramiques imprimés en 3D pour l'odontologie, notamment dans

la régénération osseuse maxillaire en vue de la pose d'implants dentaires. *IT-Targets* a également reçu 1,5 million d'euros pour ses travaux d'identification et validation de nouvelles cibles thérapeutiques de la famille des récepteurs couplés aux protéines G, comme point de départ de recherche de nouvelles molécules thérapeutiques en immunoncologie et maladies auto-immunes. *ProsPECT*, avec 2,9 millions d'euros, peaufinera des solutions intégrées afin de préparer des traceurs radio-marqués au fluor 18 et gallium 68 nécessaires à l'imagerie diagnostique du cancer de la prostate. *I-Cone*, doté de 3,8 millions d'euros, s'attachera au développement et à la production de neurones corticaux humains pour concocter des outils destinés à tester *in vitro* l'efficacité de la neurotoxicité de candidats médicaments. Quant à *TreatBest*, avec 3,7 millions d'euros, elle poursuivra ses opérations en vue de valider un test de diagnostic *in vitro* pour les patientes atteintes d'un cancer du sein triple-négatif. Enfin, *Improve* continuera, avec 1,4 million d'euros, l'optimisation d'une solution de thérapie cellulaire pour le traitement des maladies fibro-inflammatoires chroniques du foie. ■

www.biowin.org

Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photos: Freepik (p.6), Creativeart / Freepik (p.7), Phil/Flickr (p.8)

Reconnaissance australienne

Preuve du bienfondé de nos affirmations quant à la qualité et au professionnalisme de la Recherche wallonne, l'australien *Clarity Pharmaceuticals*, spécialisé dans le traitement des maladies graves, a décidé de s'implanter à Liège et de travailler en partenariat avec *Advanced Nuclear Medicine Ingredients (AMNI)*. Fondée en 2010 à Sidney, la société *Clarity* se positionne sur la niche de la médecine personnalisée pour le traitement de maladies sérieuses, domaine dans lequel elle est leader en technologie radio-pharmaceutique et développement de solutions ciblées. *Clarity* a ainsi conçu une plateforme permettant de radio-labelliser des anticorps pour les visualiser ensuite via une imagerie TEP (Tomographie par Émission de Positrons). Ces images procurent des informations précieuses sur la

manière dont le patient réagit ou ne réagit pas à un traitement. *Clarity* a ensuite mis au point une molécule permettant de diagnostiquer certaines maladies cardio-vasculaires.

C'est donc une société de belle peinture qui débarque aujourd'hui à Liège. «*Si Clarity a retenu Liège comme tête de pont sur le continent européen, alors que d'autres villes étaient en lice, c'est précisément parce qu'il s'y concentre de multiples compétences en biotechnologies et de nombreux équipements auxquels une compagnie de petite taille n'a généralement pas accès*», note Jean-Claude Marcourt, Ministre de l'Innovation du Gouvernement wallon. ■

www.claritypharmaceuticals.com
<http://amni.be>



Brevets en pagaille

Avec quelque 842 demandes de brevet soumises à l'*Office européen des brevets*, soit une hausse de 16%, nous pouvons dire que la créativité de notre chimie et de notre pharmacie bout vraiment! Mieux encore, avec 360 brevets octroyés, c'est un brevet par jour qu'elle a empoché l'an dernier. Une hausse de 18% et un nouveau record. Un brevet sur 3 en Belgique est désormais déposé par la chimie/pharma. Du côté des demandeurs, nous trouvons fort logiquement des ténors comme *Solvay*, *UCB*, *Agfa-Gevaert*, etc. Un succès largement mérité lorsqu'on sait les efforts faits par le secteur tant en R&D qu'en production et commercialisation. «*Une attention permanente à l'innovation est la meilleure façon de garantir l'avenir de la chimie, du pharma et des biotechs*», explique Yves Verschuere, administrateur délégué d'*essencia*. Qui précise de suite: «*Grâce à la très forte présence d'entreprises internationales, de PME innovantes, d'universités et de centres de recherche réputés, notre pays dispose d'un écosystème unique qui stimule l'innovation et motive les entreprises à investir dans la recherche en Belgique*». *essencia* d'ajouter que parmi les atouts de notre royaume figure également la déduction fiscale pour les revenus des brevets. Ce qui explique qu'en 10 ans, le nombre de brevets octroyés à la chimie/pharma soit passé de 200 à 360, soit une hausse de 80%. Enfin, dans le même temps, on note que les dépenses en R&D ont progressé de 60%, pour atteindre aujourd'hui 3,6 milliards d'euros. ■

www.essencia.be

D'un climat à l'autre

Depuis quelques années, on nous ressasse sans cesse que la Terre se réchauffe, que le climat se modifie, etc. Il est vrai que nos hivers sont de plus en plus doux et que le mercure va de record en record lors des canicules. Ne vous tracassez pas, nous dit l'Université catholique de Louvain (UCL): de tout temps, notre bonne vieille planète a alterné les périodes de glaciation et déglaciation. D'abord tous les 40 000 ans, puis tous les 100 000. Et, selon l'UCL, la prochaine glaciation qui aurait dû s'amorcer n'aura pas lieu suite à l'activité humaine. Telle est en effet la conclusion à laquelle est arrivé Michel Crucifix, professeur à l'*Earth & Life Institute* de l'UCL qui, après avoir planché des années sur le phénomène, a soudain compris grâce à une simple formule mathématique comment les variations d'orbites de la Terre influençaient le passage d'une ère glaciaire à une ère interglaciaire. Un travail auquel a participé son assistant Takahito Mitsui de l'UCL et 2 chercheurs de l'Université de Cambridge et du *College of London*.

Depuis 2 millions d'années, notre climat bascule entre ères glaciaires et interglaciaires et ces passages, appelés cycles d'insolation, sont intimement liés à la variation d'orbite de la Terre autour du Soleil. Concrètement, la position de la Terre par rapport au Soleil influence l'énergie solaire envoyée sur celle-ci. En d'autres termes, plus le Soleil est proche, plus l'énergie solaire est importante et donc, plus les températures augmentent et plus les glaces fondent. «*Mais, en comparant les 2 phénomènes, on voit que la relation de cause à effet n'est pas systématique. En effet, les cycles d'insolation se répètent tous les 20 000 ans tandis que les cycles ère glaciaire/ère interglaciaire ne se répètent que tous les 100 000 ans. Ainsi, un pic d'énergie solaire n'engendre pas à chaque fois la fonte des glaces et une remontée de température*», explique Michel Crucifix. Interloqué par cette situation, le chercheur a donc voulu comprendre pourquoi, du jour au lendemain, la glace accumulée durant des dizaines de milliers d'années commençait à fondre.

Sa démarche part de l'hypothèse que pour que la fonte des glaces s'amorce, 2 conditions doivent être réunies, à savoir que l'énergie solaire soit suffisante et que le système soit mûr pour une déglaciation. Pour Michel Crucifix et ses collègues, ces 2 conditions sont liées. «*Plus le temps écoulé depuis la dernière déglaciation est long, moins la quantité d'énergie solaire requise pour amorcer la fonte des glaces doit être élevée. Ce qui explique que seuls certains cycles d'insolation initient la déglaciation*». Une hypothèse que les chercheurs ont pu vérifier en identifiant avec précision, dans un premier temps, les périodes de déglaciation et dans un second temps en confirmant statistiquement la robustesse de leur modèle. Le fruit de ce travail a fait l'objet d'une publication dans le n° 529 de la revue *Nature*. ■

www.uclouvain.be
www.nature.com



Au moment où le *Conseil européen de la recherche (ERC)* fête ses 10 ans, l'Université catholique de Louvain (UCL) décroche, avec Godefroid de Callataÿ, une 30^e bourse ERC. Créé pour aider financièrement la recherche européenne dans les domaines scientifique et technologique, le Conseil sélectionne les meilleurs chercheurs du vieux continent en leur octroyant des bourses afin qu'ils puissent mettre en chantier des projets de recherche. Ces bourses doivent leur permettre d'acquérir des équipements de pointe ou de s'entourer de collaborateurs pour mener à bien leurs travaux. Grâce à elles, d'importantes recherches ont pu être lancées par les chercheurs de l'UCL qui ont ainsi réalisé des avancées remarquables et accru leur renommée internationale. À ce jour, les 30 bourses ERC représentent pour l'UCL une somme de quelque 39 millions d'euros. Un sérieux coup de pouce lorsqu'on sait que ses 3 000 chercheurs investissent dans plus de 2 500 projets de recherche pour un budget annuel de 225 millions d'euros, dont 4% d'aides ERC.

Installé à Bruxelles, le Conseil dispose, pour la période 2014-2020, d'un budget de 13 milliards d'euros. En 10 ans, il a financé 7 000 chercheurs et distribué près de 100 millions d'euros dans la recherche exploratoire des universités de la Fédération Wallonie-Bruxelles. ■

<http://erc.europa.eu>
www.uclouvain.be

L'info santé en danger

C'est toujours sur le plus faible qu'on frappe. Les banques et autres institutions financières étant désormais bien protégées, les cybercriminels se tournent vers des cibles plus fragiles, qui recèlent des informations tout aussi monnayables. «Les hôpitaux possèdent beaucoup de renseignements personnels qui sont recherchés par les cybercriminels», explique Martin Zandvliet, spécialiste de la cybercriminalité chez Fox-IT. Qui précise: «Ces données sont échangées sur Internet, où l'identité des patients, des clients et des employés se vend à prix d'or en atteignant environ 60 dollars par dossier, plus cher que les quelque 40 dollars pour l'achat d'informations de cartes de crédit».

Pour Fox-IT, la menace est réelle car les hôpitaux sont de vraies passoires. Ils

sont des proies faciles d'autant qu'ils disposent de plus en plus d'équipements (médicaux ou non) connectés au réseau, tout comme les visiteurs connectés via leurs appareils mobiles. Plus concrètement, les analyses révèlent que les systèmes médicaux ne sont bien souvent protégés que par des mots de passe rudimentaires et peu efficaces, qui ne sont pratiquement jamais changés. On note encore que des outils comme les scanners ITM et les tensiomètres USB ne disposent d'aucun protocole de sécurité, tandis que les ordinateurs de bureau qui ne se déconnectent pas des réseaux Wi-Fi sont un autre risque majeur.

Si une attaque informatique peut porter atteinte au bon déroulement du travail et à l'image de marque de l'hôpital, le pire serait qu'une salle d'opération immobilisée par un *ransomware* mette



en jeu la sécurité physique d'un patient. De quoi frémir et lancer de suite des changements de culture dans l'univers hospitalier. «Il faut d'abord identifier les risques techniques et organisationnels en les classant selon le danger et ensuite mettre en place une sécurité selon les moyens financiers et organisationnels», conseille Martin Zandvliet. Le tout dans les plus brefs délais car les cybercriminels n'attendent pas. ■

www.fox-it.com

Travailler et bouger

Par leur évolution, les technologies bouleversent aujourd'hui le lieu de travail au point que les salariés souhaitent maintenant disposer de solutions performantes quelle que soit leur localisation. Pour les analystes du bureau anglais MZA Limited, nous ne sommes qu'au début d'un phénomène qui s'accélère désormais sous l'impact de la collaboration vidéo. En 2016, 60% de la population mondiale travaillaient au bureau et ailleurs aussi. Un ailleurs que les entreprises entendent favoriser en réponse aux changements fulgurants du marché. Il y va de leur intérêt lorsqu'on sait que ce sont les entreprises qui offriront le plus de flexibilité et des endroits de travail extra-muros qui attireront et conserveront les meilleurs éléments. Nous passons actuellement d'une culture permanente de travail au bureau à une culture de travail flexible et aucune entreprise ne peut éluder ce changement de paradigme. D'où le besoin d'outils adéquats afin que les salariés puissent collaborer facilement et en toute sécurité. Cette massification du travail nomade passe par la généralisation de la vidéo, de l'audio, du contenu et du *Cloud*. Ces technologies, qui permettent de travailler plus efficacement à

tout moment, quel que soit le lieu, sont à l'origine de collaborations productives et instantanées entre collègues.

Pour Stéphanie Watson de MZA Limited, «Alors que les entreprises rationalisent leurs activités, améliorent leur productivité et prennent des décisions plus rapidement et plus efficacement, il est temps de déployer des solutions collaboratives, favorisant des collaborations internes et externes plus performantes». Pour l'analyste, 2017 sera l'année de progrès très importants en matière de solutions de collaboration de groupe qui apporteront des avantages pour le contenu, la vidéo et les messages et déboucheront sur des solutions faciles à implémenter qui accroîtront l'amélioration des performances et rendront les entreprises plus efficaces, pour des résultats plus tangibles. ■

www.mzaconsultants.com

Moins aujourd'hui, plus demain

Les rivières ardennaises sont tristement célèbres pour leurs crues hivernales, qui peuvent être dramatiques lorsqu'elles sont le résultat de précipitations abondantes associées à la fonte des neiges. Mais, alors que près de 70% de ces crues surviennent en hiver, des chercheurs de l'Université de Liège (ULg) ont découvert que les conditions climatiques favorables à ces débordements hivernaux ont diminué au cours des 50 dernières années. Toutefois, une prévision du *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)* montre que nos régions devraient subir une augmentation des précipitations hivernales et une diminution de l'enneigement. D'où la question de savoir comment vont se combiner ces 2 facteurs: moins de neige donc moins d'inondations ou davantage de grosses précipitations et donc plus d'inondations.

Une interrogation à laquelle se sont attelés les chercheurs du Laboratoire de Climatologie de l'ULg en exploitant le modèle climatique liégeois MAR (Modèle Atmosphérique Régional) développé initialement pour les régions polaires dans le but d'étudier le bilan de masse en surface des calottes glaciaires. «*Le modèle a été capable de détecter plus de 90% des périodes durant lesquelles il y a eu effectivement des inondations et a été également capable de détecter la double crue de janvier 2011*», explique Coraline Wyard, doctorante au *Fonds pour la Formation à la Recherche dans l'Industrie et l'Agriculture (FRIFA)* au Département de Géographie du Laboratoire de Climatologie de l'ULg.

Avec le MAR, les chercheurs ont passé au peigne fin les conditions climatiques ayant favorisé les inondations hivernales sur les 50 dernières années. Ils ont ainsi noté une diminution significative du nombre de jours favorables aux inondations issues de la combinaison fonte de neige/pluie. «*Ce phénomène s'explique par une diminution notable des épaisseurs de neige accumulées en Ardenne, du nombre*

Coup d'crayon

Illustration: Olivier SAIVE/Cartoonbase



On a beau les serrer, les lacets se défont tout de même. Pourquoi ? Des ingénieurs en mécanique de l'Université de Californie à Berkeley se sont penchés sur le problème: le choc du pied avec le sol a pour effet de détendre le nœud. Puis, le balancement de la jambe fait glisser la boucle. Simple question de physique...



de jours avec accumulation de neige au sol et aussi par un raccourcissement de la saison d'enneigement», note Xavier Fettweis, chercheur qualifié au *Fonds National de la Recherche Scientifique* et co-auteur de l'étude. Qui précise que «*Cette saison commence de plus en plus tard et que pour celles du deuxième type d'inondations, générées uniquement par de fortes pluies, le nombre de jours qui y est favorable présente une petite augmentation sans toutefois être significative*». Quid du futur ? Ici, les chercheurs estiment que dans un premier temps, les conditions favorables aux inondations en Ardenne seraient moins souvent rencontrées à mesure de la raréfaction de la neige. Mais

d'ajouter de suite que dans un second temps, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des averses extrêmes pourrait compenser la raréfaction de la neige et aboutir à la fin du 21^e siècle à autant, sinon davantage, de périodes favorables aux inondations. Par rapport à cette conclusion, les chercheurs précisent que leurs travaux ne se sont basés que sur la composante climatique des inondations et qu'ils ne prennent donc pas en compte l'impact de l'Homme sur la couverture du sol et l'aménagement des rivières. Cette étude a fait l'objet d'une publication dans *l'International Journal of Climatology*. ■

www.ulg.ac.be

Le diabète avec Facebook

Il n'est pas inutile de revenir sur les méfaits du diabète et notamment du diabète de type 2. Mais même répétés, les conseils et consignes sont difficiles à suivre au quotidien. D'où l'idée du groupe pharmaceutique allemand *Böehringer Ingelheim* et de l'*Association Belge du Diabète* de s'associer pour créer *Team D*, la toute première communauté Facebook ouverte aux personnes souffrant du diabète de type 2. Cette page touche tous les aspects de la maladie: hygiène alimentaire, activité physique, soutien psychologique, suivi du traitement, aide administrative. Profitant des technologies du réseau social, 5 coaches virtuels accompagnent les patients dans leurs efforts de gestion de la pathologie. L'idée générale est de sensibiliser aux risques de la maladie tout en essayant au maximum de la prévenir.

«Le diabète de type 2 est une maladie silencieuse pour laquelle on ne ressent aucune douleur particulière mais dont les effets à long terme sont très graves», prévient Peter Vander Eeck, directeur médical de *Böehringer Ingelheim*. «Il faut donc non seulement sensibiliser les Belges au dépistage mais aussi les accompagner pleinement dans le suivi de leur maladie car elle implique de nombreux changements de comportement, principalement en termes d'alimentation et d'activité physique». Ce à quoi s'attache désormais *Team D*. ■

www.facebook.com/Diabetes-TeamD/
www.boehringer-ingelheim.be
www.diabete-abd.be



Le chiffre



Seul 1% des patients atteints d'une maladie rare dispose actuellement d'un traitement. Mais, si aujourd'hui, la pharmacie ne compte encore que quelque 130 médicaments orphelins, dont 13 enregistrés l'an dernier, la bonne nouvelle est que plus de 1 600 sont en cours de développement au niveau mondial. Selon les critères européens, une maladie est déclarée rare lorsqu'elle touche moins d'1 personne sur 2 000, ce qui signifie que 5 500 personnes souffriraient, en Belgique, de ce type de maladie. Et, d'après les experts, il existerait 7 700 maladies rares dans le monde qui affecteraient 350 millions de personnes.

Les besoins sont immenses face à une situation complexe due au faible nombre de patients par maladie. Le grand espoir réside dans la thérapie génique et cellulaire car souvent, ces maladies ont une origine génétique liée à la mutation d'un gène. Découvrir les gènes impliqués permettrait d'appréhender leur fonctionnement et les mécanismes pour développer des thérapies adéquates. Pour l'*European Organization for Rare Diseases (EURODIS)* en tous cas, «avec la recherche, les possibilités sont illimitées».

www.pharma.be
www.eurodis.org

Qui est-ce ?



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

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

Carte d'identité

NAISSANCE

15 février 1809, Liège (B)

DÉCÈS

28 février 1857, Liège (B)

NATIONALITÉ

Belge

SITUATION FAMILIALE

Marié, père de 3 fils

DIPLOME

Doctorat en sciences de l'Université
de Liège

CHAMPS DE RECHERCHE

Topographie et géologie

DISTINCTIONS

Médaille Wollaston à Londres (1840),
Commandeur de l'ordre de Léopold (1855)

Z Je suis...

Précoce. Géologue et minéralogiste, je suis surtout connu pour avoir établi la première carte géologique de la Belgique. Mon père, Jean-Baptiste, est ingénieur des mines. Ma mère, Barbe Sarton, est la fille du fameux horloger Hubert Sarton. Mon oncle paternel, Barthélemy Dumont, est quant à lui chimiste. J'ai donc grandi dans un milieu propice à l'observation et l'expérimentation scientifiques. Bon sang ne peut men-

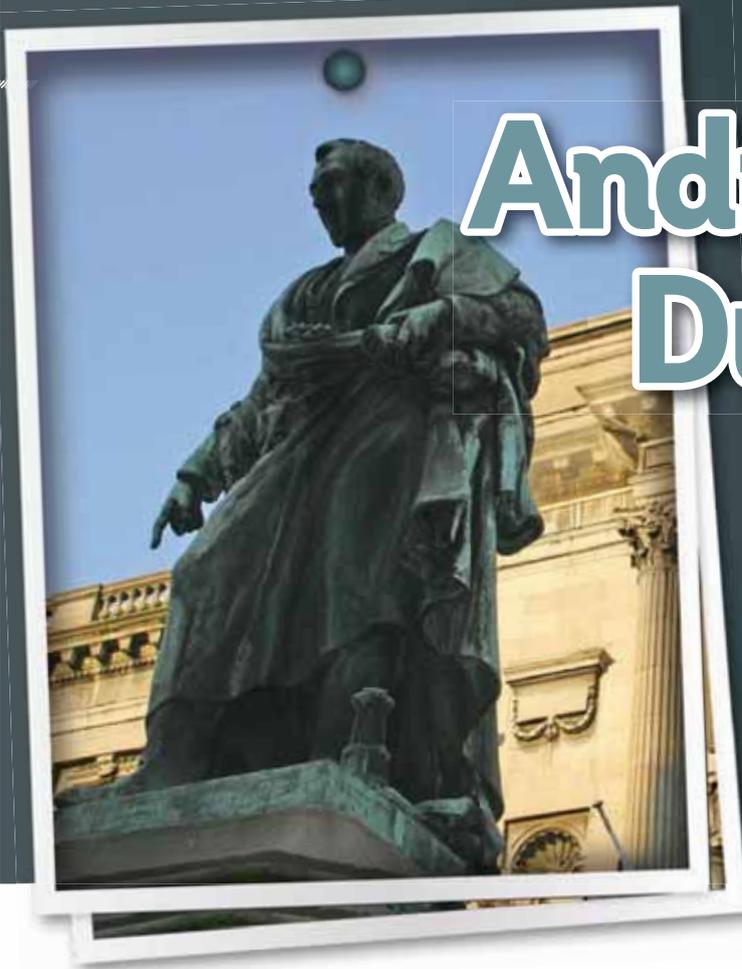
tir. Mon frère cadet Barthélemy et moi adorions faire des expériences de chimie, notamment sur le raffinage du sucre de betterave. Dès l'école primaire, je suis passionné par la nature et passe mon temps à récolter des plantes pour constituer un herbier, à collectionner des minéraux et des fossiles, à les ranger et à les classer soigneusement. Quand j'ai 15 ans, mon père m'envoie chez des parents à Paris pour que j'y apprenne le commerce mais ça ne m'intéresse pas du tout. Je reviens alors à Liège où je commence à m'intéresser à la minéralogie. Il m'arrivait souvent d'accompagner mon père dans ses visites de mines à l'assister dans ses travaux. Je suis dans mon élément ! En 1827, j'ai alors 18 ans, je réussis l'examen de géomètre et suis nommé géomètre-arpenteur des mines. Je trouve vite un travail dans une houillère de la région liégeoise, où je recueille des renseignements sur la nature des terrains. En 1828, quand l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles pose une question pour le concours de 1830, j'y réponds par mon mémoire. Couronné d'une médaille d'or, il me permettra plus tard de recevoir la médaille Wollaston de la Société géologique de Londres. Je mène de front mes études et mes observations, un peu partout, notamment en Suisse, en Italie ou en Allemagne. En 1834, je suis nommé correspondant de l'Académie des Sciences dont je serai

élu membre 2 ans plus tard. Ce succès m'incite à poursuivre mes études et je décide de m'inscrire en sciences physiques et mathématiques à l'Université de Liège. En 1835, je deviens docteur en sciences. À 26 ans, je suis nommé professeur extraordinaire de l'Université de Liège et chargé de cours en minéralogie et géologie. En 1841, je me marie avec Amélie de Jaer avec qui j'aurai 3 fils, Jean-Baptiste, Jules et André.

À z À cette époque...

En 1825, j'ai 16 ans, le premier haut fourneau fonctionnant au coke du pays, voire du continent, se dresse dans le ciel liégeois. Deux ans plus tard, la sidérurgie belge prend un bel essor avec les hauts fourneaux que John Cockerill fait construire à Seraing. J'ai 21 ans à la naissance de la Belgique. En 1835, quand j'obtiens mon doctorat, le poète danois Hans Christian Andersen publie son premier recueil de contes pour enfants. Il affectionne les décors de fleurs et de plantes. Tout comme moi, il aime la nature ! En 1838, le roi de France Louis-Philippe, passionné de géographie, met sur pied une expédition scientifique conduite par Jules Dumont d'Urville, un grand navigateur qui a déjà accompli des explorations sur les côtes de

André-Hubert Dumont



Nouvelle-Zélande. De nombreux savants se joignent à l'expédition qui s'avérera fort pénible et s'arrêtera au Chili pour soigner un équipage malade du scorbut. À propos de voyage, en 1841, l'Anglais Thomas Cook fonde son agence de voyage, tandis que, toujours en Angleterre, les mineurs créent leur syndicat. J'ai vécu à une époque de grands bouleversements industriels et sociétaux.

Z J'ai découvert...

Le modèle mathématique qui permet de décrire la formation des couches géologiques et les stratifications du sous-sol. En 1836, je suis chargé par le gouvernement d'une mission totalement nouvelle dans l'industrie du charbon: dresser la carte géologique des 4 provinces du sud de la Belgique. Par la suite, je demande d'étendre ce projet à l'ensemble du pays. Ce que j'obtiens en 1837. En 1849, j'établis la carte géologique de la Belgique que je présente à l'Académie royale des Sciences. Elle est basée sur des critères lithologiques et stratigraphiques et je laisse de côté la caractérisation paléontologique. Comme j'utilise mes propres termes pour nommer les strates géologiques, et non pas les termes géné-

ralement utilisés, la liaison avec les cartes similaires des pays avoisinants est plus difficile. Certains de mes collègues me le reprocheront mais je ne me démonte pas et établis une carte plus détaillée qui permet de faire la jonction avec les cartes des pays voisins. En 1851, j'effectue un voyage géologique en Angleterre afin de récolter de l'information pour avoir une base comparative des terrains tertiaires de l'Angleterre et de la Belgique. L'année suivante, je poursuis mes recherches en Europe centrale, en Allemagne, en Suisse, dans le Jura, les Vosges et le bassin de Paris. Bien que souffrant, en 1853, je parcours l'Allemagne, l'Autriche, les rives du Bosphore en Turquie, la Grèce, l'Italie et l'Espagne. Mon objectif est d'établir une carte géologique de l'Europe. Je la présente à l'Exposition universelle de Paris à côté de la carte géologique de Belgique. Pour ces travaux, j'obtiens une grande médaille d'honneur. En 1855, je suis nommé recteur de l'Université de Liège et je reçois une médaille d'or du conseil communal de la ville de Liège. En 1856, les étudiants de l'École des mines et de l'Université de Liège m'offrent mon buste en marbre sculpté par Eugène Simonis. ■

Saviez-vous que....

