

Société

Les sons des langues

Dossier

Cellules cancéreuses:
se manger pour survivre



Édito



Une année complètement Barje !

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

Aussi vite qu'un lapin rentre dans son terrier au moindre danger, nous voici arrivés en décembre. J'aurais tendance à dire que l'année a été chargée en termes scientifiques. Alors pour en être sûre, je me suis dit: «*faisons un édit-rétrospective !*». Mais c'est un sacré boulot et le temps me manque cruellement. Inutile donc de penser à éplucher les dizaines de magazines scientifiques reçus depuis janvier. Mon premier réflexe: farfouiller sur le net. Mais ce goujat de Monsieur Google n'a rien trouvé pour moi hormis la liste des sujets les plus commentés sur Facebook, Twitter, Instagram... trop tôt sans doute ! Et de toute façon, aucun événement scientifique dans le top 10. Ah si, *Pokemon Go*, mais même si jadis, j'ai été fan de Bulbizar, je ne suis pas sûre que le sujet vaille la peine d'être commenté davantage. Il m'en faut plus pour me décourager. Où pourrais-je trouver les infos, en condensé et rapidement ? Eurêka ! Je vais interroger Barje !

Elle nous a raconté beaucoup d'histoires cette année. À commencer, en janvier, par la possible existence d'une pièce secrète dans le tombeau de Toutankhamon qui abriterait la dépouille de Nefertiti. Douze mois plus tard, la reine garde tous ses secrets, les recherches se poursuivent. En février, Barje nous révélait l'entrée de 4 nouveaux éléments dans le tableau de Mendeleïev, qui viennent tout juste d'être baptisés. À l'aube du printemps, nous apprenions l'insémination de Hao Hao, panda géant pensionnaire de *Pairi Daiza*. Bonne nouvelle, Tian Bao, 6 mois aujourd'hui, se porte comme un charme. Au même moment, la Belgique envisageait d'interdire la cigarette en voiture en présence d'enfants. Aucune législation n'est entrée en vigueur depuis, contrairement à l'Écosse, la France, l'Angleterre, l'Australie, la Californie. Les Anglo-Saxons ont quelques volutes d'avance de ce côté-là. Lui ne fume sûrement pas: Ysraël Kristal, déclaré officiellement l'homme vivant le plus vieux du monde à 112 ans, a depuis passé le cap des 113 et a surtout fêté... sa bar mitzvah ! En mai, Nike annonçait le lancement prochain de baskets auto-laçantes, qui sont en vente depuis quelques jours aux USA. Un caillou en moins dans nos chaussures ! L'approche de l'été oblige, juin a été vampirisé par le «*A4 waist challenge*»: il s'agit de publier une photo avec une feuille A4 devant les hanches. Le pari est gagné lorsque celles-ci ne dépassent pas la largeur de la feuille (en mode portrait, cela va de soi). Étrange coïncidence alors que quelques semaines plus tôt, l'OMS annonçait que 13% de la population mondiale adulte souffraient d'obésité... Juillet et septembre ont eux été marqués par la robotique: un robot «social» au *CHR de la Citadelle* pour l'accueil des patients et un autre «agent de sécurité» aux États-Unis, avec un revers de médaille pour ce dernier qui a renversé un enfant. La technologie ne cesse de s'améliorer mais... Et avant de vous souhaiter de très joyeuses fêtes de fin d'année, je dois encore vous dire qu'Internet a fêté ses 25 ans, qu'1 Belge sur 10 consomme des antidépresseurs (dommage alors que selon une étude récente, être pessimiste allongerait l'espérance de vie) et enfin, que le Gouvernement wallon a approuvé l'interdiction des sacs plastique à usage unique. À la bonne heure ! Vivement voir ce que 2017 nous réserve comme bonnes et mauvaises surprises scientifiques... D'ici là, nous vous souhaitons «*tout le bonheur du monde, pour aujourd'hui comme pour demain*» ! ■

Géraldine

ATHENA 326 • Décembre 2016

SPW | Éditions

Tiré à 20 750 exemplaires, Athena est un magazine de vulgarisation scientifique édité par le Département du Développement technologique (Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche - DGO6) du Service Public de Wallonie.

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

N° Vert du SPW: 1718 • www.wallonie.be

Il est consultable en ligne sur <http://athena.wallonie.be>

Abonnement (gratuit)

Vous souhaitez vous inscrire ou obtenir gratuitement plusieurs exemplaires, contactez-nous !

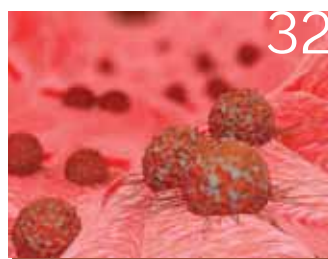
- **par courrier**
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES
- **par téléphone**
au 081 33 44 97
- **par courriel à l'adresse**
luc.wiart@spw.wallonie.be

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 ?**
Albert Claude
- 12 **Technologie**
Petit petit petit petit...
- 16 **L'ADN de ...**
Nicolas JURA · Game designer
- 18 **Dossier**
Cellules cancéreuses: se manger pour survivre
- 23 **Barje**
On est tous Barje, même Athena !
- 24 **Internet**
Les nouveaux métiers du Web
- 28 **Société**
Les sons des langues
- 32 **Chimie**
La mole, le petit deviendra grand
- 34 **Biologie**
Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 38 **Physique**
Quand la terre tremble...
- 40 **Astronomie**
Petite balade tête dans les étoiles
- 42 **Espace**
Pour savoir tout ce qui passe en l'air et sur Terre !
- 46 **À lire...**
Avec nos enfants !
- 50 **Agenda**
À voir, à tester, à cliquer, à lire...



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

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

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

Impression
Imprimerie Bietlot
Rue du Rond-Point, 185 à 6060 Gilly

ISSN 0772 - 4683

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

Dessinateurs
Olivier Saive, SKAD, Vince

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



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



BIOWIN:

la santé comme cheval de bataille

Projets, programmes et succès se suivent à cadence toujours plus accélérée pour BioWin, le pôle de compétitivité

santé de la Wallonie. Perspicacité et audace étant les piliers porteurs de ces victoires à répétition. Alors qu'en France, quelque 150 000 patients subissent, chaque année, la pose sous-cutanée d'un petit boîtier associé à un cathéter pour l'injection de traitements divers, BioWin surfe sur ce besoin pour accrocher le wallon *Symbiose Biomateriels* à la jeune pousse alsacienne *Defymed SAS*, membre du *Pôle Alsace Biovalley*, afin de développer en commun une compresse innovante appelée à réduire drastiquement le taux d'infection tout en assurant l'intégrité physique du patient. Un défi lorsqu'on sait que le risque d'infection lié aux opérations de remplissage, vidange et autres manipulations, est de l'ordre de 5 à 10% ! En effet, les 4 étapes de la procédure: nettoyage avec une solution aseptique, rinçage avec de l'eau physiologique, séchage suivi de 2 désinfections, ne font qu'ajouter des problèmes à une situation déjà bien complexe.

Pallier ces problèmes est donc le but de CODEPI, projet de recherche d'une durée de 24 mois, fédérant BioWin et *Alsace Biovalley* autour du développement d'une compresse nouvelle génération imprégnée d'une solution antibactérienne et antifongique à base de biomolécules antimicrobiennes. La carte maîtresse de cette solution sera de traiter en une seule

étape au lieu de 4. La future compresse réduira le risque d'erreur humaine ainsi que le nombre de produits et consommables utilisés. Enfin, le recours à des biomolécules antimicrobiennes d'origine naturelle devrait éviter l'apparition de nouvelles résistances bactériennes et diminuer le temps de décontamination le cas échéant. La coopération prévoit que le wallon *Symbiose Biomaterials* assure la sélection des biomolécules antibactériennes selon des souches présentes dans la flore cutanée et, à l'issue de la mise au point d'une formule désinfectante basée sur ces molécules, imprègne les compresses qu'il aura retenues. Focalisé sur la sécurité des patients, le projet CODEPI est soutenu financièrement par la Wallonie (DGO6) et la Région Alsace, Champagne-Ardenne et Lorraine.

www.biowin.org;
www.symbiosebiomaterials.be
 et www.defymerd.com

Sur un autre registre, *iTeos Therapeutics*, *ChemCom*, *ImmunXperts*, *l'Institut de Duve* et *l'Institut de Recherche Interdisciplinaire en Biologie Humaine et Moléculaire (IRIBHM)* ont reçu une subvention de 1,6 million d'euros à l'occasion de la première phase du projet BioWin IT-TARGETS. Il s'agit ici d'un programme qui vise à identifier des biomarqueurs et médicaments innovants à fin thérapeutique pour plusieurs types de cancers, à commencer par les tissus extraits des tumeurs du patient. Plus concrètement,

le projet cible les récepteurs couplés aux protéines G (RCPG), sélectionnées en analysant les types de cellules immunes les plus importants purifiés à partir d'échantillons cliniques. Bien que représentant la plus grande famille de récepteurs de signalisation et abritant divers processus physiologiques, le rôle des RCPG dans la biologie des tumeurs reste méconnu. Une lacune quand on pense aux signaux qu'ils transmettent en aval, contribuant au développement du cancer par le contrôle des caractéristiques de la tumorigenèse, notamment dans les fonctions immunes, la prolifération, l'invasion, etc. D'où IT-TARGETS, qui ira de l'avant grâce à la fertilisation croisée de l'expertise de *l'IRIBHM* en matière des RCPG, à la technologie de *ChemCom* en RCPG sensoriel, le savoir-faire tumoral de *l'Institut de Duve*, les compétences d'*iTeos* en médicaments et les connaissances d'*ImmunXpert* en immuno-oncologie et cellules primaires humaines. Un programme de taille par lequel BioWin enrichira son portefeuille en mettant en scène 2 entreprises wallonnes et une bruxelloise. Un programme en amont du marché et encore loin d'une solution thérapeutique. ■

www.iteostherapeutics.com;
www.chemcom.be;
www.immunxperts.com;
www.deduveinstitute.be
 et www.iribhm.org

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

Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photos: P. GUNNING (p.5), James Fisher Nuclear Ltd (p.6), Freemages.com/D. PESKOFF (p.8), Freemages.com/ettina82 (p.8), Environment Agency (p.9)

Ses jours sont comptés

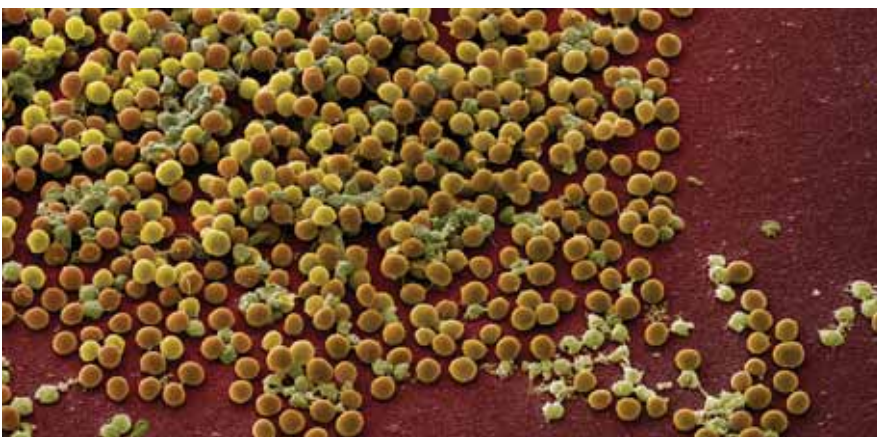
Titre accrocheur mais bienfondé cette fois. En point de mire, le Staphylocoque doré. Pour le contrer, des chercheurs de l'Université catholique de Louvain (UCL) et de la Katholieke Universiteit Leuven (KUL) ont développé une stratégie innovante de lutte contre les films bactériens. En effet, Le Staphylocoque doré est l'une des bactéries les plus redoutables en milieu hospitalier, qui cause des infections persistantes en formant des biofilms sur les dispositifs médicaux et les tissus. Les biofilms sont des communautés de bactéries s'entourant d'une matrice adhésive et protectrice qui rend réfractaire l'action des antibiotiques et des défenses immunitaires. Difficiles à éliminer, ils libèrent des bactéries vivantes dont la communauté scientifique pense qu'elles sont à la source de l'aspect récurrent de nombreuses infections par le staphylocoque doré.

Dans leur lutte contre ce fléau, les équipes de Françoise Van Bambeke du *Louvain Drug Research Institute* de l'UCL et de Patrick Van Dijk de la KUL ont démontré comment la caspofungine (médicament utilisé contre les infections fongiques), rend les fluoroquinolones (classe d'antibiotiques bactéricides) particulièrement efficaces vis-à-vis de biofilms à staphylocoque doré. C'est en planchant sur des solutions novatrices capables de

détruire la matrice des biofilms et ainsi restaurer l'activité des antibiotiques que les chercheurs ont remarqué l'effet de la caspofungine, aujourd'hui utilisée dans le traitement des infections sévères par des champignons comme le *Candida* ou l'*Aspergillus*. Si la caspofungine est totalement inefficace sur le staphylocoque doré, en revanche, elle améliore considérablement l'activité anti-biofilm de certains antibiotiques, comme les fluoroquinolones. Cette synergie positive entre les 2 médicaments a d'ores et déjà été démontrée *in vitro* et *in vivo* sur des biofilms formés sur des cathéters implantés à des souris.

Ces résultats ouvrent de nouvelles pistes dans le combat contre les infections graves chez les patients hospitalisés et porteurs de cathéters ou de dispositifs médicaux implantés (prothèses, pacemakers, etc.) Les travaux des 2 équipes ont de surcroît identifié une cible thérapeutique et un premier médicament efficace candidat à une évaluation clinique. Mais cela n'empêche pas les chercheurs de déjà envisager de nouvelles recherches visant à mieux reconnaître l'enzyme des bactéries et des champignons et accroître la spécificité des traitements offerts. ■

www.nature.com/articles/ncomms13286



Le diabète sous surveillance

Un diabète mal traité, nous le savons tous, conduit à des affections cardiovasculaires fatales, à des pathologies rénales et à la cécité. Pour accompagner sérieusement les patients, *Sanofi Belgique*, surfant sur les dernières évolutions technologiques, a développé la première application belge pour la surveillance du diabète au quotidien, soutenue par le site Web: www.diabetes24.be. Mise gratuitement à la disposition du patient, celle-ci regroupe plusieurs fonctions comme un agenda, un compteur de pas, un compteur de glucides, un journal des injections, etc. Baptisée *Diabète24*, l'application permet au patient de programmer des rappels pour qu'il n'oublie pas ses piqûres ou ses comprimés et puisse, avec son médecin, consulter l'historique complet de ses mesures de glycémie.

Avec cette initiative, *Sanofi* conforte sa position de pionnier en matière de santé mobile. On notera qu'il s'agit ici de l'application pour patients diabétiques la plus complète, dédiée au marché belge et téléchargeable gratuitement sur *AppStore*. «*En quelques clics, le patient saisit ses valeurs et peut y accéder. Il se sentira ainsi moins seul et dès lors plus fort contre la maladie*», souligne Denis Peeters, *Business Unit Director Diabetes & Cardiovascular* chez *Sanofi*. ■

<http://www.sanofi.be>



Du fuel dans le pipeline

Leader mondial de la thérapie cellulaire et de la médecine régénérative pour les maladies du foie, le Wallon *Promethera Biosciences*, implanté également aux États-Unis, vient de réussir une levée de fonds de 10 millions d'euros. Cet apport permettra à l'entreprise de booster son pipeline de produits ciblant les maladies du foie telles les insuffisances hépatiques aiguës ou chroniques, la steatohépatite non alcoolique ou la fibrose, pour accélérer leur entrée vers la phase clinique.

«Le financement d'aujourd'hui reflète la transformation réussie de Promethera comme leader mondial dans la thérapie cellulaire du foie depuis 2015, ainsi que l'enthousiasme de nos investisseurs existants et de nos nouveaux pour les opportunités importantes que nous proposons concernant les principales indications de maladies du foie héréditaires et acquises», explique John Tchelingerian, PDG de Promethera. Le pactole engrangé par la levée de fonds apporte en effet à l'entreprise les moyens financiers utiles à la poursuite de l'objectif social mais aussi à l'infrastructure et aux moyens stratégiques pour s'implanter dans les pays asiatiques. Une région qui, suite à l'arrivée d'un mode de vie occidental entraînant une obésité plus élevée, voit augmenter la prévalence des maladies du foie, depuis les

2 dernières décennies. Ce qui explique l'arrivée de *Mitsubishi UFJ Capital Co* (la plus grande banque du Japon), du japonais *Cell Innovation Partners* et du sud-coréen *LifeLiver*, dans le capital de *Promethera*, désormais détenu à 13% par des sociétés asiatiques. ■

www.promethera.com



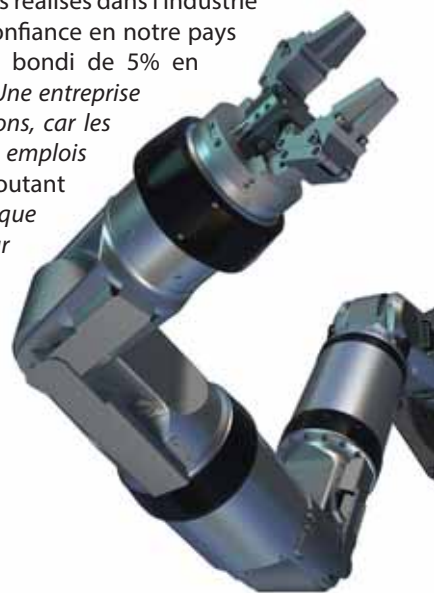
BONNE NOUVELLE !



Malgré les difficultés rencontrées par certaines entreprises, l'industrie technologique belge aura créé quelque 3 000 emplois nouveaux en 2016, et 2017 s'annonce synonyme de croissance de l'emploi, déclare Agoria. «Pour la première fois depuis 2008, nous sommes parvenus à rétablir nos parts de marché au niveau européen et nos exportations atteignent des sommets, preuve que nos produits et services sont de plus en plus compétitifs», note Marc Lambotte, CEO d'Agoria.

Mieux encore, sur base des investissements réalisés dans l'industrie technologique, on peut affirmer que la confiance en notre pays se rétablit. Des investissements qui ont bondi de 5% en 2016 devraient encore croître en 2017. «Une entreprise qui investit résiste mieux aux restructurations, car les investissements sont en quelque sorte les emplois de demain», précise Marc Lambotte. Ajoutant encore: «En 2016, il est apparu clairement que la technologie belge, fortement ciblée sur l'exportation, a réalisé d'excellentes performances et en 2016, nous avons jeté les bases de la reprise économique: des bases pour davantage d'investissements mais surtout davantage d'emplois». De quoi commencer 2017 avec confiance. ■

www.agoria.be



Pour garder son autonomie le plus longtemps possible

Le vieillissement de la population est une réalité qui ira croissant et entraînera bien des problèmes sociétaux. Le plus important d'entre eux est la perte de mobilité ou d'autonomie. D'où l'idée d'une jeune entreprise namuroise de développer *Soline*, une interface vocale, visuelle et/ou tactile pour commander les équipements électriques d'une habitation. Simplicité extrême de cette solution: il suffit de s'adresser à *Soline*, qui comprend, répond et exécute votre ordre. Par exemple: ouvrir la porte d'entrée à un visiteur, lancer un appel téléphonique, allumer une lampe, ouvrir et fermer les volets, etc. La plateforme

ne nécessite pas l'apprentissage de la voix, ni de connexion Internet pour être opérationnelle. Il suffit seulement de sélectionner un ordre préenregistré correspondant à l'action voulue. *Soline* fonctionne où que vous soyez dans la maison comme dans le jardin. Sachant qu'à l'horizon 2060, la Belgique comptera près de 800 000 personnes de plus de 85 ans, dont 290 000 en Wallonie, *Soline* a un bel avenir devant lui. ■

www.autonomie.be



OSCARS en piste !

Gérer un aéroport n'est pas une sinécure, notamment au niveau du trafic au sol où se côtoient avions et véhicules. Les risques sont nombreux, accrochages et pire encore, intrusions sur la piste. On se souviendra ici du télescopage, à Tenerife, le 27 mars 1977, de 2 Boeing 747, faisant 583 morts. Conscient de ce problème et décidé à pallier les risques, Liège Airport a retenu *Oscars* pour intégrer le logiciel *GIP4Airport* au sein de son Centre de gestion opérationnelle. La technologie GIP (*Geo Intelligent Platform*) de ce logiciel permet de suivre et de gérer, en temps réel, tous les équipements, acteurs et événements sur le périmètre côté pistes de l'aéroport: *runway*, *taxiway*, *apron*, *parking* et *boarding area*. La version de *GIP4Airport* à disposition de Liège Airport sera en mode *SaaS* (*Software as a Service*) sécurisé. La première étape de l'implémentation de la solution verra les différentes sources de données provenant des opérations aéroportuaires, reprises dans un tableau synoptique, qui devrait déjà être opérationnel aujourd'hui. La seconde étape autorisera la corrélation de données et la signalisation, voire le déclenchement d'alarmes.

La puissance de cette solution tient au fait qu'elle dépasse la collecte des opérations sol côté piste

pour englober également les mouvements aériens en approche. «Il est indispensable d'avoir une vue des activités en amont, car nous avons besoin de connaître la position exacte d'un appareil, bien avant qu'il n'entame ses phases de descente et d'approche finale, afin d'anticiper et préparer les opérations de l'aéroport», explique

Daniel Sluysmans; directeur informatique de Liège Airport. De son côté, Olivier Dubois, CEO d'*Oscars* ajoute que «*GIP4Airport* va plus loin que l'analyse cartographique d'objets et d'événements, en permettant aux responsables aéroportuaires de croiser les données collectées afin d'enrichir les bases de données opérationnelles de l'aéroport pour permettre aux systèmes de communiquer entre eux, améliorer la gestion et les prises de décisions automatiques dans les règles, les contraintes et indicateurs de chaque aéroport». *GIP4Airport* est la cerise sur le gâteau du nouveau Centre opérationnel aéroportuaire liégeois, récemment inauguré.

Spécialiste des technologies spatiales Oracle, *Oscars* signe ici l'un de ses plus beaux contrats. Sur le plan professionnel, l'entreprise wallonne fédère et optimise l'exploitation des données reçues des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Premier aéroport fret de Belgique et plateforme mondiale du cargo aérien, Liège Airport, qui accueille également les mouvements de passagers, s'articule autour d'un business model fédérant simplicité et flexibilité pour offrir à ses clients les meilleurs services. ■

www.oscars-sa.eu et www.liegeairport.com



INNOVATION CAMP

Bravo à l'équipe Magaf qui a remporté l'*Innovation Camp Chimie et Sciences de la vie* en développant le bracelet *Life+* destiné à améliorer le quotidien des personnes atteintes de maladies chroniques, le défi lancé par la société UCB. Ce bracelet adresse une demande d'entraide à une base de données de volontaires situés à proximité de l'appelant. Il est simple d'utilisation, intègre les patients dans la société, renforce la proximité et resserre les liens sociétaux tout en sensibilisant le public aux personnes atteintes de maladies chroniques. « Cette nouvelle édition de l'*Innovation Camp* a encore démontré l'esprit créatif des jeunes, qui ont découvert le monde de l'entreprise, ont pu apprendre à travailler en équipe, prendre la parole en public et confronter leurs idées avec des experts », déclare Bernard Broze, administrateur d'essenscia Wallonie/Bruxelles.

Articulée autour du thème: « Comment améliorer la qualité de vie des personnes atteintes de maladies chroniques ? », cette édition de l'*Innovation Camp* a rassemblé, au Château de Courrière, 81 étudiants de l'enseignement supérieur universitaire et non-universitaire issus de 9 établissements, répartis en 16 équipes multidisciplinaires pour imaginer des solutions créatives à la demande de 4 entreprises: *Quality Assistance*, *Realco*, *Total* et *UCB*. ■

www.essenscia.be



Coup d'crayon

Illustration: Olivier SAIVE/Cartoonbase



C'est connu, les chiens ont un odorat exceptionnel. Grâce aux millions de capteurs présents sur leur truffe, ils peuvent sentir des odeurs imperceptibles par l'homme, à de grandes distances. C'est pourquoi des chercheurs du MIT, aux États-Unis, ont décidé de recréer une truffe imprimée en 3D, inspirée de celle d'une femelle labrador. L'utilité sera dans un premier temps de détecter les engins explosifs.

Du nectar et des données



Si les abeilles, avec leur miel, nous nourrissent depuis des siècles, elles nous fourniront également désormais des informations capitales quant à la qualité de notre environnement. Pouvant butiner annuellement jusqu'à 4 milliards de fleurs sur une surface moyenne de 1,5 km, les abeilles ramènent, au sein de la ruche, du nectar et de l'eau prélevés sur ces fleurs.

D'où l'idée de relever des échantillons, de les analyser et de récolter ainsi de précieuses données relatives aux pesticides et métaux lourds ainsi qu'à la diversité végétale et à sa qualité nutritionnelle pour les pollinisateurs. Une fois traitées, ces informations serviront à dresser un état des lieux afin de prendre éventuellement des mesures en cas d'atteintes à l'environnement.