André-Hubert Dumont était également doué pour le dessin et le piano. Il a tant dépensé ses forces au service de la science qu'il usé par ses inlassables recherches, il meurt prématurément du cœur à l'âge de 48 ans.

En 1866, la statue en bronze du géologue est érigée devant l'entrée de l'Université de Liège, sur la place appelée plus tard place du XX Août. Réalisée par le sculpteur Eugène Simonis, elle remplace celle d'André-Modeste Grétry, déplacée devant le Théâtre Royal, siège de l'Opéra Royal de Wallonie. Sur cette statue, André Dumont, qui porte la toge, montre le sol de sa main droite en référence aux richesses du sous-sol. Dans sa main gauche, il porte la première carte géologique du sol belge. À ses pieds, une lampe de mineur. La statue a été inaugurée en présence de Léopold II, deuxième roi des Belges depuis 1865 et ami du géologue.

Plus tard, il sera souvent confondu avec son fils prénommé, lui aussi, André. Né en 1847, ce dernier a aussi brillé dans les sciences, quoique dans un autre domaine. Il est devenu professeur d'exploitation des mines à l'Université de Louvain. Il s'est signalé par des travaux scientifiques importants. Il a ainsi découvert des gisements houillers dans le Limbourg belge.

LES AIGUILLEURS DU CIEL ONT LES PIEDS SUR TERRE

PARTIE II

Dans le précédent numéro (Athena n° 329), nous avons introduit le concept de contrôle aérien et le métier de contrôleur aérien ou ATCO. Nous avons également passé en revue les 3 types de contrôle et les 3 axes de communication au sens large inhérents au trafic aérien pour terminer par les radars, leur fonctionnement de base et leur utilisation dans le cadre du contrôle aérien. Dans cette seconde partie, nous levons un autre coin du voile sur le métier de contrôleur. Nous nous pencherons sur les radiobalises et les grands types d'approche, avec notamment le système ILS. Nous irons ensuite nous balader dans la tour de contrôle de Bruxelles et au centre CANAC2. Enfin, nous aborderons les challenges que Belgocontrol devra relever dans le futur...

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

Photos: **BELGOCONTROL** (p.12), **V. CHANTRY** (p.14), **Belty** (p.15)

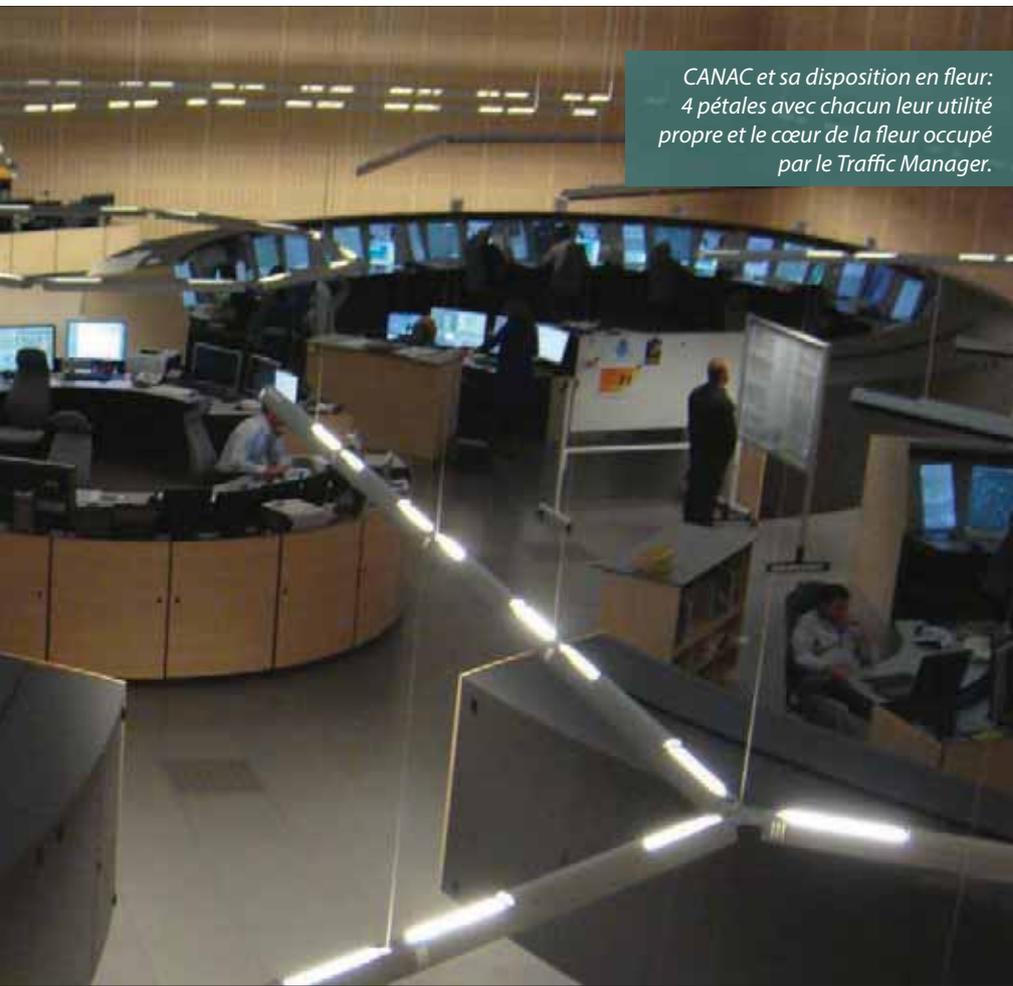
Implantées physiquement un peu partout sur le territoire belge (Bruxelles, Sprimont,...), les radiobalises sont des aides à la navigation pour les appareils en vol. Il s'agit d'émetteurs d'ondes radio envoyant un signal composé d'une onde porteuse et d'informations comme l'identifiant de la balise. En combinant les données issues de plusieurs balises, à condition de connaître au préalable la position de chacune d'entre elles, et grâce à un équipement embarqué adéquat incluant un récepteur branché sur la fréquence d'émission, le pilote peut se situer dans l'espace, qu'il soit en-route, en phase d'approche ou d'atterrissage/de décollage.

Il existe de nombreux types de radiobalises dont voici 3 exemples:

- La **NDB, Non Directional Beacon** ou **balise non-directionnelle**, est une antenne qui émet le même signal dans toutes les directions: l'onde porteuse ou, par intermittence, l'identifiant de la balise. L'avion doit alors être équipé d'un récepteur ADF (*Automatic Direction Finder*), qui indique la direction dans laquelle se trouve la balise.

- La **VOR, VHF (Very High Frequency, très hautes fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz) Omnidirectional Range** ou portée omnidirectionnelle à très hautes fréquences, émet un signal différent dans toutes les directions, combinaison de l'onde porteuse et d'une composante variable. Un appareil détectant ce signal connaît la direction radiale dans laquelle il se trouve par rapport à la balise. Il s'agit en réalité de l'azimut (voir *Athena n° 329, pp. 12-15*) et le calibrage se fait donc par rapport au Nord magnétique (correspondant en fait au sud magnétique de l'aimant que «forme» la terre et qui résulte du champ magnétique créé par les mouvements du fer en fusion présent dans son noyau externe). Certaines balises comme la VOR sont souvent équipées du système DME (*Distance Measuring Equipment*), qui mesure en temps réel la distance entre la balise et le récepteur, un peu à la manière du radar de surveillance secondaire (voir *Athena n° 329, pp. 12-15*).

- La **TACAN, TACTical Air Navigation** ou **navigation aérienne tactique**, est une variante plus petite et plus précise de la VOR qui utilise les UHF (*Ultra High Frequency, fréquences*



CANAC et sa disposition en fleur:
4 pétales avec chacun leur utilité
propre et le cœur de la fleur occupé
par le Traffic Manager.

comprises entre 300 MHz et 3 GHz). Essentiellement à usage militaire, elle donne automatiquement la distance grâce à un système similaire au DME qui y est intégré.

APPROCHES ET ILS

Il existe de nombreuses techniques d'approche d'un appareil vers un aéroport. Parmi elles, on distingue les approches de précision et de non-précision. Dans le premier cas, le système donne des indications latérales au pilote (gauche et droite) pour qu'il puisse maintenir l'axe de la piste d'atterrissage, ainsi que des indications verticales (haut et bas) pour qu'il ait la bonne altitude. Dans le cas des approches de non-précision, le système fournit au pilote des indications latérales uniquement. En fonction de sa distance à la piste d'atterrissage, le pilote peut connaître l'altitude à laquelle il devrait se trouver, et appliquer des corrections en conséquence.

L'approche de précision la plus courante et la plus complète se fait à l'aide de l'ILS (*Instrument Landing System*) ou système

d'atterrissage à l'instrument. Il s'agit de 2 signaux émis par 2 réseaux d'antennes situés sur la piste. Le *localizer* envoie une information latérale qui permet de déterminer l'axe de la piste alors que le *glide path* donne l'angle d'approche (plan de descente), généralement 3°. Le contrôleur APP donne une succession de caps à suivre au pilote pour l'amener sur l'ILS selon les règles de distance minimale entre appareils. Une fois que l'ILS est accroché par l'avion à environ 15 à 20 km de l'aéroport, la tour de contrôle prend le relais. L'ILS donne au pilote une trajectoire à suivre qui le mène en un point précis de la piste, appelé *touchdown zone*. Il existe différentes catégories d'ILS selon la précision de l'instrument: plus ce dernier est précis, plus la visibilité lors d'un atterrissage peut être réduite.

LA TOUR DE CONTRÔLE DE STEENOKKERZEEL

La gestion du trafic sur le tarmac de l'aéroport de Bruxelles ainsi qu'au décollage et à l'atterrissage (dans un rayon d'environ 20 km autour de l'aéroport) est assurée depuis la tour de contrôle et

ses 65 m de hauteur. À 60 m, le 11^e étage abrite la surveillance opérationnelle où les ATCO peuvent occuper jusqu'à 12 consoles équipées de logiciels spécifiques. Ils ont aussi à leur disposition les images en temps réel provenant de plus de 25 caméras disséminées sur la zone aéroportuaire. Tout cela combiné avec les 360° de visibilité permet d'avoir une vue globale et complète de la zone aéroportuaire et des mouvements au sol, du plus gros appareil jusqu'au plus petit véhicule de maintenance. En cas de temps clair, le contrôleur tour utilisera d'abord ses yeux comme instrument principal, le système de radars au sol n'étant qu'une aide. Ce dernier est par contre essentiel en cas de visibilité réduite.

Les tâches sont réparties comme suit entre les contrôleurs tour: la *clearance delivery*, le contrôle sol, le contrôle air et la supervision. L'ATCO chargé de la *clearance delivery* répond au pilote dont l'avion est en stationnement à une porte d'embarquement, soit par communication vocale soit par transfert de données via satellites selon le niveau d'équipement de l'appareil. Il vérifie que l'avion a bien enregistré son plan vol et que l'appareil est bien dans sa fenêtre temporelle. Il s'agit d'un créneau de 15 minutes alloué par les bureaux d'*Eurocontrol* à Evere pendant lequel un avion a la permission de décoller. L'objectif de ces créneaux horaires est de réguler le trafic dans les aéroports de départ et d'arrivée. Si tout est en ordre, le contrôleur donne au pilote l'autorisation de mettre les moteurs en marche. Le contrôleur sol prend le relais et autorise l'avion à reculer et à se mettre sur une voie de circulation particulière pour rejoindre la piste de décollage attribuée. Le contrôleur air responsable de la piste allouée intervient ensuite. L'avion s'aligne alors sur la piste avant de recevoir l'autorisation de décoller. À l'aéroport de Bruxelles, il y a 3 pistes nommées 01, 25R (*right*, droit) et 25L (*left*, gauche). Ces 2 dernières sont presque parallèles et séparées par les terminaux de l'aéroport. En configuration standard, 2 pistes sont utilisées simultanément et donc 2 contrôleurs air doivent être en service, un pour chaque piste, avec pour conséquence un total de 5 ATCO tour travaillant simultanément.

La tour est également équipée d'un étage, le 10^e, dédié aux entraînements

Vous êtes amoureux du ciel, les horaires variables ne vous font pas peur et l'aéronautique, le droit aérien et la météorologie vous font rêver ? Le métier de contrôleur aérien est peut-être fait pour vous ! Si vous avez entre 18 et 25 ans, c'est en tout cas encore possible. Même s'il faudra attendre la prochaine campagne de recrutement, celle de 2017 ayant déjà commencé, vous pouvez d'ores et déjà passer en revue cette liste de compétences indispensables au métier d'ATCO: avoir un bon niveau d'anglais, un esprit d'analyse et de synthèse aiguisé, une excellente capacité de concentration et de jugement, un sens aigu de l'observation et montrer une résistance au stress à toute épreuve. Le concours d'entrée se déroule en 5 étapes dont un entretien en anglais avec un jury et un examen médical. Si vous les passez avec brio, il vous faudra ensuite suivre une formation théorique et pratique en anglais de 2 ou 3 ans. En cas de réussite, vous ferez partie de la réserve de recrutement de Belgocontrol.

► Pour plus de renseignements, rendez-vous sur:
www.belgocontrol.be/fr/career



des futurs ATCO et aux tests de nouveaux systèmes (voir photo 1 ci-dessus), d'un espace technique et d'un poste d'observation météorologique. À noter que le 10^e étage est une redondance du 11^e: il peut servir de système de secours. Par jour de beau temps, la vue y est imprenable !

CANAC2

La salle opérationnelle que constitue le centre CANAC2, avec ses quelques 1 000 m² de surface et 6,70 m de hauteur sous plafond, est le «nerf de la guerre». Plus qu'une simple salle, ce centre de contrôle est un concept dont l'accent est mis sur la flexibilité et l'ergonomie. Prenez les différents postes de surveillance. Ils sont disposés sur le tracé d'une fleur à 4 pétales afin de faciliter la communication verbale et gestuelle entre ATCO en charge de différents secteurs (voir photo de titre p. 12). Les consoles sont au nombre de 14 par pétale, chacune étant composée d'un triptyque d'écrans. C'est grâce à ces derniers que l'ATCO peut jongler avec différents outils et logiciels. En plus des 3 écrans, chaque poste est équipé d'un système de communication composé d'un micro-casque, d'un micro et de diffuseurs, ainsi que de 2 écrans tactiles situés de part et d'autre du clavier et de la souris. Grâce à cela, le contrôleur peut à tout moment entrer en contact avec les pilotes des appareils situés

dans sa zone et passer des coups de fil à d'autres secteurs ou d'autres centres de contrôle. Les transmissions avec les pilotes se font à très hautes fréquences (VHF) à l'aide d'antennes notamment situées non loin de la tour de contrôle. Chaque secteur a sa fréquence propre, ce qui signifie qu'au sein d'une même zone, tous les pilotes s'entendent entre eux et entendent toutes les instructions du contrôleur.

À chaque pétale est attribuée une fonction particulière de contrôle: le trafic en-route zone est (ACC East), le trafic en-route zone ouest (ACC West), l'approche (APP) et enfin, le pétale *Training* dédié à la formation mais qui peut aussi être utilisé par le contrôle aérien militaire si nécessaire. Cependant, au sein de chaque pétale, un poste particulier ne correspond pas à une zone spécifique du ciel. Chaque secteur aérien peut être contrôlé depuis n'importe quelle console dudit pétale, ce qui assure une flexibilité totale. Le cœur de la fleur est quant à lui occupé par le superviseur ACC qui coordonne les 2 pétales de trafic en-route et par le Traffic Manager qui décide notamment de la capacité de vol du jour, selon de nombreux critères comme les conditions météo.

ET LE FUTUR ?

«Single European Sky» («Ciel Unique Européen»), est le nom donné par la

commission européenne à l'un des projets ambitieux d'unification du ciel, qui serait alors organisé en blocs d'espace aérien fonctionnels déterminés non plus par les frontières nationales mais bien selon les besoins organisationnels et les flux. Cela répond à un espace aérien sans cesse plus encombré. La mise en pratique (réorganisation du trafic, uniformisation et standardisation des équipements technologiques...) ne sera pas aisée. Après une étude de faisabilité, la Belgique, le Luxembourg, la France, la Suisse, les Pays-Bas et l'Allemagne ont signé un document officiel manifestant leur intention de constituer ensemble le bloc d'espace aérien fonctionnel d'Europe centrale appelé FABEC, pour *Functional Airspace Block Europe Central*. Reste une question: à quand l'accord ?

Les challenges au quotidien de *Belgocontrol* sont multiples: gestion des flux d'informations venant de toutes parts, planification des vols dépendant de nombreuses contraintes, gestion de la capacité de l'aéroport selon divers paramètres et surveillance de l'espace aérien en font partie. Pour le moment, le contrôle aérien s'effectue toujours grâce à des instruments mis au point il y a déjà quelques dizaines d'années. D'ici peu, on pourrait assister à 2 révolutions majeures. La première concerne le mode d'échange de données. Le système actuel est analogique et local: il fonctionne en autarcie. On pourrait envisager d'en faire un réseau où chaque instrument (radios, radars, etc)



aurait une adresse IP. Il faudrait alors assurer la protection du système vis à vis des cyber-criminels. La seconde révolution majeure potentielle concerne les données de positionnement et d'identification des appareils: les satellites remplaceraient les radars. Affaires à suivre donc !

Tout cela ne constitue qu'une petite partie de la réalité du contrôle aérien en Belgique. Malgré la complexité des systèmes, des équipements, des règles et malgré les exigences du boulot de contrôleur aérien, on peut dire ceci: le ciel, ça laisse rêver... ■

Je tiens à remercier personnellement Belgocontrol de m'avoir permis de visiter les installations de l'aéroport de Zaventem.

En particulier merci à messieurs Dominique Dehaene, Youcha Mackelbert et Jimmy Pok de m'avoir consacré un peu de leur temps précieux.

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

Techno-Zoom

Belt signifie ceinture et *good vibes* signifie bonnes ondes. C'est de là que vient *Belty Good Vibes*, le doux nom de la première ceinture intelligente et connectée ayant jamais existé, d'après la start-up française *Emiota* qui en est la fière génitrice et dont fait partie Carine Coulm, une belge originaire de Theux. Avec ses bandes interchangeable, vous serez toujours à la mode. Mais toute l'astuce est dans la boucle de la ceinture car elle suit de près l'activité du corps (nombre de pas, temps passé assis/debout...) et selon ce que l'on est en train de faire, encourage, à travers des vibrations, à diverses actions bénéfiques pour la santé comme monter les escaliers plus vite, boire plus d'eau, faire des exercices de respiration en cas de stress ou encore prendre une pause. Elle est fournie avec une application qui assure le suivi journalier des activités effectuées et incite à conserver de bonnes habitudes. Ce *tracker* d'activité original entièrement *made in France* est toujours en phase de développement. D'autres marques comme *Samsung* se sont également lancées sur le marché de la ceinture intelligente.

► <http://www.wearbelty.com/>



L'ADN de...

Sarah COPPENS

Prévisionniste

◀◀ RECTO

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

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

Prévisionniste, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Ce n'est pas une vocation depuis toute petite mais bien depuis mes 16 ans. Je me suis intéressée à la météo lorsque j'ai appris à voler en parapente car il fallait des bases pour obtenir la licence de vol. C'est à ce moment que je me suis dit que c'était un domaine dans lequel j'aimerais travailler plus tard. J'ai d'ailleurs changé d'options en secondaire pour me préparer à des études scientifiques.

Comment devient-on prévisionniste ? Il y a généralement 2 voies principales: la physique, qui est la voie idéale théorique dans la mesure où la météo est la physique de l'atmosphère; et la géographie. J'ai choisi cette dernière car elle est pluridisciplinaire, en intégrant davantage l'aspect humain. Pour devenir prévisionniste à l'IRM spécifiquement, 3 années d'enseignement supérieur dans une filière scientifique sont nécessaires pour s'inscrire aux épreuves organisées par le SELOR. Une fois engagé à l'IRM, le futur prévisionniste travaille en doublure avec quelqu'un d'expérience avant d'être opérationnel. J'ai pour ma part également suivi une formation de 3 semaines à la composante Air de l'Armée.

Vous travaillez en tant que prévisionniste à l'IRM depuis 2012, mais quelle est votre journée-type ? Tout d'abord, ce ne sont pas toujours des journées puisque le service est ouvert 7j/7, 24h/24. Toute l'équipe, 15 prévisionnistes à temps plein, effectue des horaires variables

de jour, de nuit, le weekend... Notre service s'étale sur une plage assez longue de 11 à 13h. Lorsque j'arrive à l'IRM, je commence par évaluer la situation météorologique en Belgique et plus en amont (Pays-Bas, Grande-Bretagne, France) grâce aux images satellite et radar, ainsi qu'aux informations transmises par les stations météo (implantées partout dans le monde). Ensuite seulement, j'envisage l'évolution future de la météo en me basant sur ce que différents modèles proposent avant de choisir un scénario. Il y a énormément de données à intégrer et à interpréter. La dernière partie de mon travail consiste à rendre les données accessibles au plus grand nombre, à rédiger les bulletins météo, à cartographier mes prévisions et à les communiquer sur le site Internet, aux chaînes télé et radio...

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? Mon rapport est bien sûr quotidien car la météo, c'est de la science appliquée en fin de compte. Aussi loin que je m'en souviens, j'ai toujours été curieuse de nature et attirée par les sciences. Pas si étonnant avec un papa vétérinaire et une maman médecin. Depuis que je suis petite et encore aujourd'hui, j'adore visiter les musées de sciences naturelles. C'est celui que je visite en premier en général !

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Je dirais que c'est principalement les horaires irréguliers. Nous effectuons régulièrement presque 50 h en 4 jours et demi. Ce n'est pas toujours évident

pour suivre le rythme naturel et la vie privée. Mais cela nous donne l'avantage d'avoir beaucoup de temps libre après une longue série de services; une autre difficulté, dans un contexte économique compliqué et une tendance croissante à l'automatisation, est de devoir défendre notre métier et le rôle essentiel que joue l'humain dans la qualité des prévisions.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? De manière générale, je suis fière d'avoir trouvé ma voie et de m'y épanouir pleinement. Plus spécifiquement à ce métier, faire des prévisions qui se révèlent exactes et utiles est une satisfaction. Que ce soit un avertissement pour un phénomène dangereux ou des températures minimales et maximales au degré près. C'est toujours un challenge personnel. Grâce à un collègue, je participe également à des projets très gratifiants en dehors de l'IRM comme un festival de montgolffières en Suisse.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Il faut être conscient que les opportunités ne sont pas nombreuses. Il y a l'IRM, Belgocontrol, quelques sociétés dans le privé (comme Météo Service) et l'Armée. Il faut donc être patient et être prêt à saisir sa chance lorsqu'elle se présente. Quant aux qualités nécessaires: gestion du stress, prise de décision, flexibilité, connaissance de l'anglais et du néerlandais, capacité de rédaction, esprit de synthèse sont déjà de bons atouts. Mais l'important, c'est de faire quelque chose qu'on aime ! ■



ÂGE: 30 ans

SITUATION FAMILIALE: En couple, 1 fille

PROFESSION: Prévisionniste à l'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM).

FORMATION: Secondaires générales (latin-grec puis 5^e et 6^e en latin-sciences-maths) à l'Athénée Charles Janssens d'Ixelles. Master (5 ans) en géographie physique à l'ULB.

ADRESSE: Avenue Circulaire, 3 à 1180 UCCLE.

Tél.: 02 373 05 08

Mail: sarah.coppens@meteo.be



VERSO >>>

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Ce serait un métier plus manuel, où je ne serais pas tout le temps derrière des écrans d'ordinateur. Peut-être institutrice, sage-femme, secouriste ou plus artistique: maquilleuse ou créatrice de bijoux.

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Sans hésitation et vu mon passé de parapentiste, ce serait de pouvoir voler. Voir la Terre d'en haut, c'est magnifique. Et puis, je suis passionnée par les nuages, ce serait une expérience magique...

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Pour le moment, j'ai dû mal à me projeter en tant qu'oratrice. J'aime apprendre donc je me vois plutôt en tant qu'«élève». Mais si je devais vraiment donner un cours, ce ne serait en tous cas pas en mode ex-cathedra mais plutôt basé sur l'échange.

Je vous offre un laboratoire, vous plancherez sur quoi en priorité ? Je travaillerais sur des solutions destinées à mieux vivre avec notre environnement car on est vraiment mal parti à ce niveau-là. Sur les énergies vertes par exemple ou le recyclage des déchets. Mais au-delà de la collectivité, nous avons aussi notre rôle individuel à jouer via des initiatives citoyennes comme les potagers urbains, la diminution du gaspillage...

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pour-

quoi ? J'ai d'abord pensé à un iPod ou un MP3, car j'aime être entourée de musique. Je l'emmène toujours avec moi, notamment lors de mes trajets entre la maison et le travail. Après, même si ce n'est pas un objet, je me verrais bien en cumulonimbus. C'est mon nuage préféré pour sa forme impressionnante et sa dynamique. Il en impose.

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? J'irais en Islande, pour admirer ses paysages époustouflants, voir de plus près ses volcans, ses glaciers, les failles de la dorsale médio-atlantique (et oui, la géographe est toujours là!). D'autres destinations me font de l'œil comme l'Himalaya, l'Indonésie, le Japon, la Nouvelle-Zélande ou les Andes.