C'est ce que conduit actuellement *beeodiversity*, au niveau de la Région de Bruxelles-Capitale, en coopération avec des entreprises comme *Elia*, *Tractebel*, *Sodexo*, etc. Ce monitoring permettra de cartographier les zones à risques; d'aménager les espaces verts; d'informer les autorités et les forces vives ou encore, d'identifier l'origine des pesticides et métaux lourds. Si actuellement, *beeodiversity* a installé 10 places de monitoring, l'ambition du projet est d'avoir une quinzaine de sites de veille en région bruxelloise et de couvrir 80% de la région. ■

www.beeodiversity.com



Les anguilles ont des oreilles !

Hier abondante dans nos rivières, l'anguille figure aujourd'hui parmi les espèces en voie de disparition. Pourquoi nos anguilles sont-elles menacées ? Les hypothèses ne manquent pas, comme celle de l'aluminium qui, présent naturellement dans le sol, est activé par des pluies acides associées à la pollution issues de la combustion des énergies fossiles. Transporté dans les cours d'eau, il se fixe sur les branchies des poissons, perturbant leur système respiratoire et altérant aussi la capacité à réguler les contenus en sel et eau de leur corps.

Émettre une hypothèse c'est bien, la valider c'est mieux. Aussi, les chercheurs de l'UCL, conduits par Jean-François Rees, professeur à l'*Institut des sciences de la vie* de l'UCL, vont tenter de valider celle-ci, via une analyse approfondie des otolithes présents dans les oreilles des anguilles. Agglomérat de calcaire de quelques millimètres de diamètre, l'otolithe se forme dans les oreilles du poisson tout au long de sa vie. L'idée saute aux yeux : ces otolithes sont une espèce de machine à remonter le temps pour mesurer l'âge des poissons et révéler également divers éléments, dont l'aluminium, avec lesquels le poisson aura été en présence au cours de sa vie, d'une durée de plus ou moins 20 ans. Et ici, Jean-François Rees parie que cette analyse des otolithes devrait déterminer la cause de la disparition des anguilles.

Pour relever ce défi, les chercheurs néo-louvanistes se sont associés à l'Université de Wageningen aux Pays-Bas, institution détentrice de la plus grande collection au monde d'otolithes, avec quelque 225 000 pièces récoltées depuis plus d'un siècle. Dans ce projet, on trouve aussi l'*Institut belge pour la nature et les forêts*, l'Université d'Anvers, l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, le *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)* et l'*Institut de recherche marine* de Norvège. Les motivations sont grandes dans chaque camp. Poisson emblématique, dont la vie dans les abysses et les rivières, l'anguille est source de revenus pour les petits pêcheurs européens. Sa disparition provoquerait un déséquilibre important à la biodiversité de nos rivières. Aussi, pour mener à bonne fortune cette recherche, en validant l'hypothèse émise, l'UCL a décidé d'opter pour une démarche rare en Europe, le *crowdfunding*, afin de lever une somme de 30 000 euros. Au-delà de la quête de fonds, les chercheurs estiment essentiel que les citoyens puissent concourir aux travaux scientifiques qu'ils estiment importants. ■

www.uclouvain.be



Le chiffre

65

Interessant. 65% des industriels du pétrole et du gaz sont mal préparés contre une attaque informatique ! C'est en effet ce qui résulte d'une analyse publiée par *Fox-IT* et menée par le portail *Poil and Gas IQ* auprès de décideurs IT. «Les résultats montrent clairement que la plupart des compagnies pétrolières et gazières n'ont pas confiance en leur niveau de sécurité et ne pensent pas pouvoir résister à une cyberattaque de grande ampleur», note Erik De Jong, Chief Research Officer chez *Fox-IT*.

Toutefois, face aux attaques de cybercriminels toujours plus efficaces et mieux armés, on constate une prise de conscience des menaces chez les personnes interrogées, qui examinent actuellement leurs systèmes critiques et deviennent plus soucieuses des dangers, révèle l'enquête. Bref, si le pourcentage des sous équipés demeure élevé, en revanche, on voit augmenter le nombre d'initiatives visant à accroître la sécurité informatique.

www.fox-it.com
et www.oilandgasiq.com

Qui est-ce ?

Carte d'identité

NAISSANCE

23 août 1898, Longlier

DÉCÈS

22 mai 1983, Ixelles

NATIONALITÉ

Belge

SITUATION FAMILIALE

Marié, puis divorcé, 1 fille

DIPLOME

Docteur en médecine de l'ULg

CHAMPS DE RECHERCHE

Biochimie, renommé pour ses travaux sur les superstructures cellulaires

DISTINCTIONS

Prix Louisa Gross Horwitz de l'Université de Columbia (1970); Prix Paul Ehrlich-et-Ludwig-Darmstaedter (1971); Prix Nobel de physiologie et médecine (1974)

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

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

➔ Je suis...

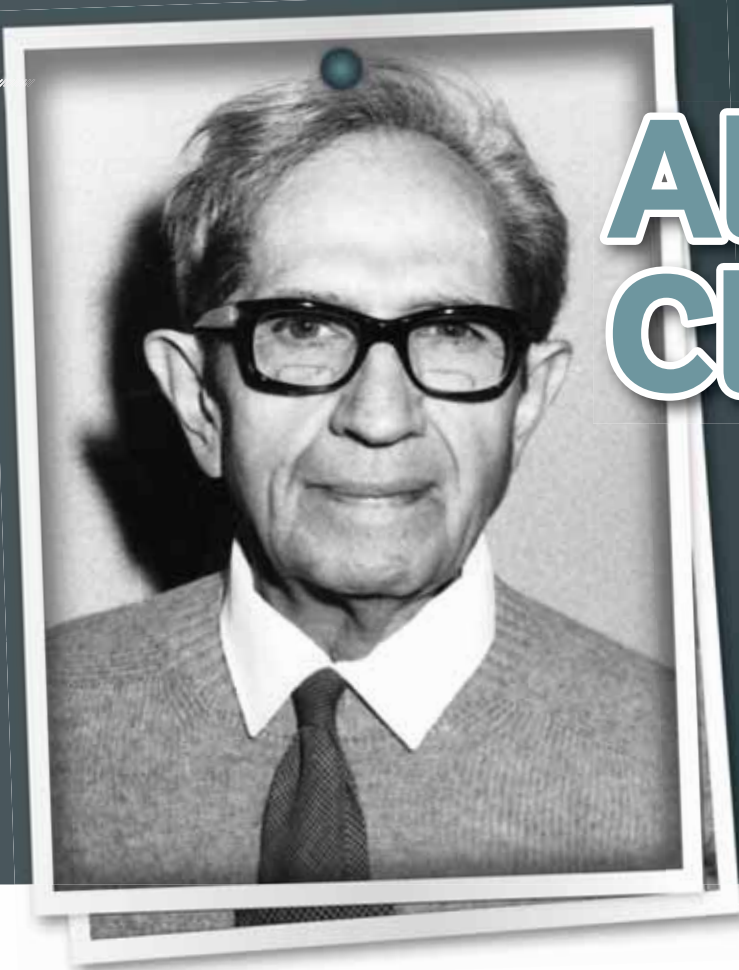
Considéré comme le père de la biologie cellulaire. Je suis né à Longlier, un village d'Ardenne, en Province de Luxembourg, dans une famille modeste. Je suis le plus jeune de 4 enfants: 2 frères et 1 sœur. Mon père est boulanger et, très jeune, je l'aide à livrer le pain. Je fréquente de manière irrégulière l'école du village car, à l'époque, la scolarité n'est pas obligatoire. Alors que j'ai 11 ans, ma famille part s'installer à Athus, tandis que je reste seul chez mes tantes à m'occuper d'un oncle paralysé et à faire le ménage. À 15 ans, je rejoins ma famille à Athus et suis engagé comme ouvrier apprenti aux aciéries d'Athus-Grivegnée. En 1916, je deviens dessinateur industriel et travaille

dans un bureau. Mais la Guerre fait rage et parce qu'un professeur m'avait parlé d'un service d'espionnage anglais, je m'engage au sein du *British Intelligence Service*, le service de renseignement de l'armée britannique. Par 2 fois, je suis arrêté et placé dans des camps de concentration. Je gagne, grâce à cela, une bourse d'études qui me permet de suivre des cours universitaires sans disposer d'un diplôme d'études secondaires. En effet, en 1922, une circulaire du Ministère belge de la Défense permet à ceux qui ont participé à la Guerre dans les armées alliées, d'accéder à l'Université. Alors que j'ai réussi l'examen d'entrée à l'École des Mines, j'opte finalement pour la médecine et je m'inscris à l'Université de Liège. Durant les dernières années de mes études, je me consacre à la recherche fondamentale, plus particulièrement en cancérologie. J'obtiens mon diplôme en 1928, en 6 ans au lieu de 7, et une nouvelle bourse. Je pars alors un an à Berlin, à l'*Institut du Cancer* puis à l'*Institut de biologie Kaiser Wilhelm*, dans le laboratoire du Professeur Albert Fischer. Je m'y initie à la technique de la culture des cellules. Un an plus tard, en 1929, je rejoins l'*Institut Rockefeller* à New York, en tant qu'assistant du Docteur Murphy, chargé des recherches sur le cancer, où je finis par être nommé. Je resterai 20 ans aux États-Unis, durant lesquels je deviendrai citoyen américain, me marierai avec

une belle jeune femme cultivée, Julia Gilder, qui me donnera une fille, Philippa. Elle finira par me quitter car je passe mes jours et mes nuits dans mon laboratoire.

Très sollicité, je quitte New York à contre cœur en 1949 pour accepter le poste de directeur scientifique de l'*Institut Jules Bordet*, centre de recherche en cancérologie rattaché à la Faculté de médecine de l'ULB. C'était une erreur, dirai-je plus tard... Mais mon rêve, c'est de créer un institut européen de recherche contre le cancer. L'Europe n'est pas encore prête. En attendant, je mets sur pied le Laboratoire de cytologie et de cancérologie expérimentale. En quelques années, je transforme le centre en une institution pilote en Europe pour le diagnostic et le traitement intégré du cancer. Après mon accès à l'éméritat et à l'instigation de mon collègue et ami Christian de Duve, je rejoins l'UCL. En 1972, j'installe le nouveau Laboratoire de biologie cellulaire et cancérologie à Louvain-la-Neuve où je poursuis mes recherches avec pour seul collaborateur Emil Mnera, avec qui je travaille depuis 1969. Mais l'âge est là et ma santé ne me permet plus de me déplacer. Tout doucement, je lève le pied. En 1974, je reçois le prix Nobel de physiologie et médecine que je partage avec mon élève roumain, Georges Palade, de l'Université Rockefeller et... Christian de Duve.

Albert Claude



→ À cette époque...

En 1898, l'année de ma naissance, Émile Zola, pour défendre le capitaine Dreyfus accusé d'espionnage, publie dans *L'Aurore*, une lettre au Président de la République, Félix Faure, sous un titre saisissant: *J'accuse*. Une publication qui déclenche les passions, divisant la France en dreyfusards et antidreyfusards. Zola est condamné à un an de prison et le cas de Dreyfus est devenu l'Affaire. L'année où j'obtiens mon diplôme de médecine, en 1928, Walt Disney crée pour le cinéma son personnage de *Mickey Mouse*. Dans un autre genre, la publication de *L'Amant de Lady Chatterley* de David Lawrence, fait scandale par son thème, l'amour physique. L'année suivante, quand je pars aux États-Unis où je resterai plus de 20 ans, Tintin et Milou s'en vont chez les Soviétiques. Leurs aventures, dessinées par Georges Remi, qui signera Hergé, paraissent dans *Le Petit Vingtième*, supplément hebdomadaire du quotidien *Le Vingtième Siècle*. En 1950, je suis de retour à Bruxelles, Robert Schumann lance l'idée d'une Communauté européenne du charbon et de l'acier. En 1974, quand je reçois le prix Nobel, Eddy Merckx remporte son 3^e titre de champion du monde.

→ J'ai découvert...

Mes premiers travaux me permettent d'isoler et de caractériser l'agent du sarcome du poulet, un virus de nature ribonucléique. J'ai alors l'idée d'appliquer aux cellules normales la même technique de séparation et d'isolement qui m'avait paru efficace lors de mes premières expériences. Au bout de 12 ans, je dresse un bilan analytique, morphologique et biochimique des composantes cellulaires séparées par centrifugation différentielle sans destruction, mais après «ouverture» de la cellule. Grâce à ces travaux, je découvre la nature, la composition chimique et la fonction enzymatique du cytoplasme de la cellule normale. Jusque-là, elles étaient inconnues. Comme je suis d'un naturel ultra perfectionniste, j'obtiens les premiers clichés dignes de ce nom de la cellule normale entière en microscopie électronique. Mes travaux seront modestement résumés dans 2 communications fondamentales en 1945 et 1946, jetant ainsi les bases de la biologie cellulaire. ■

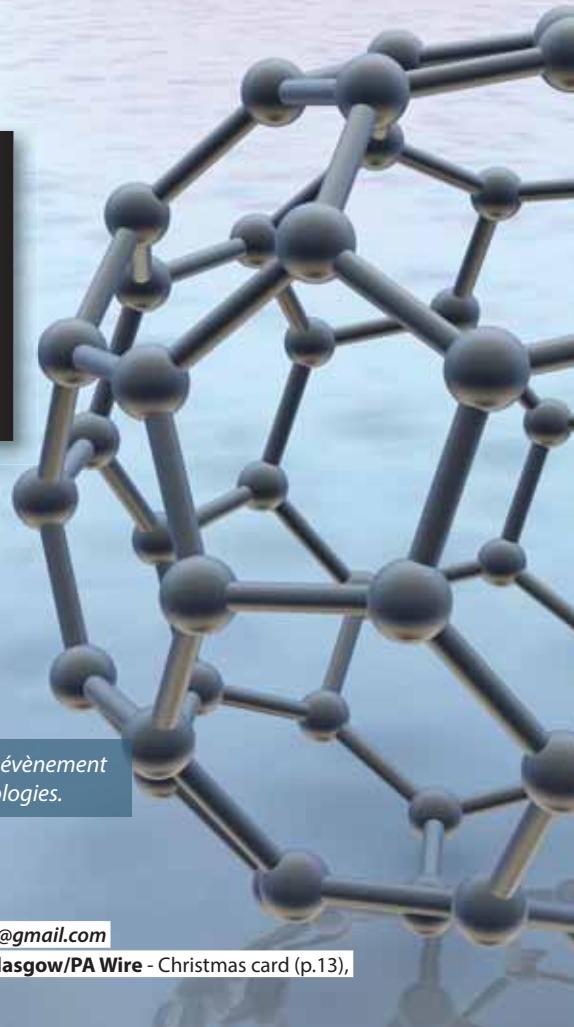
Saviez-vous que....

Albert Claude est le dernier d'une fratrie de 4 enfants. Quand il naît, son père a 43 ans, sa mère 45. Il a été fortement marqué par la disparition de celle-ci, morte d'un cancer du sein alors qu'il avait seulement 7 ans. Son père étant souvent sur les routes et ses frères étudiant en ville, il en était très proche. Très jeune donc, il a joué les infirmiers. Comme pour son oncle un peu plus tard. L'on pourrait penser que ces événements dramatiques ont joué un rôle dans sa vocation pour la médecine et ses recherches en biologie cellulaire. Au contraire, il s'en est toujours défendu. Il dira d'ailleurs dans son autobiographie, rédigée dans la foulée de son Prix Nobel (1): «Aussi loin que je me rappelle, avant même mes 8 ans, j'ai été guidé par la raison. Pas la raison froide, mais celle qui mène à la vérité, au réel et à la justice».

Ce grand travailleur a 2 diplômes de médecine. Le Ministère de l'Instruction publique lui ayant signifié qu'il est illégal d'obtenir le diplôme de médecine en 6 ans, il se voit obligé de refaire sa dernière année. Ses professeurs de l'Université de Liège sont compréhensifs et lui délivrent un nouveau diplôme daté de 1929. En dépit de son diplôme, il estime qu'il aurait été un mauvais médecin, car trop méticuleux. «Faire un diagnostic m'aurait pris un temps anormalement long, ce dont aurait gravement pâti le malade».

(1) Vous pourrez retrouver un extrait en anglais de son autobiographie à l'adresse https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1974/claude-bio.html

PETIT PETIT PETIT PETIT...



La synthèse du buckminsterfullerène fût un événement déterminant dans l'histoire des nanotechnologies.

Nanotechnologies et nanosciences vont de paire. Les premières reposent sur les deuxièmes. Il s'agit respectivement des technologies et des sciences, appliquées à des objets d'une taille de l'ordre d'une dizaine à une centaine de nm. Mais comment se représenter une échelle si petite ? Pour y parvenir, visualisons d'abord un cheveu, dont la section est en réalité encore beaucoup plus grande que la taille qui nous intéresse puisqu'on se situe entre 50 000 et 100 000 nm de diamètre. Plus petit, mais toujours trop grand, le globule rouge mesure environ 700 nm de diamètre. Il faut descendre jusqu'à la taille d'un virus ou d'un anticorps pour se situer respectivement à une échelle de 100 nm et 10 nm. Pas évident !

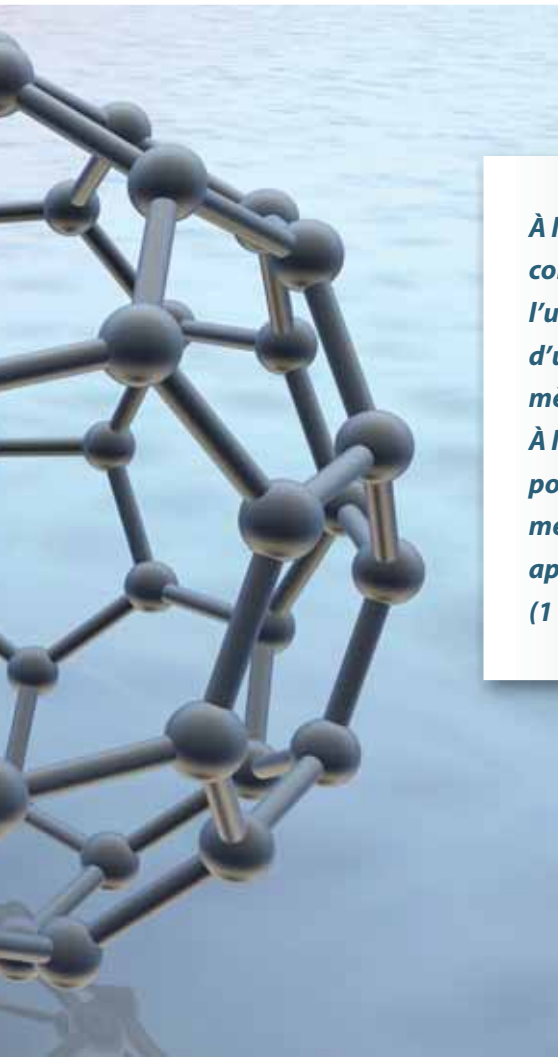
Il existe différentes familles d'objets nanométriques : le nanofilm ou la nano-surface dont l'épaisseur (1 dimension) est nanométrique alors que la taille dans les 2 autres dimensions («longueur» et «largeur») est plus «grande» que l'échelle nano, le nanofil dont la section (surface donc 2 dimensions) est nanométrique mais dont la longueur est plus «grande» que l'échelle nano, et enfin la nanopoudre qui est un «objet» dont la taille est nanométrique dans les 3 dimensions spatiales (x, y, z). À ces échelles, il faut appliquer une branche de la physique qui s'appelle la mécanique quantique. Cette dernière, entre concepts subtils et modèle mathéma-

tique complexe, est nécessaire pour comprendre le comportement des «objets» à l'échelle atomique et sub-atomique. Par exemple et pour ceux qui souhaiteraient approfondir, un atome se comporte à la fois comme une onde et comme une particule. On parle alors de la dualité onde-corpuscule, concept assez difficile à visualiser, n'ayant pas de pendant à l'échelle macroscopique.

NANO-DÉCOUVERTES

Les termes clés redéfinis, venons-en aux origines des nanotechnologies. C'est dans les années 80 que l'ère nano a débuté avec plusieurs découvertes révolutionnaires. Tout commence avec le microscope à effet tunnel qui voit le jour en 1981 grâce aux travaux de chercheurs de chez IBM, l'Allemand *Binnig* et le Suisse *Rohrer*. Cela leur vaudra d'ailleurs le prix Nobel de physique en 1986. Mais qu'est-ce que l'«effet tunnel» ? En bref, il s'agit d'un phénomène quantique qui permet à un objet quantique d'une certaine éner-

gie de franchir une barrière de potentiel (barrière énergétique) alors qu'il ne possède pas l'énergie suffisante pour le faire. Imaginez des particules et un mur. Logiquement, toutes les particules lancées contre le mur devraient rebondir sans le franchir. Et bien certaines le peuvent à l'échelle quantique, le mur étant en fait une barrière énergétique et ce, malgré leur énergie trop faible. Le microscope basé sur cet effet tunnel est constitué d'une pointe qui balaie de très près (quelques dixièmes de nm), mais sans contact, la surface d'un objet à étudier. Ce dernier doit être conducteur. Une différence de potentiel (tension) est appliquée entre la surface et la pointe et certains électrons passent par effet tunnel entre l'une et l'autre. Le courant très faible qui en découle est appelé «courant tunnel». Il est mesuré en permanence et doit rester constant. Pour ce faire, la hauteur de la pointe est ajustée en temps réel afin que la distance pointe-surface soit constante. La surface scannée est ainsi cartographiée atome par atome et un profil en relief est obtenu grâce à un ordinateur. Ce microscope permet également, en jouant sur la hauteur de la pointe par rapport



À l'heure où l'on est encouragé à penser à large échelle entre big data et conquête spatiale, les nanotechnologies, qui au contraire nous plongent dans l'univers du très petit, ont également pignon sur rue. Elles touchent aux objets d'une taille de l'ordre du nanomètre (nm), c'est-à-dire du milliardième de mètre ($1 \text{ nm} = 0,000000001 \text{ m} = 10^{-9} \text{ m}$).

À la croisée entre chimie, physique et biologie, ces technologies du très petit possèdent bon nombre d'applications dans des domaines variés comme la médecine et l'électronique. Plongeons dans ce monde qui serait difficile à appréhender même pour les Minimoys de Luc Besson, avec leur taille de 2 mm ($1 \text{ mm} = 10^6 \text{ nm}$)

à la surface, de changer la position d'un atome ou même, d'en extraire un. À partir de là, la construction d'objets nanométriques atome par atome est devenue possible.

L'invention de cet instrument a donné naissance à d'autres microscopes comme celui à force atomique pour n'en citer qu'un. Ce dernier est muni d'une pointe à extrémité métallique. Il est utilisé pour obtenir une carte du relief d'une surface dans le cas où celle-ci est non-conductrice. Son fonctionnement diffère donc quelque peu de celui à effet tunnel. Il est basé sur les interactions entre la pointe et la surface, c'est-à-dire sur les forces qui agissent à très faible portée entre les atomes de chaque partie, d'où son nom. De plus, ce microscope peut être utilisé pour manipuler les atomes et en extraire ou en déposer à une position très précise sur une surface, afin par exemple de modifier les propriétés électriques de cette dernière.

Autre avancée majeure en nanoscience, la synthèse du carbone 60 ou C60 par Curl, Kroto et Smalley en 1985.

Il s'agit de l'assemblage de 60 atomes de carbone répartis au sommet de 20 hexagones et de 12 pentagones assemblés en une forme sphérique. Cette silhouette n'est pas sans rappeler celle d'un ballon de football. Le C60 fait partie de la famille des fullerènes, qui comprend toute structure sur laquelle au minimum 60 atomes de carbone sont répartis au sommet de polyèdres. À cette époque, on ne connaît que 2 états cristallins du carbone : le graphite (dont est composée la pointe d'un crayon) avec sa structure hexagonale et le diamant avec sa structure cubique. Grâce au C60 - appelé par la suite *buckminsterfullerène* en hommage à l'architecte Buckminster Fuller connu pour ses dômes géodésiques - Curl, Kroto et Smalley obtinrent le prix Nobel de chimie en 1996.

C'est la combinaison de ces découvertes qui a permis le développement des nanotechnologies à travers l'avancement dans l'instrumentation et la création de nano-objets.

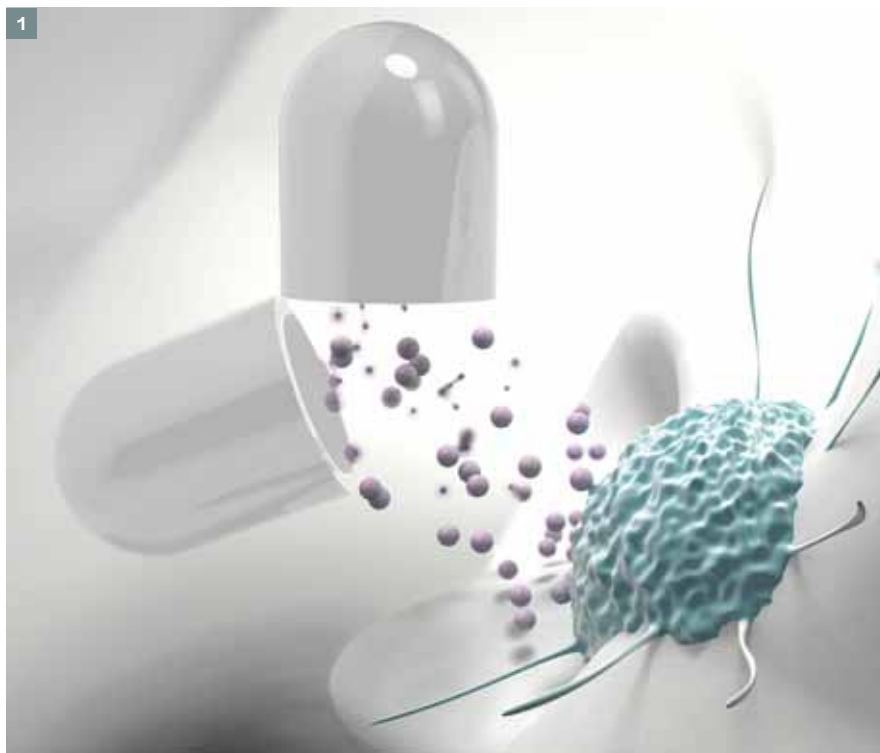
CONCRÈTEMENT, ÇA DONNE QUOI ?

Il faut tout d'abord savoir que des tas de nouvelles disciplines ont vu le jour entre procédés et matériaux inédits issus des nanotechnologies. Dès que les nanosciences sont appliquées à un domaine spécifique, comme la biotechnologie ou la médecine, une nouvelle branche naît et avec elle, un

néologisme, comme la nanobiotechnologie ou la nanomédecine.

Mais l'application pionnière des nanotechnologies est l'électronique. Les nanotubes de carbone, cylindres de diamètre nanométrique et de longueur de l'ordre du micron (10^{-6} m), en sont un bon exemple. Ils ont révolutionné le monde des circuits électroniques, notamment en tant que connexions électriques alternatives (nanofils). Il s'agit d'un assemblage particulier d'atomes de carbone. Une feuille de graphène, «couche» d'une épaisseur d'un atome issue du graphite, est enroulée sur elle-même et éventuellement fermée aux extrémités. Ce nanotube de carbone possède des propriétés électriques, thermiques et mécaniques remarquables comme une résistance électrique quasiment constante sur toute sa longueur, une très bonne conductivité thermique et une grande élasticité, en plus d'être très résistant, très léger et très... petit ! C'est pourquoi les nanotubes sont utilisés pour diminuer la taille des composants électroniques tels que les microprocesseurs présents dans les ordinateurs et smartphones, tout en augmentant leur efficacité. Ils sont aussi devenus très populaires dans d'autres domaines comme l'automobile, le sport ou le textile.

En médecine, rien que les microscopes cités ci-avant ont permis de faire de grands pas, par exemple dans l'analyse des propriétés physiques des surfaces biologiques au niveau cellulaire et moléculaire. Un autre domaine médical, la vectorisation est en plein essor.

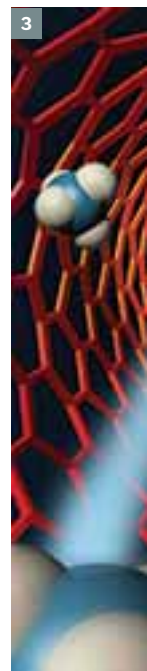


Il s'agit de la libération ciblée et contrôlée de médicaments: le principe actif du médicament doit être administré en quantité adéquate directement aux cellules malades ou pathogènes. Cela se fait à l'aide de nanolivreurs (nanovecteurs) sous la forme de nanoparticules qui encapsulent la molécule thérapeutique et qui sont composées d'agents pouvant reconnaître la cible (voir photo 1 ci-dessus). De la sorte, le médicament n'est pas dégradé par l'environnement et le principe actif n'étant délivré qu'au «bon endroit», il n'altère pas les cellules saines environnantes. Pensez aux conséquences que cela pourrait avoir en cancérologie, parasitologie ou sur la vaccination... En outre, les nanotechnologies laissent beaucoup d'espoir dans l'amélioration des diagnostics et de la médecine régénérative. Attention cependant à la migration non contrôlée de ces nanoparticules vers des parties non-désirées du corps comme le cerveau ou certains organes, que ce soit chez les patients traités ou chez les chercheurs et thérapeutes qui les manipulent. La nanotoxicologie, c'est-à-dire l'étude des effets toxiques à l'échelle nanométrique, est une discipline qui ne devrait pas être négligée dans les années à venir.

Penchons-nous maintenant sur la nanographie et son aspect ludique mais non moins extraordinaire. Comme son nom

l'indique, il s'agit de l'écriture à l'échelle nanométrique, invisible donc à l'œil nu. Elle peut être réalisée à l'aide d'un microscope à effet tunnel. À quoi cela peut-il bien servir me direz-vous ? Et pourquoi pas à souhaiter un joyeux Noël par exemple ? Des chercheurs de l'Université de Glasgow (Grande-Bretagne) ont créé en 2010 la plus petite carte de Noël (à l'époque en tout cas) tellement petite qu'il faudrait en associer 8 276 pour atteindre la taille d'un timbre-poste et environ un demi million pour la taille d'une carte de vœux au format A5. Elle mesure 200x290 microns et est en couleur s'il vous plaît ! (voir photos 2 a. et b. ci-dessus)

Ce n'est pas tout. Il existe bien d'autres nano-objets qui valent le détour comme des nanofibrilles de cellulose, matériau biodégradable et renouvelable réalisé à partir de bois, imprégnées d'encre conductrice qui permettent de fabriquer des batteries souples idéales pour les véhicules électriques et vêtements connectés; des nanocapteurs mis au point par la NASA, dont le but est l'analyse bactériologique d'un échantillon d'eau de manière rapide et portable; ou encore, des nanofoods comme une huile qui empêche l'absorption du cholestérol par le sang ou des emballages longue conservation via l'absorption des micro-organismes responsables de la dégrada-



1. Cette image conceptuelle nous montre une capsule de médicament libérant des nanoparticules dont l'agent actif attaque directement une cellule cancéreuse afin de la détruire.
2. La nanographie est une discipline qui peut être ludique comme le montre cette mini carte de vœux d'une taille de 200x290 microns.
3. Cette vue d'artiste représente un nanotube de carbone qui a emprisonné des atomes de méthane présents dans l'air à cause de l'activité industrielle.

tion de l'aliment. Et ce n'est qu'une nanopartie du nanomonde: on est loin d'avoir fait le tour !

ET L'AVENIR ?

Les limites d'application des nanotechnologies ne semblent pas près d'être atteintes. Quand on ne parle pas de nanorobots chirurgiens qui pourraient manipuler les atomes et réparer de manière non invasive des tissus endommagés, c'est IBM qui a l'idée de séquencer l'ADN humain à l'aide d'une nanopuce dans le but d'accélérer la manœuvre et de diminuer le coût d'exécution. Sans oublier les fullerènes (repensez au C60) dont on pourrait se servir pour capturer le CO₂ sortant des usines (voir photo 3 ci-dessus).

Techno-Zoom

Presque tout le monde est familier avec le geste de mettre en charge son smartphone. C'est même devenu un automatisme pour beaucoup d'entre nous. Plus facile mais nécessitant un dispositif particulier composé d'une base et d'une coque adéquate, la recharge par induction en a séduit quelques-uns. Elle se fait certes sans fil (même si la base est branchée sur le courant) mais pas sans contact, le smartphone devant être posé sur la base. Or sans fil et sans contact, ce serait encore mieux. Et c'est maintenant possible grâce à la société Ossia, qui a présenté son innovation au grand salon incontournable de la technologie, le Consumer Electronics Show de Las Vegas en janvier dernier. Cette compagnie américaine a mis au point un dispositif composé d'une station de recharge munie d'antennes sensibles dans les radiofréquences. Le smartphone à recharger doit être muni d'une puce émettrice aux mêmes fréquences. Cette dernière est suffisamment fine et petite pour être insérée dans une coque de téléphone. Mais à moyen terme, la firme envisage de prendre accord avec les grandes marques afin d'être intégrée dès la fabrication. Après d'éventuels rebonds contre divers objets de la pièce, la base de recharge reçoit les ondes multidirectionnelles émises par la puce, ce qui lui permet de localiser l'appareil, et renvoie pour chacune d'entre elles, une onde «retour» dans la même direction mais à plus haute énergie. Ces ondes convergent vers le smartphone afin de le recharger. Ce processus est répété 100 fois par seconde afin de suivre les mouvements de l'appareil dans l'espace. La portée maximale est d'environ 10 m, rayon dans lequel votre téléphone se chargera sans même que vous y pensiez. Les différents appareils liés sont gérés par une application ou via une page Web. Ossia a également mis au point une pile qui, si elle est à proximité de la station, reste chargée en permanence. Voilà qui pourrait changer la vie de la pile rechargeable... Et ce n'est qu'un début: cette technologie peut en réalité être appliquée à bien d'autres appareils allant du détecteur de fumée à la télécommande en passant par la brosse-à-dent électrique. Sans oublier les usages industriels, médicaux ou dans la vente au détail...

Au niveau scientifique et industriel, une révolution nanotechnologique est clairement en marche. Les possibilités et la créativité des chercheurs semblent illimitées. Cependant, des questions économiques, écologiques, éthiques et de sécurité se posent déjà... Cela promet des débats bien énergiques.

En revanche, pour le citoyen lambda, on ne peut peut-être pas encore parler de révolution. En effet, la plupart des macro-objets de la vie quotidienne restent identiques à ceux que nous avons connus jusqu'à maintenant. Bien entendu, leurs performances sont améliorées et leur taille diminuée par l'utilisation de composants issus de la nanotechnologie. Ces derniers sont invisibles et cachés dans les secrets du nanomonde. À quand «L'aventure intérieure», ce film de 1987 dans lequel un être humain est miniaturisé, placé dans un «vaisseau» et injecté dans un autre être humain ? En attendant: très joyeux Noël, et pas forcément «nano» cette fois ! ■

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

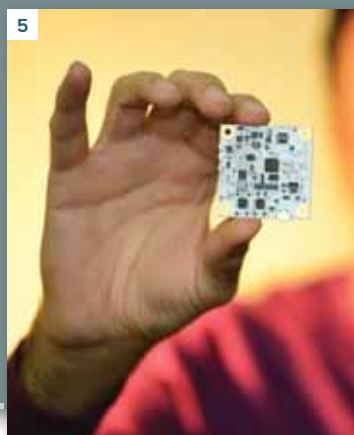
4

4. Base du système de recharge sans fil d'Ossia.

5. La puce mise au point par Ossia est mince et de taille raisonnable. Elle peut donc s'insérer dans la coque d'un smartphone.

6. Coque de smartphone à laquelle est intégrée la puce permettant la recharge sans fil. Cette technologie a été brevetée et baptisée Cota.

5



6



L'ADN de...

Nicolas JURA

Game designer

«<<< RECTO

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

Photos: **N. JURA** (p.17)

Game designer, c'est une vocation que vous avez depuis tout petit ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ?

Plus jeune, je ne savais même pas que créer des jeux vidéo était un métier. Comme j'étais doué en maths, je me suis d'abord dirigé vers l'enseignement, mais je n'ai pas aimé le fait d'être enfermé dans un canevas. C'est mon frère jumeau qui a finalement trouvé pour moi: la publicité, car je suis un passionné de dessin. J'alliais comme ça les côtés commercial et créatif. S'il n'y avait aucun souci au niveau créatif, j'ai eu du mal par contre avec l'éthique. Difficile pour moi de promouvoir des produits auxquels je ne croyais pas ou même, qui ne fonctionnaient pas. C'est là que je me suis dirigé vers Technocité, qui offre des formations aux demandeurs d'emploi. J'ai commencé par le marketing puis le jeu vidéo.

Comment devient-on game designer ? À l'époque, la formation en jeu vidéo à Technocité durait 35 jours (6 mois aujourd'hui). L'on y apprend la gestion et le marketing mais surtout les différentes techniques créatives. Là, j'ai vraiment trouvé ma voie et un métier qui faisait le lien entre créativité, dessin et technique. C'est lors de cette formation que j'ai rencontré mes 2 futurs associés, Loïc et Aurélien. On a commencé, chacun avec nos talents spécifiques mais complémentaires, à réaliser nos premiers jeux dans une buanderie ! Puis nous avons reçu des aides comme le programme d'aide aux jeunes entrepreneurs «À vos marques», la Maison de l'Entreprise et la Maison du

Design pour monter notre entreprise. Nous avons également fait appel à un coach en entreprise, Paul Attia de Technocité, pour professionnaliser notre projet et trouver des clients, qui font difficilement confiance à des jeunes sans expérience. Nous avons fonctionné 2 ans sans salaire avant de créer notre SPRL en 2014, à 5 (Aurélien, Loïc et moi en tant que «créatifs», un commercial et un pédagogue).

Vous êtes donc game designer mais également directeur artistique et gestionnaire de la SPRL Drag ON Slide spécialisée en serious games et applications mobiles, quelle est votre journée-type ? Je dirais qu'il y en a plusieurs du fait de mes différentes casquettes. La journée la plus «type» pour moi, c'est de commencer par les rendez-vous avec les clients et de discuter ensemble de leurs problématiques. Je rentre ensuite au studio pour réfléchir, avec l'équipe, à des solutions. Vient enfin la réalisation graphique. Le game design prend environ 1 mois, à commencer par la création du «game design document» qui va définir les règles du jeu, l'ambiance sonore... à la conception des différentes versions. Une fois le projet terminé, le client a la solution «clé en main». Nos clients sont issus de divers secteurs: l'enseignement, le commerce, le culturel, l'événementiel... Notre prochain objectif est de toucher l'univers de la santé, où il y a énormément de possibilités !

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? J'ai de bons

souvenirs des labos en secondaire, où l'on pouvait faire des expériences, mélanger des produits. Les sciences, finalement, c'est chercher pour trouver des solutions. J'ai conservé cet esprit-là.

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Ça a clairement été le début, au point de vue financier car nous avons vécu 2 ans sans salaire, avec une certaine pression de nos proches qui nous poussaient à accepter des CDI de salariés. Il a fallu tenir bon.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? Nous sommes fiers de tous nos projets mais nous venons de créer un nouveau service: Promiself, qui répond au besoin d'un outil flexible et dont le développement est moins coûteux en temps et en argent. Nous sommes partis de l'idée du coffre à jouets. En fonction de ce qu'il contient, on peut créer son propre scénario. Ici, le coffre comprend différents éléments (3D, sonores et mécaniques de jeu) permettant de créer soi-même une solution.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? De ne pas vouloir ressembler à quelqu'un d'autre. On excelle jamais plus que lorsque l'on fait ce que l'on aime. Même si ça ne rapporte pas immédiatement, il ne faut pas abandonner. L'entrepreneuriat, c'est comme une grosse montagne à gravir. Plus on monte, plus il y a de risque de chute mais moins il y a de gens... ■



Au commencement, il y avait...
la buanderie !



ÂGE: 27 ans

SITUATION FAMILIALE: En couple, pas encore d'enfants

PROFESSION: Co-fondateur, Game designer et Directeur artistique de la sprl Drag ON Slide.

FORMATION: Secondaires générales (options maths-sciences) à l'Institut Sainte-Union de Dour -
Baccalauréat en publicité à HELHA de Mons -
Formation en jeu vidéo à Technocité à Mons.

ADRESSE: Parc scientifique Initialis - Boulevard Initialis, 7/3 à 7000 Mons.

Tél.: +32 497 285 762

Mail: nicolas@dragonslide.com

DRAGONSLIDE

VERSO >>>

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Animateur de personnages, pourquoi pas chez Disney ! Et si j'étais né bien avant, je me serais bien vu sculpteur au temps des Romains. Ou inventeur. Être un autre Léonard de Vinci en quelque sorte !

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Je suis fan de Superman mais il a trop de pouvoirs. J'aimerais un pouvoir en rapport avec le temps: l'arrêter, le ralentir quand il passe trop vite ou à l'inverse, l'accélérer.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Ce serait un cours d'impro, de théâtre. Un cours qui inciterait les jeunes à créer des histoires par eux-mêmes, à décider quoi faire. Ce ne serait pas dans une salle de cours mais plutôt dans un atelier, assis par terre sur des coussins. Si j'étais très riche, ça me plairait de créer une structure d'activités artistiques gratuites et accessibles à tous. Qui augmenterait le potentiel de chacun, sans système de cotation.

Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ? Sur une machine qui produirait du chocolat à l'infini ! Plus sérieusement, je plancherais sur une solution ludique pour amener de la gaieté, du bonheur. Une machine originale, créative pour se changer les idées, essayer de nouvelles choses.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ? Pourquoi pas des lunettes de

réalité virtuelle ou une application smartphone d'hologramme avec différents faisceaux de lumière. On pourrait diriger les faisceaux de différentes tailles, sculpter avec son esprit...

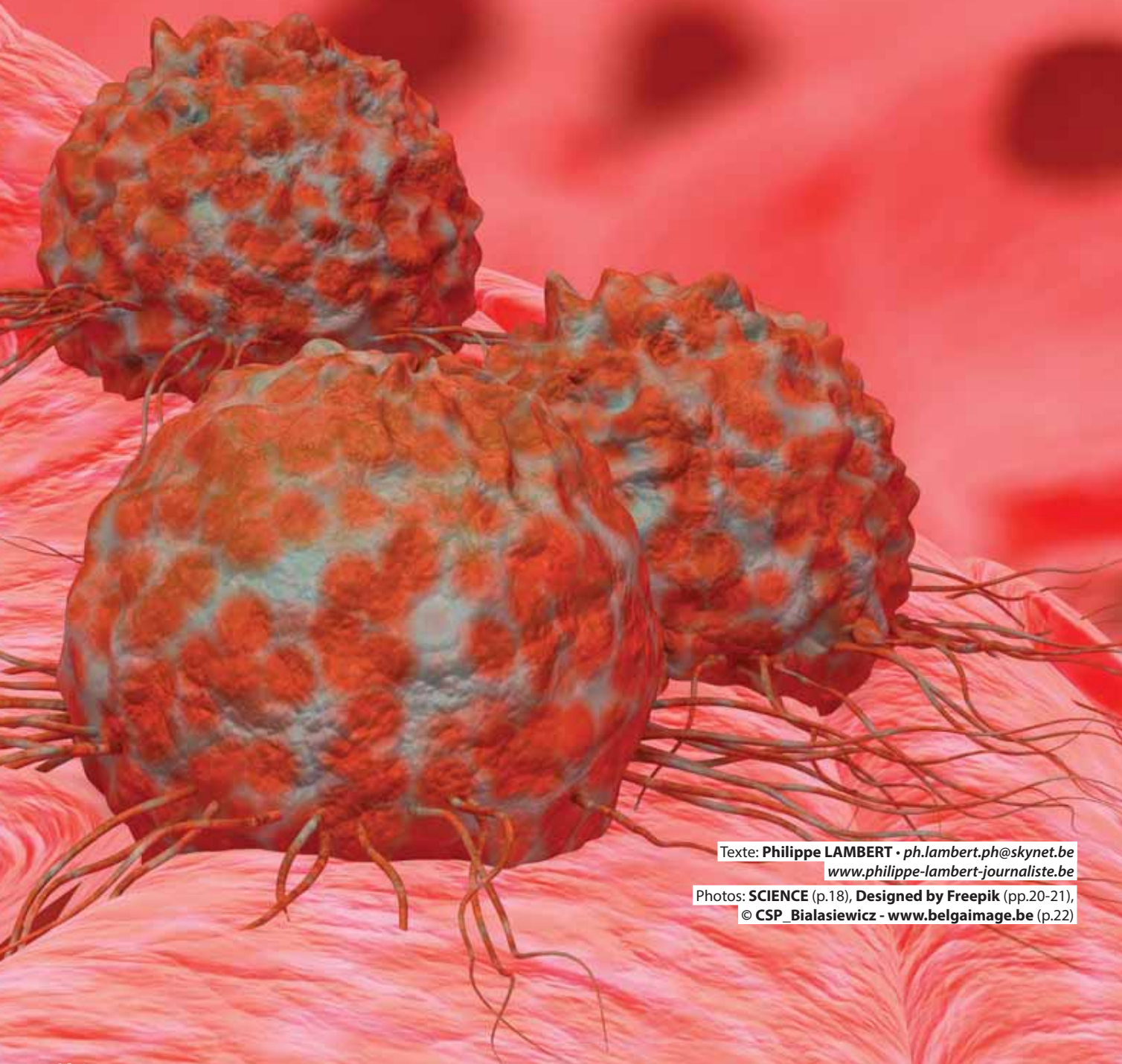
Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? Au Japon ! D'une part parce que j'ai fait du judo et que j'aime beaucoup les mangas. Ensuite, parce que je trouve l'univers japonais très créatif. C'est une culture particulière à part entière, avec un grand respect des autres.

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? Glen Keane, un animateur célèbre de Disney. Je pense qu'il est aujourd'hui professeur et superviseur de projet. Il a travaillé sur de nombreux dessins animés célèbres: Tarzan, La Petite Sirène, La Belle et la Bête, Raiponce... C'est une référence dans ce milieu. À défaut de le rencontrer, j'aimerais déjà assister à une de ses conférences. On voit qu'il fait les choses avec du cœur.

La question «a priori»: Avec tous les outils informatiques dont on dispose aujourd'hui, créer un jeu vidéo, c'est à la portée de n'importe qui, non ? Ce n'est pas faux. On peut réaliser quelque chose de correct avec des logiciels gratuits. Pas besoin de matériel excessivement cher au départ, si ce n'est une bonne carte graphique. Mais c'est moins facile de parvenir à trouver l'équilibre entre pédagogie, technique et ludisme et une vraie patte graphique. ■

LE DOSSIER

Cellules cancéreuses:



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

Photos: **SCIENCE** (p.18), **Designed by Freepik** (pp.20-21),
© **CSP_Bialasiewicz** - www.belgaimage.be (p.22)

se **manger** pour **survivre**

Les cellules cancéreuses sont fréquemment en détresse, soit parce qu'elles manquent des nutriments nécessaires à un apport énergétique suffisant, soit parce que certains de leurs constituants sont endommagés par mutation ou par oxydation. L'une des stratégies utilisées par les cellules tumorales pour survivre est l'autophagie: elles dégradent et recyclent certains constituants de leur propre cytoplasme. Des chercheurs de l'UCL ont découvert une enzyme essentielle à ce processus et travaillent à la mise au point d'un médicament capable d'en inhiber l'action en médecine humaine

Le 3 octobre dernier, le prix Nobel de médecine était attribué au professeur Yoshinori Ohsumi, de l'Institut de technologie de Tokyo, pour sa contribution décisive à l'élucidation des mécanismes moléculaires de l'autophagie. L'étymologie grecque de ce terme signifie «se manger soi-même». Dans des conditions physiologiques, l'autophagie est un mécanisme intracellulaire dont la fonction essentielle est de permettre aux cellules de dégrader et de recycler des constituants de leur cytoplasme, tels des mitochondries (1) altérées, des fragments de ribosomes (2), etc. Ce processus s'avère indispensable à l'homéostasie cellulaire.

En un sens, les travaux de Yoshinori Ohsumi s'inscrivent dans la continuité de ceux du professeur Christian de Duve, aujourd'hui décédé. Couronnées par le prix Nobel en 1974, les recherches du médecin et biochimiste belge avaient abouti à la découverte du lysosome, indispensable à l'autophagie. En effet, c'est dans cet organite en forme de vésicule que sont dégradés les composants du cytoplasme destinés à être recyclés.

L'équipe du professeur Pierre Sonveaux, maître de recherches du F.R.S.-FNRS et

professeur de pharmacologie à l'Université catholique de Louvain (UCL), s'intéresse elle aussi à l'autophagie, dans le cadre de recherches très prometteuses sur l'annihilation des stratégies mises en œuvre par les cellules cancéreuses pour survivre dans un environnement hostile.

Afin de disposer de l'énergie nécessaire à sa survie et à sa prolifération, une cellule tumorale doit consommer une quantité importante de nutriments. Cette exigence entraîne souvent un épuisement des ressources présentes dans son environnement proche, qui finit par devenir un «désert métabolique». Logée à une telle enseigne, une cellule normale mourrait. Mais pas nécessairement la cellule cancéreuse, car elle est à même de déployer plusieurs stratégies pour contourner l'écueil et assurer sa survie.