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? Je pense qu'on apprend tout autant de personnes non célèbres mais si je devais en citer une, je resterais dans la musique avec Matthew Bellamy, le chanteur du groupe Muse.

La question «a priori»: prévoir la météo, c'est bien, jeter un œil par la fenêtre en se levant le matin, ça marche aussi bien non ? Ce n'est pas faux, en tous cas lorsque la météo est stable, ce qui n'est pas souvent le cas sous nos latitudes. Et puis, au-delà de savoir si l'on doit prévoir un parapluie, les prévisions servent aussi à lancer des alertes, qui peuvent parfois sauver des vies... ■

+ Plus d'infos

www.meteo.be
www.ulb.ac.be/facs/sciences/geog/



LE DOSSIER

S.O.S.

Ce père, cette mère, ce parent se sent épuisé par le poids de ses responsabilités parentales, est devenu distant envers ses enfants, leur assure le «service minimum», monte dans les tours à leur moindre incartade, n'est plus ni efficace ni épanoui dans sa parentalité... Pourtant, être parent était auparavant un idéal qui lui inspirait bienveillance, attention, chaleur, disponibilité. Ce père, cette mère ne serait-il(elle) pas en burn-out parental ?



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

Photos: © HighwayStarz (p.18), © Wavebreak Media (p.20)

parent en détresse

Contrairement à la dépression, qui touche toutes les sphères de la vie, le burn-out apparaît comme un phénomène contextualisé. S'il est professionnel, il est exclusivement centré sur le monde du travail; s'il est parental, il se focalise sur les obligations générées par le statut de père ou de mère. Ainsi, dans le premier cas, l'individu peut très bien garder son enthousiasme pour les relations familiales, avoir des projets de vacances, se réjouir d'un dîner entre amis ou d'une soirée au cinéma. De manière similaire, la personne en burn-out parental continuera à s'investir avec plaisir dans diverses activités, alors qu'elle aura perdu tout attrait pour ses responsabilités de parent.

Néanmoins, si la dépression n'est pas une composante du burn-out, elle peut en devenir une conséquence. Lorsque l'épuisement et le mal-être inhérents à celui-ci ne sont pas adéquatement pris en charge, une sorte de phénomène de «contamination», d'extension à d'autres champs que la profession ou que la parentalité, c'est selon, peut se développer et aboutir, *in fine*, à un état dépressif. «Ainsi, les personnes en burn-out pourraient finir par souffrir d'un véritable trouble de l'estime de soi, susceptible de s'étendre à d'autres domaines de la vie», explique Isabelle Roskam, professeur à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'Université catholique de Louvain (UCL). *De même, s'il perdure, l'état d'épuisement caractéristique de leur syndrome est susceptible de contaminer la qualité de leur travail, par exemple, et conduire à un rejet de ce dernier. En outre, le burn-out parental isole car ceux qui en souffrent n'en parlent pas volontiers, car ils sentent leur responsabilité morale engagée.»*

Notons que le burn-out parental ne doit pas être confondu avec le baby-blues qui peut se manifester chez la mère dans les premiers jours après une naissance. Cette entité, qui trouve ses racines dans de brutales modifications hormonales, se traduit traditionnellement par de la tristesse, de l'irritabilité et de fréquentes envies de pleurer. La dépression post-partum est, elle aussi, d'une autre nature que le burn-out parental. Fruit d'une combinaison de facteurs (taux hormonaux, événements stressants, moindre satisfaction conjugale...), elle apparaît durant l'année suivant un accouchement. Les pères eux-mêmes peuvent connaître des symptômes dépressifs en post-partum.

LES 3 FACETTES DU MAL

Dans le burn-out parental, l'âge des parents et celui des enfants ne semblent pas constituer un facteur de risque. À l'UCL, Isabelle Roskam et Moïra Mikolajczak ont mené une étude auprès de quelque 2 000 pères et mères. «*Nous avons pu montrer que les 2 sexes étaient atteints avec une fréquence équivalente par le burn-out parental, que, contrairement à ce qu'on aurait pu penser, un premier enfant, les enfants en bas âge ou les adolescents ne représentent pas un risque particulier, tout comme l'âge des parents ou le fait d'être père ou mère dans une famille reconstituée ou monoparentale*», rapporte Isabelle Roskam.

Dans son acception psychologique, le terme «burn-out» est né à la fin des années 60. À l'époque, il se référait à la conséquence d'un stress chronique au travail, en l'occurrence un syndrome d'épuisement. Au cours des années 70, les travaux de la psychologue améri-

caine Christina Maslach permirent de cerner le caractère tridimensionnel du burn-out (professionnel). À l'épuisement physique et émotionnel, il convenait d'ajouter un détachement émotionnel du sujet à l'égard de ses clients ou de ses patients - Christina Maslach s'était essentiellement intéressée au monde des soignants - ainsi qu'une perte d'efficacité et d'épanouissement professionnel.

Comme le soulignent Moïra Mikolajczak et Isabelle Roskam dans leur livre *Le burn-out parental - L'éviter et s'en sortir*, paru en janvier 2017 chez *Odile Jacob* (1), c'est dans les années 80 que certains auteurs ont suggéré l'existence d'une

“ *J'étais épuisée, j'étais juste incapable de répondre aux demandes et sollicitations de mon aînée. Je pleurais de fatigue, j'étais juste épuisée, épuisée, épuisée, épuisée. [...]. Je me réveillais avec zéro énergie et le moindre petit truc du quotidien était hyperdifficile. Rien que d'imaginer ce qu'on allait manger le soir, c'était une montagne... La moindre chose à faire me demandait vraiment trop d'énergie et je n'en avais plus. Vraiment plus. J'étais juste en mode survie.* ”

Élisabeth - 2 enfants
Source: www.burnoutparental.com



PAS DE PORTE DE SORTIE

Une différence majeure entre le burn-out professionnel et le burn-out parental est que dans le premier, l'individu dispose d'une «porte de sortie», ce qui n'est pas le cas dans le second. Le cas échéant, on peut se désinvestir de certaines activités professionnelles, changer de métier, se recentrer sur sa famille. D'aucuns déclarent même *a posteriori* que leur burn-out professionnel a été une chance, car il leur a permis de faire le tri entre l'essentiel et l'accessoire, de retrouver la joie des plaisirs simples, etc. En revanche, on ne peut se débarrasser d'un enfant comme d'un métier. «Presque 80% des parents qui consultent notre structure pour une thérapie psychologique dans le cadre d'un burn-out parental nous confient qu'il leur est déjà arrivé de penser à s'enfuir sans laisser d'adresse, à abandonner leur famille ou à se suicider, relate Isabelle Roskam. C'est à leurs yeux le seul moyen qui leur reste pour récupérer et oublier le problème qui les mine. Mais ils ne passent pas à l'acte.»

Le principal indice qui devrait alerter l'entourage familial sur la possibilité qu'un père ou qu'une mère souffre d'un burn-out parental réside dans le contraste existant entre l'énergie, l'investissement, l'efficacité qui caractérisaient précédemment cette personne dans son rôle de parent et la chute vertigineuse qui affecte désormais ces 3 éléments. Ce fossé entre hier et aujourd'hui est un puissant révélateur potentiel. Un parent dépressif qui s'est toujours dit épuisé n'est pas en burn-out. De même, par exemple, qu'un parent qui a toujours été distant, qui ne s'est jamais investi auprès de ses enfants.

Irritabilité, agressivité, négligence s'inscrivent souvent, nous l'avons signalé, dans le sillage du burn-out parental. À travers des entretiens approfondis avec des parents en burn-out sévère, les psychologues de l'UCL ont également mis en évidence une consommation nettement accrue de tabac et d'alcool, d'antidépresseurs et de somnifères, des difficultés conjugales ainsi que des répercussions sur la santé inhérentes à la manifestation d'un stress chronique - entre autres une diminution de l'immunité et donc une plus grande vulnérabilité aux virus, notamment, une augmentation de la pression artérielle, etc. Interpellées par les données recueillies lors de certains entre-

forme de burn-out qui ciblerait spécifiquement les parents. «Jusqu'en 2011, écrivent-elles, les chercheurs pensaient toutefois que le burn-out parental concernait exclusivement les parents d'enfants chroniquement malades. Et pour cause, toutes les études avaient été menées auprès de parents d'enfants malades, mais aucune dans la population générale.» En 2015, les 2 chercheuses de l'UCL furent les premières à initier des travaux sur des échantillons représentatifs de l'ensemble des parents. La première conclusion qu'elles purent en tirer est que chaque père, chaque mère peut être en proie au burn-out parental pour autant qu'il cumule, à un moment donné, plusieurs facteurs de risque. Ensuite, elles mirent en exergue que ce type de burn-out, à l'instar de son homologue professionnel, comporte 3 facettes. Deux d'entre elles sont communes aux 2 syndromes: l'épuisement physique et émotionnel, ainsi que la perte d'efficacité et d'épanouissement, professionnel pour l'un, parental pour l'autre. Dans l'univers du travail, la distanciation émotionnelle dont fait preuve l'individu en burn-out à l'égard des bénéficiaires de ses prestations va jusqu'à la dépersonnalisation de ceux-ci. «Par exemple, un médecin ou un infirmier pourra témoigner de froideur, voire de cynisme vis-à-vis des patients, parler du cancer de la chambre 312 comme si le malade était un numéro», commente Isabelle Roskam. En général, dans l'univers parental, la distanciation affective d'avec

les enfants n'atteint pas ce paroxysme car les parents, malgré leur épuisement et leur mal-être, demeurent malgré tout attachés à la chair de leur chair. Sauf dans des cas extrêmes au-dessus desquels pourrait s'agiter le spectre de l'aversion et même de la maltraitance. «Trop fatigué, le parent n'a plus l'énergie de s'investir dans la relation, ou en tout cas plus autant que d'ordinaire, peut-on lire dans l'essai de Moira Mikolajczak et d'Isabelle Roskam. Il prête moins d'attention à ce que ses enfants lui racontent ou les écoute d'une oreille distraite, il n'accorde plus (autant) d'importance à ce qu'ils vivent et ressentent, il ne s'implique plus (autant) dans leur éducation, il n'arrive plus (autant) à montrer à ses enfants combien il les aime. Il fait ce qu'il doit faire (les conduire à l'école, leur préparer à manger, la toilette, le coucher), mais pas plus.»

Un manque de surveillance et de la négligence sont à craindre. Dans ce cas, la situation pourrait déboucher sur des conséquences très dommageables pour l'enfant - accidents, effondrement des résultats scolaires, mauvaises fréquentations... Résultant d'un climat nourri d'irritabilité, de colères outrancières, d'un manque de marques d'affection, voire de gifles et autres coups qui se perdent, de possibles perturbations psychologiques (non encore étudiées à ce jour dans le cadre du burn-out parental) ne sont certes pas non plus à exclure chez l'enfant.

tiens où des parents avouaient rester au lit durant des heures sans soumettre leurs enfants à la moindre surveillance, Isabelle Roskam et Moïra Mikolajczak viennent de lancer une étude à large échelle sur les conséquences du burn-out tant pour le parent concerné que pour l'enfant et pour le couple.

EXPLOSION EN PLEIN VOL

D'après les résultats de leurs travaux antérieurs portant sur environ 2 000 pères et mères, les 2 chercheuses estiment la prévalence du burn-out parental à 5% en Belgique, mais considèrent également que vu les facteurs de risque auxquels ils sont exposés, 8% supplémentaires sont en danger de développer ce syndrome.

Précisément, quels sont les facteurs de risque ? Les professeurs Roskam et Mikolajczak se sont efforcées de les disséquer. Mais tout d'abord, elles tiennent à souligner à quel point des phénomènes de société ont pu favoriser l'éclosion du burn-out parental, ou du moins la nette augmentation de sa fréquence au cours des dernières années. «*On peut dresser un parallèle avec l'avènement du burn-out professionnel dans les années 70, indique Isabelle Roskam. À l'époque, on a assisté à un accroissement de la charge de travail et à une diminution des moyens pour y répondre. De façon analogue, on demande aux parents d'accomplir de plus en plus de choses (telle nourriture, tels loisirs, telle assistance scolaire...) pour leurs enfants, alors qu'ils disposent de beaucoup moins de temps qu'il y a 20 ou 30 ans - la majorité des femmes travaillent, les recompositions familiales sont de plus en plus fréquentes... Ils sont bombardés d'injonctions par les médias, des associations, etc. et certains s'évertuent à les respecter à la lettre car ils veulent se regarder dans le miroir en se disant: "Je suis un bon parent". Leur vie devient un enfer, parce que leurs ressources ne leur permettent plus de faire face à toute la pression, tous les stressors auxquels ils sont confrontés.*»

Dans le burn-out professionnel, ce sont généralement les éléments les plus utiles à leur employeur qui finissent par «exploser en plein vol». Des perfectionnistes, des individus ayant le culte de la performance, une tendance à se surinvestir professionnellement, une incapacité à se fixer des limites... Dans le burn-

La griffe de l'individualisme ?

Le burn-out parental a-t-il une composante culturelle ? Moïra Mikolajczak et Isabelle Roskam en sont convaincues. Raison pour laquelle elles vont constituer un consortium international de chercheurs qui adapteront dans leur langue respective un test de mesure du burn-out parental confectionné et validé par les psychologues de l'UCL. Cet outil permettra d'évaluer les 3 dimensions du syndrome, à savoir l'épuisement, la distanciation affective ainsi que la perte d'efficacité et d'épanouissement en tant que parent. «*Mon intuition est que le burn-out parental est une maladie des sociétés individualistes, dit Isabelle Roskam. Pourquoi ? Parce que la parentalité réclame une grande abnégation durant un certain nombre d'années, que les parents doivent faire passer les besoins des enfants avant les leurs.*»

La chercheuse rapporte des propos éloquentes qu'elle lit sur des forums Internet. Par exemple, des parents pratiquant le système de la garde alternée après une séparation écrivent que cette situation est formidable, parce qu'elle leur permet de disposer d'1 semaine sur 2 pour s'occuper d'eux-mêmes. «*Autre illustration: nombre de femmes que l'on qualifie de "femmes modernes" crient haut et fort que la maternité n'est pas faite pour elles, souligne Isabelle Roskam. Ces 2 exemples font écho aux injonctions d'une société individualiste qui en appelle à prendre absolument du temps pour soi, à penser à soi, etc. Dans ces conditions, il est très difficile de se sentir totalement épanoui dans la parentalité.*»

L'hypothèse est que dans une société plus collectiviste, où le groupe prime l'individu, la parentalité serait plus facile à assumer. Grâce à la mesure de la prévalence du burn-out parental dans des sociétés prônant des valeurs différentes, les travaux du consortium international devraient permettre de vérifier ce qu'il en est.

out parental, on retrouve des ingrédients analogues. Des parents perfectionnistes très impliqués dans leur rôle de père ou de mère et porteurs d'un idéal de parentalité très fort.

D'OÙ PROVIENT LE DANGER ?

Isabelle Roskam et Moïra Mikolajczak ont recensé 5 grandes catégories de facteurs de risque.

1. Les facteurs sociodémographiques:
- être un père, une mère, avoir peu ou beaucoup d'enfants, disposer ou non de revenus permettant de faire appel à une baby-sitter, être doté d'un niveau d'éducation plus ou moins élevé, etc.

2. Les facteurs situationnels, tels que le stress familial résultant du décès d'un être cher au cours des derniers mois ou le fait d'avoir un enfant handicapé, adopté ou souffrant d'une maladie chronique. Mais ces 2 facteurs n'expliquent presque rien, selon Isabelle Roskam.

3. Les caractéristiques personnelles. Elles sont essentielles. Un élément cardinal tient aux compétences émotionnelles du parent. «*Les mères et les pères qui ne parviennent pas à reconnaître les émotions qu'ils éprouvent, à les comprendre, à les exprimer et à en réguler l'intensité risquent de trouver la parentalité harassante ! peut-on lire dans l'essai des 2 psychologues de l'UCL. Il en va de même lorsque les parents ne parviennent pas à identifier et donc à répondre adéquatement aux émotions de leurs*

enfants.» Un autre facteur de risque découle, pour chaque père ou mère, des relations qu'il a entretenues avec ses propres parents. Si celles-ci ont été défaillantes, l'individu aura tendance à développer une mauvaise image de soi car il n'aura pas trouvé, dans le regard de ses propres parents, des motifs d'éprouver de la fierté envers lui-même. Il doutera sans cesse de ses capacités à être un bon père ou une bonne mère, digne de l'amour de ses enfants, et cela entravera considérablement le développement d'un attachement sécurisé avec eux et le poussera à en «faire trop». Par exemple, en se sentant obligé d'accompagner coûte que coûte l'enfant dans la réalisation de ses devoirs scolaires. De même, indépendamment ou corrélativement, plus l'écart est grand entre ce qu'une mère ou un père estime être un parent idéal et l'image qu'il a ou croit donner de lui-même dans la parentalité, plus le risque de burn-out s'élève. On le conçoit aisément, le perfectionnisme précédemment évoqué n'est pas sans lien avec ces caractéristiques personnelles.

4. Les pratiques éducatives. «Il apparaît, commente Isabelle Roskam, que lorsqu'elles sont chaleureuses, le risque de burn-out est moindre que lorsque le parent manifeste la volonté de contrôler l'enfant en recourant à des pratiques coercitives. Dans ce cas, dès que l'enfant fait un pas de côté, le père ou la mère se sent remis en question en tant que parent, car il a l'impression de ne pas être respecté. Ce qui constitue une importante source de stress.»

5. Les facteurs conjugaux. Ils pèsent aussi de tout leur poids. Les conjoints sont-ils sur la même longueur d'onde face à leur mission parentale ? Chacun se sent-il épaulé par l'autre ?... À la lumière des travaux de Moïra Mikolajczak et d'Isabelle Roskam, la perception du conjoint comme étant ou non une source de soutien se révèle être un élément très prédictif du risque de burn-out parental.

risque susmentionnés convergent tous vers cette réalité. Pris isolément, aucun ne conduit cependant au burn-out. C'est leur accumulation qui, à un moment donné, amène le stress devenu chronique à un niveau tel qu'il ne peut plus être contrebalancé par les ressources dont dispose le parent concerné. Aussi, chaque burn-out ayant sa propre histoire, l'action thérapeutique éventuelle va-t-elle porter tantôt sur les facteurs de risque, tantôt sur les ressources, tantôt sur les 2.

On ne peut guère agir sur les facteurs sociodémographiques et situationnels; par chance, ils ne pèsent pas très lourd dans l'éclosion d'un burn-out parental. «Par contre, on peut diminuer l'impact de certains autres stressseurs, dit Isabelle Roskam. Ainsi, on peut apprendre au parent à revoir à la baisse son idéal de parentalité ou à déléguer davantage - par exemple, en confiant la surveillance des devoirs à une tierce personne. On peut également améliorer ses compétences émotionnelles pour augmenter sa résistance au stress. Etc.» Au niveau des ressources, diverses stratégies peuvent également être poursuivies. Favoriser l'expression des besoins afin de solliciter du soutien de la part du conjoint ou de tiers en est une. «Dans un couple, chaque conjoint a souvent une illusion de transparence, croyant que l'autre perçoit nécessairement ses besoins et va agir en conséquence. C'est une erreur: il faut s'exprimer clairement», souligne Isabelle Roskam.

Pour se sortir d'un burn-out parental, la recette est simple en théorie: restaurer un meilleur équilibre de la balance entre, d'une part, les ressources dont on dispose et, d'autre part, des stressseurs liés à des traits de personnalité, à des pratiques éducatives et au fonctionnement du couple. À travers des prises en charge individuelles et collectives, mais aussi à travers une application ouvrant la porte de l'«e-thérapie» (voir encadré), les 2 psychologues de l'UCL essaient d'aider les patients épuisés par la parentalité à emprunter cette voie. ■

RÉÉQUILIBRER LA BALANCE

Le burn-out est un syndrome relevant du spectre du stress. Les facteurs de

(1) Moïra Mikolajczak et Isabelle Roskam, *Le burn-out parental - L'éviter et s'en sortir*, Odile Jacob, 2017.

Dr. Mood à la rescousse

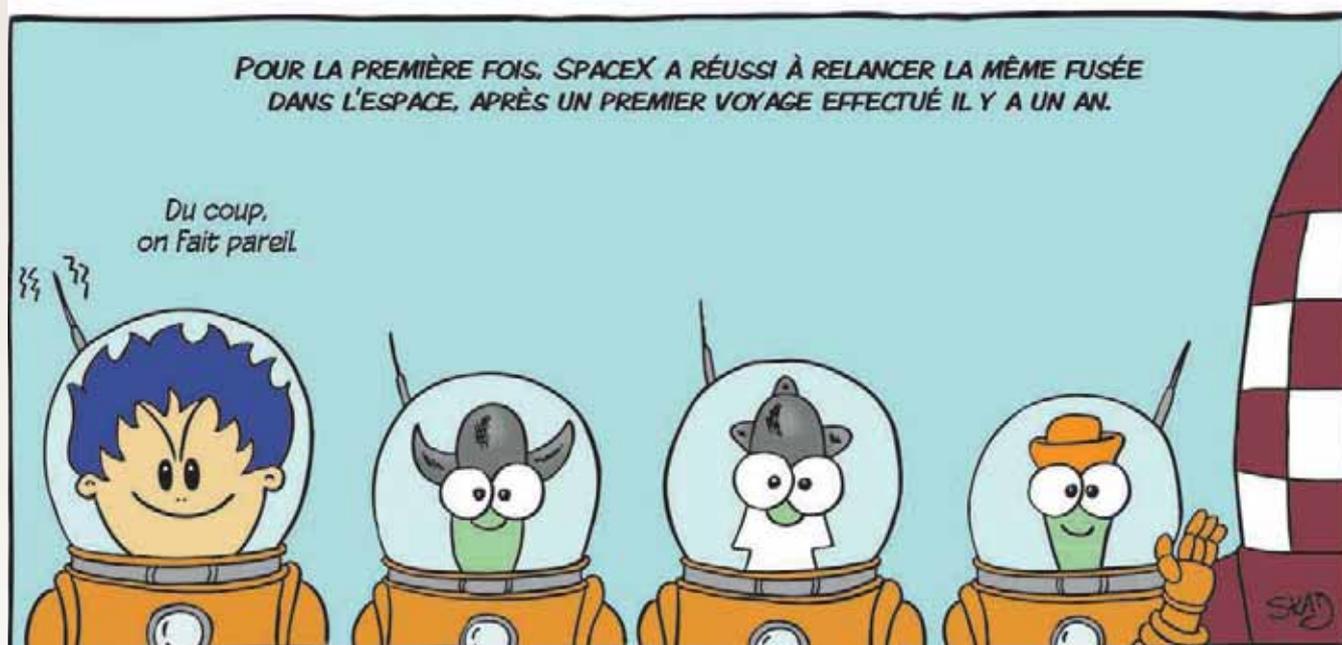
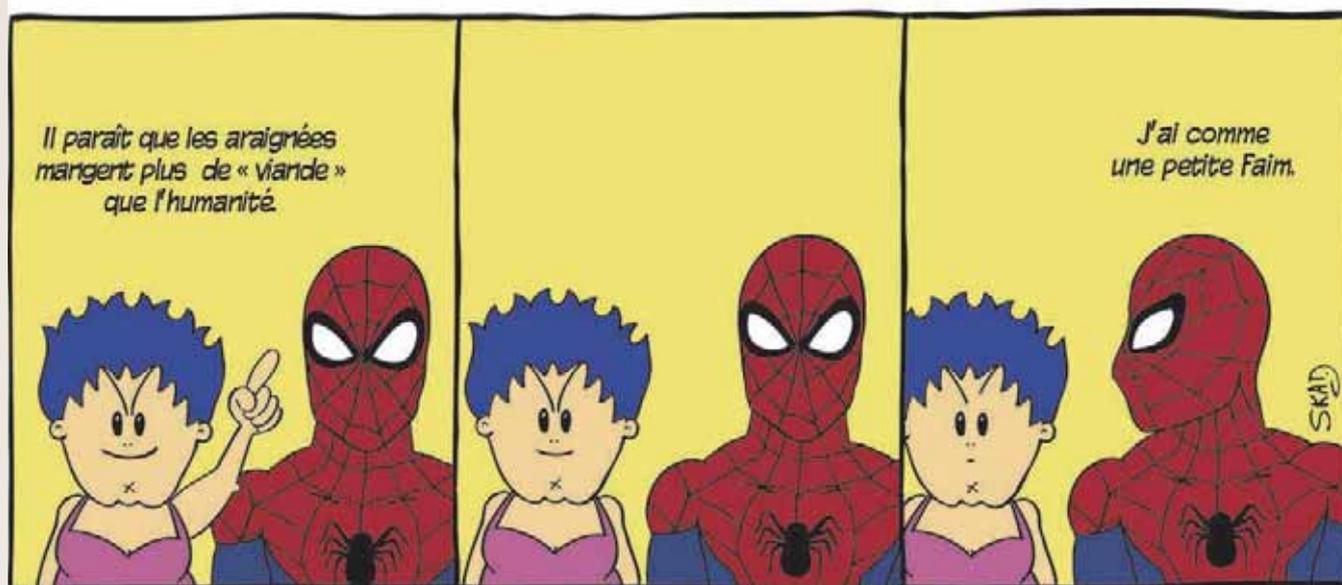
Connaissez-vous le *Dr. Mood Burnout parental* ? Il s'agit d'un e-thérapeute (<https://www.dr-mood.com>) dont la première mission est de répondre à une question que vous pouvez légitimement vous poser si vous vous sentez épuisé par vos responsabilités parentales: «Suis-je proche ou éloigné du burn-out ?» Parallèlement, il mettra en lumière vos facteurs de risques et les ressources protectrices dont vous disposez. Développée par Isabelle Roskam et Moïra Mikolajczak en collaboration avec la start-up française *Moodwalk*, cette application comprend également un programme de coaching quotidien s'étendant sur 5 semaines. Cette e-thérapie est payante, contrairement à l'établissement du bilan initial. «Le programme est adapté au profil de chacun, c'est-à-dire à ses facteurs de risque et ses ressources», précise Isabelle Roskam. Il s'adresse en priorité à des parents qui se situent en terrain miné, au bord du burn-out ou engagés dans un burn-out ne revêtant pas encore un caractère de sévérité affirmé. Dans les cas graves, la consultation chez un thérapeute en chair et en os demeurera sans doute nécessaire. «L'application va nous permettre de collecter des données sur la situation de départ et sur l'effet de l'e-thérapie. Nous saurons ainsi définitivement pour quelle catégorie de patients *Dr. Mood Burnout parental* est efficace», souligne notre interlocutrice.