PLUS D'UN TOUR DANS LEUR SAC

Quelles stratégies ? D'abord, elle s'efforce d'adapter son métabolisme à l'environnement devenu délétère. Deux voies métaboliques sont utilisées par

les cellules pour satisfaire leurs besoins énergétiques: la respiration cellulaire et la fermentation lactique. La première aboutit à l'entière dégradation du glucose de sorte que, à partir d'une molécule de ce dernier, elle fournit *in fine* 36 ou 38 molécules d'adénosine triphosphate (ATP), grande pourvoyeuse énergétique de la cellule. En revanche, ne donnant lieu qu'à une dégradation partielle du glucose, la fermentation lactique ne produit que 2 molécules d'ATP par molécule de glucose. «Lorsqu'elle se trouve dans une zone très peu oxygénée, où la respiration cellulaire est empêchée, la cellule maligne peut essayer d'adapter sa façon de produire de l'énergie en optant pour la fermentation lactique, précise Pierre Sonveaux, Et quand le glucose manque mais que l'oxygène est présent, elle se rabat sur les lipides, puis sur la glutamine (un acide aminé), puis sur le lactate, voire sur des protéines, et finalement, elle peut "manger" d'autres cellules normales ou tumorales - on parle alors de cannibalisme cellulaire.»

En cas de disette, les cellules cancéreuses peuvent consommer certains de leurs propres constituants non indispensables à leur survie. Par exemple, leurs mitochondries, peu utiles en situation de carence en oxygène. Par la suite, lorsque les conditions redeviennent meilleures, elles peuvent les réacquérir.

Pour la cellule cancéreuse, une autre manière de procéder pour tenter de survivre consiste à rendre l'environnement plus propice en émettant des signaux moléculaires, tel le *Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF)*, dans le but de stimuler l'angiogenèse, de favoriser la formation de nouveaux vaisseaux qui lui apporteront oxygène et nutriments.

Troisième stratégie: essayer, c'est-à-dire abandonner le «désert métabolique» pour un endroit plus favorable. Parmi les cellules potentiellement colonisatrices, 0,01% seulement arrivent à bon port. En effet, s'extraire du foyer d'origine et s'implanter dans un autre tissu ou organe pour y former une métastase n'a rien d'une sinécure. Les cellules tumorales doivent quitter la tumeur primitive, se frayer un chemin à travers la matrice extracellulaire, traverser la paroi des vaisseaux afin d'être véhiculées par la circulation sanguine ou lymphatique, résister aux attaques du système immunitaire, retraverser la paroi des vaisseaux pour migrer vers leur lieu de destination et enfin, pénétrer dans l'organe où elles vont s'installer. *«Pour réussir dans cette entreprise, les cellules tumorales doivent posséder un ensemble de caractéristiques indispensables: être capables de bouger, d'envahir, de survivre dans le sang, avoir le caractère de cellules souches, etc.»*, commente le professeur Sonveaux.

Lorsqu'elles sont en situation de détresse, certaines cellules tumorales, les cellules souches cancéreuses, peuvent se mettre en hibernation, le temps que les conditions environnementales changent. Ce sont elles qui, typiquement, sont responsables de la récurrence de cancers après rémission.

En 2008, les chercheurs de l'UCL avaient identifié un autre phénomène: la coopération métabolique. Quand des cellules sont distantes d'un vaisseau sanguin, elles souffrent du double désavantage d'être largement privées d'oxygène et de glucose, ceux-ci étant consommés par les couches de cellules situées entre elles et le vaisseau concerné. Les cellules tumorales hypoxiques (en manque d'oxygène) sont des cellules glycolytiques car leur localisation les contraint à employer la voie de la fermentation lactique pour s'approvisionner en énergie. Elles produisent donc de l'acide lactique. Le groupe de Pierre Sonveaux a pu mon-

trer qu'elles en envoient à leurs homologues situées à proximité d'un vaisseau, les cellules tumorales oxydatives, ainsi nommées parce qu'elles recourent à la respiration cellulaire pour s'approvisionner en énergie. En échange de lactate, déchet recyclable issu du glucose, les cellules glycolytiques invitent donc les cellules oxydatives à laisser passer du glucose à leur intention. Étonnamment, les cellules oxydatives préfèrent se nourrir de lactate plutôt que de glucose, pourtant généralement utilisé par les cellules comme source principale de production d'ATP. Quelles sont les raisons de cet «altruisme intéressé»? Comme nous allons le voir, les recherches les plus récentes de Pierre Sonveaux et de ses collaborateurs ont permis de percer ce mystère.

Il arrive aussi que, dans un but de survie, les cellules tumorales pratiquent une forme d'esclavagisme. Ainsi, elles pourront contraindre, par voie chimique, des fibroblastes à leur transférer l'énergie qu'ils contiennent. De même, autre illustration, elles amèneront des adipocytes (cellules graisseuses) à se délester, à leur profit, des lipides qu'ils ont stockés.

ISOLÉ DANS LE DÉSERT

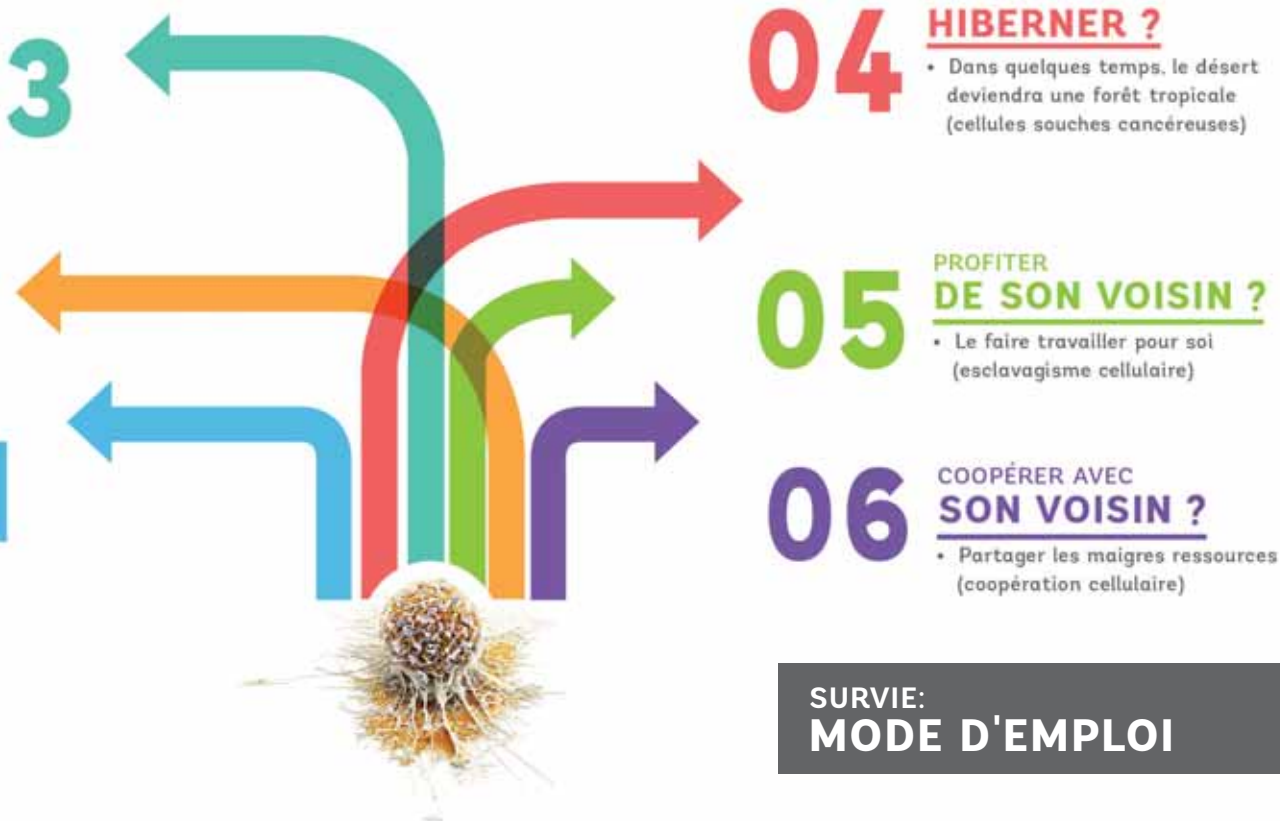
L'objectif général du laboratoire dirigé par le professeur Sonveaux est de développer des outils de nature à faire obstacle aux stratégies adaptatives des cellules cancéreuses. Évidemment, à la suite de l'annihilation d'une voie d'adaptation, ne sont éliminées qu'une fraction des cellules malignes. *«Par exemple, si l'on enraie la cascade métastatique, les cellules du cancer primitif ne seront pas touchées. Ou si l'on met fin à la coopération métabolique, on n'empêchera pas pour autant l'autophagie ou l'angiogenèse, notamment»*, souligne Pierre Sonveaux. Ce qui renvoie à l'idée de la nécessité d'une association de stratégies thérapeutiques.

En 2008, nous l'avons mentionné, les chercheurs de l'UCL avaient découvert le phénomène de coopération métabolique entre cellules cancéreuses, mais également un moyen de l'éradiquer. En 2014, ils avaient mis en évidence la possibilité de prévenir la formation de métastases en ciblant le métabolisme



tumoral. Initialement réalisés sur des cultures cellulaires et chez la souris, ces travaux font actuellement l'objet d'études complémentaires visant au développement de molécules utilisables en thérapie humaine. Des essais cliniques sont attendus à l'horizon de quelques années.

Récemment, c'est à l'autophagie que s'est intéressée l'équipe de Pierre Sonveaux. À la lumière de ses recherches, cette stratégie de survie employée par certaines cellules tumorales dans des conditions de disette semble constituer une cible thérapeutique importante. Aussi les chercheurs belges, dont en particulier les docteurs Lucie Brisson et Piotr Banski, ont-ils publié leurs travaux dans la revue *Cancer Cell* (3). En cas de disette, les cellules cancéreuses peuvent consommer certains de leurs propres constituants non indispensables à leur survie. Par exemple, leurs mitochondries, peu utiles en situation de carence en oxygène. Par la suite, lorsque les conditions redeviennent meilleures, elles peuvent les récupérer, notamment en «spoliant» des cellules voisines - c'est le «transfert mitochondrial». *«Une autre possibilité qui leur est offerte est de détruire et de recycler certaines de leurs protéines sans utilité en période de disette, indique Pierre Sonveaux. Elles pourront toujours les resynthétiser par la suite.»*



Normales ou cancéreuses, les cellules sont pourvues de vésicules ayant, à l'échelon cellulaire, une fonction analogue à celle de l'estomac: les lysosomes. Il s'agit de milieux acides riches en enzymes vouées à digérer protéines, membranes et autres éléments acheminés dans les vésicules. Formées temporairement pour répondre aux besoins de l'autophagie, d'autres vésicules appelées phagosomes englobent initialement le matériel à digérer et fusionnent chacune avec un ou plusieurs lysosomes, donnant naissance à un autolysosome. C'est dans cette structure que la digestion s'opère. Ensuite, l'autolysosome se rompt et son contenu est libéré sous forme de substrats très facilement utilisables par la cellule pour produire de l'ATP (énergie) en vue, par exemple, de se diviser ou d'effectuer des tâches de biosynthèse telles que réparer des membranes endommagées.

Pierre Sonveaux illustre le comportement des cellules tumorales autophagiques en les comparant à un individu isolé dans le désert, sans source de nourriture. «Il pourrait se dire que s'il mange une de ses mains ou un de ses bras, il prolongera sa vie. C'est en quelque sorte ce que font les cellules malignes en détresse», rapporte le maître de recherches du F.R.S.-FNRS.

UNE ENZYME CLÉ

Mais en fait, dans le cancer, les cellules tumorales hypoxiques carencées en oxygène et en glucose ne sont pas les seules en danger. Les cellules oxydatives ont tendance à trop consommer et par là même, à produire trop de radicaux libres. Ceux-ci détériorent leurs composants. Dès lors est-il essentiel, pour elles aussi, de recourir à l'autophagie, mais cette fois non pour «se nourrir», mais afin d'éliminer le matériel cellulaire endommagé par l'oxydation. Voilà qui nous remet sur la piste de la coopération métabolique entre cellules oxydatives et cellules glycolytiques. En effet, Pierre Sonveaux et ses collaborateurs ont réussi à démontrer que dans les cellules cancéreuses oxydatives, le lactate favorise l'autophagie, accroissant de la sorte le recyclage des composants cellulaires abîmés ou inutiles. Dans ces conditions, on comprend mieux pourquoi les cellules cancéreuses oxydatives «offrent» du glucose à leurs homologues glycolytiques en échange de lactate.

Ce n'est pas tout. Les scientifiques de l'UCL ont mis le doigt sur une enzyme essentielle à la bonne marche de l'autophagie: le lactate déshydrogénase B (LDHB). Pour remplir sa fonction, le lyso-

sosome doit posséder un taux d'acidité élevé. Située à sa surface, une pompe lui injecte de l'acide qu'elle a préalablement capturé dans le cytosol (4) de la cellule. Or, le LDHB possède la propriété de convertir le lactate en pyruvate et, de ce fait, de catalyser une réaction qui produit les protons indispensables au fonctionnement de la pompe. «En résumé, le LDHB est nécessaire à l'acidification des lysosomes et donc à l'autophagie, dit Pierre Sonveaux. Quand on inhibe expérimentalement cette enzyme avec de petits ARN interférants, on bloque l'autophagie et on tue les cellules cancéreuses concernées.»

L'enzyme LDHB ayant été identifiée comme une cible pour enrayer l'autophagie, le groupe de l'UCL a testé *in vitro* l'effet de l'annihilation, toujours avec de petits ARN interférants, de son expression dans de nombreux types de cellules cancéreuses humaines - cancers du col de l'utérus, du poumon, du côlon (2 types), de l'ovaire, du cerveau (2 lignées différentes de cellules de glioblastome). À chaque fois, une mort cellulaire massive fut observée. «L'expérience démontre que l'ensemble des cellules tumorales dépendant de l'autophagie étaient tuées», indique notre interlocuteur. Par contre, lorsque l'expérience portait sur des cellules humaines normales, ces dernières n'étaient pas affectées, sauf



L'espoir est de développer, pour la médecine humaine, un médicament qui bloquerait l'enzyme LDBH et donc, l'autophagie.

les cellules fœtales. «En d'autres termes, si on bloque LDHB, on tue sélectivement des cellules cancéreuses et on épargne les cellules saines différenciées», insiste Pierre Sonveaux. Par ailleurs, des expériences entreprises chez des souris porteuses d'un cancer humain, soit du col de l'utérus, soit du côlon, ont montré que l'annihilation de LDHB entraînait l'arrêt de la croissance tumorale, tout en épargnant les cellules non cancéreuses.

VERS UN MÉDICAMENT EXPLOITABLE

La route s'ouvre donc vers l'élaboration d'un médicament centré sur cette enzyme. L'autophagie est déjà une cible thérapeutique pour le traitement du cancer. À l'heure actuelle, le chef de file des médicaments potentiels capables de la bloquer est la chloroquine, «vieille molécule» utilisée de longue date pour combattre la malaria. Elle empêche l'autophagie en piégeant les protons qui permettent le processus d'acidification des lysosomes.

Toutefois, elle présente plusieurs inconvénients majeurs. «D'une part, elle n'a pas de cible moléculaire précise, souligne le professeur Sonveaux. Il s'agit simplement d'une base faible qui s'accumule dans les lysosomes. Ensuite, elle peut avoir des

effets secondaires inattendus indépendants de l'inhibition de l'autophagie. Enfin, elle est dans le domaine public et reçoit dès lors peu d'intérêt des investisseurs privés pour des essais cliniques chez des patients cancéreux.» Or, elle demeure nimbée d'un halo d'incertitudes. Par exemple, on ignore si elle est véritablement efficace et compatible avec la chimiothérapie ou la radiothérapie. En l'absence d'investissements pour soutenir des essais cliniques de grande envergure, la chloroquine semble mort-née pour la cancérologie.

Les chercheurs de l'UCL ambitionnent de développer un médicament exploitable en clinique humaine. Une molécule nouvelle qui bloquerait efficacement l'enzyme LDBH et partant, l'autophagie. Ils explorent déjà une «bonne» piste et, grâce à un financement du F.R.S.-FNRS, se donnent 4 ans pour qu'elle les conduise à un prototype de médicament testable chez l'animal. Des évolutions seront alors encore nécessaires, étant donné le nombre de critères à satisfaire. Tout d'abord, c'est une évidence, être efficace et de faible toxicité. Mais aussi être soluble dans l'eau (afin de pouvoir être administrée par voie sanguine) et dans la graisse (pour pénétrer dans la cellule cancéreuse à travers sa membrane plasmique, essentiellement composée de lipides). Il faudra en outre étudier la compatibilité de ce traitement avec d'autres comme la chimiothérapie ou la radiothérapie.

Un médicament inhibiteur de l'autophagie ne pourrait faire cavalier seul, eu égard aux diverses stratégies déployées par les cellules tumorales pour survivre en situation de détresse, ce qui est leur lot récurrent, tantôt à la suite d'un manque de nutriments, tantôt en raison d'un endommagement de certains de leurs composants par mutation ou par oxydation. «Soit elles mangent trop, soit elles n'ont rien à manger», résume laconiquement Pierre Sonveaux. Et suivant l'évolution de l'environnement, elles peuvent passer d'un état à l'autre.

La combinaison thérapeutique retenue pourra revêtir différents visages selon le type de cancer et sans doute selon les profils génétique et épigénétique de chaque patient. Par exemple, faudra-t-il associer une chimiothérapie à un inhibiteur de la coopération cellulaire ou un inhibiteur de l'autophagie à une molécule qui enraie la formation de métastases et à une autre qui tue les cellules souches cancéreuses ? Les combinaisons sont multiples, mais même si la route est encore longue avant une parfaite maîtrise de l'arsenal thérapeutique existant et en voie de constitution, une nouvelle piste, l'inhibition de l'enzyme LDHB, laisse entrevoir la perspective d'une avancée majeure en oncologie. ■

1. Centrales énergétiques de la cellule, dont un des rôles majeurs est de produire de l'ATP (adénosine-tri-phosphate), source énergétique universelle des organismes vivants
2. Nanomachines biologiques dont la fonction est de synthétiser les protéines
3. Brisson L. et al., Lactate dehydrogenase B controls lysosome activity and autophagy in cancer, *Cancer Cell*, 2016
4. Partie liquide du cytoplasme

LES AVENTURES DE BARJE

©SKAD 2016 - www.barje.be

LE GOUVERNEMENT WALLON A ADOPTÉ DÉFINITIVEMENT L'INTERDICTION DES SACS PLASTIQUES À USAGE UNIQUE.



JE VAIS FAIRE PAREIL AVEC MES DESSINS.



LE GOUVERNEMENT WALLON A ADOPTÉ DÉFINITIVEMENT L'INTERDICTION DES SACS PLASTIQUES À USAGE UNIQUE.



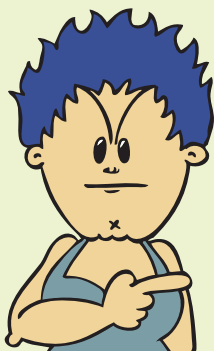
JE VAIS FAIRE PAREIL AVEC MES DESSINS.



SKAD

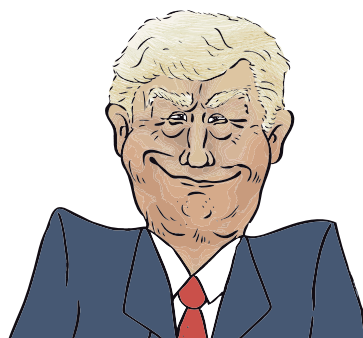
TRUMP CLIMATO-SCEPTIQUE...

LES USA ONT UN NOUVEAU M. MÉTÉO...

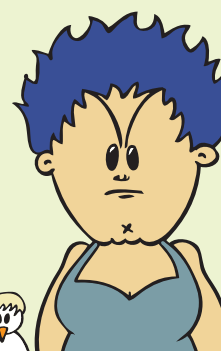


IL Y A DES TEMPÊTES, DE LA PLUIE ET DES BELLES JOURNÉES.

C'EST JUSTE LA MÉTÉO.



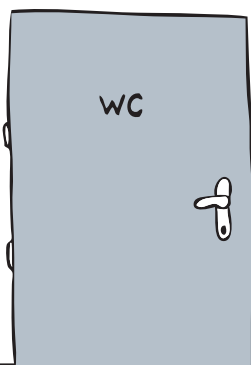
IL RISQUE EFFECTIVEMENT DE FAIRE LA PLUIE ET LE BEAU TEMPS.



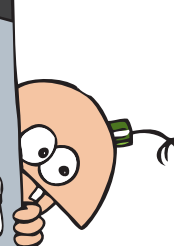
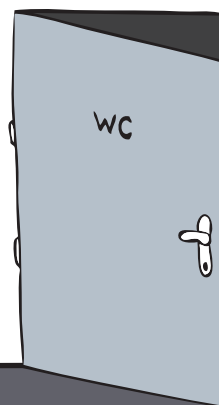
SKAD

Selon l'OMS, 2,5 milliards de personnes n'ont pas accès à des sanitaires...

ET CE SERAIT PLUS FACILE DE SE PROCURER UN GSM QU'UNE TOILETTE.



ET SI ON DÉVELOPPAIT UNE APPLICATION POUR CARTOGRAPHIER LES TOILETTES ?



SKAD

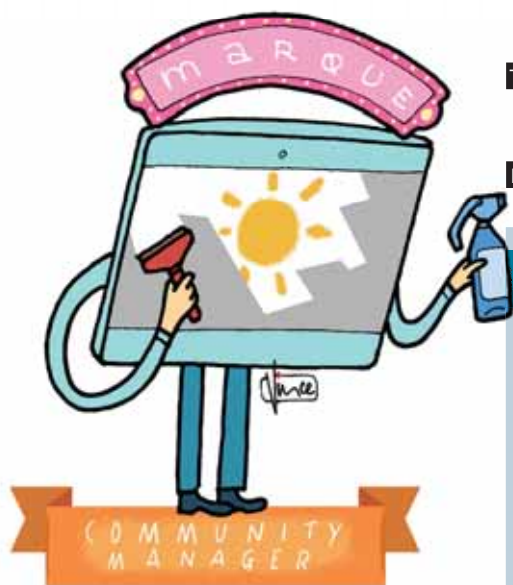


Texte : **Julie FIARD** • jfi@easi-ie.com • **SALVO PRINCIPATO** • spr@easi-ie.com

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

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

Illustrations : **Vince** • vincent_dubois@me.com



► LE COMMUNITY MANAGER

Le Community Manager est le responsable de la gestion de l'image et de la notoriété de l'entreprise ou de la marque sur le web.

Son rôle est de développer la visibilité et la notoriété de celle-ci sur les réseaux sociaux. Sa principale tâche consiste donc à développer sa communauté, en l'alimentant en information et en suscitant le débat et l'échange d'expériences entre les membres de cette dernière.

Cependant, parler de sa marque ne suffit pas. Afin d'éviter que l'on parle de l'entreprise de façon négative, cultiver l'image est aussi une tâche très importante.

Le *Community Manager* joue aussi un rôle de modérateur. En effet, il se doit de veiller au respect de l'éthique qui a été fixée au sein de sa communauté et d'éviter tout débordement éventuel sur les réseaux sociaux, les forums ou les blogs qui sont sous sa responsabilité.

Le *Community Manager* joue aussi un rôle d'animateur : il crée le débat, le contrôle, le développe et est à l'écoute de ses communautés. Il fait du service après-vente, et développe le nombre d'ambassadeurs de sa marque en les recrutant, en les encourageant et en les fidélisant.

Pour garantir un maximum d'interactivité avec sa communauté et mener à bien sa mission, le *Community Manager* utilise différentes techniques pour créer la discussion autour des sujets qu'il traite pour renforcer l'image de son entreprise : la publication de statuts avec des conseils pratiques, la promotion de contenu interne (vidéos, images, slogan...), la publication d'images virales véhiculant une idée implicite, la création d'événements, etc.

L'ensemble de ces actions lui permettent de recruter et de fidéliser des membres de la communauté qu'il gère pour le compte d'une société.

Depuis l'émergence des réseaux sociaux, il n'est pas rare de croiser dans les entreprises ayant pris le virage numérique et soucieuses de leur image en ligne, des *Community Manager*, des *Social Media Manager*, des *référenceurs*, etc. Autant de nouvelles responsabilités en de nouveaux postes créés en fonction de la charge de travail que demande la gestion du Web en entreprise.

Quels sont les nouveaux métiers du Web ? Et quelles activités sont exercées par les travailleurs de la génération internet ?

► LE SOCIAL MEDIA MANAGER

Le Social Media Manager est le responsable de l'identité numérique d'une société. Il veille sur l'E-reputation de la marque ou l'entreprise pour laquelle il travaille. C'est lui qui définit la stratégie de présence sur le Web en général et sur les réseaux sociaux en particulier.

Il établit un plan d'action visant à constituer une communauté autour des valeurs de l'entreprise.

Il est à la fois le stratège numérique de la marque, définissant les moyens de maximiser la pénétration de la marque et d'optimiser sa présentation et la personne en charge de la veille numérique. Son action le rattache directement aux principales directions relationnelles de l'entreprise (communication, marketing, commerciale).

Le *Social Media Manager* travaille en lien direct avec le *Community Manager* qui mettra en œuvre les actions décidées.

Quotidiennement, il veille au bon fonctionnement des actions qu'il mène et étudie la concurrence, il mesure

l'audience numérique de la marque et évalue son E-reputation, est responsable des partenariats numériques, et de façon plus générale de l'ensemble de la communication de la marque via ces canaux.

Le *Social Media Manager* doit allier la créativité nécessaire à un poste lié au marketing et à la communication à la réactivité indispensable dans l'univers numérique.

Il doit être apte à prendre les meilleures décisions en situation d'urgence, étant donné l'extrême réactivité des réseaux sociaux, et maîtriser les fondamentaux de la communication de crise.



► LE BRAND CONTENT MANAGER

Le Brand Content Manager met en place la stratégie éditoriale de l'entreprise ou de la marque au travers de la création et de la gestion de contenus numériques. Son rôle consiste également à améliorer ou développer l'image de l'entreprise sur le Web par le biais des réseaux sociaux.

Maîtrisant la culture et les codes du Web, ainsi que les nouvelles technologies de communication, il connaît les différentes techniques d'étude marketing, maîtrise les plateformes de gestion de contenu ainsi que les techniques de création sur le Web. Les réseaux sociaux et les techniques de gestion de l'E-reputation n'ont aucun secret pour lui.

Le *Brand Content Manager* analyse les comportements des consommateurs concernant le produit ou le service visé, suit les différentes tendances et évolutions en matière de communication et de *storytelling* dans le domaine concerné, étudie tous les aspects du

produit ou du service à mettre en avant, ainsi que sa place sur le marché et crée une banque de contenus pertinents le concernant.

Ces étapes vont lui permettre de définir une stratégie éditoriale Web efficace, afin de conquérir et de fidéliser de nouveaux clients.

À tout moment, le *Brand Content Manager* doit être apte à adapter le contenu rédactionnel aux sites auxquels il est destiné ainsi qu'au public visé tout en faisant bien attention à ce que les différents types de communication utilisés soient cohérents.

Il doit également être capable d'élaborer des stratégies d'E-reputation et d'E-influence qui seront mises en œuvre.

Enfin, il doit s'assurer que les techniques de communication utilisées et les contenus diffusés soient cohérents avec l'image et la stratégie de l'entreprise ou de la marque.

Lorsque sa stratégie éditoriale est déterminée, le *Brand Content Manager* veille à sa mise en place, au suivi de son évolution ainsi qu'à son adaptation si le besoin s'en fait sentir.

Outre ses capacités rédactionnelles, il possède des qualités de leader qui lui permettent de gérer une équipe éditoriale, produire, suivre et mettre à jour le contenu marketing ainsi que les «*call to action*» inhérents aux campagnes d'acquisition, définir et suivre la planification éditoriale, gérer le budget et l'adapter si nécessaire en fonction des différents indicateurs et des nombreuses évaluations recueillis tout au long de la campagne.

Le *Brand Content Manager* travaille en étroite collaboration avec le responsable de la communication, le responsable marketing, le web rédacteur et le webmaster. Il travaille directement sous la responsabilité du directeur marketing et communication.

► LE RÉFÉRENCEUR

Le référencier est la personne chargée d'élaborer les stratégies de référencement SEO (Search Engine Optimization - l'optimisation pour les moteurs de recherche) du site Web de l'entreprise.

Concrètement, le référencier maîtrise les différents aspects pratiques et techniques liés à son métier: rédaction, optimisation de contenus, amélioration d'un site, suivi de l'impact SEO, utilisation des statistiques, etc.

Bien qu'il ne se charge pas lui-même de chacun de ces aspects, il doit être apte à intervenir au cas où l'un de ses collaborateurs rencontrerait des difficultés dans sa tâche. Il est donc le garant d'un référencement réussi, car si son métier porte sur des éléments spécifiques, des compétences élargies n'en sont pas moins indispensables.

Le référencier doit pouvoir intervenir dans l'optimisation du contenu de la page, même si ce n'est qu'au niveau des titres et *meta description* (une balise meta sert à l'indexation d'une page par les moteurs de recherche et les annuaires). Cette intervention facilite le

travail du *Brand Content Manager*, qui peut se concentrer sur la rédaction de contenus pertinents.

Si le référencement et la rédaction sont intimement liés, il est également important que le référencier possède des notions du métier de *Brand Content Manager*. Outre sa maîtrise des détails techniques, il doit aussi s'affirmer en tant que stratège éditorial. La connaissance des formats de texte à sa disposition s'avère par exemple très utile pour l'amélioration de la visibilité d'un site.

Le référencier possède également des capacités d'analyse de statistiques. La mesure du trafic en provenance des moteurs de recherche ou encore l'analyse des pages générant du trafic sur le site, ainsi que l'analyse des mots clés utilisés par l'internaute pour trouver le site font partie des incontournables de son métier. Il est capable de mesurer que le trafic sur certaines pages est qualifié et de détecter les pages nécessitant une optimisation.

En veille permanente afin de vérifier le référencement et le positionnement sur le Web des concurrents de l'entreprise. À l'affût également des ajustements régulièrement réalisés par les moteurs

de recherche (Google en particulier) qui pourraient porter atteinte au bon positionnement du site Web de l'entreprise ou de la marque, le métier de référencier est en perpétuelle évolution.



► LE CHIEF DIGITAL MANAGER

Le Chief Digital Officer est la personne qui va accompagner l'entreprise dans sa transformation digitale. En lien direct avec la direction générale, il fait souvent partie du comité de direction ou du comité exécutif et travaille, de façon transversale, avec l'ensemble des services de l'entreprise.

La mission principale du *Chief Digital Officer* est d'évaluer la maturité numérique de l'entreprise et de ses collaborateurs et de mesurer les impacts que cela a sur l'organisation interne, l'implication des collaborateurs et surtout l'accompagnement au changement des métiers dans un objectif d'efficacité interne.

Cette responsabilité nécessite vision, innovation, capacités d'animation. Cette fonction est essentielle pour une entreprise désireuse de ne pas rater le virage numérique.

Il aura également un rôle à jouer au niveau de la communication externe. Il est à même d'expliquer aux différents

publics de l'entreprise (prospects, clients, prescripteurs, médias, leaders d'opinion, etc.) les avantages de ce virage digital.

Les compétences du *Chief Digital Officer* sont multiples.

- Il se doit d'être stratège, posséder une grande expérience du digital et s'intéresser aux mutations technologiques, sociologiques, commerciales.
- Il doit être convaincant afin de combattre la résistance au changement qu'il rencontre régulièrement aux différents échelons de l'entreprise et être apte à coordonner un grand nombre d'interlocuteurs.
- Enfin, il possède un grand sens de la communication et de l'empathie. Ce qui lui permettra de mener à bien son projet.

► LE CHARGÉ DE VEILLE

Le Chargé de Veille est la personne responsable de la veille de l'entreprise. Il mène des opérations de surveillance et d'actions sur l'environnement de celle-ci. Ce métier se situe à la frontière de la documentation et du renseignement.

Il est généralement placé sous l'autorité de la Direction de l'entreprise ou peut être rattaché hiérarchiquement au département marketing et communication.

Il peut être amené à travailler en équipe et avec différentes fonctions (la direction commerciale, le service juridique, le département Recherche et Développement) selon la taille de l'entreprise et son secteur d'activité.

Sa mission principale est d'anticiper les tendances du marché sur différents champs. Il peut faire de la veille com-

merciale, technologique, économique, sociale, financière, concurrentielle, législative, juridique, réputationnelle, etc.

Les informations qu'il récolte et traite sur le Web sont une base pour la définition des orientations stratégiques de sa société.

Quotidiennement, le *Chargé de Veille* remplit plusieurs tâches: il collecte de l'information blanche (information aisément et licitement accessible) et l'information grise (information licitement accessible, mais caractérisée par des difficultés de connaissance de son existence ou de son accès) sur le Web.

Il analyse ces informations et les traite afin de les rendre cohérentes et synthétiques.

Enfin, il les diffuse en interne soit pour les services commerciaux, marketing, recherche et développement, soit directement pour la direction de son entreprise dans le but d'aider à la prise de décision.

► LE DATA SCIENTIST

Le Data Scientist est la personne qui fait parler des données complexes et déstructurées dans l'entreprise. Il jongle quotidiennement avec des informations à la fois dispersées et multiples. Il analyse, de manière pointue ce que l'on appelle le Big Data.

Ce travail d'analyse a pour objectif de répondre aux problématiques de l'entreprise, d'orienter les décisions stratégiques et d'améliorer les services/produits qu'elle propose à ses clients.

Pour aiguiller la stratégie de l'entreprise, il doit, en se basant sur son excellente connaissance métier et ses connaissances techniques (statistiques, mathématiques, informatiques, etc.), analyser, organiser, modéliser, nettoyer, synthétiser et restituer les données afin qu'elles puissent être exploitées. Il identifie par ailleurs les schémas de comportements récurrents et les tendances.

Il s'appuie au quotidien sur ses connaissances en *data mining*, *machine learning*, en statistiques

et utilise les technologies de l'information.

Le *Data Scientist* collabore également de façon étroite avec les différentes directions métiers de l'entreprise comme la direction marketing, la direction des systèmes d'information ou encore la direction financière.

Il peut être amené à travailler dans de nombreux secteurs étant donné que l'explosion des données disponibles concerne de nombreux domaines d'activité.

En plus de ses qualités techniques et de ses connaissances en marketing, le *Data Scientist* démontre une grande curiosité et une ouverture d'esprit. Autonome, Il fait preuve de grandes capacités d'adaptation dans la mesure où il est souvent amené à travailler dans des équipes pluridisciplinaires.

Un bon *Data Scientist* est aussi un bon communicant car il travaille au contact de plusieurs métiers et souvent des décideurs.



Le Web a permis de créer de nouveaux métiers, de nouvelles fonctions, de nouveaux développements dans les entreprises.

La question que l'on peut se poser est la suivante: est-ce que ces nouveaux métiers tendent à remplacer ceux existants ? Étant donné que le Web est l'innovation majeure de ces 50 dernières années, cette émergence tend vers la création d'emploi plutôt que le contraire, et cette tendance est toujours d'actualité. Il appartient aux entreprises de bien réfléchir aux avantages de leur transformation numérique. ■

Les sons des langues

Certains se disent peu doués pour les langues. Pourquoi ? Et pourquoi le voisin, lui, le sera ? *Véronique Delvaux, chercheur qualifié du FNRS à la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation de l'Université de Mons, s'intéresse à la façon dont « nous, locuteurs ou auditeurs, sommes capables d'ajuster finement notre comportement verbal à tout un univers de contraintes ». Parce que certaines choses s'expliquent scientifiquement. Vous allez voir...*



Ce qui intéresse les phonéticiens et chercheurs dans ce domaine, c'est la façon dont les individus produisent et perçoivent les sons des langues (voir encadré p. 30), en s'appuyant sur les données disponibles dans un éventail de langues aussi large que possible. Combien ? Il y aurait entre 4 000 et 6 000 langues parlées dans le monde aujourd'hui. Langues ou dialectes ? La frontière entre ces 2 notions n'est pas nettement tracée. À l'instar de la relation entre religion et secte, beaucoup soutiennent qu'une langue est avant tout... un dialecte qui a réussi ! Où se situe la limite exactement ? Au nombre de ses locuteurs ? À la diversité de ses usages (langue d'enseignement, des médias, des relations entre les individus et l'administration et la justice, etc.) ? Au fait qu'elle dispose d'une écriture, voire d'une littérature ?

Quoi qu'il en soit, ces spécialistes des sons s'intéressent donc à leur fonctionnement dans un maximum de familles de langues possible. Ces langues peuvent sembler *a priori* très différentes mais présenter malgré tout un certain nombre de similitudes, tant du point de vue structurel que fonctionnel. Les systèmes sonores des langues du monde ont en commun certaines propriétés, très fréquentes voire « universelles », que l'on peut alors relier au fonctionnement des individus parlants et des sociétés humaines.

Par exemple, il n'existe aucune langue où l'on produise 20 syllabes par seconde à un rythme de parole moyen, car cela ne serait pas « tenable », tant du point de vue des contraintes articulatoires imposées à l'appareil vocal, que des contraintes auditives, perceptives et finalement cognitives, associées au traitement des sons par le cerveau-esprit humain. « *En étudiant une grande diversité de (systèmes de) sons, nous cherchons à*

mettre au jour ces contraintes, mais également à étudier la façon dont les langues se structurent et les individus ajustent leur comportement de parole, en réponse à ces contraintes. C'est pourquoi il est important de disposer d'un éventail de langues et de situations de parole aussi larges que possible », explique Véronique Delvaux.

DIVERSITÉ ET FLEXIBILITÉ

Heureusement pour les chercheurs, pour étudier les sons de diverses langues, nul besoin nécessairement d'en maîtriser la syntaxe et le lexique ! Pour décrire les différents systèmes sonores, ils disposent d'un code commun : l'alphabet phonétique international (voir encadré p. 30).

Notre chercheuse s'est notamment intéressée aux voyelles nasales qui, dans le domaine francophone, peuvent être

prononcées très différemment selon les régions. On n'a qu'à penser à la manière de dire «un bon vin blanc» à Liège, dans le sud de la France, à Paris ou au Québec ! Il s'agit de sons qui sont produits de manières très diverses, mais que nous avons appris à regrouper sous une même catégorie, une même étiquette linguistique: un phonème (voir encadré p. 31). Pour mieux comprendre, on peut prendre l'analogie du spectre des couleurs dans le domaine de la physique: combien de nuances différentes ne trouvons-nous pas dans la couleur rouge ? De la même manière, le son «in» peut être fort différent selon qu'il est prononcé par un locuteur natif de Liège, Montréal ou Marseille, mais également par une personne jeune ou âgée, enrhumée ou fatiguée, voire par un individu s'exprimant dans le bruit, à destination d'un jeune enfant, ou d'un non francophone...

Ainsi, le locuteur-auditeur fait montre d'une grande flexibilité dans son traitement des sons de parole en langue maternelle, ce qui lui permet de s'adapter efficacement à la diversité des conditions dans lesquelles la langue est utilisée. «*Nous étudions les mécanismes présidant à cette flexibilité, en soumettant notamment en laboratoire les individus à des conditions "extrêmes", nécessitant des ajustements massifs, de l'ordre de ce que vit par exemple un apprenant en langues étrangères, qui doit apprendre à produire et à percevoir des sons qui lui sont totalement étrangers. Un autre exemple est celui des pathologies affectant directement ou indirectement la sphère du langage oral (p.ex. maladie de Parkinson), qui est au cœur du projet PAROLPATHOS dans lequel est impliqué notre laboratoire*», poursuit la chercheuse.

DOUÉ POUR LES LANGUES ?

Très souvent, on entend dire qu'un tel ou un tel est (ou n'est pas) doué pour les langues. Quel est l'avis à ce sujet de Véronique Delvaux ? «*Pour répondre à cette question, je vais prendre l'exemple de Jane Birkin, l'ancienne compagne de Serge Gainsbourg. Née à Londres de parents anglais, elle est aujourd'hui âgée de 69 ans et est arrivée en France à la fin des années 1960. Elle vit donc en France depuis plus d'un demi-siècle et sa fille,*

Charlotte, est francophone. Or, Jane Birkin s'exprime toujours avec un accent britannique marqué, alors qu'elle n'a a priori aucun problème de vocabulaire ou de compréhension en français. Cet exemple illustre le fait que l'on peut être très avancé dans une langue au niveau de la syntaxe, du vocabulaire et de la compréhension orale, mais que l'on peut être très en retrait en ce qui concerne la production orale.»

A *contrario*, la chercheuse explique pouvoir, lorsqu'elle est en contact avec une langue étrangère, assez rapidement en capturer les particularités de prononciation et donc de parvenir à prononcer correctement les quelques mots qu'elle connaît. C'est la raison pour laquelle elle et son équipe se sont intéressés au fait que l'on peut être doué pour la prononciation d'une langue alors qu'on ne la maîtrise pas et inversement, que l'on peut être bilingue de très haut niveau, à l'exception notable de la prononciation orale.

Comment se fait-il que certains individus adoptent facilement un accent étranger, alors que d'autres, malgré leurs efforts, ne peuvent se détacher de leur langue maternelle ? Certains des travaux de Véronique Delvaux portent sur cette question, et notamment sur le rôle respectif du talent initial, de l'entraînement par l'expérience (via le contact avec d'autres langues que la langue maternelle), ainsi que de facteurs individuels tels que les aptitudes cognitives et la motivation. Une autre question posée est celle-ci: quelqu'un qui est bilingue au départ est-il mieux disposé à prononcer correctement les sons d'une 3^e ou d'une 4^e langue ? Question logique si l'on considère que les appareils vocal et auditif ont déjà été entraînés à produire et à percevoir des sons potentiellement différents puisque provenant de 2 langues différentes. De nombreuses recherches tendent par ailleurs à montrer un «avantage bilingue» en termes de flexibilité cognitive et de compétences métalinguistiques (aptitude à raisonner sur la langue et à en manipuler les éléments). Le laboratoire poursuit ses travaux dans cette direction, même s'il fait face à un défi majeur, celui de la singularité des parcours individuels: Quel type de bilinguisme ? Précoce ou tardif ? Consécutif ou simultané ? Quelle paire de langues ? Quel profil individuel (profil cognitif, talent phonétique initial, motivation) ? Etc...

Véronique DELVAUX



Intéressée depuis toujours par la production et la perception des sons des langues, Véronique Delvaux est passionnée de recherche sur la flexibilité dans la parole.

Titulaire d'un diplôme de Licenciée en philologie romane de l'Université de Liège (en 1997), elle mène ses recherches doctorales en phonétique au Laboratoire de phonologie expérimentale de l'Université libre de Bruxelles (en 2003). Un an plus tard, elle rejoint le Laboratoire de Phonétique de l'Université de Mons et en 2005, effectue un post-doctorat à l'Université du Québec à Montréal (Canada).

En 2009, elle devient chargée de cours à temps partiel, puis en 2014 chercheuse qualifiée FRS-FNRS à la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation de l'UMONS. Elle fait partie du Comité scientifique de nombreuses publications et manifestations scientifiques internationales.

Condruzienne, elle est (aussi) maman d'un petit garçon de 7 ans.

Adresse :

Université de Mons,
Faculté de Psychologie
et des Sciences de l'Éducation,
Laboratoire de Phonétique,
Place du Parc, 18 à 7000 Mons

Tél. : 065/37.31.40 ou 065/37.37.53

veronique.delvaux@umons.ac.be

BON À SAVOIR

La phonétique (du grec *phônê* qui signifie la «voix», le «son») est une discipline scientifique qui étudie les sons (leur production et leur perception) utilisés dans la communication parlée, du point de vue de leurs attributs physiques (acoustiques, articulatoires, aérodynamiques). On parle de la phonétique d'une langue pour désigner l'ensemble des sons et des éléments qui caractérisent la prononciation des mots et des énoncés dans cette langue.

L'unité phonétique est le «phone», un synonyme technique de «son» mais considéré dans le cadre de la parole humaine.

La phonologie est la branche de la linguistique qui étudie l'organisation des sons au sein des différentes langues naturelles. Elle est complémentaire de la phonétique et étudie comment sont agencés les «phonèmes» d'une langue pour former des mots.

Un phonème est la plus petite unité discrète ou distinctive (c'est-à-dire permettant de distinguer des mots les uns des autres) que l'on puisse isoler par segmentation dans la chaîne parlée. Il s'agit en réalité d'une entité abstraite, qui peut correspondre à plusieurs sons. Il est en effet susceptible d'être prononcé de façon différente selon les locuteurs ou selon sa position et son environnement au sein du mot. La langue française compte 36 phonèmes: 16 voyelles, 3 semi-consonnes/voyelles et 17 consonnes.

L'*alphabet phonétique international (API)* est un code utilisé pour la transcription phonétique ou phonologique des sons du langage parlé. L'API couvre l'ensemble des langues du monde, au sens où chaque son qui a le statut de «phonème» dans au moins une langue dispose d'un symbole unique dans l'API. Développé par des phonéticiens français et britanniques sous les auspices de l'Association phonétique internationale, il a été publié pour la première fois en 1888. Sa dernière révision date de 2005. Il comprend 107 symboles (lettres), 52 signes diacritiques et 4 caractères de prosodie.

LE BILINGUISME, STIMULANT CÉRÉBRAL?

Il faut savoir qu'à la naissance, un bébé est équipé pour percevoir et organiser en catégories linguistiques les sons de n'importe quelle langue, et que dès l'âge de 6 mois environ se produit une spécialisation en ce qui concerne la perception des sons de parole. En fait, ce terrain qui était vierge et accessible à tous les sons possibles, va se spécialiser pour les sons du milieu environnant au cours de la première année de vie. Le bébé va devenir hyper-efficace, hyper-réceptif, hyper-sensitif aux sons de la langue environnante. Le corollaire est qu'il va devenir de plus en plus «sourde» à des particularités sonores qui ne lui sont pas utiles, car peu ou pas exploitées dans sa langue maternelle.

Lorsque devenu adulte, l'individu est amené à apprendre une langue étrangère, et donc notamment à percevoir et à produire des sons qui ne lui sont pas familiers, il va devoir réactiver des

réseaux qui ont été délaissés, au niveau de la perception auditive, et réorganiser différemment le produit de sa perception en catégories linguistiquement pertinentes. Et c'est là que certaines personnes sont mieux à même d'y arriver, les raisons étant principalement d'ordre cognitif (mémoire à court terme, focalisation de l'attention, mécanismes d'inhibition, etc.). L'un des projets développés dans le laboratoire de phonétique depuis quelques années, le projet COGNIPHON, s'intéresse aux mécanismes qui président à cette réorganisation nécessaire à l'apprenant en langues étrangères, en tenant compte des (pré)dispositions individuelles. Le bébé bilingue, lui, jouit dès le départ d'une immersion dans un environnement sonore riche et diversifié, et organisé structurellement de façon différente dans les langues auxquelles il est exposé. Une hypothèse de travail est qu'un bilinguisme précoce et simultané favoriserait plus encore la flexibilité dont font preuve tous les individus en langue maternelle, ce qui constituerait un atout pour acquérir une langue supplémentaire.



Il faut noter que notre vision du monolinguisme comme la norme (et donc du bilinguisme comme l'exception) est fondamentalement erronée. Plus de la moitié de la population mondiale aujourd'hui est bilingue, au sens où elle est à même d'utiliser au quotidien plusieurs langues pour s'exprimer et communiquer. En fait, le nombre de langues et dialectes a reculé au cours des 100 dernières années, résultat de l'instruction généralisée des enfants, de la normalisation des usages via les médias et de l'accroissement des contacts et communications dans un monde globalisé. Par contre, pour les mêmes raisons, le nombre de bilingues a augmenté. En Afrique et en Asie, la plupart des enfants évoluent dès leur plus jeune âge en milieu multilingue cumulant par exemple le parler familial et local, une langue régionale de contact (lingala, swahili), et des langues internationales, souvent langues d'instruction, comme l'anglais ou le français. En Europe et aux États-Unis, on trouve une proportion plus importante de bilingues tardifs résultant de la mobilité internationale et de l'immigration.

Le bilinguisme est donc aujourd'hui massivement répandu et loin de constituer une entrave pour le développement de l'individu, enfant ou adulte, il peut constituer un atout pour celui-ci. «De nombreux parents natifs de langues différentes immergent leur enfant dès sa naissance dans leurs langues maternelles respectives. Au début, il arrive que l'enfant présente un profil de développement langagier différent de celui de ses

pairs monolingues (en retard dans certains domaines, en avance dans d'autres), mais une fois adulte, ces différences s'estompent», affirme Véronique Delvaux. Être bilingue, un jeu d'enfant et finalement, une aubaine pour un cerveau en développement !

«MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY»

Telle est l'expression utilisée internationalement dans les communications radio pour signaler qu'un avion est en détresse. Un appel lancé dans les airs souvent d'une voix tremblante ! «Avec l'équipe du service de Météorologie et Sciences du Langage, ainsi que des collègues biologistes, je participe actuellement au projet de recherche BIOVOC, financé par la Fédération Wallonie-Bruxelles dans le cadre d'une Action de Recherche Concertée (ARC). Son but est de déterminer, dans les paroles d'une personne aux commandes d'un système complexe, d'éventuels paramètres acoustiques symptomatiques de fatigue, de stress et/ou de charge cognitive», poursuit la chercheuse. L'application de ce projet se situe dans le milieu aéronautique. Le constat de base est le suivant: les causes d'accidents d'aviation sont de plus en plus attribuées à des facteurs humains et de moins en moins à des causes techniques. À défaut de pouvoir éliminer l'implication de l'homme dans ce genre de catastrophes, il serait très utile de pouvoir détecter les signes précurseurs à une défaillance humaine.