► Pour plus d'informations sur le sujet, consultez aussi le site www.burnoutparental.com



LES AVENTURES DE BARJE

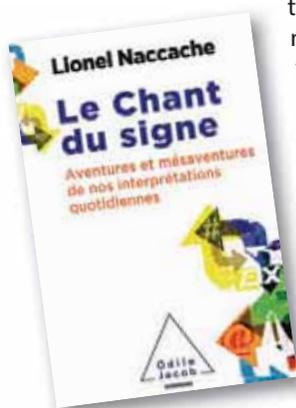
©SKAD 2017 - www.barje.be



Chant du signe

et signes enchantés

Lorsque Lionel Naccache nous propose un essai, le thème en est toujours d'une grande originalité. Intitulé Le Chant du signe, son dernier ouvrage nous entraîne sur le terrain de nos rencontres avec les signes qui parsèment notre quotidien et qu'il nous arrive de mal interpréter. Ces accidents sont rares, mais potentiellement des plus instructifs. Ce nouvel ouvrage du neuroscientifique français a quelque chose de très intime, qui contribue à son charme. L'auteur y fait la part belle à l'analyse de situations qu'il a personnellement vécues et qu'il s'efforce de disséquer à la lumière des neurosciences. C'est que, selon lui, nos rencontres avec les signes, quand elles nous interpellent, peuvent en dire long sur le fonctionnement de notre esprit/cerveau et sur la personne que nous sommes vraiment



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

Photos: © **CSP_dolgachov** (pp.24-25)

En un sens, chacun d'entre nous est le «romancier» de sa propre vie. Telle est la conviction du neurologue Lionel Naccache, qui codirige l'unité de neuroimagerie et neuropsychologie à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM - Paris). Selon lui, nous éprouvons le besoin de créer du sens dès que nous sommes dans un état conscient. S'enclencherait chez nous un processus narratif au cours duquel nous élaborerions des scénarios fictionnels plus ou moins éloignés de la réalité objective. Supposons qu'une personne ait rendez-vous avec un ami pour déjeuner, mais que ce dernier se fasse attendre. Aussitôt, elle va échafauder des scénarios explicatifs de ce retard: embouteillage, oubli, accident de voiture... Certes, cet exemple ne constitue pas une preuve formelle de la thèse avancée, mais le détour par la pathologie offre au chercheur de l'ICM des arguments de poids quant à notre besoin irrésistible de donner du sens à nos expériences conscientes.

Ainsi, dans le syndrome de Capgras, également appelé «délire d'illusion des sosies», les sujets sont victimes d'une déconnexion entre les zones corticales impliquées dans la perception des visages et celles qui sous-tendent le codage émotionnel des perceptions. Aussi, lorsqu'ils se trouvent face à un proche, reconnaissent-ils parfaitement son visage, mais ne peuvent-ils accéder aux informations de familiarité qui devraient être associées à l'identification d'un être cher. Ils perçoivent cette contradiction. Toutefois, au lieu de dire par exemple: «C'est ma femme, mais, bizarrement, je n'éprouve aucun sentiment particulier pour elle», ils arrivent à la conclusion abracadabrante qu'ils ont devant eux non leur épouse, mais un sosie. Bref, face au caractère saugrenu des informations perçues, ils ne peuvent s'empêcher de bâtir un scénario fictif, de construire une histoire qui donne du sens à leur expérience.

Le rôle des scénarios fictionnels dans l'économie du fonctionnement mental conscient apparaît de façon flagrante dans de nombreuses autres pathologies neuropsychiatriques, tels l'amné-



sie de Korsakov, le syndrome d'hémi-négligence ou encore le «split-brain» («cerveau divisé»).

À la suite de travaux réalisés en collaboration avec Stanislas Dehaene, du Collège de France, Lionel Naccache postule qu'une myriade de circuits cérébraux très spécialisés travaillant en parallèle sont voués à l'élaboration continue de multiples représentations mentales inconscientes. Celles-ci seraient en compétition. Un second «compartiment», que les chercheurs qualifient d'«espace de travail global conscient», présiderait à chaque instant à l'accession d'une de ces représentations mentales dans le champ de la consciente. «À partir du moment où une information recueillie par la rétine a été transmise au cerveau, il y a 2 temps dans la perception visuelle d'un objet, et ce quel qu'il soit - bouteille, visage, texte...», dit Lionel Naccache. On peut observer en laboratoire que, dans le premier temps, qui dure environ 2 dixièmes de seconde, s'élabore sans que nous en ayons conscience une représentation subjective déjà pleine de sens. Dans le second temps, cette représentation accède à la

conscience - je lis tel mot, je vois François, c'est un verre de bière...»

COLLISIONS FRONTALES

Dans *Le Chant du signe*, essai original et finement ciselé qu'il a publié en janvier 2017 chez Odile Jacob (1), le neuroscientifique précise sa pensée: «Cette genèse inconsciente de l'interprétation occulte un peu plus encore notre rôle primordial dans cette situation perceptive: "nous" en sommes pourtant les auteurs. Ce "nous" inconscient participe de notre identité subjective, et tout ce qui permet de réaliser consciemment sa présence accroît notre lucidité et notre connaissance de nous-mêmes.» Le cœur de son livre bat au rythme de cette double quête de lucidité et de connaissance de soi qu'il encourage le lecteur à mener à travers une discipline qu'il a baptisée, de manière plaisante et ludique, la «collisionnologie» et qui, ancrée dans la vie quotidienne, ouvre des voies complémentaires (aisément accessibles) aux diverses autres formes d'introspection

et à l'expérimentation scientifique. À l'instar des physiciens, qui misent sur les collisions dans les accélérateurs de particules afin de percer les secrets de la matière, Lionel Naccache estime qu'il y a beaucoup à apprendre des «collisions» entre un individu et un signe symbolique, quand bien même ce dernier serait-il élémentaire, lui aussi - un feu rouge, le sigle W.-C. ou la croix verte d'une pharmacie. Mais, comme nous le verrons, plus que les collisions, entendues comme des rencontres entre un individu et un signe, ce sont les accidents de collision, les interprétations erronées d'un signe, qui peuvent en dire long sur le fonctionnement de notre esprit/cerveau et sur notre personne.

Dans un article publié en août 2016 par la revue *Neuroscience of Consciousness*, Benjamin Rohaut et Lionel Naccache ont montré que si le traitement sémantique inconscient d'un mot est une réalité incontestable, cette «mécanique» inconsciente est soumise à de fortes influences conscientes. «À chaque instant, notre posture consciente déteint sur la nature des opérations mentales qui se déroulent en nous inconsciemment», souligne Lionel Naccache. En d'autres termes, nos préoccupations du moment, nos émotions, nos projets, etc. influent sur les traitements sémantiques inconscients auxquels notre esprit/cerveau se livre à notre insu. «Contrairement aux conclusions de certaines études antérieures, les différentes significations d'un mot polysémique, tel "glace" (miroir, crème glacée...), ne sont pas toutes traitées inconsciemment en parallèle, étant donné l'impact du contexte conscient sur les interprétations inconscientes», indique notre interlocuteur. Et de préciser dans son livre: «Le puzzle devient donc vertigineux: la première couche de nos interprétations est inconsciente, mais elle œuvre sous l'influence de notre posture consciente, sans que nous le sachions!»

LAPSUS PERCEPTIFS

Cette influence de la posture consciente sur le processus inconscient de genèse subjective de la signification d'un signe transparait de façon éloquente à travers un accident de collision dont a été victime Lionel Naccache lui-même alors qu'il était interne en neurologie

DÉTOURNEMENT de responsabilité

En cas d'erreur d'interprétation, nous tendons à rechercher une explication ne mettant pas en cause notre système interprétatif personnel. En voici un exemple éloquent qui remonte à un souvenir d'adolescence: le cas d'une amie qui, voyant passer un semi-remorque avec la mention «TIR» à côté de sa plaque minéralogique, s'exclame: «Le tir aux pipes arrive bien tôt cette année !» De fait, la fête foraine de notre quartier devait avoir lieu une semaine plus tard. Quand on lui fait remarquer que «TIR» signifie «Transport international routier», elle répond: «Franchement, ils auraient pu choisir un autre acronyme.»



à l'hôpital du Val-de-Grâce, à Paris, et préparait concomitamment un DEA sur les mécanismes moléculaires des affections liées aux protéines prions, telle la maladie de Creutzfeldt-Jacob. Lors d'un tour de salle à l'hôpital, il voit sur la table de nuit d'un patient la pochette d'un CD avec, en toutes lettres, le mot «PRIONS». Il s'étonne que ce malade ait emporté avec lui un CD scientifique sur les protéines prions. En réalité, il s'agissait d'un CD de liturgie chrétienne, plus conforme aux préoccupations d'une personne hospitalisée ayant des croyances religieuses.

Pour Lionel Naccache, il est clair que l'intérêt qu'il portait à l'époque aux protéines prions dans le cadre de ses recherches sur la maladie de Creutzfeldt-Jacob a été à l'origine de son erreur d'interprétation. «Nos pensées conscientes déterminent à chaque instant une grille de lecture du monde qui va puissamment aiguiller la bascule interprétative inconsciente du signe que nous rencontrons, écrit-il. Puis nous prenons conscience de cette interprétation inconsciente sans penser à être responsable le moins du monde.» Or, d'une certaine façon, notre responsabilité est engagée puisque notre posture consciente a influé sur nos processus inconscients de création de sens.

Aussi pour le neuroscientifique, les accidents de collision sémantique sont-ils des «lapsus perceptifs», dans la mesure où l'interprétation que nous donnons d'un signe est le fruit d'une «action» et non de la réception passive d'une infor-

mation. Cette action, qu'il qualifie de geste de l'esprit, réside dans la construction d'une représentation mentale significative. Lorsque nous nous trompons sur la signification d'un signe dans la vie quotidienne, nous tendons néanmoins systématiquement à en épinglez la bizarrerie, plutôt que de nous interroger sur le fonctionnement de notre système interprétatif personnel (voir encadré ci-dessus).

«Même lorsqu'on comprend correctement un signe symbolique, on n'en reste pas moins l'interprète, dit Lionel Naccache. Il y a toujours une construction mentale qui s'opère. On ne peut donc pas parler de "tyrannie du signe". Notre fabrique de sens est à l'œuvre dans chacune de nos rencontres avec les signes, qu'elles constituent ou non un accident de collision.» Il n'empêche que la richesse de notre subjectivité souffre de la multiplication de signes faisant la part belle à une signalétique fermée, univoque qui, comme le regrette avec justesse notre interlocuteur, «ne nous offre guère la possibilité d'accéder à l'intuition de l'existence de la machine à fictions qui contribue à notre singularité, à notre identité, à la définition de nous-mêmes.»

Illustrons le propos. S'ils sont utilisés seuls et non en tant qu'ajouts ludiques ou poétiques à la verbalisation de nos pensées, les émoticônes qui pullulent aujourd'hui dans nos messages (sms, mails...) risquent de saper notre subjectivité dans ce qu'elle a de complexe et de différencié au profit d'une interprétation fermée, standard, comparable à celle d'un feu

vert ou d'un panneau «Stop». «J'aime» (icône pouce levé). Oui, mais comment, jusqu'à quel point, pourquoi ?...

DESCARTES REVISITÉ(ES)

Aux yeux du chercheur de l'ICM, l'épisode de l'accident de collision «PRIONS», disséqué avec d'autres dans *Le Chant du signe*, est instructif dans le cadre d'une réflexion sur soi-même. En effet, il souligne les limites de l'empathie dont lui, Lionel Naccache, pouvait faire preuve à l'égard de son patient du Val-de-Grâce. Alors qu'il s'est toujours dit préoccupé par les relations médecin-patient au point de siéger aujourd'hui au sein du Comité consultatif national d'éthique, il s'étonne, en analysant cet accident de collision, que son souci constant des malades n'ait pas pesé davantage sur le travail interprétatif inconscient de son esprit-cerveau. Ce type de situation l'amène à revisiter de façon pertinente le cogito cartésien. Que l'individu fasse l'expérience de la pensée est certes le garant de son existence, mais «Je pense, donc je suis» peut également s'ouvrir sur une leçon d'humilité car tout indique que «Je ne peux être autre que celui qui, en moi, pense ce qu'il pense.» Autrement dit, nul ne peut accéder à une identité mentale qui s'affranchirait de la nature de ses pensées.

Les recherches en psychologie ont établi à quel point les souvenirs dépendant de la mémoire épisodique, c'est-à-dire ceux



qui sont liés à notre vécu personnel, font l'objet de transformations, de remaniements. Il existe cependant une catégorie de souvenirs personnellement vécus qui, très chargés émotionnellement, sont souvent enregistrés de manière plus détaillée et plus durable: les souvenirs éclair (*flashbulb memories*, en anglais). Ils ont trait aux circonstances dans lesquelles on a pris connaissance d'un événement public important, tels les attentats du 11 septembre. Selon Lionel Naccache, les accidents de collision sémantique auraient une parenté avec les souvenirs éclair car, par leur caractère souvent incongru, ils se cristalliseraient dans notre mémoire épisodique. Ils relèveraient en outre aussi de notre mémoire sémantique, la mémoire, plus robuste, de nos connaissances générales sur le monde. En effet, chaque fois que nous percevons un signe initialement «accidenté», nous pensons à sa signification, mais également, de façon indissociable, à l'accident de signalisation auquel nous avons été confronté avant de saisir son sens exact.

«En 1989, j'effectuais un séjour scientifique à San Francisco en tant qu'étudiant en médecine, nous a rapporté Lionel Naccache en interview. Un jour, j'ai vu l'inscription "Ped Xing" dans un carrefour. Du fait de la tradition d'ouverture de cette ville, qui avait notamment abrité de nombreux opposants à la guerre du Vietnam, j'ai cru être face à une expression issue d'une langue asiatique. J'ai compris plus tard que "Ped Xing" signifiait "pedestrian crossing" (passage piéton). À la vue de l'indication "Ped Xing", il me serait impos-

sible aujourd'hui de me détacher de l'accident initial que j'ai vécu et qui m'a fourni des informations sur qui j'étais à l'époque. Certes quelqu'un dont la connaissance de l'anglais était assez médiocre, mais aussi qui, relativement insouciant, se satisfaisait d'interprétations saugrenues alors qu'il était éduqué, en tant que jeune scientifique, à l'école de la rigueur et de la cohérence...»

UN EFFORT DE SUBJECTIVITÉ

Dans son essai, Lionel Naccache établit une taxonomie fine des accidents de collision sémantique. Les uns ont trait à un signe univoque et fermé (cas de l'épisode «*Ped Xing*»); d'autres, plus fréquents, concernent un signe polysémique («*PRIONS*», «*TIR*...»). Mais il en existe d'autres, voulus, programmés afin de permettre l'établissement d'un lien indirect entre 2 subjectivités. Le chercheur cite l'exemple de l'écrivain Georges Perec et de son roman *W ou le souvenir d'enfance*, dont la dédicace est «*Pour E*». Mais qui est E ? Le roman nous entraîne progressivement dans un univers concentrationnaire, un camp d'extermination nazi tel que ceux où la mère de Perec et d'autres membres de sa famille ont péri. Si le lecteur s'est heurté à l'énigme de ce «*Pour E*» et s'est attaché à la percer, son analyse l'amènera selon toute vraisemblance à conclure que «*E*» symbolise «*Eux*», ces parents tragiquement assassinés et peut-être tous ceux qui ont été exterminés dans les camps de la mort.

«La dédicace de *W* gagnait donc en puissance d'évocation à ne pas être rédigée sous sa forme transparente "Pour eux", souligne Lionel Naccache dans son essai. Écrire directement "Pour eux" aurait favorisé chez le lecteur un décodage automatique et sans effort de l'expression. Ce dernier ne s'y serait sans doute pas arrêté et aurait moins aisément perçu le degré de sincérité, d'émotion et d'intimité que l'auteur voulait déposer dans cette dédicace.»

Selon Lionel Naccache, la poésie serait d'ailleurs l'art de détourner le sens attendu d'un signe (mot, ensemble de mots) pour pousser le lecteur à comprendre, au terme d'un détour par la pensée subjective, le sens non détourné que l'auteur a voulu attribuer à ce signe. Pratiqué régulièrement sur le champ de nos collisions quotidiennes avec les signes, cet effort de subjectivité nous tiendrait éloignés d'une éventuelle soumission aux signes, laquelle ne serait finalement rien d'autre que le «chant du signe (cygne)». Émanation des rapports (évoqués précédemment) entre processus inconscients et conscients, la nature profonde de cette subjectivité suppose, pour Lionel Naccache, qu'on substitue au concept de liberté celui d'«agentivité» - je reconnais mes actions (terme entendu dans une acception large incluant les perceptions et les pensées) comme miennes au-delà des «mécanismes» qui les ont générées.

Face à la multiplication des signes symboliques à la signalétique souvent univoque, le livre du neuroscientifique prend le parti de l'optimisme. Notre subjectivité n'est pas morte et, en se prenant pour objet, chacun d'entre nous peut l'éprouver en se livrant à une auto-analyse salutaire de ses propres accidents de collision sémantique. La méthode proposée a le mérite d'être universelle et de nature à réenchanter les signes. ■

(1) Lionel Naccache, *Le Chant du signe*, Odile Jacob, 2017



Les secrets d'INSTAGRAM

le réseau social qui affole la toile

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

Dans notre article intitulé *Instagram, le réseau social dédié à la photographie*, paru dans le n° 329 d'*Athena* (si vous n'avez pas eu l'occasion de le lire, suivez ce lien : <http://bit.ly/2n9UOt5>), nous évoquions déjà ce réseau social, dédié essentiellement au mobile, qui permet de partager des photos et fait aujourd'hui partie des principaux réseaux sociaux. Dans ce numéro, nous allons aborder les raisons du succès toujours grandissant de cette plateforme et pourquoi les sociétés s'intéressent de plus en plus à *Instagram*.

INSTAGRAM ET LES BLOGUEURS

Vous vous en doutez certainement, *Instagram* est l'outil adoré des blogueurs. Mais qui sont-ils ? *Wikipédia* en donne

la définition suivante : un blogueur est une personne possédant un blog (un site Internet diffusant régulièrement des actualités) utilisant Internet comme un moyen de communication pour s'exprimer et diffuser de l'information sur différents sujets pour lesquels elle a une expertise ou une passion.

De nos jours, les blogueurs ne sont pas « officiellement » des journalistes, cependant leurs expertise et avis comptent énormément sur le Web. À tel point que les entreprises n'hésitent pas à leur proposer des produits et services à tester afin qu'ils en parlent sur leur blog. Plus le blogueur est influent et plus il va intéresser les sociétés qui veulent faire connaître leurs produits et services rapidement. La viralité sur Internet, comme l'explique Kevin Mellet, socio-économiste à *Orange Labs* (Source : <https://traces.revues.org/5194>), se construit par la capacité des individus à se réapproprier un contenu. C'est ce que cherchent les sociétés auprès des blogueurs influents : que ces derniers s'approprient leurs pro-

duits, qu'ils en parlent sur leur blog et qu'ils partagent leur expérience à travers leurs propres comptes sur les réseaux sociaux et ce, afin de toucher leur communauté toute entière.

La communauté d'un blogueur influent s'exprime en centaine de milliers d'internautes. Une vraie mine d'or pour les entreprises. Même si certains blogueurs professionnels monnaient la diffusion de ces articles sponsorisés, l'investissement est moins important qu'une campagne de publicité classique, pour le moment en tous cas... Cette pratique a tendance à se démocratiser et certains blogueurs américains, à l'instar de Danielle Bernstein par exemple (www.weworewhat.com), demandent entre 5 et 15 000 \$ pour s'associer à une marque et en parler sur leur blog et réseaux sociaux, dont *Instagram* où elle compte 1,6 million de *followers*. En moyenne, les blogueurs/Instagramers influents, c'est à dire ceux ayant des centaines de milliers d'abonnés, peuvent demander entre 500 et 5 000 \$ pour un partenariat

avec une marque sur *Instagram*. Et entre 20 000 et 100 000 \$ pour les personnes qui ont plus de 6 millions d'adeptes.

Des personnalités très connues utilisent régulièrement ce nouveau mode de rémunération de leur image; les sœurs Kardashian-Jenner en sont un exemple parlant, avec des comptes *Instagram* frôlant les 100 millions d'abonnés pour certaines, il n'est pas rare de voir figurer sur leurs clichés l'un ou l'autre produit qu'elles sponsorisent.

Qui sont les blogueurs et instagramers influents en Belgique ?

@milkywaysblueyes

<http://milkywaysblueyes.com/fr/>
104 000 abonnés sur *Instagram*

@delici0usly_healthy

<https://monunivershealthy.com>
80 900 abonnés sur *Instagram*

@mariegourmandise

<http://www.mariegourmandise.com/>
15 900 abonnés sur *Instagram*

@belge_une_fois

<https://belgeunefoisblog.wordpress.com/>
12 200 abonnés sur *Instagram*

@leplusbelage

<http://www.leplusbelage.be/>
13 800 abonnés sur *Instagram*

Vous voulez en savoir plus sur les blogueurs et leur influence sur *Instagram* ? Voici un article du *Vif week-end: Blogueur, Instagramer, de la passion au métier à part entière (même en Belgique)*.

À lire sur <http://bit.ly/2hmVysu>

POURQUOI LES BLOGUEURS AIMENT INSTAGRAM ?

Quelques détracteurs avaient annoncé la mort des blogs lors de l'apparition des applications comme *Twitter*, *Instagram*, etc. Aujourd'hui, les blogueurs ont su tirer avantage d'*Instagram* en complémentarité des publications de leurs blogs. Comment ? Tout est dans le nom de l'application: l'instant.

Instagram permet de partager l'instant présent. L'application est de par son utilisation et la rapidité de diffusion des photographies sur son mur (via son smartphone) un outil très apprécié des blogueurs pour sa spontanéité. En opposition parfois avec leur blog. Écrire un article sur un blog n'est pas la même démarche, la spontanéité n'est pas toujours au rendez-vous, le blogueur cherche à rendre son univers le plus parfait et original possible afin de plaire au plus grand nombre. Ses textes, ses photos sont travaillés avec beaucoup de soin, ce qui prend beaucoup de temps. Il faut écrire, souvent sélectionner les meilleures photos parmi toutes celles que l'on a prises en prévision, avant de les retravailler. Écrire, relire, modifier, etc., les étapes sont nombreuses avant d'enfin publier son article. Certains blogueurs mettent plusieurs semaines entre le moment où ils ont l'idée d'un sujet et celui de la publication. Le temps de préparation d'un tel article est de facto beaucoup plus long que le partage d'une photo ou d'une vidéo sur *Instagram*.

Les blogueurs apprécient donc surtout l'application car ils peuvent ainsi

partager leur quotidien de manière plus spontanée et authentique. Leur réalité est plus accessible pour les personnes qui les suivent sur *Instagram*. Cela leur laisse également du temps entre 2 articles de blog sans pour autant laisser leur communauté de *followers* qui restent en contact avec leur blogueur préféré via le réseau. La spontanéité de communication également entre 2 *instagramers* est beaucoup plus fluide et simple que les commentaires laissés au bas d'un article de blog. Si un *follower* veut rentrer en contact avec un *instagramer*, il peut le faire directement dans l'application en utilisant le service de messagerie privée.

Par exemple, certaines *instagrameuses* influentes ont lancé sur le réseau, le hashtag #nomakeup et ont commencé à prendre des clichés d'elles au réveil sans maquillage. Il était impensable jusque là de trouver ce genre de photo publiée intentionnellement sur un blog mode/beauté.

Attention, tout n'est pas toujours aussi zen et spontané sur *Instagram*. Les *instagramers* qui tendent à se professionnaliser, les *instagramers* les plus suivis et qui intéressent donc forcément les marques d'un point de vue marketing. Et également, les *instagramers* en recherche de partenariat dans une optique de rémunération. Ces comptes là, produisent parfois des photos retouchées par des professionnels, certainement mises en scène en studio. Il est donc impossible d'égaliser leur «style» avec un simple smartphone. Et la spontanéité qu'offre le réseau n'est clairement plus la priorité.





POURQUOI LES ENTREPRISES S'INTÉRESSENT-ELLES DE PLUS EN PLUS À INSTAGRAM ?

Tout comme les sociétés et leurs marques se sont emparées des principaux réseaux sociaux tels que *Facebook* et *Twitter*, il était logique qu'elles s'intéressent également à *Instagram* étant donné sa notoriété croissante. *Instagram* faisant également parti du royaume *Facebook* et *Facebook* basant son business plan essentiellement sur la vente de publicités, il ne devait pas échapper à la règle.

Il est indispensable pour les marques d'être actives sur le réseau, avec une stratégie claire. D'autant qu'un an après les États-Unis et d'autres pays anglo-saxons, soit depuis le 9 mars 2015, *Instagram* intègre de la publicité sous forme d'images sponsorisées. Comment cela fonctionne-t-il ? Sur le modèle des publicités *Facebook* et/ou *Twitter*: les marques paient afin d'atteindre un certain nombre d'utilisateurs (en fonction de critères de ciblage). Même si vous n'êtes pas abonné au compte qui les diffuse, vous voyez dorénavant des images sponsorisées apparaître sur votre fil d'actualité *Instagram*.