On pense immédiatement à la fatigue des pilotes. Avec l'avènement des courts courriers, ceux-ci effectuent parfois 3 décollages et donc 3 atterrissages sur une même journée. Outre la fatigue physique, il y a aussi la tension psychologique et la nervosité liées à la répétition d'événements stressants: le pilote est appelé à gérer en quelques minutes des situations extrêmement complexes aux conséquences potentiellement dramatiques. La question posée ici est de savoir si dans des circonstances particulières, on ne peut pas déterminer, sur base de paramètres objectifs, que le pilote (ou le co-pilote) est en état de surcharge cognitive, de fatigue physique ou psychologique, à tel point qu'il n'est plus à même de raisonner efficacement, et est dès lors susceptible de mal inter-

Immersion, pas immersion ?

L'enseignement en immersion linguistique est possible en Wallonie dès l'âge de 5 ans. Ce qui, pour l'apprentissage de la prononciation d'une autre langue, est déjà un peu tard. D'autre part, comme la langue française ne compte que 36 phonèmes classiques (16 voyelles + 3 semi-consonnes/voyelles + 17 consonnes), ce qui est relativement pauvre par rapport à l'anglais par exemple qui en compte 44, les oreilles d'un francophone ne sont pas habituées à une grande variété de sons. Il aura donc des difficultés à les reproduire, d'où des problèmes d'accent dans une langue étrangère.

Enfin, si le système phonologique du néerlandais est plus mélodieux (il compte 40 phonèmes) que celui du français, le fait que les films et de nombreuses émissions TV (interviews, documentaires, animations, etc.) soient présentées en version originale (généralement anglaise ou américaine) et sous-titrée, baignent les enfants flamands dans une atmosphère multilingue et inconsciemment, leur cerveau s'habitue aux sons d'une autre langue.

prêter des signaux ou de prendre de mauvaises décisions, bref de commettre des erreurs.

En réalité, dans le contexte particulier du pilotage d'un avion, les paramètres que l'on peut mesurer sur un pilote ne sont pas nombreux sauf que... on dispose des enregistrements de sa voix ! Il ne s'agit pas de simples conversations mais bien d'un des instruments utilisé par les pilotes, par exemple au moment du décollage ou de l'atterrissage de l'avion. On a là un indicateur intéressant. Certes, la parole est le produit du message linguistique que l'on transmet mais comme la voix est issue de notre corps, elle porte des indices liés à notre état physique et émotionnel. Ainsi, si vous êtes extrêmement tendu, vous allez tendre tous les muscles au niveau de l'appareil vocal et, si on tend les muscles du larynx, on étire davantage les cordes vocales qui vont dès lors vibrer plus rapidement. Et donc, quand on est stressé ou en panique, le ton de la voix a tendance à s'élever.

Le projet vise à détecter les effets de la surcharge cognitive et du stress associé dans la parole des pilotes quand ils communiquent avec la tour de contrôle ou au sein de l'appareil. L'intervention des biologistes a pour but d'objectiver l'existence d'une (sur)charge cognitive. C'est là l'une des originalités du projet: manipuler en laboratoire des variables liées à la tâche (niveau de complexité, délai imparti pour prendre les décisions, etc.) et au sujet (p.ex. son niveau d'expertise dans le pilotage) de façon à faire varier

la charge cognitive et le stress associé, et valider ceci grâce à des mesures biologiques obtenues par ailleurs sur les participants à l'expérience. Car sous l'effet du stress, des modifications moléculaires dans la transpiration et dans la salive se produisent, et la charge de travail liée à la tâche peut se traduire par une augmentation du diamètre de la pupille. Ainsi, nos échantillons de voix sont associés le plus étroitement possible à des variations contrôlées de la charge cognitive.

Et à tous ces éléments, s'ajoute encore une complexité supplémentaire: une majorité des pilotes mondiaux ne sont pas anglophones natifs, alors que tous les échanges avec la tour de contrôle se font en anglais ! «Et, cerise sur le gâteau, cette conversation se fait via des écouteurs dans une ambiance bruitée avec le risque qu'une partie du message se perde ou soit mal comprise. Dans de telles circonstances, l'auditeur n'a pas accès aux expressions du visage du locuteur qui lui permettraient de mieux interpréter le message...», conclut Véronique Delvaux.

À travers sa participation à ces divers projets de recherche, PAROLPATHOS, COGNIPHON, BIOVOC, la chercheuse apporte son expertise de phonéticienne à la résolution de différentes questions de recherche qui la passionnent, avec comme fil conducteur la poursuite des mécanismes qui nous permettent à tous, locuteurs-auditeurs, d'ajuster finement au quotidien notre parole aux contraintes, circonstances et usages multiples qui la caractérisent. ■

La mole, le petit deviendra grand

La mole (symbole: mol) est une unité de quantité de matière qui fut adoptée par le Système international en 1971. Celle-ci permet de passer de l'infiniment petit (que sont les atomes et les molécules) à l'échelle du laboratoire, où les masses des réactifs à mettre en œuvre sont alors aisément mesurables. Mais qui a inventé tout cela ?

Texte : Paul DEPOVERE • depovere@voo.be

Une mole équivaut à la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 12 g de carbone-12. Pour faire simple, on dira qu'une mole d'atomes correspond à un nombre immense (602 213,67 milliards de milliards) de ceux-ci, ce nombre étant le nombre dit d'Avogadro (N_A). En pratique, lorsqu'on ajoute un «g» (comme gramme) à la masse atomique d'un élément telle qu'elle apparaît dans le tableau de Mendeleïev en unité de masse atomique (u), on obtient la masse à peser pour disposer d'une mole de cet élément. Ainsi, la masse atomique de l'argent (Ag) vaut 107,8682 u, de sorte que 107,8682 g d'argent correspondent à 1 mol d'atomes Ag, soit $6,022 \times 10^{23}$ entités.

Ce nombre d'Avogadro, si énorme soit-il, ne doit pas nous surprendre ! L'emploi d'unités particulières est tout aussi classique dans d'autres domaines: on parle bien de *mains* (pour 25 feuilles de

papier), de *grosses* (pour 12 douzaines d'objets, d'où le mot grossiste), de *rames* pour 500 feuilles de papier etc.; et, pourquoi pas, de *moles* pour 602 213,67 milliards de milliards d'entités. Cette appellation («*das Mol*») fut imaginée par Wilhelm Ostwald, un chimiste allemand, en 1894. Le terme molécule-gramme fut par ailleurs transitoirement employé pour désigner la masse d'une mole de molécules, égale à la somme des masses atomiques (en g) des éléments dont elle est constituée.

LE CONTEXTE DE L'ÉPOQUE

Ostwald estimait que cette notion de mole avait aussi un rapport avec les gaz, ce qui intéressa un certain comte Amedeo Avogadro di Quaregna e Ceretto, avocat de son état mais passionné par les travaux de John Dalton et de Louis Joseph Gay-Lussac. Dalton avait énoncé sa loi des proportions multiples en 1804,

ce qui lui permit de formuler son hypothèse atomique 4 ans plus tard, alors que Gay-Lussac affirmait que lorsque plusieurs gaz se combinent de manière à former un composé également gazeux, il existe un rapport simple entre le volume de ce dernier et celui des gaz ayant réagi. Ainsi, 2 volumes d'hydrogène réagissent avec 1 volume d'oxygène pour former 2 volumes d'eau. En 1811, Avogadro proposa sa célèbre hypothèse selon laquelle des volumes égaux de gaz différents contiennent, à la même température et à la même pression, le même nombre de molécules (voir le timbre ci-dessous). Bref, il doit toujours y avoir un même nombre de molécules dans un même volume de gaz.



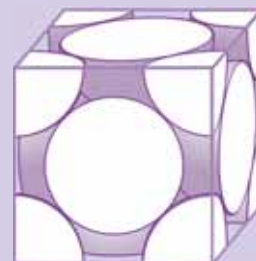
Un professeur à l'Université de Vienne, Josef Loschmidt (qui imagina la structure cyclique du benzène avant Kekulé), fut le premier à estimer en 1865 (grâce à la théorie cinétique des gaz) qu'il y devait y avoir $2,687 \times 10^{22}$ molécules par litre d'un gaz à 0 °C sous 1 atm. C'est ce que l'on appelle le *nombre de Loschmidt*. Sachant que, dans ces conditions, 1 mol de gaz occupe 22,41 l, il obtint une première estimation de ce que Jean Perrin appellera en 1909 (bien après la mort d'Avogadro), le *nombre d'Avogadro*. D'autres méthodes suivront, parmi lesquelles celle, précisément, de Perrin et Einstein (basée sur le mouvement brownien), ainsi que celles de lord Rayleigh (diffusion moléculaire de la lumière) et de Robert Millikan (charge de l'électron). Tous ces savants furent nobélisés entre 1904 et 1926. Vous en trouverez une autre dans l'encadré ci-contre.

L'AUTRE IDÉE GÉNIALE D'AVOGADRO

Revenons en 1811. Avogadro cherche à comprendre la signification de la loi volumétrique de Gay-Lussac à propos

Logique, non ?

La diffraction des rayons X a démontré que l'argent cristallise en formant un réseau cubique à faces centrées, c'est-à-dire dont chaque maille contient l'équivalent de 4 atomes $[(6 \times 1/2) + (8 \times 1/8)]$, voir schéma ci-dessous. Il a été établi que la longueur des arêtes de cette maille est égale à 0,4090 nm et que la masse volumique de l'argent vaut $10,50 \text{ g cm}^{-3}$. Évaluez le nombre d'atomes d'Ag qu'il y a dans 1 mol d'atomes de cet élément, bref calculez la valeur du nombre d'Avogadro sur base de ces données expérimentales.



Réponse:

Une mole d'atomes Ag accuse un volume égal à:

$$107,8682 \text{ g mol}^{-1} / 10,50 \times 10^6 \text{ g m}^{-3} \\ = 10,27 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$$

Le volume d'une maille élémentaire (ici cubique) est:

$$(0,4090 \times 10^{-9} \text{ m})^3 \\ = 6,842 \times 10^{-29} \text{ m}^3 \text{ maille}^{-1}$$

Le nombre de mailles élémentaires présentes dans une mole d'atomes Ag s'élève donc à:

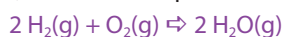
$$10,27 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} / 6,842 \times 10^{-29} \text{ m}^3 \text{ maille}^{-1} \\ = 1,501 \times 10^{23} \text{ mailles mol}^{-1}$$

Le nombre d'atomes Ag par mole d'atomes Ag résultant de ces mesures affiche ainsi la valeur:

$$1,501 \times 10^{23} \text{ mailles mol}^{-1} \times 4 \text{ atomes maille}^{-1} \\ = 6,004 \times 10^{23} \text{ atomes mol}^{-1}.$$

Ceci est donc une méthode parmi d'autres qui permit d'établir la valeur du célèbre nombre, lequel a fini par être qualifié de *constante d'Avogadro* (N_A), ne serait-ce que parce qu'il aboutit lui-même à 2 constantes importantes. En effet, lorsqu'il est multiplié par la charge élémentaire de l'électron exprimée en coulombs (C), on obtient la constante de Faraday (F); ou encore, sa multiplication par la constante de Boltzmann (k) aboutit à la célèbre constante des gaz parfaits (R). Enfin, comme on l'a vu, c'est le facteur de conversion entre l'unité de masse atomique (u) et le gramme. Comme on le constate ici, tout se recoupe sans cesse en chimie, ce qui contribue grandement à l'attrait de cette science.

de la synthèse de l'eau. Il imagina alors l'existence de molécules *diatomiques* pour les corps simples gazeux tels que l'hydrogène (H_2) et l'oxygène (O_2). Dès lors, il devint clair que:



À l'échelle macroscopique:



À l'échelle microscopique:



Pour conclure, saviez-vous qu'afin d'insister auprès des jeunes sur l'importance de la constante d'Avogadro en chimie, les Américains ont créé le «jour de la mole», à savoir le 23 octobre, de 6h02 du matin à 6h02 du soir, en vue de rappeler la valeur classiquement arrondie de la constante d'Avogadro. ■



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

Photos: Taylor Boyley/Flickr (p.34), Designed by Freepik (p.36),
SCIENCE/AP (p.36)

Un appétit vorace

Les plantes carnivores constituent une particularité du monde végétal qui ne cesse d'interpeller. Il est en effet inhabituel de voir des végétaux vivre aux dépens de la matière animale. Pourtant, on va le voir, il s'agit d'une simple adaptation de processus qui peut être retrouvée chez la plupart des autres plantes, simplement exprimée d'une autre façon. Le point de départ évolutif qui a fait toute la différence est le suivant: les plantes devenues carnivores se sont retrouvées sur des sols qui ne pouvaient leur offrir de quoi les alimenter. Elles ont par conséquent dû adapter leur physiologie à d'autres sources alimentaires. Lesquelles ? Elles n'ont guère eu le choix: puisqu'elles ne pouvaient se déplacer étant rivées au sol, elle n'ont plus eu qu'à prendre que ce qui venait à elles. Le plus souvent, les insectes donc et en particulier, les phytophages, ceux qui fréquentent les végétaux pour s'en nourrir. Dont acte.

Ce qu'on ignore souvent, c'est que nombre de plantes ne se laissent pas dévorer sans réagir. Quand leurs tissus sont agressés par quelques morsures, elles secrètent une substance, l'acide jasmonique (ou plus précisément, son sel, le jasmonate) qui, dans les cellules, stimule la production de toxines à effet répulsif. Cette même substance peut aussi favoriser la libération d'autres molécules dont l'effet est d'inhiber les enzymes - des hydrolases - produites par les insectes pour dégrader les protéines végétales en prélude à leur digestion. Ce n'est pas toujours efficace, mais cela peut aider à réduire l'ampleur de l'agression. Et, chez certaines plantes, le même acide jasmonique peut également favoriser la production d'hydrolases d'un autre

groupe - elles sont végétales cette fois - qui vont agresser la chitine, la protéine constituant l'enveloppe de l'insecte. Le rapport agresseur-agressé peut donc se réduire à une simple lutte biochimique. Ce qui prouve au passage que les mécanismes d'attaque des tissus animaux (et en l'occurrence d'insectes) sont déjà présents dans de nombreux végétaux.

Les plantes carnivores n'ont fait que se spécialiser dans l'amplification du processus. Chez la dionée (*Dionaea muscipula*) par exemple, la stimulation par un insecte des cils présents sur l'inflorescence déclenche la production de l'acide évoqué, qui stimule la production de quelques dizaines de micro-glandes dont s'est dotées la plante. Celles-ci libèrent alors des hydrolases multiples qui ont, en première intention, rapidement raison des différents tissus de l'insecte, avant que leur intégration et leur digestion ne soient favorisées par l'activation d'autres enzymes. Ces dernières sont-elles propres aux seules espèces carnivores ? Pas du tout, on les retrouve dans les racines, normalement chargées d'assimiler les nutriments du sol.

En définitive, les plantes carnivores ne sont pas si exceptionnelles qu'elles semblent en avoir l'air; tout était présent dès l'origine. L'adaptation à la pauvreté des sols colonisés a simplement permis aux plantes concernées, à la faveur aléatoire des hasards de l'évolution, d'amplifier quelques-uns de leurs mécanismes internes. Avec un succès évident ! ■

► Science 2016; 352: 756

Ces VIRUS qui **alarment**

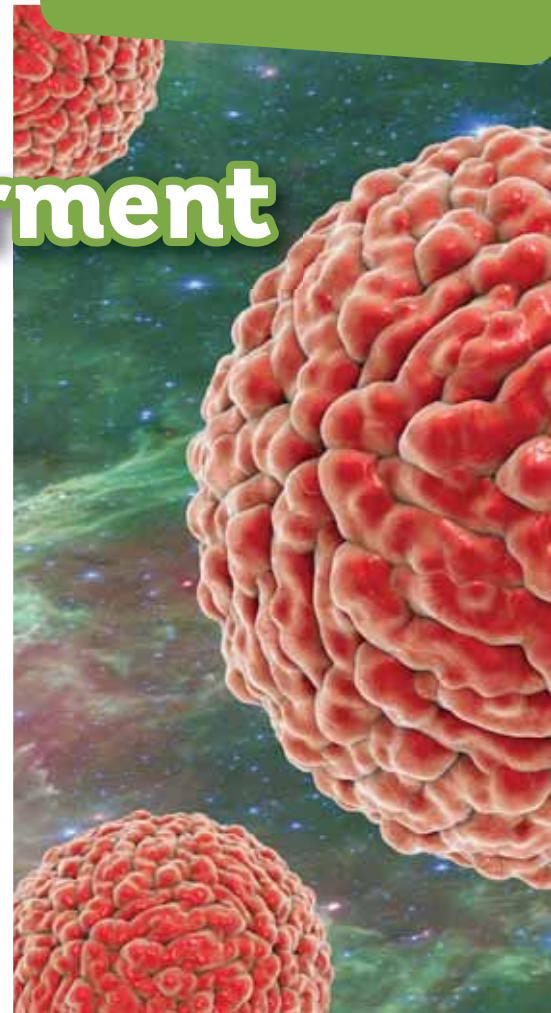
Pour petits qu'ils soient, les virus et les effets qu'ils peuvent avoir sur la santé et la survie des humains, ne cessent d'occuper l'avant-scène médiatique depuis plusieurs décennies. HIV, chikungunya, Ebola et quelques autres tiennent en permanence le monde médical attentif. Plus récemment, c'est Zika qui a retenu toute l'attention, en particulier en raison du lien établi en 2015 au Brésil entre lui et l'«épidémie» de microcéphalie chez les nouveau-nés. Pour autant, ce virus n'est plus un inconnu depuis longtemps puisqu'il a été identifié en Afrique dès la fin des années 40. De façon assez classique, il est transmis aux humains par un moustique du genre *Aedes* (le plus souvent de l'espèce *aegypti*), fréquent dans les régions tropicales. Cet insecte dont seule la femelle est vulnérante pique essentiellement le jour et peut transmettre, par sa salive, différents pathogènes - dont le Zika - avec des conséquences que l'on sait.

Pour les personnes qui résident dans les zones géographiques «à risques» ou qui en reviennent, et quelle que soit la maladie transmise, la prévention reste la meilleure arme: agents répulsifs, vêtements clairs et couvrants. Les rapports sexuels protégés ou une abstinence sont vivement recommandés pendant une période de 6 mois suivant l'exposition. Encore fallait-il, dans le cas Zika, connaître les répercussions dramatiques qu'on vient de lui trouver sur les fœtus et les nouveau-nés. Les femmes peuvent être infectées par un moustique, mais également suite à un rapport hétérosexuel, le virus ayant déjà été identifié dans les spermatozoïdes. Or, il apparaît que chez la femme enceinte, c'est le placenta qui constitue la cible principale du virus. Sa fonction étant réduite, il n'alimente plus suffisamment le fœtus qui reste trop petit et dont, on ne le sait que trop, le cerveau se développe incomplètement. Comme l'ont indiqué les recherches menées chez l'animal, ce sont les cellules souches neuronales qui souffrent le plus de ce déficit d'alimentation sanguine.

Pour les grossesses en cours, des examens prénataux adaptés sont évi-

demment indiqués avec, en cas de diagnostic positif, une proposition d'interruption de grossesse, laissée à la décision des couples. Pour les enfants nés microcéphales, il ne reste plus qu'une prise en charge adaptée. Pour tous les autres humains, qui ne sont pas en cours de développement embryonnaire ou fœtal, les manifestations virales sont celles d'un syndrome grippal: fièvre, douleurs musculaires et articulaires, éruptions cutanées... Dans de rares cas, un syndrome de Guillain-Baré peut tout de même survenir. Il mène à une paralysie sévère, mais le plus souvent transitoire.

Dans l'attente d'un vaccin ? Pour l'heure, rien n'est encore annoncé. Cela n'empêche pas la recherche de progresser bien entendu. Souris et singes rhésus sont mis à rude contribution dans ce contexte, en complément de cellules en culture. Ces multiples recherches menées conjointement chez l'animal finiront par conduire à un moyen de lutte efficace. Encore faudra-t-il en valider ensuite les effets chez l'humain.



Il semble cependant que ce ne soit pas encore pour demain. ■

► Science, 2016; 352: 752-753

BIOzoom

Photos: M. SALE/Flickr, A. LIMAN/Wiki



Sa crête pointue sur la tête et ses yeux parfois rouges lui ont valu le doux surnom de gecko satanique à queue de feuille. L'*Uroplatus phantasticus* a l'apparence d'une feuille morte, nervures comprises. Ce camouflage parfait lui permet de rester immobile la journée sans danger pour ne se déplacer que la nuit, où il cherche sa nourriture (des insectes). Il vit perché dans les arbres des forêts tropicales humides de Madagascar et ne s'aventure que rarement au sol.



Dans un contexte de réduction de la diversité spécifique, quel est le groupe animal dont on cherche à réduire l'importance ?

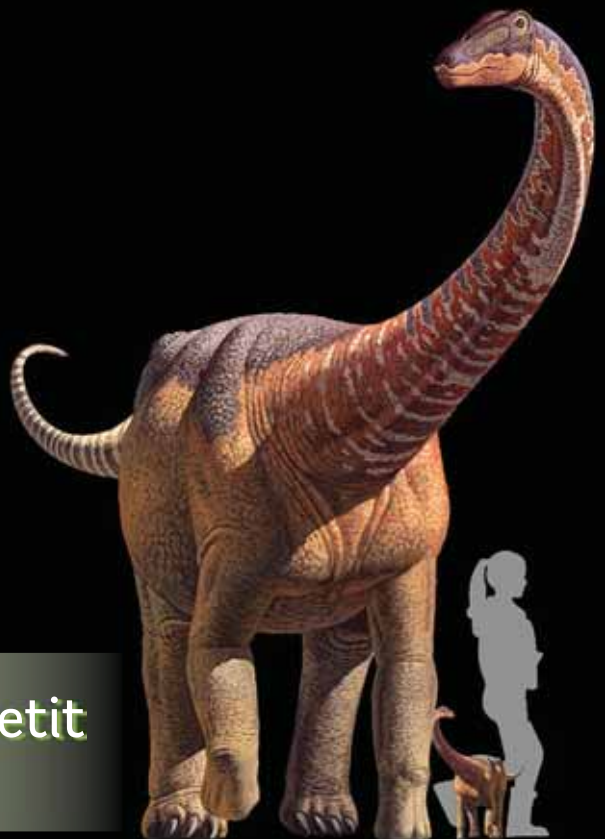
Celui des Cnidaires ou si on préfère le nom plus commun, celui des méduses. Les amateurs de la mer savent à quel point ces animaux peuvent être urticants, au point que certaines années, des plages ont dû être interdites de baignades. Composées à 95% d'eau, les méduses - dont le vestige le plus ancien aurait 550 millions d'années - affectent des tailles variées, depuis une fraction de millimètre jusqu'à un diamètre de 2 m, la longueur des bras étant à l'avenant.

Le problème est que certaines conditions environnementales en favorisent la multiplication alors que les prédateurs naturels, déjà peu nombreux, ont des densités qui ne croissent pas dans la même proportion. D'où une recherche menée aujourd'hui pour étudier le contenu digestif de prédateurs naturels des mers et vérifier s'ils ne consommeraient pas quelques Cnidaires aussi. Et c'est ce qui a été observé chez certaines espèces comme le thon rouge de l'Atlantique ou de marlin de la Méditerranée.

Il y a donc de la stratégie de régulation dans l'air... ou plutôt dans l'eau. Quand on sait que la prolifération de méduses a réduit à néant des élevages entiers de saumons atlantiques, la manœuvre envisagée tient incontestablement de la riposte. Encore faut-il lui donner une efficacité substantielle sur le contrôle des populations visées, sans nuire à d'autres groupes de proies plus attractives. Et ça, on le sait, ce n'est jamais gagné d'avance ! ■

► *Nature* 201; 531: 432-434

Un tout petit géant



La recherche et l'étude des dinosaures nous ont accoutumés au gigantisme et il ne se passe pas une année sans qu'un «plus grand que grand» soit inhumé d'un des sites de fouille. C'est évidemment oublier un peu vite que ces sauriens du Secondaire étaient ovipares et que les juvéniles qui sortaient des œufs étaient forcément petits. Le problème est que ces tout jeunes individus restent rares à l'état fossilisé, tout simplement parce qu'il se sont moins bien conservés, mais aussi parce qu'ils ont dû faire l'objet d'une prédation intense.

En revisitant, il y a quelques années, des collections anciennes de vestiges osseux exhumés il y a une quinzaine d'années du sol de Madagascar, une spécialiste américaine a cru reconnaître, mais en modèle réduit, ce qu'elle connaissait comme étant un squelette de Titanosaure, un de ces prodigieux herbivores dotés d'un cou, d'un corps et d'une queue hors norme. Personne ne s'y était apparemment intéressé jusque-là. Ce qui fut dès lors fait. L'examen réalisé a permis de constater qu'il s'agissait d'un

tout jeune *Rapetosaurus krausei*, dont la taille adulte, au garrot, atteint 4 m environ pour une longueur totale de 15 m. À une telle distance - 65 millions d'années - et sur base d'ossements pétrifiés, il a été difficile d'apprécier l'âge et le poids de l'animal autrement que par une fourchette de valeurs; à savoir 39 à 77 jours pour l'âge, 3,4 à 40 kg pour la masse.