Selon une étude américaine du cabinet *Forrester* (<http://blogs.forrester.com/>) Source: <http://bit.ly/1iCRM6p> pas tout à fait récente mais représentative, le réseau de partage de photos suscite un engagement supérieur de 4,1% par *follower*

par rapport à tout autre réseau social. Ce qui veut dire qu'*Instagram* apporte aux marques 58 fois plus d'engagement que *Facebook* et 300 fois celui de *Twitter*. Malgré un taux d'engagement qui s'est stabilisé au cours de l'année 2015, *Instagram* reste maître en la matière. Le taux d'engagement de ses utilisateurs, l'instantanéité du réseau et sa popularité sont des arguments suffisamment importants pour qu'il devienne un prescripteur puissant auprès des sociétés qui diffusent des publicités sur le réseau.

QUELLES SONT LES NOUVELLES FONCTIONNALITÉS D'INSTAGRAM ?

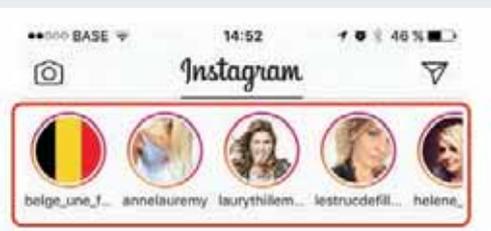
Dans notre précédent article, nous avons évoqué les fonctionnalités natives de l'application. Aujourd'hui, certaines ont évolué.

Instagram Stories

Disponible en Europe depuis l'été 2016, cette fonction permet de partager un diaporama (votre *story*) de photos et vidéos mélangées. En somme, vous pouvez partager tous les moments de votre journée dans un format différent de celui de votre profil. *Instagram* explique ce développement comme une façon de poster en grande quantité tout au long de la journée, sans risquer la surproduction de *posts* qui pourrait gêner vos *followers* à terme. Il est possible d'agrémenter les *stories* de textes et de dessins. Attention, elles disparaissent au bout

de 24h et sont impossibles à retrouver dans votre profil passé ce délai. Un bon moyen donc de créer du contenu éphémère et instantané.

Les *stories* apparaissent au-dessus de votre fil d'actualité. Lorsqu'une nouvelle *story* est publiée, un cercle de couleur apparaît autour de la photo de profil du compte pour signaler que le diaporama n'a pas encore été visionné. Cliquez alors dessus pour l'ouvrir. Sachez aussi, si l'*instagramer* l'a accepté, qu'il est possible de lui envoyer des messages pendant que vous visionnez sa *story*, simplement en cliquant sur «Envoyer un message» en bas à gauche de l'écran.



Pour créer votre *story*, il suffit de cliquer sur le bouton  et de prendre une photo ou une vidéo. Pour ajouter du contenu à votre histoire, cliquez à nouveau sur le bouton. Vous pouvez ensuite consulter le nombre de vues de chaque partie (éléments postés) de vos *stories* et également le détail des personnes qui les ont visionnées. Pratique pour adapter votre contenu en fonction du comportement de vos *followers*. Pour supprimer certaines personnes de vos listes de diffusion, rendez-vous dans les réglages de votre profil et dans l'onglet «*Story Settings*».

Instagram Live

Apparu fin 2016, *Instagram Live* s'inscrit comme une évolution des *stories*. Il s'agit de produire une vidéo en *live* depuis son compte *Instagram*. Les *followers* voient alors sur l'icône de votre *story* que vous êtes en train de diffuser en *live* et la visionnent s'ils le souhaitent. La vidéo est supprimée de l'application une fois terminée sauf si vous décidez de l'enregistrer dans votre pellicule. L'idée ici est de donner aux utilisateurs la liberté de partager leurs moments quotidiens dans l'instantanéité.

Pour publier une vidéo *live* sur *Instagram*, cliquez sur le bouton des *stories* et sélectionnez «en direct», tout simplement.

Pour vraiment se démarquer sur Instagram:

- <https://www.facetuneapp.com/> ou comment ressembler à une star sur n'importe quel selfie
- <http://apple.co/2n42F04>, *Instasize* propose plusieurs fonctionnalités en tout genre, recadrage, filtres, etc.
- <http://apple.co/2o26K47>, *A beautiful mess* permet d'ajouter du texte à vos photos *Instagram* dans différentes textures, couleurs, formes, etc.

► Pour en savoir plus

- Comment reposter une image: <http://bit.ly/2o2a8fu>
- Comment bloquer des utilisateurs: <http://bit.ly/2n4cjQj>
- Comment supprimer des abonnés: <http://bit.ly/2nAy7Pu>

Instagram Direct

Cette fonction concerne les messages instantanés entre *Instagramers*. Vous choisissez d'envoyer une photo ou une vidéo (sur laquelle on peut ajouter du texte ou des dessins) à un contact ou un groupe de contacts. Le contenu de ce message s'efface à la deuxième visualisation mais vous recevrez une alerte si un de vos contacts fait une capture d'écran.

Comment ça marche ? Comme pour publier une photo. À l'étape précédant la validation de la publication, vous avez la possibilité de choisir entre «Nouvelle publication» et «Message direct». En optant pour cette dernière option, l'application vous demande de sélectionner un ou plusieurs contacts avec qui vous souhaitez partager votre photo ou vidéo.

Vous avez toutes les cartes en main pour vous lancer sur *Instagram* ! N'hésitez pas à nous envoyer vos pseudos à contact@easi-ie.com afin que nous puissions nous balader parmi tous vos clichés. ■

Quelques astuces

1. Ouvrez un compte *Instagram*... Téléchargez l'application sur votre mobile (tablette ou smartphone) sur l'*App Store*: <http://apple.co/2oADU8Z> ou sur *Google Play*: <http://bit.ly/1IsOLLF>
2. Choisissez-vous un univers, un concept, une thématique. Et tenez-vous y ! Bien évidemment, vous aurez envie comme tout le monde de partager à un moment donné, le contenu de votre assiette à l'ensemble de vos *followers*, ou ce fameux moment de vos vacances alors que vous avez choisi comme thème, par exemple, la «décoration minimaliste». Ce n'est pas grave, vous n'allez pas être radié du réseau pour autant, ce sont vos moments de vie, de partage avec votre communauté. Tant que l'ambiance principale de votre compte respecte votre thématique, vous êtes dans le bon !
3. Réfléchissez à un fil d'ariane. Une fois votre thématique trouvée, pensez à l'harmonie que vous souhaitez donner à votre compte et donc aux clichés que vous allez partager. Votre profil doit être homogène quand on regarde vos photos dans son ensemble. Pour cela, certains *instagramers* utilisent souvent les mêmes filtres.
4. Mettez tout sur l'esthétique de la photo. Encore une fois, pas à tous les coups, n'oubliez pas la spontanéité de la prise de vue. Seulement, vos photos doivent être esthétiques sans être retouchées et donner envie de les visionner. Respectez des règles simples de la photographie traditionnelle. Pas évident quand on se lance dans la phonéographie (l'art de manier la photographie grâce à un smartphone avec appareil-photo embarqué).

N'hésitez pas à visionner des tutoriels en ligne afin de vous former, en voici quelques-uns:

- 7 astuces pour réussir ses photos avec un smartphone: <http://bit.ly/2oAlkww>
 - *Instagram*: comment faire de belles photos: <http://bit.ly/2nzzg9NG>
 - Faire de jolies photos *Instagram*: <http://bit.ly/2nzy7PT>
 - 10 conseils photos *Instagram*: <http://bit.ly/2nzbNRP>
 - Et une chaîne *YouTube* qui vous permet de revoir sous forme de vidéos sympathiques et drôles, les bases de la photographie: <https://www.youtube.com/user/apprendrelaphoto>
5. Faites le plein de couleurs vives. L'*Instagramer* aime la couleur, la lumière et tout ce qui s'y apparente. Ce n'est donc pas sur ce réseau qu'il faut partager vos photos en noir et blanc (sauf si c'est la thématique que vous avez choisie, bien évidemment).
- Quelques applications à utiliser en parallèle d'*Instagram* qui peuvent vous aider à rendre vos photos irrésistibles:
- <http://vsco.co/store/app>, l'application employée par tous les *Instagramers* qui cherchent à donner un côté artistique professionnel à leur profil
 - <http://afterlight.us/>, une multitude de filtres et de textures.
6. Utilisez la géolocalisation. Quand vous publiez une photo «hors du cadre» de votre thématique pour partager une photo de l'endroit où vous êtes, pensez à activer la géolocalisation. Cela permettra à de potentiels *followers* de vous trouver en faisant une recherche sur le lieu.
 7. Publiez vos photos de façon régulière et réfléchissez bien à vos légendes. Publiez régulièrement des photos permet de fidéliser vos *followers*. Dans vos légendes, n'oubliez pas de raconter l'histoire de la photo et d'agrémenter le tout de *hashtags* pertinents car le moteur de recherches d'*Instagram* étant nettement moins évolué que celui de *Google*, il n'est pas évident de trouver une photo ou un profil. Grâce au site: <https://websta.me/hot>, vous trouverez les *hashtags* les plus utilisés sur *Instagram* en temps réel.

De la mine au GSM... et après ?

Reprenant l'expression attribuée à Lavoisier «Rien ne se perd, rien ne se crée» (en réalité une paraphrase du philosophe grec Anaxagore), le Professeur Éric Pirard et l'ingénieure Fanny Lambert (Université de Liège) se penchent sur nos ressources minérales...

Texte : Paul Devuyst

Photos : © BHP Billiton (p.32), © COMPOUND INTEREST 2014 (p.34)

Comment fabriquer toujours plus de portables, de voitures, de téléviseurs, de frigos en relevant un triple défi : répondre à une demande croissante tout en baissant les coûts et en prenant davantage en compte l'environnement ? Car d'ici à 2030, le nombre de consommateurs va plus que doubler dans le monde et passer de 1,5 à plus de 3 milliards de personnes. Ce qui aura pour conséquence d'augmenter la demande pour l'ensemble des matériaux, dont les prix, pour certains d'entre eux, sont déjà montés en flèche ces dernières années. Pour accélérer la recherche de solutions innovantes, moins chères et plus vertes,

il faut donc travailler à la fois sur les matériaux, le design du produit et le procédé de fabrication, ce qui implique des équipes pluridisciplinaires.

Aujourd'hui, il n'y a pratiquement plus aucun élément du tableau de Mendeleïev qui ne trouve pas son utilisation dans nos technologies, au point que nous oublions parfois d'où viennent ces ressources.

L'ODYSSÉE DES MÉTAUX

«Or, nous n'avons jamais autant extrait de ressources minérales de la Terre qu'aujourd'hui et, si on étudie l'histoire

des métaux (qui est aussi l'histoire de l'humanité), jusqu'en 1735, le monde n'était fait que de 7 métaux, un nombre symbolique qui correspond au nombre de jours de la semaine et à leur nom», explique le professeur et ingénieur géologue à la Faculté des Sciences appliquées de l'Université de Liège, Éric Pirard, à l'occasion d'une journée organisée par le Muséum des Sciences naturelles sur le thème *Nos ressources minérales dans tous leurs états !* Et de faire leur connaissance...

Il y a l'or tout d'abord. L'élément 79 du tableau des éléments de Mendeleïev, le disque doré du Soleil (le *Sunday* pour les anglais) était déjà connu au 6^e siècle avant JC par le dernier roi de Lydie, Crésus, qui tenait sa richesse du Pactole, une rivière qui charriait des paillettes d'or. On



trouve de l'or partout dans le monde, même en Belgique, sous 10 m d'eau, au *Trô des Massotais*, le long de l'E25 à hauteur de la Baraque de Fraiture ! Cette mine était exploitée à l'époque par les Romains. Parmi les mines toujours exploitées, celle de *Kisladag* de la société *Eldorado Gold*, en Turquie, produit encore une importante quantité d'or. Il faut bien ça lorsqu'on sait qu'il faut traiter une tonne de minerai pour obtenir un seul gramme du métal précieux. Bien sûr, nous pourrions très bien vivre sans mais il constitue, en bourse, une valeur refuge.

Élément 47, l'argent, qui se réfère au disque de la lune (*Moon day* en anglais), faisait déjà office de monnaie du temps de la Grèce antique et sa valeur était

très proche de celle de l'or. Ce métal avait principalement cours en Amérique du Sud et était extrait du *Cerro Rico* («Montagne riche»), une mine située à Potosi (en Bolivie). Déjà exploitée par les peuples précolombiens, les conquérants espagnols aux 16^e et 17^e siècles firent de l'extraction de l'argent une véritable industrie et des dizaines de milliers de tonnes d'argent furent envoyées en Europe. Sa valeur s'effondra au point de ne valoir que le dixième de celle de l'or. La mine a été déclarée épuisée bien que la production d'argent soit encore de 25 tonnes par an (38 grammes par tonne de minerai). Vu sa qualité de bon conducteur d'électricité, il est notamment utilisé en soudure et dans le photovoltaïque.

Le fer quant à lui (élément 26), métal de la guerre par excellence (et du dieu Mars, de la planète rouge, le mardi), était inconnu des Incas et des Mayas avant l'arrivée des Espagnols. Ils manipulaient facilement les métaux précieux mais n'avaient pas vu l'utilité du fer. Par contre, on retrouve des «bas-fourneaux» dans l'Entre-Sambre et Meuse datant du 4^e siècle avant JC. Ce savoir-faire wallon s'est exporté jusqu'en Suède et en Espagne aux 15^e et 16^e siècles, une aventure d'ailleurs retracée à la *Maison de la Métallurgie* à Liège. Aujourd'hui, concernant la production du fer, c'est le gigantesque absolu: le minerai est (notamment) extrait de la plus grande mine à ciel ouvert au monde, à Carajas (Brésil), au rythme de... 275 000 tonnes par jour ! Il est aussi extrait au Canada, en Mauritanie et en Australie. Sa consommation est tout aussi gigantesque: 400 à 500 kg par an et par européen (et aussi par Belge) !

Le mercure ensuite (numéro 80), dont le nom évoque le mercredi, est un métal liquide à température ambiante, dont l'usage est totalement banni aujourd'hui. Et pourtant, en 2010, un peu moins de 2 000 tonnes ont été dispersées dans l'environnement. En cause, son utilisation dans l'orpaillage (pour séparer l'or des poussières et alluvions) et la combustion du charbon. De la mine d'Almadén (en Espagne, au sud de Madrid), environ 250 000 tonnes ont été produites dans le passé, sur une période de 2 000 ans. Le minerai, le cinabre, avait été utilisé par les Romains pour le maquillage et comme pigment pour les peintures; plus tard par les Arabes en médecine et en alchimie.

LES TROIS DERNIERS

L'étain (numéro 50), le jeudi du dieu Jupiter, est connu depuis l'Antiquité car il s'allie facilement avec le cuivre pour donner du bronze: le plus vieil objet en bronze trouvé à Nebra-sur-Unstrut (Allemagne) date de 1600 avant JC. Le commerce de ce métal se limitait alors aux îles Cassitérides (d'où le nom du minerai *cassitérite*), considérées à l'époque comme étant situées au nord-ouest de l'Espagne, du sud de la Grande-Bretagne ou en Armorique. Ces mines ont été fermées en 1960 mais il est question de les rouvrir. Ce métal est aujourd'hui associé au tungstène.

Le cuivre (numéro 29), le vendredi de la déesse Vénus et le symbole de la féminité, est un métal essentiel qui, associé au zinc, forme le laiton. Il était extrait depuis la préhistoire de mines situées en Andalousie (Espagne) sur le Rio Tinto, un fleuve aux eaux rouges et classé aujourd'hui au Patrimoine industriel de l'humanité. Cette couleur provient de la météorisation des minéraux qui contiennent des sulfures de métaux lourds trouvés dans les gisements tout au long du fleuve. Ces gisements sont des dépôts hydrothermaux composés en grande majorité de pyrite et de chalcoppyrite. Le processus de météorisation est dû à l'oxydation microbologique de ces minéraux, provoquée principalement par des bactéries spéciales qui transforment les ions sulfures en acide sulfurique en libérant des métaux lourds dans l'eau. À cause du flux d'acide sulfurique, l'eau du fleuve a un côté très acide (pH 2). La production de la mine pour le cuivre s'est achevée en 1986. Actuellement, il provient de Pologne, du Canada et d'une mine à ciel ouvert située à Escondida, dans le désert d'Atacama, au Chili (*voir photo de titre p. 32*). On y extrait 1 million de tonnes de minerai par jour dans un «trou» de 5 km sur 3 km et d'une profondeur de 500 à 800 m ! Sa production, la première du monde, représente 8% de la production mondiale.

Enfin, le samedi (*Saturday* en anglais) nous amène au saturnisme et donc au plomb (l'élément 82). Ce métal était déjà utilisé par les Romains pour leurs canalisations d'eau car il est très facile à travailler. On trouve 2 mines de plomb dans notre pays: à Moresnet (Altenberg) et à

LÉGENDE COULEURS: ● MÉTAL ALCALIN ● MÉTAL ALCALINO-TERREUX ● MÉTAL DE TRANSITION ● GROUPE 13 ● GROUPE 14 ● GROUPE 15 ● GROUPE 16 ● HALOGENES ● LANTHANIDES



La Calamine (la mine *Stollen*) mais elles ne sont plus exploitées de nos jours. Par contre, celles situées dans le Tennessee (États-Unis) produisent 10 millions de tonnes de plomb par an, destinés surtout aujourd'hui à la fabrication des batteries de voitures et camions.

UN MONDE DE RESSOURCES

Vous le savez sûrement mais l'élément le plus abondant dans l'Univers est l'hydrogène, suivi de l'hélium, soit les 2 éléments les plus simples au niveau atomique et les plus légers de tous. Mais si nous redescendons dans notre univers, on trouve sur la Terre toutes nos ressources alimentaires et dans son sous-sol la matière vitale à la survie de l'homme. «On y trouve les ressources énergétiques non renouvelables, comme le pétrole, le gaz, le charbon, l'uranium», explique le professeur Pirard, tout en faisant remarquer qu'on n'a jamais extrait autant de charbon qu'aujourd'hui dans le monde et que l'Allemagne, qui a renoncé au nucléaire, le remplace par le lignite, un polluant par excellence ! La deuxième ressource est l'eau, une ressource vitale, purifiable et qui compose 80% du sol. Si le bilan hydrique de la Belgique est en équilibre, il n'en est pas de même pour tous

les pays du monde, poursuit-il. Enfin, il y a les minéraux industriels non recyclables tels que le sable, le gypse, le talc, le kaolin, les gemmes, etc... et les minéraux métalliques. Ces derniers comptent les 7 minéraux de base (cités auparavant), les minéraux critiques (souvent appelés terres rares, au nombre de 17, stratégiques pour l'industrie de pointe et contrôlés pour plus de 95% par la Chine) et les minéraux précieux comme le platine, le palladium, etc...».

«Si vous creusez un jardin de 20 m sur 50 m (1 000 m²), sur 1 m de profondeur (2 000 tonnes), vous trouverez pratiquement tous les éléments. Le plus abondant sera l'oxygène (930 tonnes, plus que dans l'atmosphère), le second sera le silicium (660 tonnes). Puis viennent l'aluminium (160 tonnes), le fer (60 tonnes), le titane, le zinc, le chrome, le calcium, le sodium, le potassium, etc... Il y aura même 2 grammes d'or ! Évidemment, pour extraire ces matériaux, il vous en coûtera une fortune en énergie !», conclut le professeur Pirard.

NE RIEN PERDRE

La Belgique est une économie dite «ouverte»: si ses industries exportent, elles importent surtout pour ses propres

productions. Elles dépendent donc du prix des matières premières et des pays qui les exportent. Et tout indique une très forte hausse du prix des ressources naturelles dans les années à venir. Or, la population mondiale atteindra les 9 milliards en 2050 et plus de la moitié des individus seront avides de consommation ! Le message est donc clair: si nos industries souhaitent être plus compétitives à l'avenir, elles devront apprendre à mieux consommer les ressources naturelles. Ce qui implique de repenser «en cercle» c'est-à-dire qu'elles devront tendre vers un objectif «zéro déchet» en apprenant à réutiliser matériaux ou matières premières usagées ou à les revendre afin qu'ils soient insérés dans un autre processus de production.

«Zéro déchet» ? Mais qu'est-ce qu'un «déchet» ? Pour l'ingénieure Fanny Lambert (ULg), reprenant la définition de la Région wallonne, un déchet est «toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défait. Évidemment, un même déchet ne l'est pas pour tout le monde puisque celui qui le recycle le considère comme... matière première», ajoute-t-elle. «Après tout, la différence entre une tablette et un morceau de minerai n'existe que durant les quelques mois où un système d'exploitation informatique est

Reverse Metallurgy

capable de faire tourner des applis... Après, ce n'est plus qu'un assemblage d'atomes qu'il convient de séparer et de purifier pour les remettre dans le circuit industriel sous forme de fer, d'aluminium ou de gallium !», renchérit le professeur Pirard.

Selon Fanny Lambert, il existe 3 catégories de déchets métalliques: les véhicules hors d'usage (VHU), les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) qui comprennent tout ce qui est matériel informatique, mais aussi les «gros blancs», c'est-à-dire les frigos, machines à laver, séchoirs, etc... et enfin les ferrailles. En ce qui concerne les véhicules hors d'usage, le taux de recyclage moyen en Belgique était de 97% en 2015, ce qui classe notre pays parmi les bons (si pas le meilleur) élèves européens. En masse, il s'agissait de 109 612 052 kg ! Quant aux DEEE, on en collecte environ 100 000 tonnes par an en Belgique, ce qui est conforme aux normes européennes. Leur composition est la suivante: 48% de fer et acier, 20% de plastique, 9% de cuivre, 8% de fraction minérale, 5% d'aluminium, 3% de bois et 7% de matériaux divers.

ET NOS GSM LÀ-DEDANS ?

Il faut savoir que l'on ne récupère que 15% des GSM et smartphones hors d'usage, ce qui est très peu. Une grande partie de ceux qui ne sont pas collectés sont remisés dans un tiroir ou, malheureusement, jetés à la poubelle. Leur recyclage est fonction du fabricant, du modèle et de l'évolution de la technologie. Et pour un même modèle, sa composition peut varier en fonction de la date de fabrication car le fabricant n'utilise pas toujours la même puce électronique. En gros, nos téléphones se composent d'une dizaine de pour cent de cuivre, d'une partie plastique, d'une partie soit d'acier soit d'aluminium pour la structure de l'appareil et de tout ce qui constitue la carte électronique. Celle-ci est faite de polymères et de fibres de verre formant un tapis; entre ces couches est inséré du cuivre pour assurer la conduction électrique. La carte électronique, le cerveau du GSM ou du smartphone, est comme un sandwich constitué de différents matériaux: cuivre (9 g en moyenne), polymère, fibre de verre, de l'étain pour les soudures, du

Recycler des déchets imbriqués les uns dans les autres n'est pas simple et les techniques actuelles ne permettent pas encore de tous les isoler ou de les récupérer dans leur intégralité. «Il suffit de penser à tous ces fils de cuivre, tout tordus et enrobés de gaines plastiques, ou aux circuits imprimés miniaturisés qui arrivent encore en fin de chaîne lorsque tout (ou presque) a été récupéré des vieilles voitures, des vieux frigos et téléviseurs. C'est là que l'ingéniosité doit faire ses preuves !», ajoute l'ingénieure Fanny Lambert qui, depuis 2015, travaille dans le cadre du projet *Reverse Metallurgy*. Ce projet est de faire de la Wallonie, terre historique de métallurgie «à l'endroit», le haut lieu de la métallurgie «à l'envers», c'est-à-dire que dans le cadre d'une économie circulaire, des déchets de matériaux (parfois rares et précieux) sont extraits et recyclés pour devenir des matières premières pour l'industrie.

Reverse Metallurgy réunit divers acteurs des bassins liégeois et carolos (entreprises, centres de recherche et le laboratoire de *GeMME*, pour *Génie Minéral, Matériaux et Environnement*, de l'ULg). Il repose sur un financement d'environ 65 millions d'euros dont 41,5 millions apportés par la Région wallonne (DGO6). «Le travail de recyclage des résidus du recyclage s'effectue selon 2 technologies différentes: la pyrométallurgie, c'est-à-dire par le feu, à des températures supérieures à 1 000 C° (la technologie utilisée chez Umicore à Hoboken) tandis qu'en collaboration avec le groupe Comet (à Obourg, Châtelet, Mont-sur-Marchienne), nous développons l'hydrométallurgie, c'est-à-dire une technique basée sur le liquide. Elle consiste à mettre au travail des colonies de bactéries pour digérer le cuivre résiduel, ce qu'elles faisaient naturellement dans les eaux rouges du Rio Tinto !», conclut Fanny Lambert.

► <http://www.wallonie.be/fr/actualites/reverse-metallurgy-415-millions-pour-recycler-les-metaux>

cobalt pour la batterie, du platine (9 mg), du silicium, du gallium, de l'or (24 mg), etc... pour la puce. Au total, on compte une soixantaine d'éléments différents dans un seul appareil.

La complexité de ces produits constitue un frein au recyclage: dans la nature, on trouve des associations de métaux et l'homme a développé des méthodes pour les séparer, mais ici, on se trouve face à des associations métalliques totalement différentes. Tous les procédés de recyclage ont donc dû être inventés et mis au point», explique Fanny Lambert. Il y a 3 sites de recyclage pour les téléphones portables, les appareils électroniques et les panneaux solaires en Europe, dont *Umicore* en Belgique. Une chose est certaine, au vu de l'incroyable croissance des appareils électroniques en tous genres, il y a encore matière à faire en terme de recyclage... ■

Plus d'infos

- **Professeur Eric Pirard et ingénieure Fanny Lambert**
Université de Liège,
Faculté des Sciences appliquées,
Département d'Architecture, Géologie,
Environnement et Construction,
Sart Tilman (B52), 4000 Liège
☎ 04/366.37.99 et 04/366.91.23
✉ eric.pirard@ulg.ac.be
et fanny.lambert@ulg.ac.be
- La conférence du professeur Pirard:
<http://reflexions.ulg.ac.be>
- Les réserves des ressources en minerais: <http://minerals.usgs.gov/science/>
- Resource Efficiency: http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/index
- *World Materials Forum* (le Davos des matériaux à Nancy (France) les 29 et 30 juin 2017): www.worldmaterials-forum.com

L'histoire méconnue de la pénicilline

Les détails précis concernant la mise au point de la pénicilline sont absolument remarquables, dignes d'un roman à grand succès: découverte fortuite, intrigues politiques en temps de guerre et caractères bien trempés des divers intervenants...

Texte : Paul DEPOVERE • depoevere@voo.be

Photos : R. STRAUSS/Smithsonian (p.37)

La découverte de la pénicilline pendant l'été de 1928 par le médecin et bactériologiste écossais Alexander Fleming a des aspects étonnants. Alors qu'il travaillait au St. Mary's Hospital de Londres sur des cultures de staphylocoques, Fleming décida de prendre quelques jours de vacances et s'empressa d'ouvrir toutes ses boîtes de Petri et de les plonger dans une solution détergente afin de les laver plus tard. Le hasard voulut qu'une de ces boîtes, à moitié immergée, fut contaminée par des spores d'un champignon microscopique, *Penicillium notatum*, venues du laboratoire de mycologie de l'étage inférieur. À son retour, il remarqua qu'en périphérie de ces moisissures verdâtres apparaissaient des zones dépourvues de staphylocoques. Ayant compris qu'une substance antibactérienne produite par ces moisissures avait diffusé dans le milieu de culture, il isola de celles-ci un extrait qu'il appela pénicilline. Mais, ne disposant pas de l'équipement voulu

pour approfondir la question et peu encouragé par son directeur qui ne jurait que par la vaccination, les choses en restèrent là pendant 10 ans. On se doit toutefois de signaler que dès 1897, un médecin français, Ernest Duchesne, avait démontré qu'une culture d'*Escherichia coli* pouvait être anéantie par une moisissure, en l'occurrence du *Penicillium glaucum*, mais ses travaux sont rapidement tombés dans l'oubli pour diverses raisons, notamment de santé. Enfin, à la même époque, Vincenzo Tiberio avait obtenu des résultats similaires à l'Université de Naples.

DE LA PÉNICILLINE POUR LE DÉBARQUEMENT

À l'approche de la Seconde Guerre mondiale, alors que les Allemands perfectionnaient les sulfamides, Howard W. Florey, Ernst B. Chain, mais aussi



Sur ce timbre de la République gabonaise émis en 1978, on aperçoit clairement la formule de la pénicilline sur un fond de cultures de *Penicillium notatum*.

Norman G. Heatley et Edward P. Abraham trouvèrent, à l'Université d'Oxford, des moyens pour augmenter la production de la pénicilline et pour entamer des études sur des souris, puis sur des êtres humains. Cet antibiotique sauva ainsi ses premiers patients en 1941, mais il était tellement rare à l'époque qu'on récupérait les molécules non métabolisées de leur urine pour les recycler. Comprenant que ce n'est qu'aux États-Unis qu'ils pourraient produire de la pénicilline à grande échelle et ayant reçu des subsides de la *Fondation Rockefeller*, Florey et Heatley se rendirent au laboratoire du département de l'agriculture, à Peoria, dans l'Illinois. Pour l'anecdote, leur précieuse souche était «imprégnée» à l'intérieur de leur veste afin qu'elle ne soit pas décelée et confisquée par les Nazis en cas d'arrestation.

La chance leur sourit en Amérique: tout d'abord, ils découvrirent là un milieu de culture plus approprié (à base d'extrait soluble de maïs). Mais en outre, lors d'un criblage d'échantillons de *pénicilliums* en provenance du monde entier, c'est une jeune secrétaire de leur propre laboratoire de Peoria prénommée Mary - et qui sera appelée par la suite «Moldy Mary», c'est-à-dire «Marie la moisissure» - qui leur apporta un jour un cantaloup moisi par du *Penicillium chrysogenum*. Cette souche s'avéra capable de produire 25 fois plus de pénicilline et ce, par culture en milieu submergé plutôt qu'en surface. Plusieurs compagnies pharmaceutiques, dont *Merck*, *Squibb* et surtout *Pfizer*, s'attelèrent alors à sa production intensive et mirent en service d'énormes cuves de fermentation, ce qui permit de fournir des quantités gigantesques (180 tonnes !) de cet antibiotique aux troupes du débarquement sur les plages de Normandie en 1944. Quant à Fleming, Florey et Chain, ils partagèrent le prix Nobel l'année suivante.

DE LA CHIMIE ENFIN !

D'un point de vue chimique, la pénicilline resta un mystère durant la majeure partie de son développement. Sa structure fit l'objet d'un mémorable conflit: Sir Robert Robinson et John Cornforth (tous deux nobélisés par la suite) plaidaient en faveur d'une structure de type oxazolone-thiazolidine, jusqu'à ce qu'en



Timbre britannique émis en 1996 pour rappeler les travaux avant-gardistes de Dorothy Hodgkin, lauréate du prix Nobel de 1964.

Échantillon de moisissure de pénicilline d'Alexander Fleming. Les moisissures ont contaminé une plaque de staphylocoques, bactéries pathogènes. Là où la moisissure s'est répandue, la bactérie a disparu.



1945, les analyses cristallographiques par diffraction des rayons X effectuées par Dorothy Crowfoot Hodgkin démontrent que cette molécule contenait en fait un cycle β -lactame à 4 chaînons accolé à un cycle à 5 chaînons, comme Abraham, Chain ainsi que le célèbre chimiste américain R. B. Woodward (de Harvard, futur prix Nobel lui aussi) l'avaient suggéré.

Et c'est ce petit cycle, fort tendu, qui est la clé de son activité. Faisant partie d'un système bicyclique, il permet à la pénicilline d'acyler irréversiblement la transpeptidase, une enzyme indispensable lors de la construction des parois cellulaires des bactéries, ce qui finit par les tuer. Cette action est sélective car au contraire des bactéries, nos cellules sont plutôt pourvues de membranes phospholipidiques.

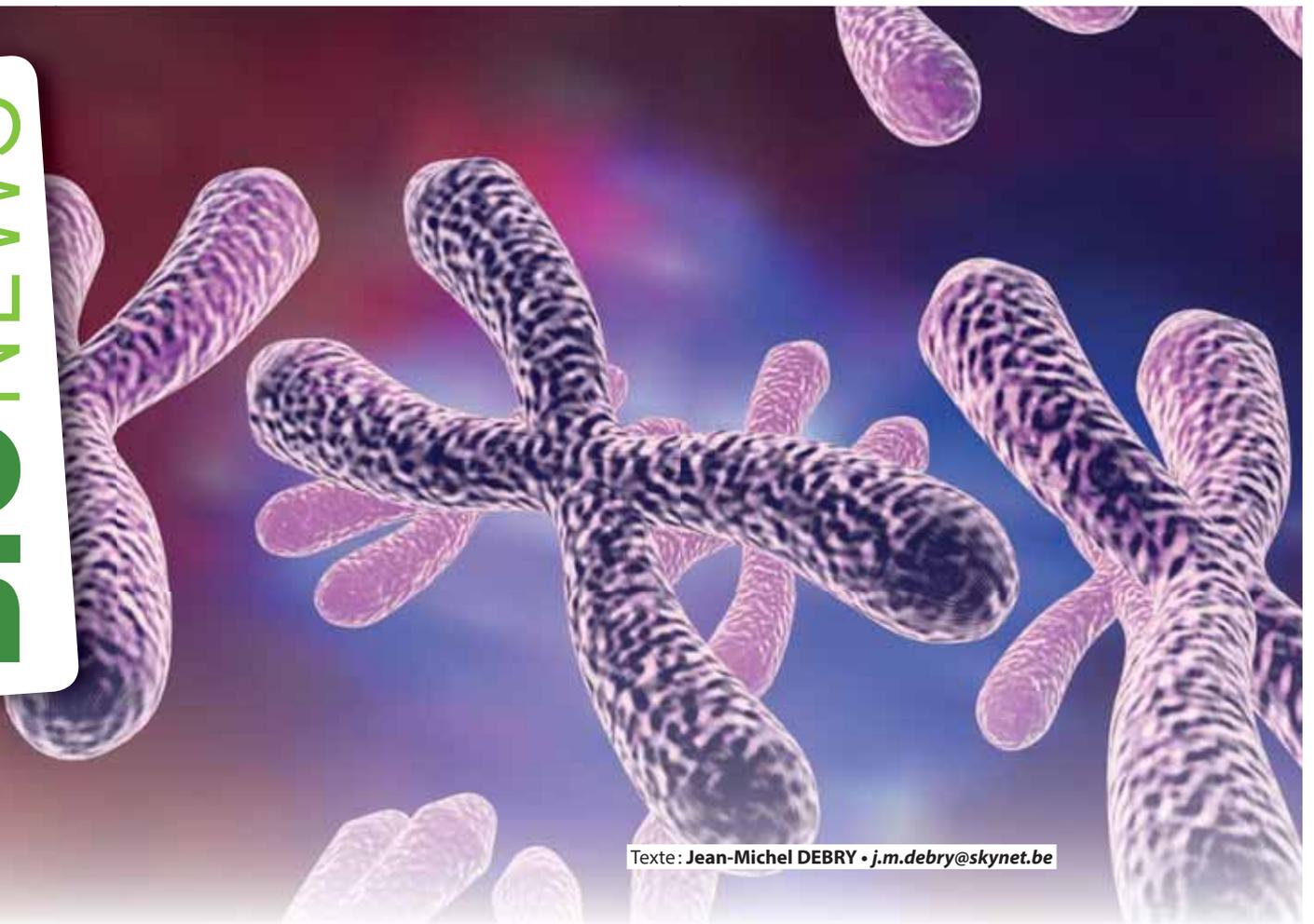
Très peu de structures du type β -lactame étaient connues, mais des milliers de chimistes se lancèrent sur cette problématique, dont John C. Sheehan au *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. En 1957, celui-ci réussit la

première synthèse totale de la pénicilline, ce qui ouvrit la voie à des formes synthétiques et semi-synthétiques de cette molécule, qui en diffèrent par la chaîne latérale R de la fonction amide (voir R sur le timbre p. 36). C'est ainsi qu'apparurent l'ampicilline, l'amoxicilline et la méticilline. Mais l'usage intensif (et souvent abusif) des antibiotiques allait bientôt déclencher l'apparition de souches résistantes. Mais ceci est une autre histoire... ■



Pour en savoir plus

- K. C. Nicolaou, T. Montagnon, *Molecules that changed the World*, Wiley-VCH, 2008, pp. 97-106.
- Jie Jack Li, *Laughing Gas, Viagra, and Lipitor*, Oxford University Press, 2006, pp. 53-61.



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

Ovules et queue de souris

Peut-on produire des ovules fécondables à partir de la queue d'une souris ? La réponse est définitivement oui. Cela reste des ovules de souris bien entendu, mais puisque cela marche pour une espèce, on peut envisager transposer la méthode à toutes les autres, y compris à la nôtre et produire des gamètes féminins à partir de n'importe quelle cellule, même spécialisée. Le principe ? Simple dans son énoncé. Il suffit de transfecter les cellules choisies (par exemple de simples cellules de soutien, comme des fibroblastes) de 3 ou 4 gènes parmi les plus exprimés par les cellules embryonnaires précoces. On obtient dans ce cas des cellules iPS (*induced pluripotent stem cells*), soit des cellules souches induites pluripotentes, capables de dériver en n'importe quel autre type cellulaire. Et donc en ovule aussi. Ces cellules iPS sont ensuite multipliées en grand nombre *in vitro*, puis « orientées » pour en faire des gamètes féminins. Pour cette étape, des cellules externes sont encore nécessaires pour constituer des pseudo-ovaires, que ce soit *in vivo* ou *in vitro*. Voilà pour l'essentiel, mais on aura compris que dans la réalité des choses, c'est un peu plus compliqué.

Et ensuite ? Il reste à féconder ces cellules avec des spermatozoïdes. L'enfance de l'art grâce aux techniques de fécondation *in vitro*. On replace alors les embryons conçus dans l'utérus de femelles pseudo-gestantes et ça donne, en cas de succès, des jeunes qui, si on leur en laisse le temps, peuvent concevoir à leur tour; spontanément cette fois. Tout irait donc pour le mieux dans le meilleur des mondes ?

Pas vraiment. D'abord, on note 10 fois plus d'anomalies d'appariement chromosomique dans les ovules de néoformation que dans ceux qui sont produits naturellement. Plus d'1 ovule sur 2 est concerné. Ensuite, le taux de succès de la fécondation réalisée ne dépasse pas 3,5% alors qu'il excède 60% en conditions habituelles. Quand aux jeunes conçus dans l'essai fondateur, tous n'ont pas survécu.

La suite va donc consister à trouver les conditions autorisant une performance accrue chez la souris. Mais en perspective, c'est l'espèce humaine qui se profile bien entendu et en particulier les femmes qui ne produisent plus d'ovules après une radiothérapie ou une ménopause précoce. Sauf qu'il y a de la marge entre la souris et la femme, à de nombreux titres physiologiques, mais aussi en matière d'éthique.

Pourrait-on par ailleurs envisager aussi produire des ovules à partir de cellules masculines pour répondre à certaines attentes ? Cela reste un challenge et rien ne prouve que ça soit réalisable. Et produire des gamètes mâles à partir de cellules souches, serait-ce également possible ? Évidemment et, pour tout dire, c'est déjà fait chez l'humain. Ce ne sont pas encore des spermatozoïdes, mais les cellules qui les précèdent, des spermatides. Et ceux-ci sont apparemment féconds... ■

► *Science* 2016; 354: 272

L'improbable voyage vers mars

Depuis que la fiction a rejoint la science, la planète Mars est devenue le point de convergence d'un fantasme récurrent qui, au-delà des «petits hommes verts» et autres fantasmagories, fait rêver. On sait grâce à des missions exploratoires récentes que de l'eau a existé sur cette planète qui, bien que distante de 55 millions de kilomètres de la Terre, reste suffisamment proche du soleil pour y autoriser - peut-être ? - des formes de vie. Donc on veut y croire et on veut aller voir. D'où ces projets un peu fous de voyages dont on dit qu'ils pourraient n'être d'abord que des allers sans retour. S'ils peuvent faire rêver, ils s'avèrent problématiques pour les humains que nous sommes, que l'évolution a lentement formés en intégrant 2 paramètres mis à mal par de longs voyages interplanétaires: le temps et la force d'attraction terrestre.

S'il part pour un long voyage à grande vitesse - 27 000 km/h - l'humain entre dans une autre dimension de temps que celle connue sur Terre; en cas de retour, il retrouvera des proches qui n'auront pas connu la même temporalité. Mais pendant tout son séjour spatial, l'absence de pesanteur risque de modifier son corps. Et ce temps peut être long car il faut compter au moins 6 mois pour un voyage aller, quelques mois sur place puis le retour, dont la longueur dépend de la durée du séjour. Mars et la Terre ont en effet des orbites qui leur sont propres et qui les rend à tout moment plus ou moins proches ou éloignées. Au total, le tout peut prendre 2 ans et probablement davantage. Une période pendant laquelle il faut vivre dans un espace confiné où tout est filtré et recyclé - sécrétions diverses comprises - et où, faute de pesanteur, le squelette se décalcifie lentement, le calcium éliminé par les reins étant susceptible, par défaut d'exercice, de donner naissance à des calculs dont on sait qu'ils peuvent générer des douleurs peu supportables.

Cette référence au sol et à la verticalité induit également une altération du sens de l'équilibre, menant à une désorientation. Le sang, qui n'est plus attiré vers le bas du corps circule sans doute mieux. C'est heureux, car faute d'exercice

physique, les muscles s'atrophient progressivement; or, dans les jambes, leur activité aide au reflux veineux vers le cœur. Une anémie peut également être notée, de même qu'une réduction des défenses immunitaires.

Tout cela est évidemment connu depuis que des hommes séjournent de façon prolongée dans l'espace, lesquels hommes font l'objet au préalable d'une sélection physique rigoureuse et d'un suivi attentif pendant et après les missions. Au-delà des modifications strictement physiques évoquées, il existe également un risque permanent d'exposition aux rayonnements solaires et cosmiques bien plus élevé - et dangereux - que sur la Terre, qui dispose d'une sorte de bouclier protecteur (la ceinture de Van Allen). Et enfin, partager pendant des mois, voire des années, un espace confiné avec d'autres personnes risque de ne pas toujours être simple à gérer; impossible, en cas de dispute, d'aller prendre l'air dehors pour se calmer !

Bref, si la découverte de Mars fait rêver, autant ne pas ignorer ce que cela implique, dont ce qui précède ne constitue qu'un échantillon. Et encore faut-il d'abord que les missions d'exploration au (très) long cours trouvent le financement nécessaire. Et ça, c'est également loin d'être gagné ! ■



BIOZOOM

Photo: A. HOLMES/Flickr



Pas de piste de bowling grandeur nature sur les plages de Nouvelle-Zélande, bien qu'on pourrait le croire tant les Moeraki Boulders sont sphériques. Les blocs les plus imposants pèsent plusieurs tonnes et vont jusqu'à 3 m de diamètre. Ils se seraient formés à partir des sédiments du fond marin pendant le Paléocène précoce. Il s'agirait de dépôts de calcites autour de noyaux de boue fossilisés. Encore une jolie curiosité naturelle.

De quoi est morte
Lucy, notre
célèbre parente
Australopithèque ?

Elle serait tombée d'un arbre... On se souvient de la révolution anthropologique qu'a représenté la découverte, au cours des années 70, d'un squelette de sexe féminin sur les rives de la rivière Awash, en Éthiopie. Déclarée *Australopithecus afarensis*, ce squelette plus communément dénommé Lucy a été, un temps, considéré comme celui de l'«Eve noire», notre lointaine mère à tous. Une image, évidemment, pour situer ce vestige sur la branche considérée comme la plus ancienne - fixée à l'époque à 3,2 millions d'années - de notre arbre généalogique. Depuis, on a revu l'enthousiasme à la baisse, situant ladite Lucy sur une branche apparentée. Pour autant, elle persiste à situer l'origine probable de la bipédie entre 3 et 4 millions d'années d'ici. Demeurait-elle pourtant encore arboricole ? Oui répondent aujourd'hui des spécialistes qui, réévaluant le squelette, estiment que le poids du corps reposait tout de même encore de façon préférentielle sur la partie supérieure, ce qui pré-suppose une aptitude à la suspension plus qu'à la marche. Et au passage, on en a déduit que les traces de blessures notées sur les membres pourraient être dues à une chute... Apte à se déplacer au sol, cette Australopithèque restait donc aussi arboricole; jusqu'à ce qu'une branche visée se dérobe ou que celle-ci casse brutalement sous son poids... ■

► *Nature* 2016; 540: 173



Sociabilisation et santé

Se sentir «à sa place» dans le contexte social où on est inscrit permet à tout être humain de ressentir un mieux être; c'est ce qui permet de répondre à ces besoins fondamentaux qui sont ceux d'appartenance, d'estime, puis d'accomplissement de soi. Et inversement, bien entendu. Le manque de reconnaissance, d'intégration ne permet pas seulement de ne pas rencontrer ces besoins, mais est rapidement accompagné de désordres physiques et psychologiques divers. Le cas de nombre de SDF est, à cet égard, emblématique.

Est-ce propre à notre espèce ? Des chercheurs ont voulu le savoir et ont jeté leur dévolu sur des populations de macaques. Ces singes, éволюtivement proches de nous, ont des populations normalement structurées où, au gré de dominances diverses, chacun trouve sa place en fonction de son sexe et de son âge. Volontairement, des chercheurs ont déstructuré des groupes sociaux bien stabilisés et en ont composé de nouveaux, puis ont observé non seulement les comportements, mais aussi l'évolution des paramètres de santé des femelles, en misant de façon préférentielle sur les processus immunitaires. Ce qu'ils ont observé, c'est une réduction générale d'efficacité de ces derniers, avec l'apparition d'états inflammatoires liés à l'expression moindre de gènes de l'immu-

unité dans les cellules de défense du sang. Les autres paramètres «environnementaux» demeurant ce qu'ils étaient auparavant (accès à une nourriture *ad libitum*, absence de facteurs externes de risque, etc.), les chercheurs ont pu en déduire que cet état de santé modifié ne pouvait être lié qu'à la rupture brutale des relations sociales et l'apparition d'un état au moins momentané d'instabilité dans ce registre.

Le macaque n'est bien entendu pas l'homme ou la femme. Mais les résultats rapportés ne peuvent qu'interpeller et renvoient chacun aux difficultés qu'il a pu ressentir après une rupture sociale, professionnelle ou dans un contexte de rapports houleux avec des proches. Notre fonctionnement est complexe et on sait que l'environnement au sens le plus large peut, par le biais des mécanismes subtils de l'épigénétique, agir sur l'expression de certains de nos gènes, dont ceux de l'immunité en particulier. Cette information ne surprendra sans doute pas ceux qui ont été confrontés à un changement brutal (licenciement, délocalisation, etc.). Simplement, une étude menée sur des proches évolutifs donne un crédit à l'état de malaise ou de moindre résistance ressenti. Reste, après, à retrouver une meilleure santé et à entrer en résilience ! ■

► *Science* 2016; 354: 1041-1045



La vie PROLONGÉE ?

On le sait ou le pressent depuis longtemps: une modération alimentaire bien menée permet d'accroître le bien-être d'abord, la durée de vie ensuite. On en a une preuve très précise depuis quelques années et les résultats d'études menées d'abord sur le ver microscopique *Caenorhabditis elegans*, sur la souris ensuite, la seconde nous étant toute de même plus proche dans la lignée évolutive. Mais certains processus ont été gagnés très tôt dans l'échelle de la vie, ce qui donne forcément du crédit aux études menées sur le ver. Et elles sont pour le moins révélatrices: forcer ce petit nématode de consommer moins augmente sa durée de vie de 40%. Intéressant si on peut transposer la disposition à notre espèce !

On n'en est évidemment pas resté à cette simple observation et, depuis quelques années, les recherches se sont multipliées pour connaître les implications métaboliques de cette ingestion réduite. Premier constat: la génétique compterait pour 30% environ dans notre espérance de vie. Nous ne sommes résolument pas égaux dans ce registre, on le sait. Mais l'«environnement» compterait pour le reste - soit 70% - ce qui nous offre des possibilités d'influer sur lui et, par effet ricochet, d'agir aussi sur notre longévité. L'environnement, on l'aura compris, c'est notamment ce que l'on consomme (en quantité et qualité), qu'il s'agisse de nourriture, de boissons, de médicaments. Ce qu'on respire et que l'on fume aussi bien entendu et on sait à quel point le tabac sait se monter déterminant puisqu'il mène, à lui seul, à 30% des cancers diagnostiqués.

Tant qu'à évoquer le cancer, une remarque s'impose: la réduction alimentaire semble accompagnée d'une réduction significative des cassures spontanées de l'ADN dans les cellules, des cassures dont on sait qu'elles peuvent être

le déclencheur d'une dérive tumorale. De telles altérations peuvent en général être réparées par des enzymes spécialisées, appelées endonucléases. Celles-ci sont codées par des gènes qui, comme tous les autres, peuvent connaître des mutations, menant à une efficacité moindre de l'enzyme produite. On l'a vérifié chez la souris. Mais si on soumet de tels animaux mutants à un rationnement alimentaire, la fréquence des cassures spontanées est moins importante et la durée de vie se trouve en moyenne accrue en raison d'une apparition réduite de ces tumeurs.

On a également montré que la modération alimentaire stimule des «voies de signalisation» métaboliques menant à une production accrue de pyruvate dans les mitochondries (les fournisseuses d'énergie des cellules) ce qui, en fin de compte, permet d'allonger la durée de vie.