L'exploration plus poussée des vestiges a également permis de constater que les cartilages qui terminent les os longs témoignaient d'une croissance incomplète, ce qui signifie que ce jeune, sans doute laissé à lui-même après l'éclosion, serait mort de faim. C'est la première fois qu'une telle constatation semble faite sur ce genre de vestige. Le territoire où les œufs dont il est sorti a-t-il été abandonné ensuite, y compris par d'éventuels prédateurs ? C'est possible puisque l'animal mort est resté en l'état. Il ne manque plus maintenant qu'à comprendre, sur le terrain, pourquoi cet abandon du biotope s'est produit. ■

► *Science*, 2016; 352: 395

UN TRÉSOR CACHÉ

Comme tous les mammifères, les humains ont un dispositif bien programmé pour assurer la subsistance des nouveaux nés: le sein maternel. Mais on sait toutefois à quel point, pour des raisons socio-économiques diverses, ce mode d'alimentation a connu des fluctuations en tous sens depuis quelques décennies. Il n'est pas question ici, surtout en quelques lignes, de revenir sur les bonnes ou moins bonnes raisons qui ont présidé à ces choix, mais d'évoquer quelques réalités épidémiologiques qui, à termes réguliers, sont rappelées dans la presse médicale.

Si l'alimentation au lait maternel jusqu'à l'âge de 6 mois est un fait pour 37% des enfants des pays aux revenus faibles ou moyens, la proportion est généralement réduite - sauf exceptions - dans les pays à revenu plus élevé. S'il ne semble pas y avoir de liens statistiques avec un risque réduit de désordre allergique tel que l'asthme, il en existe un, favorable, avec le risque d'infection de la petite enfance, ou celui de malocclusion. Le risque de diabète et de surpoids serait réduit lui aussi et on pense que l'intelligence serait également bénéficiaire. À en croire le personnel soignant, donner le sein constituerait une protection contre le cancer dont l'organe est si souvent le siège et réduirait aussi, chez la mère, le risque de diabète de type 2. Ramenée à l'ensemble de la population, la projection des «bénéfices» à engranger permettrait l'économie annuelle de 823 000 vies d'enfants en bas âge ainsi que 20 000 autres, liées à la réduction d'incidence du cancer du sein des mères allaitantes.

Il va évidemment de soi que de telles valeurs gommant, comme toutes les moyennes, les différences parfois considérables qui tiennent aux conditions de vie en général et au pays où on se trouve. Il existe dans certains d'entre eux des pressions diverses comme celles du travail pour les jeunes mamans et celles d'un marché de produits de substitution en poudre et maternisés. À titre indicatif, on estime que ces substituts représentaient, en 2014 et pour les seuls États-Unis, un marché de 44,8 milliards de dollars.

Si elle s'inscrit dans une lignée évolutive et naturelle, l'alimentation du nourrisson au sein reste conditionnée par une foule d'éléments et en particulier par l'état et les aptitudes de la jeune mère à fournir son lait. Il semble toutefois que ce qui peut être fait sur ce mode reste, sur base épidémiologique au moins, unanimement favorable tant à la mère qu'à l'enfant. ■

► *The Lancet* 2016; 387: 475-490 et 491-504



Germes sous surveillance

La chose n'est plus ignorée par personne aujourd'hui: nous sommes au moins en partie ce que les germes de notre tube digestif font de nous. Aux premières loges pour tirer profit de notre alimentation solide et liquide, ce sont ces mêmes germes qui la dégradent et en restituent ensuite les sous-produits à l'organisme qui les héberge. C'est en cela que la diversité spécifique de l'abondante colonie qu'ils forment - le microbiote - influe sur notre santé et notre tendance éventuelle au surpoids, voire à l'obésité. On a donc besoin d'eux, mais on conditionne en retour leur sélection par notre choix alimentaire. Tout se tient.

On a compris que ces germes nous sont indispensables même s'ils profitent en première intention de ce qu'on leur offre comme base de développement. Sont-ils sans effet négatif pour autant ? Il semble que non. Une étude récente vient d'en apporter la preuve. À l'en croire, certaines bactéries digestives produisent un composé connu des spécialistes sous l'abréviation TMAO. L'oxyde de triméthylamine, un des produits azotés de dégradation de la lécithine, est une substance qui entre en particulier dans la composition du jaune d'œuf. Or, il a été démontré, notamment grâce à des tests *in vitro*, que le TMAO favorise l'agglutination des plaquettes sanguines ce qui, dans un corps en fonctionnement, peut induire la formation de caillots dans les vaisseaux et donc favoriser l'apparition de pathologies cardio-vasculaires. Inquiétant ? Pas vraiment dans la mesure où les quantités produites sont normalement faibles. Sauf chez les personnes qui privilégient les aliments gras, substrats préférentiels de production de la TMAO. C'est sans doute un des éléments qui fait le lien entre une alimentation trop riche en graisses, le surpoids et le risque d'altération cardio-vasculaire. Tout est lié et n'est pas vraiment neuf. Ce que cette recherche vient d'apporter, c'est l'identification d'un lien causal. Il porte désormais un nom. À chacun d'en tirer les enseignements qu'il estime judicieux pour sa propre santé. ■

► *Nature* 2016; 531: 278

Quand la terre tremble...

Un tremblement de terre violent a souvent des conséquences tragiques. Mais, et c'est un mal pour un bien, il est aussi l'occasion d'avancées scientifiques utiles...



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

Photos : **N. KADOYAMA**/Flickr (p.38), **ESA** (p.39), **CERN** (p.39)

Le 11 mars 2011, la terre tremblait violemment (séisme de magnitude 9.0 !) à Tohoku-Oki au Japon avec les conséquences que l'on sait : un tsunami de grande ampleur faisant plus de 15 000 victimes et entraînant une fusion du combustible dans des réacteurs de la centrale nucléaire de Fukushima. Pourtant, ce séisme, comme d'autres avant lui, ont été utiles pour mieux les comprendre et donc pour espérer les prévenir et d'en limiter les dégâts. Des chercheurs français viennent en effet de publier dans *Nature Communications* (1) un article qui montre une modification du champ gravitationnel de la Terre lors du tremblement de terre précité. Rappelons qu'un séisme est accompagné par une redistribution de masse d'autant plus importante que le séisme l'est aussi. Or la gravité, plus précisément la pesanteur, n'est pas uniforme sur Terre. Elle varie en effet en fonction de la latitude (intuitivement, on comprend que la force centrifuge due à la rotation de

la Terre, présente à l'équateur et non au pôle, va avoir tendance à «écarter» un objet du sol) mais aussi de la forme aplatie de la Terre et de la répartition des masses de matière sur notre planète (c'est ici qu'interviennent nos tremblements de terre). Rappelons aussi que si les ondes sismiques se déplacent dans le milieu à une vitesse de quelques km par seconde, la perturbation du champ gravitationnel est quasi instantanée, se produisant au moment où les masses se déplacent. D'où l'idée de mesurer cette perturbation. Ce phénomène avait en fait déjà été détecté mais longtemps après qu'il se soit produit. Il existe en effet des cartes du champ gravitationnel de la Terre qui montrent les anomalies de celui-ci et ses évolutions. Mais les scientifiques n'avaient jamais réussi à retrouver la trace du phénomène au moment où il s'était produit. C'est ce qui vient d'être réalisé. Les chercheurs de l'Institut de Physique du Globe de Paris et leurs collègues ont examiné toutes les données émises par un gravimètre (instrument

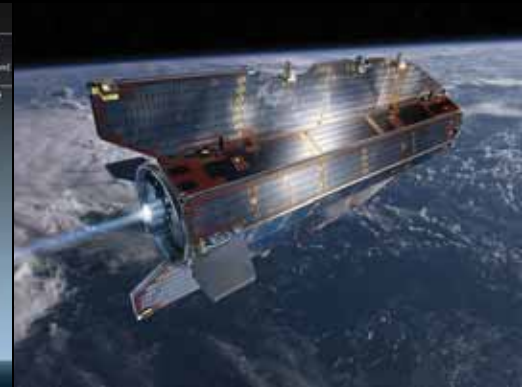
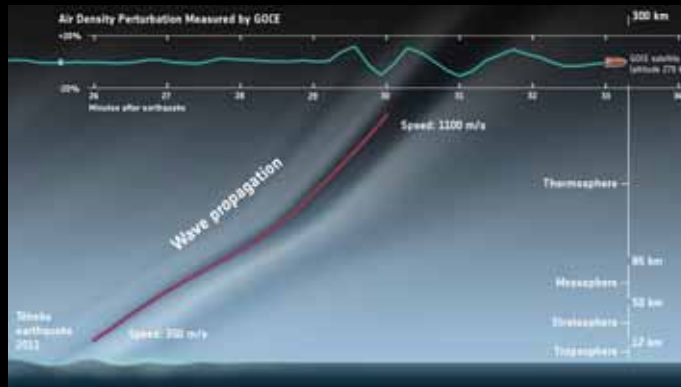
qui mesure le champ de pesanteur) situé à environ 500 km de l'épicentre du séisme et ont ainsi mis en évidence une perturbation gravitationnelle concomitante à la rupture sismique. Quel intérêt dira-t-on ? Même si on imagine une surveillance de gravimètres dédiés à cela en temps réel, lorsque le signal sera détecté, le tremblement aura eu lieu... donc trop tard pour prévenir ! Ce n'est pas tout à fait exact. Il existe déjà des systèmes d'alerte rapide aux tremblements de terre, mais ils sont basés sur la détection d'une forme d'onde sismique (les ondes de compression P, plus rapides que les ondes de cisaillement S qui causent les dégâts). Et ce petit laps de temps suffit déjà pour avertir les populations de faire des gestes qui peuvent se révéler très utiles comme couper les alimentations en gaz, arrêter un train ou sortir d'un ascenseur par exemple. La détection d'une perturbation gravitationnelle permettrait de gagner encore plus de temps (quelques secondes), donc de se garantir encore mieux.

ENTENDRE LE SÉISME DANS L'ESPACE

Le tragique tremblement de 2011 a eu une autre utilité: on s'est rendu compte qu'il avait été «entendu» par des satellites dans l'espace. En principe, ce n'est pas possible puisque les ondes sonores ont besoin d'un support pour se propager. Mais l'ionosphère (jusqu'à 600 km d'altitude) contient beaucoup d'ions et cela a suffi pour des satellites situés dans cette zone. C'est la cas de *GOCE*, satellite de l'ESA qui a eu pour mission (elle est terminée depuis 2013), de cartographier les variations de gravité à la surface de la

Terre. Il y a 3 ans (2), des chercheurs ont montré que les ondes sonores émises lors du séisme de 2011 ont provoqué des effets mesurables en 2 points de l'orbite du satellite (augmentation puis diminution du nombre de recombinaisons entre ions et électrons et des variations d'accélération verticale) (voir illustration ci-dessous). Lorsque le séisme se produit, il fait vibrer la Terre comme un tambour, d'où les ondes sonores qui montent

dans l'atmosphère (essentiellement des infrasons, d'où le peu de bruit que nous entendons lors d'un séisme). Ces infrasons dilatent puis contractent la haute atmosphère en accélérant des particules d'air. Ce sont ces mouvements verticaux que le satellite a enregistrés. Les satellites pourraient donc aussi devenir des sismomètres. ■



Environ 30 minutes après le séisme, le satellite *GOCE* a entendu le tremblement de terre, enregistrant des variations dans la densité de l'air à 270 km d'altitude.

POUR 2017 ?

Même si la non-découverte d'un nouveau boson hors modèle standard a jeté un froid dans le monde de la physique des hautes énergies, les physiciens qui se relaient au *CERN* n'en continuent pas moins d'essayer de déchiffrer les lois de la matière. Deux nouvelles sont ainsi porteuses de résultats pour les mois et années à venir.

La première est l'annonce de l'inauguration d'un nouvel anneau qui paraît bien petit (30 m de circonférence !) à côté du *LHC*. Mais c'est surtout sa particularité qui le distingue: il ne sert pas à accélérer des particules, mais à les ralentir, d'où son nom, *ELENA* (*Extra Low ENergy Antiproton*). Son but ? Étudier l'antimatière et plus particulièrement les antiprotons, d'où cette idée de les ralentir un maximum pour pouvoir les manipuler plus aisément. Contrairement à ce qu'on pourrait penser, décélérer des faisceaux de particules n'est pas chose aisée, moins encore que de les accélérer notamment parce qu'à basse énergie, ils sont plus sensibles aux perturbations extérieures, notamment le champ magnétique terrestre.

La seconde est la fin d'une première série d'expériences qui visaient à trouver de mystérieux photons noirs. Le but est ici de détecter une particule de matière noire censée composer 85% de notre univers. L'idée est non pas de détecter cette matière en elle-même mais une force qui y serait à l'œuvre. Dans notre monde de matière, on sait que la force électromagnétique est transmise par les photons. Il pourrait en être de même dans le cas de la matière noire d'où la quête de ce photon noir qui pourrait être médiateur entre les deux types de matière. Les premiers résultats sont négatifs mais ils vont maintenant permettre d'affiner les limites entre lesquelles il faudra désormais chercher cette interaction entre matière noire et matière visible.

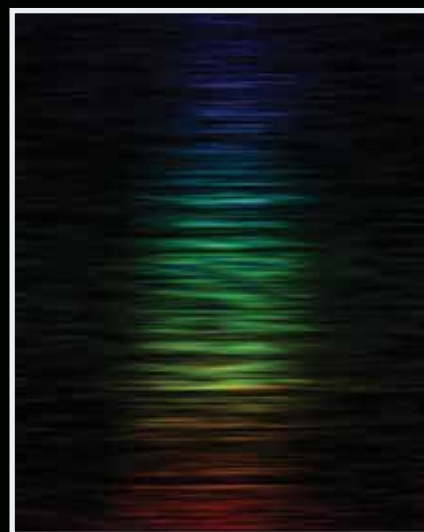
- (1) Prompt gravity signal induced by the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Nature Communications* 7, Article number: 13349 (2016) ; doi:10.1038/ncomms13349
- (2) *GOCE: the first seismometer in orbit around the Earth*, *Geophysical Research Letters*, 2013.



ELENA: un «dé-accélérateur» de particules unique en son genre !

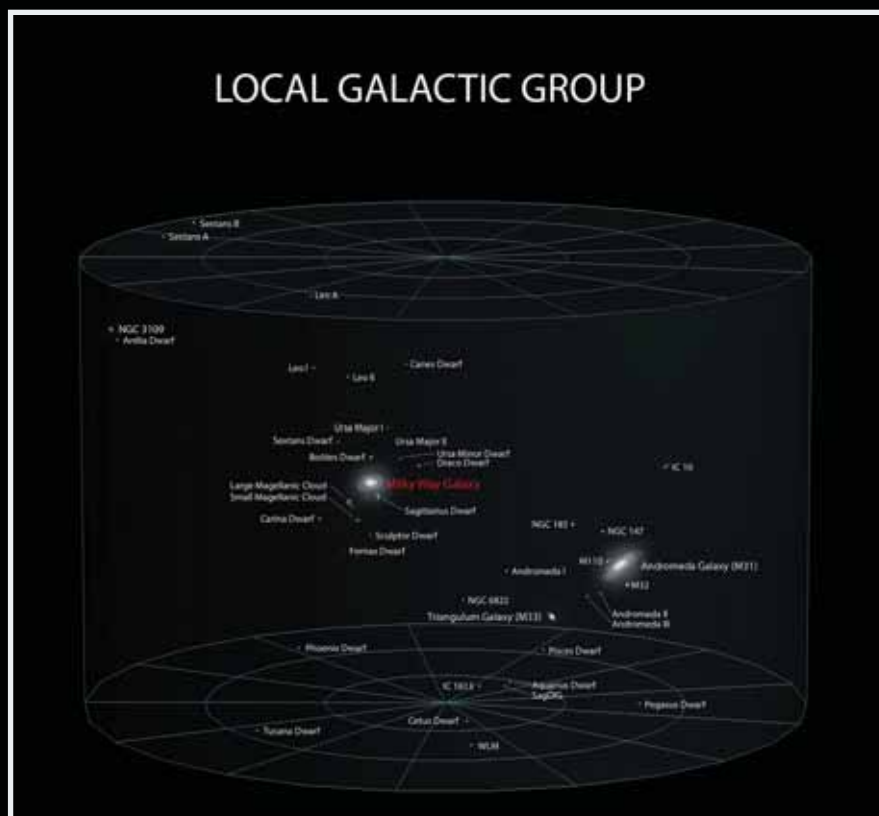
À la Une du Cosmos

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



Le mystère des FRBs (fast radio bursts) continue de s'éclaircir... FRB131104 serait associé à un sursaut gamma, suggérant que ce genre d'événement serait plus catastrophique que prévu. L'analyse minutieuse de FRB 150807, le 18^e détecté à ce jour, a quant à lui été enregistré par 2 détecteurs, ce qui a permis de mieux localiser sa source (probablement la galaxie VHS7). En plus, ses variations et sa polarisation ont aussi permis de récolter des informations sur la structure du cosmos à grande échelle, et le champ magnétique de cette «toile» cosmique.

Photo: V. Ravi/Caltech



Notre Galaxie, la Voie Lactée, fait partie du «groupe local», qui se déplace. L'origine de ce mouvement a été liée à un super-amas de galaxies baptisé Shapley, mais il semblerait qu'un autre super-amas de galaxies serait caché derrière la Voie Lactée, et que c'est lui qui est à l'origine du mouvement en question.

Photo: Wikipedia

Comment sont nés les anneaux des planètes géantes ?

De nouvelles simulations ont été menées, et suggèrent qu'ils pourraient résulter de la destruction de gros objets provenant de la ceinture de Kuiper (située au-delà de Neptune).

Les fragments capturés auraient ensuite subi de nombreuses collisions, ce qui aurait rendu leurs orbites plus circulaires, conduisant aux anneaux actuels. Cela aurait eu lieu à l'époque du LHB (Late Heavy Bombardment), soit il y a 4 milliards d'années environ.

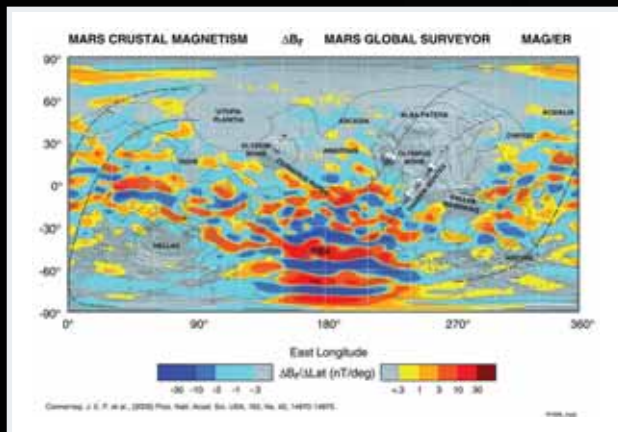
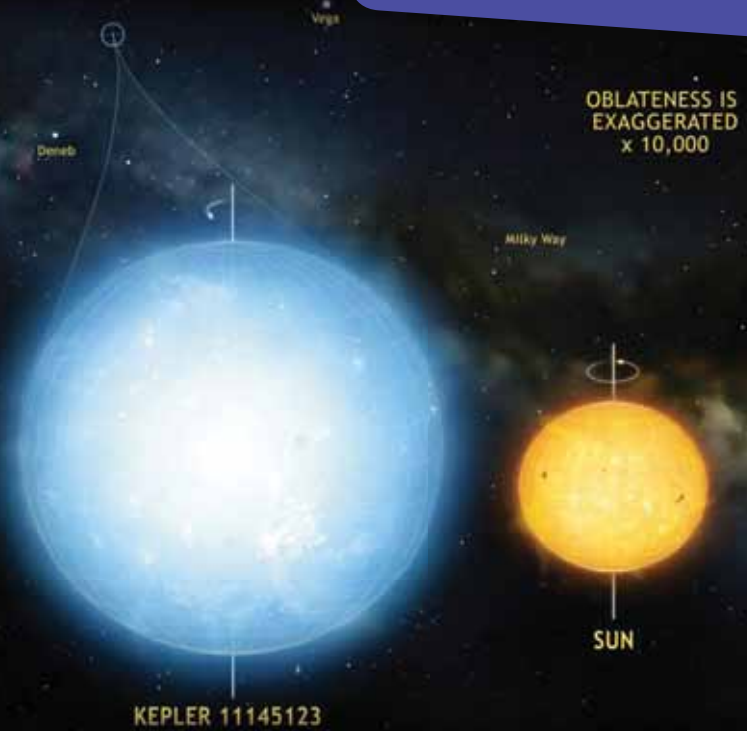
Ce nouveau modèle explique aussi les différences de composition entre les anneaux des différentes planètes.

Photo: Cassini



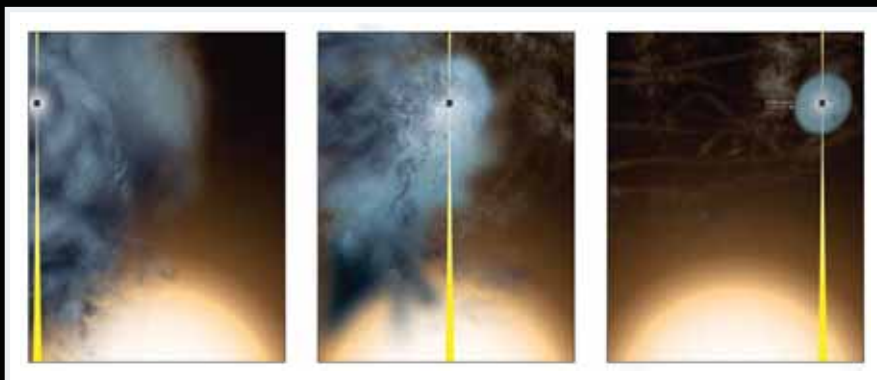
L'étoile Kepler 11145123 serait l'astre - voire l'objet naturel - le plus parfaitement sphérique mesuré jusqu'à présent. L'étude de ses vibrations montre une différence de 3 km seulement entre les rayons polaire et équatorial (qui font 1,5 million de kilomètres, la différence est donc minime !).

Photo: M. A. Garlick (vue d'artiste)



Mars ne possède pas de champ magnétique global, mais il y a quand même des zones magnétiques localisées. Grâce aux données de Mars Express, on sait désormais qu'elles ont une influence sur l'ionosphère, reste à voir leur impact sur le climat et l'habitabilité de la planète...

Photo: ESA



L'amas de galaxies ZwCl 8193 a été observé en détail avec les radiotélescopes du réseau VLBA. Cela a conduit à détecter un trou noir super-massif quasiment «nu», c'est-à-dire sans galaxie-hôte autour. Il en aurait été dépouillé après la traversée d'une grande galaxie. À terme, cet objet devrait devenir invisible, ce qui suggère que beaucoup de ses semblables peuvent peupler l'Univers sans être détectés.

Photo: NRAO (vue d'artiste)

D'où vient le lithium ? La nucléosynthèse des éléments légers ayant eu lieu peu après le Big Bang n'explique que 25% du lithium dans le cosmos et les autres sources possibles sont insuffisantes. Heureusement, l'observation de la nova du Sagittaire de mars 2015 avec le VLT de l'ESO a permis de résoudre le mystère. En effet, l'analyse des données contraint la quantité de béryllium-7, un isotope qui se désintègre en lithium, et d'en connaître l'évolution sur plusieurs semaines. Les quantités produites sont telles que les novae apparaissent maintenant comme les principales sources de lithium de l'Univers.

Photo: Bob King

Qu'est-ce qui s'y passe ?



Texte: Théo PIRARD

Photo: © ESA/P. CARRIL

À l'horizon 2020, une centaine de satellites de navigation, dotés d'horloges atomiques, permettront de nous positionner avec une précision de quelques mètres sur l'ensemble du globe. Il y aura le GPS américain, le Glonass russe, le Beidou chinois, en plus du Galileo européen. Afin de tirer parti des signaux de ces différents systèmes, qui évoluent entre 19 000 et 24 000 km, il faut disposer d'un récepteur navsat qui soit compatible - on le dit inter-opérable - pour la collecte et le traitement des mesures de temps (1). La constellation Galileo, financée par la Commission européenne et réalisée par l'Esa et l'industrie en Europe, en est à la moitié de son déploiement. Depuis la mise sur orbite, le 17 novembre, de 4 satellites Foc (Full Operational Capability) de quelque 715 kg au moyen d'un lanceur Ariane 5, ils sont une quinzaine à inaugurer des services pré-opérationnels. Il en faudra 2 fois plus pour avoir un système de géo-localisation pleinement opérationnel

En quoi le système Galileo est-il différent des 3 autres qui ont une dimension globale ?