Bien d'autres éléments, eux aussi favorables à une existence plus longue, ont également été mis en lumière; c'est notamment le cas de la stimulation de gènes qualifiés de «gérontogènes», une appellation suffisamment explicite en soi. Il est donc clair que, chez l'animal au moins, consommer moins constitue une sorte de brevet de vie prolongée. Est-ce le cas aussi pour l'humain ? On peut le penser. Tout l'objectif, aujourd'hui, est de mener à un résultat identique sans passer par une case «ascétisme». La stimulation pharmacologique de certains gènes, la simple adjonction de pyruvate ne suffiraient-elles pas à aboutir à un début d'allongement de l'existence ? Ce sont en tout cas des voies explorées. Mais on sait déjà que ne pas favoriser les excès et ne pas fumer constituent de bonnes résolutions sanitaires. Pourquoi, par conséquent, ne pas déjà commencer par là ? ■

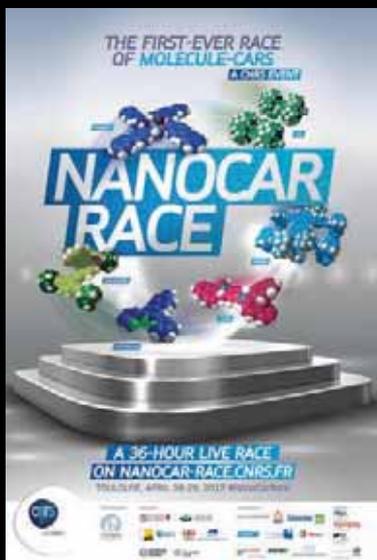
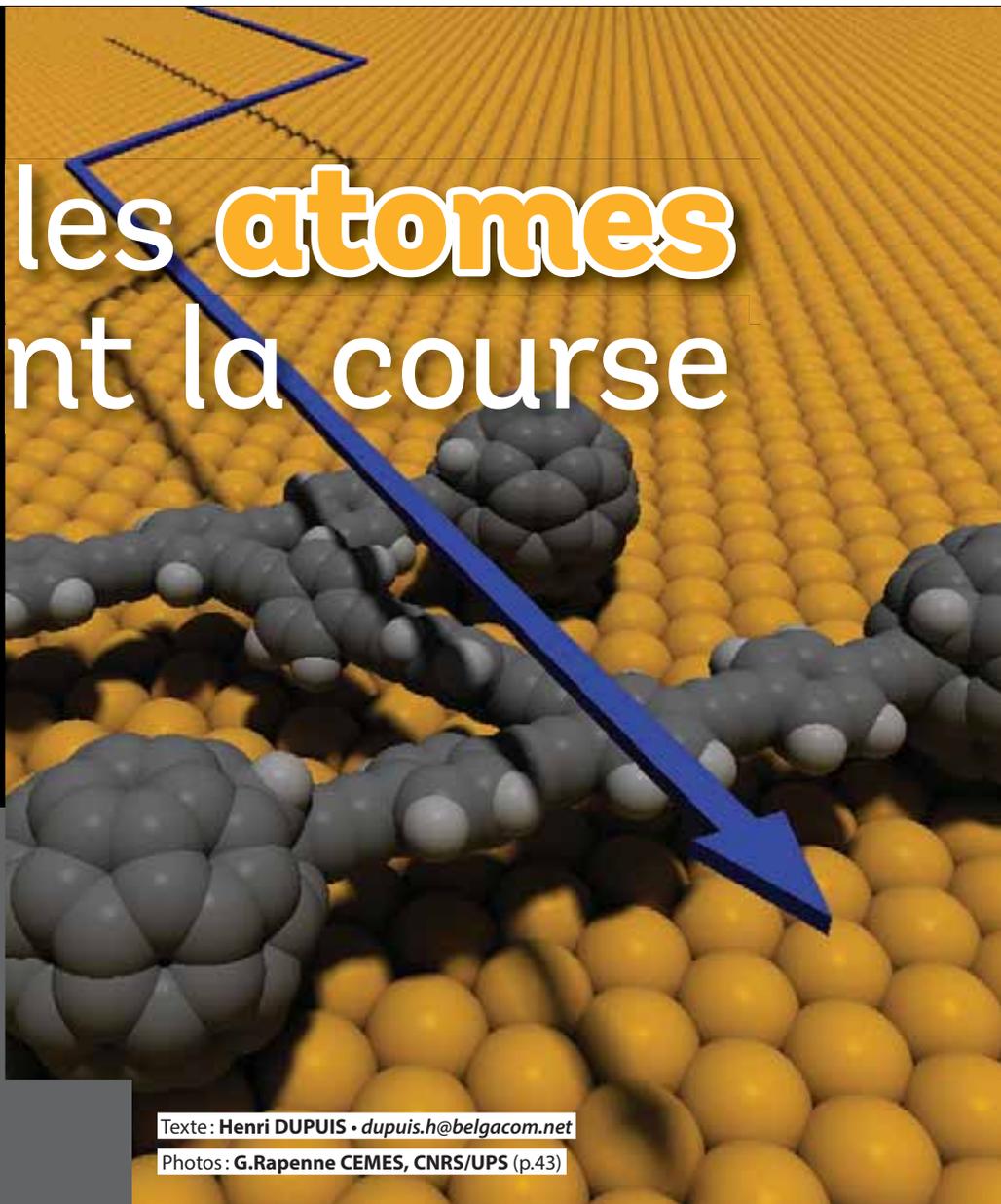
► *Nature* 2016; 537: 427-431

Quand les atomes font la course

C'est une compétition d'un genre tout à fait particulier qui doit se dérouler fin avril à Toulouse: quatre «bolides» composés de quelques atomes vont s'affronter, dans le vide, durant 36 heures sur une piste en or massif !

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

Photos: G.Rapenne CEMES, CNRS/UPS (p.43)



L'affiche de l'événement...
comme pour un vrai grand prix !

L'idée de la *nanocar race* a germé en 2013 dans l'esprit de Christian Joachim, directeur de recherche CNRS au Centre d'élaboration des matériaux et d'études structurales (CEMES) à Toulouse et Gwénaél Rapenne, professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse. Et comme dans toute bonne compétition automobile, il faut des bolides pilotés par des champions et un circuit sur lequel ils s'affrontent.

Commençons par les «voitures». Comme le titre de la compétition l'indique, elles sont à l'échelle nanométrique (soit 10^{-9} m, soit de 30 000 à 50 000 fois plus fin que l'épaisseur d'un cheveu)... et ne ressemblent pas - nécessairement - à ce qu'on voit circuler dans nos rues. Au fil des années et des essais, 6 écuries ont été sélectionnées (4 seulement participeront à la course). Ainsi par exemple, la «green buggy» du Toulouse nanomobile Club - le

bolide qui ressemble le plus à une de nos voitures (voir illustration) - est composé d'exactly 300 atomes de carbone et hydrogène ($C_{184}H_{116}$). Il a fallu 6 mois pour le synthétiser; il présente un châssis qui minimise l'interaction du véhicule avec la piste, suspendu qu'il est sur 4 «roues» équipées d'un groupe chimique capable de pivoter autour d'un axe avec cliquet. Chaque impulsion électrique (c'est le carburant !) qui touche ces roues devrait déclencher leur rotation et partant, la progression de l'ensemble sur une distance de... 0,3 nanomètre.

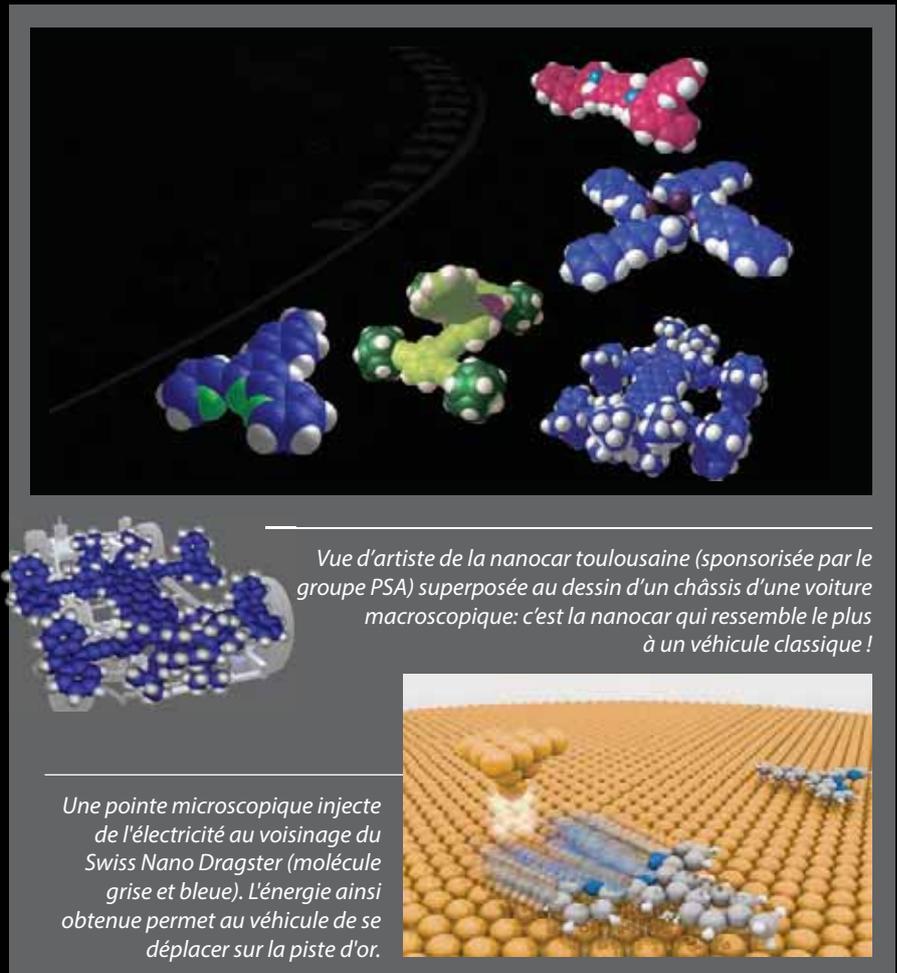
La «Swiss Nano Dragster» (Swiss Nano-science Institute) pour sa part, n'a pas de roues et est plutôt du type aéroglisseur. Les Allemands de l'Université technique de Dresde ont opté pour un assemblage de 4 molécules d'acétylbiphényle, ce qui permet de diriger le véhicule dans 4 directions de manière précise. C'est elle qui devrait négocier le mieux les virages !

Dernier exemple, le bolide japonais (le seul à être souple !), composé de 2 naphthalènes, sorte de châssis terminé par deux pagaies qui devraient assurer la progression comme celle d'une chenille.

Y A-T-IL UN PILOTE ?

Comment piloter et faire avancer les bolides ? Grâce au microscope STM (à effet tunnel) à 4 pointes du CEMES de Toulouse, unique au monde. À cette échelle, il s'agit forcément d'un microscope électronique (les objets à observer sont éclairés par des faisceaux d'électrons et non par de la lumière visible comme dans un microscope optique). Les électrons traversent l'échantillon à la vitesse de la lumière et interagissent avec lui, ce qui va former une image. Mais ces faisceaux d'électrons (ou d'ions, plus énergétiques) permettent aussi de creuser la matière, de la sculpter pour fabriquer par exemple des circuits imprimés minuscules mais aussi de fabriquer des objets atome par atome. Le canon à électrons se termine par une pointe très fine (1 ou 2 atomes) qui va balayer la surface de l'échantillon, donnant ainsi une sorte de carte en relief de celui-ci. Pour que cette pointe reste toujours à la même distance de la surface quel que soit son relief, une tension de quelques volts est appliquée entre la pointe et la surface, laissant passer un courant électrique dont la valeur dépend de la distance pointe-surface. Le courant passe donc entre les 2 sans contact... ce qui est en principe impossible sauf à cette échelle-là grâce à un effet quantique appelé effet tunnel, d'où le nom du microscope. On mesure donc en permanence l'intensité de ce courant et la distance pointe-surface est réajustée pour que le courant soit constant. C'est ainsi qu'on obtient une « image » de la surface de l'échantillon. En général, un tel microscope n'a qu'une pointe. Celui de Toulouse est unique, il en possède 4 !

Les chercheurs ont donc imaginé d'utiliser les pointes pour envoyer des impulsions électriques sur certaines parties de la voiture (certaines molécules) pour les faire avancer et les diriger. On imagine sans peine le doigté qu'il va leur falloir pour éviter les sorties de route ! La course doit en effet durer 36 h au maximum et les bolides courir 20 nm, virer à 45°, courir



Vue d'artiste de la nanocar toulousaine (sponsorisée par le groupe PSA) superposée au dessin d'un châssis d'une voiture macroscopique: c'est la nanocar qui ressemble le plus à un véhicule classique !

Une pointe microscopique injecte de l'électricité au voisinage du Swiss Nano Dragster (molécule grise et bleue). L'énergie ainsi obtenue permet au véhicule de se déplacer sur la piste d'or.

à nouveau 30 nm puis nouveau virage et nouvelle distance de 20 nm. Comme les virages ne se font pas en épingle à cheveu, le déplacement total sera donc d'environ 100 nm. Les équipes pourront changer de nanocar en cas d'accident mais jamais de pointe. Quant à la piste, il s'agit d'une surface en or, matériau choisi pour son peu de réactivité et donc pour être capable de supporter une grande variété de molécules différentes sans qu'il n'y ait de réaction chimique.

AU-DELÀ DE LA PROUESSE

TECHNIQUE

La *nanocar race* est intéressante à plus d'un titre. Tout d'abord, il s'agit d'une expérience de recherche fondamentale qui ne s'inscrit pas dans des grands programmes publics. Un peu en marge, elle n'a été possible que parce qu'elle est sponsorisée... notamment par de grands constructeurs de voitures (cela ne s'invente pas !) comme *Toyota*, *PSA* et *Volkswagen* qui se sont prêtés au jeu.

Mais la course a aussi plusieurs aspects très utiles en matière de recherche dans le domaine des nanotechnologies.

En premier lieu, il a fallu réaliser des prouesses pour réussir à déposer 4 nanocars simultanément au même endroit. Cela nécessite en effet de vaporiser les molécules sur la surface d'or à des températures allant de 50 à 300 °C. Un vaporisateur spécial a dû être construit à cet effet, ce qui constitue déjà une avancée technologique. Deuxième intérêt: les pilotes vont devoir conduire leur voiture sans la toucher mécaniquement, physiquement (ce qu'on sait déjà faire avec la pointe du microscope) mais en lui fournissant de l'énergie, notamment en alimentant ainsi (par le courant tunnel) de petits moteurs qui sont des groupements chimiques conçus pour l'occasion.

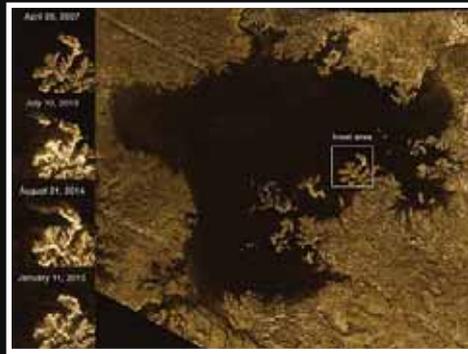
À long terme, le but de la course est de faire progresser la recherche dans l'observation et le pilotage de machines moléculaires. Ces machines sont en effet appelées à remplacer l'homme et les actuels robots pour construire des entités extrêmement petites, atome par atome; elles seront donc les ouvrières de demain. ■

À la Une du Cosmos

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

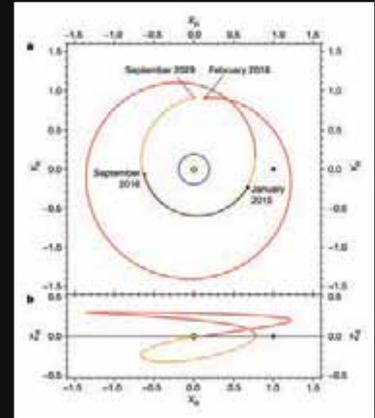
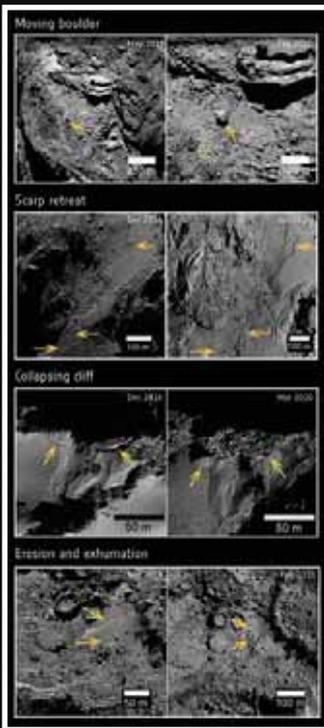
De nouvelles infos sur Titan... Ses dunes se développant à l'opposé de la direction du vent viennent d'être expliquées par l'action des forces électrostatiques: le matériau en surface se charge, et les grains se «collent», formant alors de hautes dunes. D'autre part, on a résolu le mystère des îles magiques, qui apparaissaient et disparaissaient: ce ne sont en fait pas des îles, mais les traces de... pétilllement !

Photo: Cassini



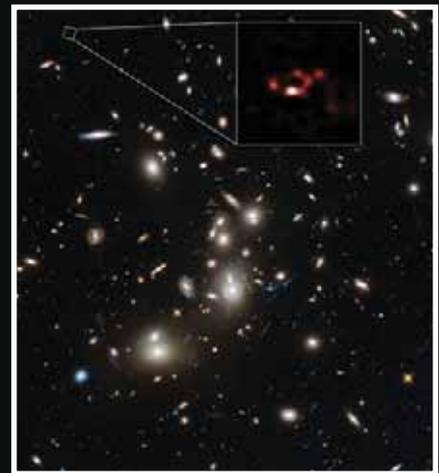
L'analyse des images prises par la sonde Rosetta montre des changements clairs avant/après le passage de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko au plus près du Soleil: fractures, effondrements de falaises, mouvement de rochers... le tout en lien avec les éruptions de gaz et de poussière.

Photo: ESA



Curiosité: l'astéroïde 2015 BZ509 se trouve sur une orbite similaire à celle de Jupiter... mais il la parcourt en sens inverse, croisant la planète tous les 6 ans !

Photo: Nature



Alors que l'Univers n'avait que 600 millions d'années, il y avait déjà pas mal de poussière - elle provient de la formation des éléments chimiques plus lourds que l'hélium par la toute première génération d'étoiles !

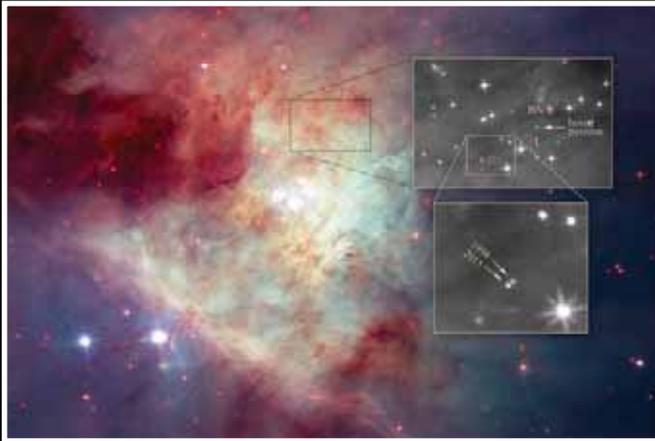
Photo: ALMA

Formation stellaire surprenante ! ALMA vient de surprendre une étoile en formation qui hoquette après un repas trop gros... tandis que le VLT a trouvé des étoiles en formation dans... des jets des trous noirs supermassifs ! Enfin, l'observation de «tremblements d'étoiles» révèle un alignement des axes de rotation des étoiles dans 2 amas. Il semble que la rotation du nuage moléculaire ayant donné naissance aux astres se soit efficacement transférée aux étoiles massives... mais pas aux étoiles peu massives car leur formation est, elle, dominée par la turbulence.

Photo: ESO (vue d'artiste)

Les trous noirs supermassifs au cœur des galaxies sont parfois entourés d'un disque de matière, et dans ce cas, il n'est pas rare de détecter un vent ultra-rapide. L'observation de la galaxie active IRAS 13224-3809 donne de nouvelles informations sur ce vent: il est chauffé par les rayons X du disque jusqu'à des températures de plusieurs millions de degrés, devient alors incapable d'absorber ceux-ci, et du coup se refroidit - puis le cycle recommence...

Photo: ESA (vue d'artiste)

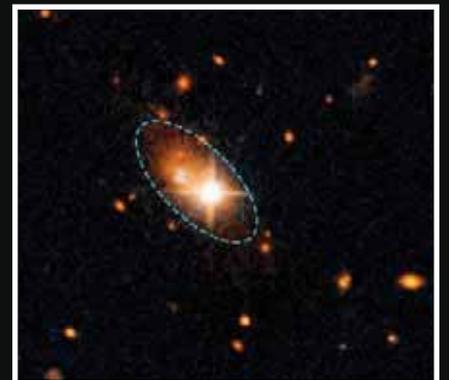
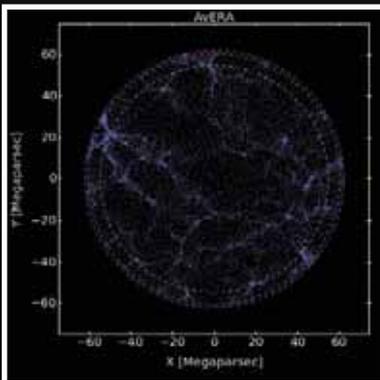


Si les couples se déchirent parfois, ça arrive aussi aux trios ! La détection de 3 étoiles hyper-rapides, s'éloignant l'une de l'autre, dans la nébuleuse d'Orion indique ce type d'événement... Un phénomène prévu par les théories, mais rarement observé. Ce sont les interactions gravitationnelles qui expliquent la chose, et cette fois-ci, ce fut assez violent pour conduire à la formation d'une petite nébuleuse...

Photo: HST.

SDSS J0104+1535 est la naine brune la plus massive et la plus pure que l'on connaisse: sa masse (90 fois celle de Jupiter) est faite à plus de 99,99% d'hydrogène et d'hélium. Distante de 750 années-lumière elle fait partie du halo galactique constitué des étoiles les plus vieilles. Il s'avère donc que des naines brunes peuvent se former à partir de gaz aussi primordial et qu'il peut exister toute une population de tels objets.

Photo: RAS (vue d'artiste)



Alors que certaines études viennent soutenir l'idée de la présence de matière et d'énergie «noires», les observations étranges s'ajoutent et l'opposition n'abdique pas ! Ce mois-ci, d'un côté, l'observation de galaxies lointaines suggère la prédominance de la matière ordinaire sur la matière noire dans les galaxies massives jeunes, un résultat surprenant. D'autre part, une nouvelle modélisation basée sur la relativité générale permet de se passer d'énergie sombre en considérant «simplement» l'univers comme structuré et non homogène.

Photo: RAS

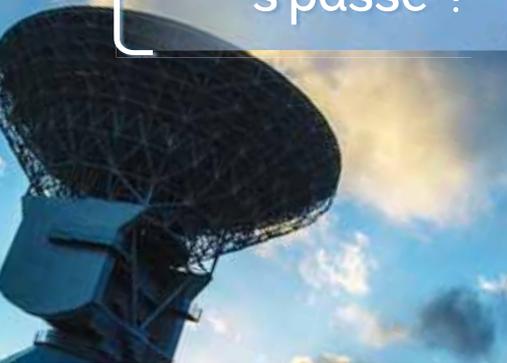
La distribution des rochers à la surface de l'astéroïde Itokawa intriguaient les scientifiques. Au départ, on pensait qu'il s'agissait d'un tri lié aux secousses (effet BNE), mais il s'avère qu'en plus, les cailloux interagissent avec leurs collègues, plus ou moins gros, pour finalement donner cet aspect particulier à l'astéroïde.

Photo: JAXA

Le quasar 3C 186, un trou noir supermassif entouré de matière, est excentré par rapport à sa galaxie-hôte. Celle-ci provient d'une collision entre deux galaxies, alors sans doute a-t-il été expulsé à sa naissance, par le sursaut d'ondes gravitationnelles créé par la fusion des deux trous noirs centraux de départ.

Photo: HST

Qu'est-ce qui s'y passe ?



Texte: Théo PIRARD

Photo: Doc.Sic

Le spatial constitue un tremplin d'avenir avec la maîtrise de systèmes miniaturisés au service des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication). C'est ce qu'ont bien compris les pays émergents qui connaissent la croissance économique grâce aux ressources de leur sol et sous-sol. Ils misent sur le transfert technologique pour acquérir un savoir-faire auprès des acteurs industriels qui maîtrisent les systèmes spatiaux. Le fait d'être présent autour de la Terre non seulement donne du prestige et de la fierté à la nation, mais surtout permet à une élite intellectuelle d'être propulsée à la pointe du progrès. Dans le monde, on a 6 grands acteurs pour les systèmes spatiaux: les États-Unis, la Russie, l'Europe, la Chine, le Japon et l'Inde sont prêts à faire des offres de coopération. Ainsi, alors que les entreprises commerciales se multiplient pour l'exploitation des applications dans l'espace, les États se font plus nombreux au-dessus de nos têtes. Ils sont tenus pour responsables de leurs satellites sur orbite, comme l'immatriculation, les fréquences pour les télécommunications, un suivi afin de réduire les risques de collision...

Qui, sur le plan international, gère ce trafic orbital ?

À Vienne, l'Onu (Organisation des Nations Unies) a pour les affaires spatiales un bureau spécialisé qu'on appelle *Unoosa* (United Nations Office for Outer Space Affairs). Celui-ci s'efforce d'encourager la coopération internationale dans l'espace. Il est en train de préparer, pour juin 2018, *Unispace+50*, conférence et exposition qui feront le point sur l'essor, les défis et problèmes des activités spatiales dans le monde. Par ailleurs, à Genève, l'*Uit* (Union Internationale des Télécommunications) est chargée de coordonner les fréquences et les orbites de satellites qui se font de plus en plus nombreux.

Depuis l'an 2000, plusieurs pays se sont affirmés avec des satellites. Lesquels ?

Les anciennes républiques de l'Empire soviétique ont tenu à prendre leur indépendance spatiale: le Kazakhstan, l'Azerbaïdjan, le Turkménistan, le Bélarus* (1). En Amérique latine, outre le Brésil et l'Argentine, le Mexique, le Chili, le Venezuela*, la Bolivie* et le Pérou disposent de satellites nationaux. Sur le continent africain, on a l'Égypte, le Nigéria* et l'Algérie. Au Moyen-Orient, l'Arabie Saoudite, les Émirats, le Qatar mettent en œuvre des systèmes sur orbite. En Asie, des initiatives nationales ont pris forme en Corée du Sud, à Taïwan, Singapour, au Vietnam, au Laos*, au Pakistan*, en Thaïlande, Indonésie, Malaisie...

(1) Les États marqués d'une astérisque sont ceux ayant obtenu l'assistance de la Chine qui a fourni des systèmes clés en mains en échange de retombées économiques.

Quels domaines sont les plus porteurs dans le développement spatial d'un État ?

Télécommunications et télédétection constituent les grandes ressources sur lesquelles misent les nouveaux-venus sur la scène spatiale. Les satellites, soit comme relais de données, soit comme observatoires du territoire, sont désormais des outils clés dans la gestion plus efficace d'un pays étendu et accidenté. C'est d'ailleurs ce qu'a compris l'Inde en investissant dans un important pro-

gramme d'activités dans l'espace. Le développement de systèmes spatiaux à des fins nationales a-t-il encore un réel avenir ? La multiplication sur orbite d'infrastructures globales de plus en plus performantes fait naître des services on ne peut plus compétitifs. Ainsi, des constellations de dizaines, voire de centaines de satellites, contribuent à l'essor des technologies de l'information et de la communication sur l'ensemble de la planète. Les satellites de télécommunications, vu leur puissance et grâce à une présence au-dessus de nos têtes, permettent l'Internet haut débit en tout lieu. Les satellites d'observation, qui prolifèrent sur orbite sous différentes formes, assurent une surveillance quasi continue, de façon précise, du milieu terrestre. Plus que jamais, comme internautes, les Terriens deviennent les habitants d'un village global. ■



Du Moyen Orient à l'Asie Pacifique, plusieurs États se dotent de satellites.

SES et spaceresources.lu

Le spatial grand-ducal

Texte: Théo PIRARD • theopirard@hotmail.com

Photos: SES

Le Grand Duché a instauré le business spatial en tant que volet de son économie, faisant preuve d'une incroyable audace au-dessus de nos têtes. Désormais, il s'affirme au cœur de l'Europe comme acteur clé dans la mise en œuvre du nouveau monde de l'espace. Le groupe SES, implanté au Château de Betzdorf, a réussi à devenir le premier opérateur global de satellites pour les services multimédias à large bande, à commencer par les chaînes TV haute définition. En 2016, le Gouvernement du Luxembourg a lancé l'initiative *spaceresources.lu* d'exploitation des ressources minières du système solaire

Gâce à SES créé en mars 1985 dans un partenariat public-privé, la télévision par satellite a pu prendre pied en Europe, avant de se développer sur l'ensemble de la planète. L'opérateur luxembourgeois, qui a réalisé un chiffre d'affaires de 2 068 millions d'euros en 2016, exploite une flotte de 53 satellites géostationnaires (à quelque 35 800 km au-dessus de l'équateur) et une constellation de 12 satellites-relais en orbite moyenne (à 8 062 km). Il contribue à l'essor de 7 500 chaînes TV, dont un tiers en haute définition. Il diversifie son offre de services grâce à une approche méthodique et une dynamique contrôlée afin

de répondre aux besoins d'une pluralité d'utilisateurs de manière efficace et rentable. C'est la stratégie de Karim Michel Sabbagh, de nationalité libanaise et canadienne, qui se trouve à la tête de SES depuis avril 2014: cet éminent spécialiste dans la gestion d'entreprises de communication parie sur la révolution numérique de l'outil satellitaire pour lequel il faut privilégier l'innovation afin qu'il soit flexible, performant et abordable au niveau global. Et de miser sur l'ingéniosité des industriels des systèmes spatiaux: leur avenir passe par une constante remise en question dans la conception des satellites et dans la réduction des coûts, tant pour leur développement que pour leurs lancements.

Ainsi, à une vingtaine de km de l'aéroport de Luxembourg, en pleine campagne de Betzdorf où les vaches broutent et ruminent, où vont et viennent les tracteurs, on aperçoit de loin un parterre de paraboles blanches. C'est là que bat le cœur de SES (1). Et notamment son complexe technique et sa centrale électrique, à l'orée d'un parc boisé. On y distingue à peine l'ancienne résidence princière qu'est le Château de Betzdorf, aménagé désormais par SES en quartier général. Non loin de là, une infrastructure circulaire, résolument moderniste, abrite les services administratifs. Il y a 30 ans, sur ce site, débutait un chantier pour le centre de contrôle du système Astra de satellites TV. Personne, alors, n'aurait pu imaginer que le Grand Duché, en apportant son soutien à une entreprise privée, jetait ici les bases de son activité spatiale qui fait son renom à l'échelle planétaire.

UNE DIVERSIFICATION

CONTRÔLÉE

L'objectif de SES est de pouvoir offrir des services partout dans le monde, qui puissent supporter la concurrence avec les réseaux terrestres de télécommunications et de télévision. Il s'agit de déployer des satellites dotés de technologies qui répondent vite, avec souplesse et de façon pointue aux besoins de chaque part de marché. Karim Michel Sabbagh précise: «*Nous nous focalisons en priorité sur 4 segments de services. À commencer par la vidéo, qui fut et reste notre vocation première. Puis nous offrons des services aux entreprises, aux opérateurs dans le secteur de la mobilité, aux missions gouvernementales. Nous sommes les premiers à mettre en œuvre une stratégie intégrée pour laquelle sont conçues et développées les charges utiles de nos satellites. Nous entendons optimiser la performance de la connectivité pour chacun des marchés que nous visons.*»

Aujourd'hui, on a besoin d'une capacité de transmission de plus en plus conséquente à un coût de moins en moins élevé. Les progrès de la technologie Dsp (*Digital Signal Processing*) permettent de passer d'une construction de satellites analogiques à un système spatial numérique plus performant, qui requiert

moins d'énergie, ne nécessite pas de câblage à bord, économise de la masse et plus facile à rentabiliser... C'est ce qu'a bien compris l'opérateur grand-ducal, qui demande à l'industrie des systèmes spatiaux d'innover avec des satellites importants d'une haute flexibilité et des moyens de lancement compétitifs d'une grande fiabilité.

LE SATELLITE COMPÉTITIF

Dans le domaine de la vidéo, SES est pratiquement leader mondial et met son expérience des plateformes numériques à la portée des pays en développement. Pour ce qui est des entreprises, qui se délocalisent en dehors des métropoles, le satellite permet d'offrir rapidement beaucoup de capacité dans les zones rurales et sur des sites isolés. Une tendance nouvelle concerne les télécommunications au service de la mobilité. Actuellement, on compte 4 000 avions commerciaux proposant des connexions à bord grâce au satellite. À l'horizon 2025, on prévoit que ce nombre dépassera les 15 000 appareils connectés via satellite. D'ores et déjà, SES prend position sur ce marché. Il a même, à cette fin, commandé un satellite - le puissant SES-17 - à Thales Alenia Space pour un lancement en 2020. Et puis, il y a également le domaine gouvernemental qui, pour ses systèmes de défense et de sécurité, a besoin d'un volume important de données qui passera par l'espace. SES a ainsi mis sur pied l'entreprise LuxGovSat avec le Gouvernement grand-ducal pour proposer un satellite *made in USA* qui sera lancé à la fin de cette année.

Les fournisseurs de satellites, qu'ils soient américains ou européens, et les systèmes de leurs lancements sont très à l'écoute des recommandations de SES. Avec la taille qu'a sa flotte en orbite géostationnaire, il lui faut prévoir une cadence de remplacement de 2 à 3 satellites par an. Ses perspectives pour les années à venir sont qu'avec la technologie commune d'une plateforme bien élaborée de satellite, il y ait des charges utiles flexibles en produisant des faisceaux «à la demande» suivant les services à rendre. La règle chez SES - et c'est la recette de son succès - est de se raccrocher à ce qui est essentiel à la réussite commerciale de sa stratégie dans l'espace. La possibilité de

déployer une technologie supplémentaire pour fournir de meilleurs services fait qu'on doit tenir compte de 4 critères indissociables, qui font la fiabilité, la rentabilité et la faisabilité des services pour SES: le défi technologique, le contexte économique, la solution opérationnelle et la dimension réglementaire. Pour Karim Michel Sabbagh, «il faut qu'on se débarrasse du concept prêt à porter que les industriels proposaient jusqu'à récemment. On en est au satellite sur mesure avec des charges utiles qui répondent le mieux possible aux multiples services dans des débits de plus en plus élevés.»

Le coût du lancement pèse lourd sur le prix du satellite. SES recherche donc les solutions compétitives en matière de lanceurs, qui soient les plus favorables à son rendement. La société Arianespace, qui lança en décembre 1988 son premier satellite TV, reste sa solution favorite pour l'accès à l'orbite de transfert géostationnaire. SES lui a fait confiance pour 41 lancements. Il fut néanmoins le premier client en avril 1996 du lanceur russe Proton commercialisé par la compagnie ILS (International Launch Services). Depuis décembre 2013, il a aussi recours à SpaceX, nouveau venu dans le business du transport spatial, pour lancer ses satellites.

Sa Direction technique a par ailleurs participé à la mise sur pied du programme Ariane 6 et coopère avec Airbus Safran Launchers pour disposer d'un nouveau lanceur plus flexible et moins coûteux.

LA NOUVELLE FRONTIÈRE

À EXPLOITER

Avec son opérateur SES, le Grand Duché a pris goût au nouveau monde de l'espace. Il est devenu État membre de l'ESA (European Space Agency) en 2005 et s'implique dans le développement de systèmes européens pour les satellites de télécommunications. Il encourage l'avènement d'entreprises innovantes grâce à la technologie spatiale. SES vient d'établir un partenariat avec la jeune Université de Luxembourg et le List (Luxembourg Institute of Science & Technology). En 2016, les autorités luxembourgeoises ont créé la surprise en Europe en lançant l'initiative *spaceresources.lu* dans le but d'encourager la prospection et la valo-

risation des ressources minières dans le système solaire ! Le 11 novembre dernier, elles concrétisaient cette «première» européenne avec l'adoption d'un cadre juridique pour explorer et utiliser les matériaux qu'on peut trouver sur les astéroïdes, les comètes, sur la Lune, Mars.... Et de préciser: «Les ressources de l'espace sont susceptibles d'appropriation en conformité avec le droit international». La principale condition de l'agrément gouvernemental pour une mission est que «le demandeur est une personne de droit luxembourgeois qui a la forme d'une société anonyme ou d'une société en commandite par actions».

Va-t-on voir fleurir au Grand Duché de nouveaux entrepreneurs en quête de richesses extraterrestres ? Deux Pme américaines, qui développent des systèmes spatiaux, se sont déjà manifestées pour tirer parti de l'environnement favorable du Luxembourg. Elles ont créé, avec le soutien du Gouvernement, des filiales dans une formule PPP (Partenariat Public-Privé): Deep Space Industries (Dsi) et Planetary Resources ont planifié des missions de démonstration avec des prototypes. Commentaire de Jean-Jacques Dordain (ancien directeur général de l'ESA), conseiller pour *spaceresources.lu*: «Cette initiative démontre clairement la capacité d'innovation des Européens, qui sont prêts à prendre des risques lorsque les enjeux sont importants. Bien que futuriste, le projet repose sur des bases solides, comme en témoignent notamment les prouesses technologiques déjà accomplies en Europe et dans le monde entier.» Le Luxembourg a d'ores et déjà suscité l'intérêt d'investisseurs au Japon et en Chine. ■

(1) L'infrastructure de secours de SES se trouve au Centre Esa de Redu dans la Province de Luxembourg et ses opérations sont assurées par la société belge Rss (Redu Space Services).

Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, Blue Origin, Kacific, Doc.Sic

New Glenn, lanceur en partie réutilisable d'Amazon. En 2020, un nouveau système privé de transport spatial va effectuer ses débuts au Cape Canaveral. Sur la célèbre base d'envols vers l'espace, *Blue Origin*, société de Jeff Bezos et filiale du Groupe Amazon, est en train de construire un complexe privé pour la production de fusées, les essais de propulseurs et une aire de lancements. Il va mettre en œuvre

l'imposant lanceur *New Glenn* de 82 m de haut, qui emploie des propulseurs *BE-4* fonctionnant au méthane et à l'oxygène liquide. Son originalité est d'avoir un premier étage conçu pour être utilisé une centaine de fois en se posant sur un navire dans l'Atlantique ! *Blue Origin* vient d'annoncer un premier client pour un vol en 2021: l'opérateur européen *Eutelsat* n'hésite pas à favoriser l'avènement d'un concurrent pour *Ariane 6* ! ■



Un Belge de Singapour à la conquête du Pacifique. Connecter les populations disséminées - quelque 40 millions d'insulaires - sur les atolls de l'Océan Pacifique, via un relais de grande capacité sur l'orbite géostationnaire: c'est le projet d'un ingénieur belge, Christian Patouraux, qui est en train de se concrétiser. Associée à l'opérateur japonais *Sky Perfect Jsat*, son entreprise *Kacific Broadband*, basée à Singapour, vient de commander un puissant satellite à *Boeing Satellite* pour un lancement en 2019. Le *Kacific-1/JCSat-18*, grâce à des faisceaux en bande Ka, (30/20 GHz) va mettre l'Internet haut débit à la portée des communautés de cette partie isolée du monde. ■



Révolution IoT via des projets de constellations.

Le Web est en expansion continue. La connectivité est en train de passer à des services d'une nouvelle génération qui fait la part belle à l'IoT (*Internet of Things*). Il s'agit de connecter, partout sur la planète, des milliards de senseurs ou capteurs de données pour une belle panoplie d'applications. L'emploi de puces microscopiques et autonomes permet de tout savoir, partout et à tout moment, sur le fonctionnement de systèmes autonomes et le comportement de dispositifs intelligents. Ce qui suppose la collecte de grandes quantités d'informations et leur transmission vers des centres d'analyse. De jeunes entreprises - comme le projet *eightyLEO* en Allemagne - travaillent sur le développement peu coûteux de petits satellites qui, déployés en constellations sur des orbites basses, permettront de contacter régulièrement les senseurs. ■

Dans le cadre de *μsys*, spin-off de l'ULg, Philippe Laurent développe une micro-puce performante pour l'IoT.



AGENDA

- Le 6 mai 2017 à partir de 13h
- Rue du Collège, 8 à 5000 Namur

On l'es@connectés Ces technologies qui influencent notre quotidien



On l'ES@connectés est un événement qui propose des conférences et des ateliers interactifs centrés autour de l'univers des nouvelles technologies et de la communication.

L'événement s'adresse principalement à un public familial intrigué et/ou passionné par les nouvelles technologies et qui souhaite en apprendre plus via des

ateliers interactifs touchant notamment aux jeux vidéo, à la programmation, aux objets connectés... D'autre part, des conférences plus ciblées sur l'utilisation des nouvelles technologies au sein de la communication raviront les professionnels du genre.

Infos et programme complet

www.onlesconnectes.weebly.com/

- Le 21 mai à 16h
- Salle Philharmonique de Liège
Boulevard Piercot, 25 à 4000 Liège

Rêves d'étoiles

Pionnier de la conquête spatiale, Jean-Loup Chrétien a effectué 3 séjours dans l'espace. Il en a ramené plusieurs films. Sur terre, le premier spationaute d'Europe de l'Ouest est un amoureux des orgues, il a été à 2 doigts d'embrasser une carrière d'organiste. Voilà pourquoi, dans le cadre du bicentenaire de l'Université de Liège et de la Fête de l'Orgue, lui est venue l'idée d'imaginer un concert qui combine ses 2 passions, les étoiles et l'orgue. Tandis qu'il commentera ses films, Jean-Pierre Rolland accompagne ce voyage inter sidéral à travers les grandes pages de la littérature organistique.



Pour rappel, né à La Rochelle en 1938, Jean-Loup Chrétien est le premier Français, le premier francophone et le premier Européen de l'Ouest dans l'espace en 1982 (lors de la mission franco-russe *PVH*). Il fut également le premier non-Russe et non-Américain à effectuer une sortie extra-véhiculaire dans l'espace. Il a 3 vols spatiaux à son actif, totalisant 43 jours de mission dans l'espace. Il travaille aujourd'hui pour *Tietronix*, une société associée à la NASA pour le développement de systèmes high-tech destinés à divers programmes de l'Agence Spatiale américaine. Il y occupe les fonctions de Vice-Président de la recherche et du développement. Il est aussi Directeur général de *Tietronix Europe*, société française filiale de la société américaine, réalisant diverses applications dans les domaines de la réalité virtuelle 3D et de la simulation.

Jean-Pierre Rolland quant à lui a fait ses études musicales au Conservatoire National de Région de Marseille, puis au Conservatoire National Supérieur de Lyon (orgue, improvisation) et au Conservatoire Royal de Musique de Liège (direction d'orchestre). Concertiste, il se consacre tout particulièrement à la rencontre entre l'orgue et d'autres instruments et s'oriente actuellement vers la composition. Il est l'auteur d'œuvres vocales, de musique de chambre et d'œuvres pour orgue.

À NE PAS MANQUER !

- Du 20 mars au 22 septembre 2017

Sciences en couleurs

Suite au succès rencontré en 2016, le *Confluent des savoirs* relance cette année sa 2^e édition sur la thématique «Sciences en couleurs». Cet événement a pour objectif d'explorer le monde des sciences d'un autre œil et de développer la créativité de tout à chacun. La science ne se résume pas qu'à des mots noirs sur des pages blanches. Elle renferme un large spectre de manifestations haut en couleurs, telles que: la lumière, le bio-mimétisme, la faune, la flore, la chromatographie, les éléments chimiques, le système sanguin, l'iris, les pigments, les astres, les roches et minéraux, les arcs-en-ciel, etc. Un jury constitué de photographes professionnels et amateurs ainsi que d'acteurs de notre institution distinguera les photographies qui coïncideront au mieux avec le thème. La qualité graphique sera importante mais pas uniquement: le sujet, l'idée et la démarche explicitée seront également pris en compte. Les clichés devront illustrer un phénomène scientifique. À vos appareils et bonne chance !



Infos & inscriptions www.confluent-des-savoirs.be

Infos & tickets

www.oprl.be

- Le dimanche 7 mai 2017

- Parc Reine Astrid
Boulevard Audent à 6000 Charleroi

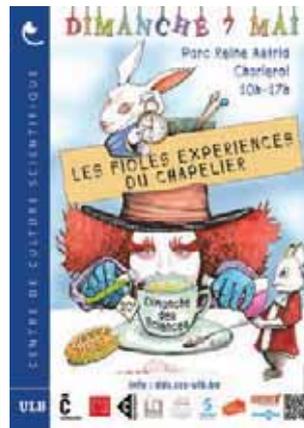
20^e dimanche des sciences

Organisé par le Centre de Culture Scientifique, le *Dimanche des Sciences* est une grande fête conviviale qui permet à toute la famille de découvrir ou de redécouvrir les sciences sous un nouveau jour. Cette année, à l'occasion de sa 20^e bougie, l'événement se pare des couleurs du Pays des Merveilles en plein cœur de la Ville de Charleroi ! Rejoignez le Chapelier dans ses fioles expériences et plongez dans l'aventure scientifique en réalisant vous-même les nombreux ateliers amusants proposés par les associations installées dans le parc Reine Astrid. Comme Alice, les enfants partiront à l'aventure ! De stand en stand, ils pourront collecter les fioles du Chapelier et ainsi remporter une des nombreuses surprises mises en jeu.

Prenez part également aux nombreux jeux de la Reine de Cœur, affrontez ses soldats-cartes lors d'un combat d'escrime tandis que les plus petits se laisseront emporter par les contes de la chenille. Et pour que la fête soit à son comble, les artistes du Conservatoire Arthur Grumiaux de Charleroi feront vibrer le kiosque du parc: concert, danse et théâtre de rue rythmeront votre journée !

Infos

www.ulb.ac.be/ccs/dimanche-sciences-17.html



Sur le Web

Science Today

Plonger dans le tourbillon de la science d'aujourd'hui. Voici ce que propose *ScienceToday*, le nouveau site web de vulgarisation scientifique de l'UCL. Sa raison d'être ? Partager et raconter la science à un large public un tant soit peu curieux. Au travers d'articles, de vidéos, de portraits et de photos, *ScienceToday* plonge véritablement les visiteurs au cœur des recherches des experts de l'UCL, de leur réalité du terrain et des perspectives que ces recherches ouvrent pour la société. Au-delà de la sphère scientifique, la diffusion du fruit des recherches nourrit la curiosité des jeunes et moins jeunes, mais aussi les débats et décisions que nécessitent les questions sociétales d'aujourd'hui et de demain. Cette diffusion, l'UCL la souhaite la plus large possible, raison pour laquelle *ScienceToday* est disponible en version anglaise pour un public international.

Infos

<https://uclouvain.be/fr/sciencetoday>

À LIRE

La vie secrète des atomes

Les mystères des 118 éléments qui constituent la matière

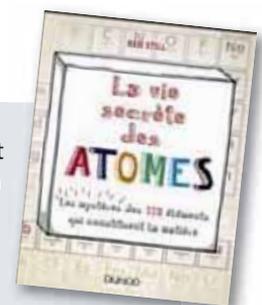
Ben Still (traduit de l'anglais par Paul Depovere)

Découvrez l'histoire étrange des atomes et partez à la découverte des 118 éléments présents dans l'univers. Du plus léger et abondant, l'hydrogène, aux plus lourds et instables comme le nobelium ou le lawrencium, chaque élément a son caractère: volatil, grégaire ou solitaire. Entrez dans le monde des atomes pour découvrir leurs histoires incroyables et leur contribution à notre vie quotidienne !

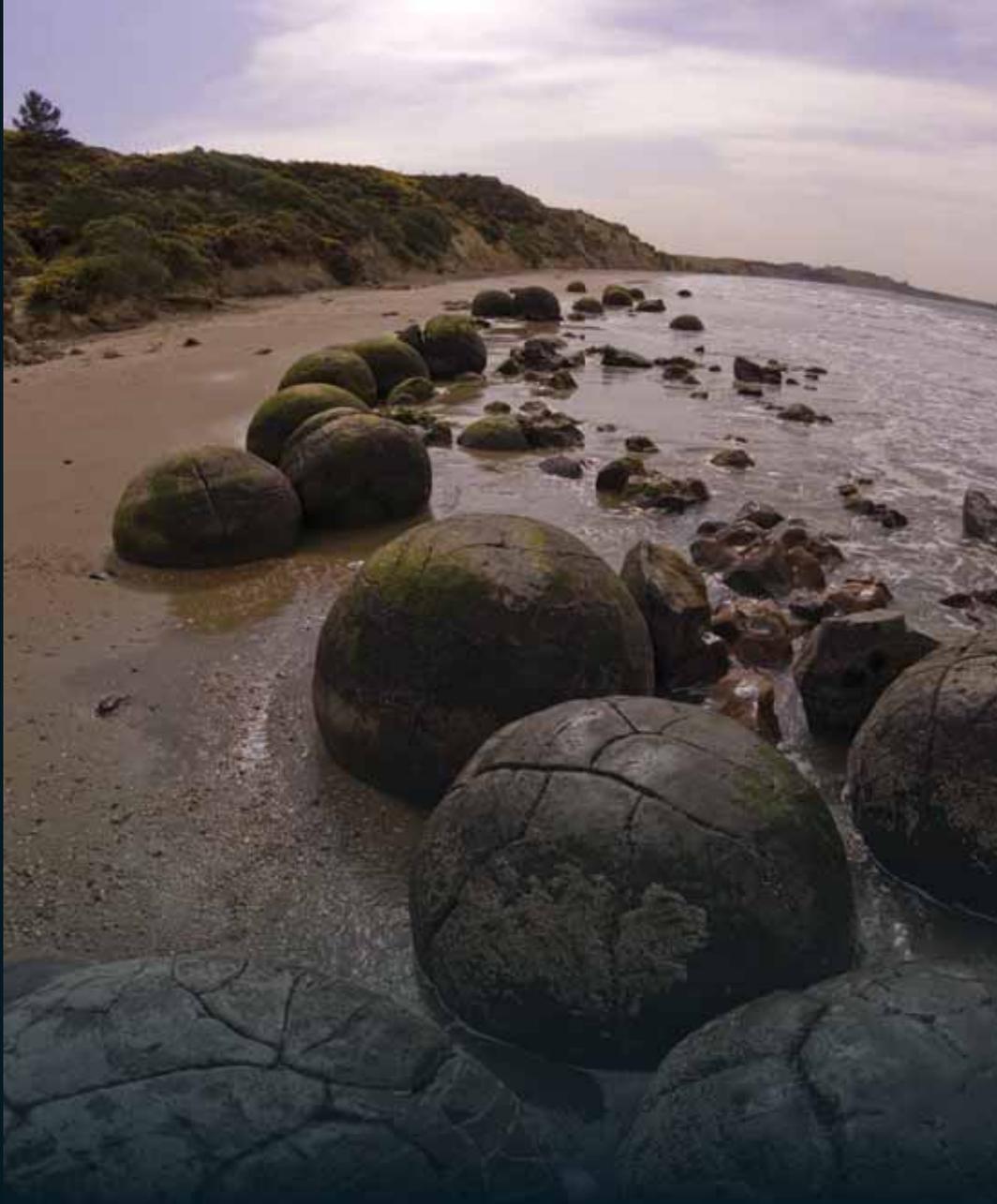
Comment les éléments sont-ils apparus ? Quel est le métal le plus abondant sur Terre ? Pourquoi dit-on d'un gaz qu'il est noble ? Ben Still vous fait découvrir l'ensemble des éléments du tableau périodique, révélant les circonstances fascinantes de leur découverte, décrivant leurs caractéristiques, leur comportement, et s'immergeant au cœur des atomes pour vous expliquer leur structure le plus simplement possible. Les illustrations éclairantes et drôles vous aideront à comprendre les aspects les plus complexes de la physique quantique, donnant vie aux éléments.

Cet ouvrage, truffé d'informations et d'anecdotes, vous fera voyager d'élément en élément, d'une famille à une autre, que vous pourrez identifier grâce à des codes couleur. Saviez-vous par exemple qu'au 19^e siècle, un dérivé de l'arsenic était libéré par une moisissure se développant dans des papiers-peints colorés en vert par de l'arsénite ? Selon certains, c'est ce qui aurait tué Napoléon Bonaparte en 1821 ! Peut-être même beaucoup d'autres étant donné que ce colorant était aussi utilisé dans la fabrication de bonbons ! Surprenant, non ? Et ce n'est qu'un tout petit exemple de ce que vous apprendrez grâce à ce livre, qui se lira facilement à votre rythme...

L'auteur, Ben Still, est chercheur en physique à l'Université de Londres. Parallèlement à ses recherches, il a été novateur en matière d'enseignement et de vulgarisation des sciences, ce qui lui a valu de nombreux prix.



Dunod, 2017
www.dunod.com



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)