La Commission européenne entend offrir au monde un outil de géo-positionnement qui soit de caractère civil. Les Gps, Glonass et Beidou sont sous le contrôle d'instances militaires qui peuvent, pour des raisons stratégiques de défense et de sécurité, dégrader les signaux de navigation des satellites. La gestion du système Galileo est confiée à une autorité civile, la Gsa (Gnss/Global navigation satellite systems agency), basée à Prague. La constellation navsat de l'Europe offrira des performances meilleures que ses concurrentes actuelles. Outre 2 horloges atomiques au rubidium qui se révèlent très stables, chaque Galileo est doté d'une paire de masers à hydrogène passif d'une grande précision pour la mesure du temps.

Il est question d'une localisation sub-métrique grâce aux signaux de temps cryptés. Ce qui va se traduire par de nouvelles applications en cartographie, cadastre, urbanisme, géologie, pour la gestion de la mobilité, la mise en œuvre des ressources... La puissance des émissions Galileo fait qu'on peut en disposer plus facilement dans des lieux difficiles d'accès et lors de circonstances dramatiques. Par ailleurs, le satellite de navigation européen est équipé pour capter les appels que des balises de détresse peuvent lancer sur le globe.

Pourquoi l'Europe a-t-elle voulu se doter de son propre système de navigation globale par satellites ?

L'essor du Gps, dont l'utilisation est à présent possible avec les smartphones,

a fait naître un incroyable business. Le marché des applications, avec la naissance d'entreprises innovantes, dites start-ups, qui proposent des services à caractère socio-économique, n'a fait que croître et embellir. L'Europe, en développant Galileo, voulait avoir sa part du pactole global. Le problème est que le programme a pris plus de temps que prévu. Il faut rivaliser avec l'avènement prochain de la famille des Gps-III américains, dont le premier lancement est annoncé pour fin 2017.

Peut-on espérer un système Galileo globalement opérationnel en 2020 ?

Il reste à lancer 8 Galileo Foc, actuellement en fabrication en Allemagne et au Royaume-Uni (2). Ils seront satellisés par 2 Ariane 5 en 2017 et en 2018. La Commission, responsable de l'investissement, doit prochainement passer commande de 8 satellites supplémentaires. De manière à avoir en service la constellation prévue de 30 Galileo pour la prochaine décennie. ■

- (1) La société Septentrio de Louvain s'est spécialisée dans le développement de récepteurs multi-systèmes.
- (2) Chaque satellite Galileo, avant sa mise en service, est testé sur orbite par le Centre Esa de Redu (province de Luxembourg) et Rss (Redu Space Services).



Vue d'artiste du déploiement de quatre Galileo Foc.

Spacebel

l'intelligence
pour les systèmes
spatiaux

Texte: **Théo PIRARD** • theopirard@yahoo.fr

Photos: **ESA/D. DUCROS** (p.43), **European Space Agency**/Flickr (p.44)

Depuis le 22 octobre 2001, du «made in Belgium» continue de bien se comporter au-dessus de nos têtes: depuis 15 ans, le *Proba-1* de 94 kg prend des images de la surface terrestre, contrôlé par le Centre Esa de Redu. Ce micro-satellite autonome sur orbite fonctionne grâce à une intelligence développée par Spacebel. Il en est de même pour *Proba-2* dédié à l'observation du Soleil et pour *Proba-V* (égétation) qui assure un monitoring quotidien de notre planète...

La Pme Spacebel était créée le 29 septembre 1988 dans le cadre d'un «spatiopôle» liégeois pour développer les logiciels de systèmes dans l'espace. Aujourd'hui, elle constitue la référence européenne en matière d'informatique «sur mesure» pour satellites et lanceurs (notamment Vega), leurs tests au sol, le contrôle sur orbite et le traitement des données. Avec un chiffre d'affaires de l'ordre de 12 millions d'euros (2015) pour la fourniture de composants «software» aux acteurs institutionnels et industriels du spatial et de systèmes d'information géospatiale. Avec près d'une centaine d'ingénieurs et informaticiens dans 3 filiales implantées à Liège (Spacebel SA), Hoeilaart (Spacebel Vlaanderen) et Toulouse (Spacebel SAS).

Thierry Du Pré-Werson, Administrateur-délégué du Groupe Spacebel, affiche beaucoup de fierté pour la place prise en Europe par ses 3 sociétés d'informatique spatiale. «Nous continuons de croître, grâce à la confiance que nous avons gagnée auprès de nos principaux clients que sont le Cnes (Centre National d'Études Spatiales) en France et l'ESA en Europe. Notre maîtrise de toute la chaîne commande-contrôle, aussi bien pour les moyens au sol que pour les systèmes de bord, constitue un réel atout. Nous sommes leader en Europe pour les simulateurs et émulateurs d'équipements spatiaux de haute complexité». Le Cnes est à Toulouse le plus gros client de Spacebel pour 1/3 de son chiffre d'affaires. Ainsi, la société belge d'informatique spatiale est répertoriée dans tous les programmes cadre

de l'agence spatiale française. Preuve de confiance: elle vient de regagner la compétition pour des activités avec le Cnes jusqu'en 2020.

SIMULATION, ÉMULATION, TRAITEMENT

Faisant preuve d'une grande flexibilité pour s'adapter aux besoins de ses clients et partenaires, Spacebel est présent sur plusieurs programmes de l'ESA avec des simulateurs et émulateurs du vol en formation de *Proba-3* (2019), de la mission scientifique *Euclid* (2020) ainsi que pour les charges utiles des satellites météorologiques *Metop Second Generation* (à partir de 2021). L'informaticien spatial belge prend part au grand succès de la mission européenne *Gaia* (voir illustration ci-contre). Ce satellite d'astrométrie lancé en décembre 2013, permet de cartographier en 3D, avec une précision sans précédent, notre Voie Lactée afin de mieux comprendre la formation et l'évolution de la galaxie. Il a permis un premier catalogue stellaire recensant la position exacte et la luminosité de 1,142 milliard d'étoiles et il a déterminé la distance et les mouvements dans le ciel de plus de 2 millions d'étoiles. Spacebel a contribué à cette première moisson de résultats fructueux grâce à son logiciel de gestion de l'unité de traitement des données de la charge utile.

Objectif *Taranis* pour 2018: l'abréviation de *Tool for the Analysis of Radiation from lightning and Sprites* désigne un micro-satellite complexe de 152 kg chargé d'étudier les effets des phénomènes lumineux liés aux orages dans l'atmosphère entre 20 et 100 km d'altitude. Spacebel à Liège a développé le logiciel de la charge utile de cet observatoire unique en son genre. Cette réalisation démontre à nouveau son grand intérêt dans la mise en œuvre de petits satellites (basés sur des plateformes *Proba* de l'Esa ou *Myriade* du Cnes) pour l'observation de l'environnement terrestre. Parmi les missions de la fin de cette décennie, citons *Altius* de l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique et *Saocom Cs* pour une coopération de l'Europe avec l'Argentine.

CAP SUR L'HYPERSPECTRAL

Spacebel mise beaucoup sur le programme *Small Missions Initiative* du programme technologique de l'Esa. «Notre métier est en évolution constante. Pour rester à la pointe, nous voulons être partie prenante dans la mise en œuvre de petits satellites de télédétection, en particulier dans le domaine hyperspectral qui n'est guère exploité à ce jour», explique Thierry Du Pré-Werson. «Nous coopérons avec des acteurs liégeois, à savoir Amos, Deltatec et le Centre Spatial de Liège, dans le développement d'un imageur hyperspectral qui pourra être

embarqué sur un micro-satellite compact de quelque 150 kg.»

Dans sa stratégie à l'export, Spacebel n'a pas renoncé à vendre un tel satellite, clés en main, à un pays asiatique.

Sur le marché de l'observation satellitaire en plein essor dans le monde, on est conscient à Liège qu'il y a une carte à jouer. La télédétection hyperspectrale pourrait être inscrite comme mission Sentinel du système Copernicus que la Commission européenne met en place pour la surveillance du globe pour l'environnement et la sécurité. Spacebel se prépare à participer à la réalisation d'un démonstrateur de petit observatoire avec son imageur hyperspectral.

Le petit satellite d'observation Proba V.



Par ailleurs, Spacebel est impliquée dans la plateforme informatique de gestion du «Space Weather» (météo de l'espace), tant à Redu (Centre Esa) qu'à Uccle (Observatoire royal de Belgique). ■

À LIRE

Un guide inédit sur un monde étrange

Mars est assurément la grande vedette de l'odyssée dans le système solaire. Au-delà, il y a l'énorme Jupiter, la planète la plus volumineuse autour du Soleil. Deux astronomes de l'Observatoire de Paris, James Lequeux et Thérèse Encrenaz, viennent de lui consacrer un superbe guide aux Éditions Belin de Paris (130 pages très illustrées). Une fois que les télescopes ont gagné en performances, cette géante a intrigué à cause de sa tache rouge qui se déplace dans une atmosphère agitée. La connaissance de Jupiter a progressé durant ces 40 dernières années grâce aux sondes américaines de l'exploration spatiale: avant de s'évader du système solaire, les Pioneer-10 et Pioneer-11 en 1973, puis Voyager-1 et Voyager-2 en 1979 ont survolé Jupiter, transmettant de magnifiques photos de sa surface gazeuse et de ses nombreuses lunes (on en dénombre au moins 67 !). Il y eut la sonde Galileo qui se mit en orbite à partir de décembre 1995, largua une capsule dans l'atmosphère jovienne et y fut précipitée en septembre 2003. Sans perdre de vue les observa-

tions remarquables du Hubble Space Telescope de la Nasa, qui montra en juillet 1994 la chute d'une comète sur Jupiter !

James Lequeux et Thérèse Encrenaz font le point sur le long cheminement, de l'Antiquité à nos jours, dans la découverte, sous toutes ses coutures, de ce monde à part, très étrange. On aurait voulu en savoir davantage sur les physionomies fort différentes des 4 lunes principales - Io, Europe, Ganymède, Callisto - qu'on appelle satellites galiléens, parce que mis en évidence par l'astronome Galileo Galilei (1564-1642). Par contre, on en apprend beaucoup sur les influences de Jupiter, vu sa grande masse, dans la formation et l'évolution du système solaire. Un chapitre fait le rapprochement avec des Jupiters autour d'étoiles: les exoplanètes, qui ont été détectées et étudiées, sont des Jupiters chauds, qui évoluent très près de leur soleil. Les Jupiters froids, qui rappellent celui autour de notre étoile, sont plus difficiles à découvrir. Mais les auteurs sont optimistes vu l'avènement de télescopes de plus en plus grands. ■



Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, ESA/ATG medialab, SpaceX/Flickr

Droit luxembourgeois pour exploiter les astéroïdes.

Le Gouvernement grand-ducal a, le 11 novembre dernier, présenté son projet de loi, unique en Europe, pour explorer et utiliser les ressources qu'on peut trouver sur les astéroïdes, les comètes, sur la Lune, Mars... Ce cadre juridique, qui est lié à l'initiative spaceresources.lu pour promouvoir l'industrie des systèmes spatiaux au Grand Duché, précise d'emblée cette nuance: «Les ressources de l'espace sont susceptibles d'appropriation en conformité avec le droit international.» Il définit les conditions pour qu'une entreprise ait accès aux richesses minérales - encore inexploitées ! - sur des rochers qui sillonnent le milieu spatial. 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». ■



Nomad belge sur orbite martienne. L'Esa a, le 19 octobre, réussi à placer autour de Mars la sonde *ExoMars Tgo* (Trace Gas Orbiter), réalisée par *Thales Alenia Space*. La Belgique est présente à bord avec l'instrument *Nomad* (Nadir & Occultation for Mars Discovery) de son *Institut d'Aéronomie Spatiale* (Uccle). Ce triple spectromètre, contenu dans un boîtier compact de 28 kg, doit fournir un nouvel éclairage sur les composants et l'évolution de l'atmosphère de la Planète Rouge. Ses observations qui viennent de démarrer pour durer jusqu'en 2020 sont attendues avec impatience par l'équipe d'Ann Carine Vandaele pour la communauté scientifique mondiale. D'ores et déjà, les premières données se révèlent prometteuses. ■



VOLS HABITÉS PRIVÉS dès l'an prochain ?

Pour la desserte de l'*Iss* (International Space Station) avec ses astronautes, la *Nasa* dépend jusqu'en 2019 du vaisseau russe *Soyouz*. En 2018, dans le cadre du *Ccp* (Commercial Crew Program), elle compte bien disposer de 2 capsules privées pour ses missions avec équipage: le *Cst-100 Starliner* de *Boeing* et le *Crew Dragon* de *SpaceX*, l'entreprise d'Elon Musk. Celui-ci reste assez discret sur le développement de son vaisseau pour astronautes, car sa priorité est la fiabilité de son lanceur *Falcon 9*. On annonce le test du *Crew Dragon* en mode automatique durant l'été prochain. Si l'essai est concluant, une mission habitée pourra avoir lieu avant la fin de 2017. ■





**Des grands, des petits,
des qui se déplient ou s'admirent,
des qui font sourire ou réfléchir, un
choix de documentaires jeunesse
remarquables, à parcourir en famille,
pour s'informer et apprendre.
Nouvelle tendance ?
Ces albums sont illustrés pour
la plupart, non de photos, mais de
magnifiques dessins. La science fixe
rendez-vous à l'art...**

Le corps humain



Comment fabriquer son grand frère, Anaïs Vaugelade, *L'école des loisirs*, 64 pages, 19,80 euros.

Ce très grand format présenté en couverture comme «un livre d'anatomie et de bricolage» est une merveille d'inventivité et de partage de connaissances. On y suit la construction, étape par étape, d'un grand frère par Zuza, personnage récurrent de l'auteure-illustratrice. Cela peut avoir l'air d'être une blague mais ce n'en est pas une. Au contraire, les faits scientifiques sont sérieux mais leur approche est originale et fascinante. Os, articulations, ligaments, muscles, nerfs, yeux, oreilles, bouche, nez, peau... tout le corps humain est passé en revue et on récapitule régulièrement les connaissances acquises.

L'album est né d'une question du fils d'Anaïs Vaugelade: sa poupée avait-elle aussi une colonne vertébrale ? Constatant que «Souvent les livres d'anatomie pour enfants sont des livres de démontage: on ouvre le corps, on regarde dedans, on énumère les organes, c'est très descriptif», la créatrice a eu l'idée de «monter» un corps pièce par pièce, pour permettre une meilleure compréhension de son fonctionnement. Un travail de titan qui atteint magistralement son but dans ce livre splendidement illustré, offrant de nombreux niveaux de lecture.

Pour tous à partir de 5 ans. ■

Anatomie, Hélène Druvert avec la collaboration de Jean-Claude Druvert, *De La Martinière Jeunesse*, 48 pages animées, 22 euros.

Vive les nouvelles technologies en matière d'imprimerie ! Les découpes laser notamment (attention elles sont spectaculaires, utiles mais fragiles) qui, couplées à des rabats animés, ont conduit à ce remarquable grand format où on pénètre couche par couche le corps humain. Les découpes montrent ainsi en superposition les différents systèmes du corps humain. Quelle force dans les représentations graphiques de ce marin moustachu à la mode d'hier, entier ou en partie, qui viennent mettre en images les textes explicatifs. Ces derniers ont été rédigés par un médecin, le père de l'auteure-illustratrice. Ils sont à la fois précis et accessibles.

Voilà une dissection magistrale: muscles, système nerveux, cerveau, squelette, appareil respiratoire, système circulatoire, cœur, appareils digestif et urinaire, organes des 5 sens, systèmes reproducteurs masculin et féminin et grossesse pour terminer. De quoi se rappeler que le corps humain est une incroyable machine.

À partir de 8 ans. ■

Ouille ! Ouille ! Ouille !, texte de Delphine Godard et Nathalie Weil, illustrations d'Aurélie Grand, *Nathan*, 48 pages avec rabats, 16,90 euros.

Il ne faut pas être hypocondriaque pour lire cet album qui répond à plein de questions qu'on se pose à propos de sa santé. Le sous-titre est clair: «toutes les questions que tu te poses sur la santé, la visite chez le médecin, les microbes, les petites et grandes maladies, les gripes et otites, les anticorps, les piqûres, les infections, l'anesthésie, l'hygiène, les médicaments, les gélules...» Groupes ! Pas besoin de défaillir pour autant car le livre est fort bien fait et bien utile en réalité.

D'un ton simple, il aborde les interrogations qui naissent chez tout un chacun à propos de son corps ou de sa santé. Sur ce qui va, et fatalement, sur ce qui ne va pas. Des rabats à déplier et une bonne dose d'humour dédramatisent les situations évoquées et répondent à plus de 80 questions en expliquant clairement le fonctionnement du corps. Même pas mal...

À partir de 9 ans. ■

À lire...

avec nos enfants

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



Les mondes invisibles des animaux microscopiques, Hélène Rajcak et Damien Laverdunt, *Actes Sud junior*, 36 pages à rabats, 19,50 euros.



Botanicum, textes de Katie Scott, illustrations de Kathy Willis, traduit de l'anglais par Emmanuel Gros, *Casterman*, 110 pages, 25 euros.



La nature

Les merveilles de la nature, textes d'Amanda Wook et Mike Jolley, illustrations d'Owen Davey, traduit de l'anglais par Marie Renier, *Gallimard Jeunesse*, 112 pages, 20 euros.

Pas besoin de microscope pour ce livre de nature, ce sont les pages qui en font office ! Je m'explique. Si on sait bien qu'autour de nous existent des mondes invisibles à l'œil nu, on a rarement l'occasion de s'équiper techniquement pour partir à leur découverte. Dans cet ouvrage, chaque double page présente à gauche un petit dessin du milieu étudié et un texte introductif. Puis, quand on déplie son rabat, on se trouve face au même milieu agrandi, jusqu'à 150 fois, cet autre dessin étant complété de vignettes légendées.

En route pour découvrir 10 micro-écosystèmes qui fourmillent de vie et provoqueront des réactions de curiosité, de stupeur et parfois de dégoût : plancton, sable des plages, fonds marins, lit, peau, sol de cuisine, sol de forêt, mousse, mare et rivière. Un travail très intéressant que complète le large lexique illustré en fin d'ouvrage.

À partir de 9 ans. ■

Qui ne connaît les magnifiques *Kew Gardens* en Angleterre ? C'est leur directrice scientifique, et professeur de biodiversité à l'Université d'Oxford, Kathy Willis, qui est l'auteur de cette superbe balade entre les arbres et les plantes, très joliment illustrée, à la façon des anciennes planches documentaires, par Katie Scott. Ce très grand format est une excellente initiation à la botanique. Les yeux se laissent séduire par les remarquables illustrations, proches de tableaux, et s'instruisent alors à la faveur des textes simples mais informatifs, qui replacent toujours les plantes étudiées dans le contexte du monde contemporain.

Amateurs de champignons, d'arbres, de plantes fleuries, de palmiers, d'algues, d'orchidées, de fleurs sauvages, de plantes carnivores ou de plantes cultivées, il y en a pour tous les goûts. Avec toujours le même émerveillement des auteurs pour les matières traitées.

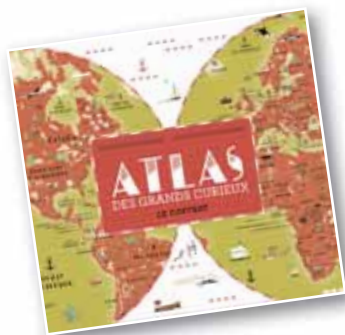
Pour tous à partir de 8 ans. ■

Encore de très belles planches encyclopédiques illustrées pour ce remarquable album qui nous vient de Grande-Bretagne, 67 exactement, et nous montre les formidables possibilités d'adaptation de la nature. Aux saisons comme aux milieux. En évoluant, animaux et plantes ont ainsi assuré leur survie. Quelle diversité sur Terre et quelle ingéniosité que celle de ces êtres vivants pour se nourrir, se déplacer et se reproduire ! On va ainsi comprendre pourquoi certains animaux migrent, comment les plantes se reproduisent, pourquoi certains oiseaux pondent des œufs minuscules.

À noter que les planches sont répertoriées par des onglets de couleur (jaune pour habitat, orange pour espèce, bleu pour adaptation). Chaque sujet est traité en différents mots-clés : se mouvoir, se reproduire, réagir, se nourrir, respirer, excréter, croître par exemple pour la double page traitant des organismes vivants. Une approche spécifique mais en lien entre toutes les magnifiques images de cet album qui peut être lu à différents âges selon ce qu'on y cherche.

À partir de 5 ans. ■

Les encyclos



Atlas des grands curieux, le coffret, textes d'Alexandre Messenger, illustrations de l'atelier Cartographik, De La Martinière Jeunesse, 19,90 euros.

Vous souvenez-vous de l'*Atlas des grands curieux* que j'avais présenté dans ces mêmes colonnes il y a tout juste un an ? Un atlas élégant et ingénieux invitant à partir à la découverte des 6 continents. Le voici en format légèrement plus petit et broché mais sous forme de coffret ludique composé du livre initial (sans ses films transparents), d'un planisphère géant (92 x 69 cm), d'une série de 47 stickers (animaux, monuments, personnages, instruments de musique) à (re)positionner sur ledit planisphère et d'une botte de 30 cartes de questions (2 par carte) illustrées pour vérifier ses connaissances. Ou les améliorer car les réponses figurent au dos des cartes. Pour rappel, chaque continent est traité ainsi dans l'atlas : fiche d'identité, carte détaillée des pays, zooms musicaux et vestimentaires, jeux en forme de quiz ou de «vrai ou faux» sur la cuisine, les animaux, les productions locales, infographies sur les modes de vie, le tout étant complété d'anecdotes amusantes. Les nouveaux éléments de cette édition le rendent encore plus attrayant.

À partir de 8 ans. ■



La grande encyclopédie visuelle, collectif, Gallimard, *Les yeux de la découverte*, 360 pages, 24,95 euros.

Vous avez l'esprit curieux et quelques centaines d'heures de temps libre devant vous, cet album vous conviendra parfaitement. Il est comme un *digest* de l'ensemble de la merveilleuse collection documentaire *Les yeux de la découverte*, créée en 1988. Toujours le même principe de doubles pages thématiques, largement illustrées (10 000 images, schémas et cartes légendés, 150 planches thématiques), réunies en grands chapitres. Dans le cas présent, on recense «Sciences et technologies», «La nature», «La géographie», «La culture», «Sports et loisirs» et «Histoire». Soit une masse considérable de documents de toutes formes, photos, dessins, schémas. Heureusement, un gros index en fin d'ouvrage permet de s'orienter si on est à la recherche d'un renseignement précis. Sinon, on peut se promener dans le livre au hasard. On y trouvera toujours plein de choses intéressantes à se mettre sous la dent. Mais il faut avoir de bons yeux car les dossiers fourmillent tellement d'informations que les textes sont parfois écrits fort petit. Néanmoins, voilà une somme considérable de savoirs dans lesquels je n'ai pas trouvé d'erreurs (l'une ou l'autre coquille, c'est tout).

Pour tous à partir de 5 ans. ■



De la préhistoire à aujourd'hui, l'histoire du monde en 400 pictos, textes d'Anne Jonas, illustrations de Michaël Leblond, De la Martinière Jeunesse, 72 pages, 15,50 euros.

Donner à voir de façon panoramique l'histoire du monde de ses origines à nos jours, telle est l'ambition de cet ouvrage élégant. Associer à chaque événement marquant (politique, mode de vie, alimentation, inventions,...) un symbole visuel, un pictogramme ou «picto», tel est son autre point fort. Voilà une manière extrêmement attrayante de parcourir différemment notre Histoire. Le livre est organisé en 50 sujets chronologiques avec 4 focus de 2 pages sur le commencement du monde, l'an 1000, l'an 1500 et l'an 2000. Pour le reste, chacune des pages s'attache à un fait historique : «Quand on invente l'écriture», «Quand Charlemagne devient empereur», «Quand naît la Grande-Bretagne», «Quand l'homme marche sur la Lune»... Chaque fois, une intro texte pose les repères. Elle est complétée de 8 pictos en moyenne par sujet, légendés. C'est fou comme ces symboles visuels en 2 couleurs parviennent à synthétiser les sujets et à se fixer dans la rétine. Une approche également originale sur le fond puisque le livre présente l'Histoire dans le monde entier et pas seulement en Europe ; et sur la forme grâce à ces pictos.

À partir de 8 ans. ■



Questions-Réponses



Vrai ou faux ?, textes d'Andrea Millis, traduit de l'anglais par Bruno Porlier, Gallimard Jeunesse, 192 pages, 19,95 euros.

Le livre fonctionne par doubles pages et est à tenir comme d'habitude, ou bien carrément reliure vers le haut. Chaque fois, son titre est une affirmation. Vrai ou faux ? C'est ce que le mini-dossier permet de découvrir grâce aux explications, aux exemples et aux illustrations. À noter que des sous-questions sont également posées, dont les réponses figurent en fin d'ouvrage. Six grands thèmes ont été choisis: le corps humain, la nature, sciences et technologies, l'espace, la terre et Histoire et culture. Chacun se décompose en une quinzaine de questions. Une mine d'informations qui établit des faits et rétablit des vérités. Non, la Lune n'a pas une face sombre. Non, l'Amazonie n'est pas le fleuve le plus long du monde. Oui, la pénicilline fut découverte par accident. Un livre qui doute aussi quand c'est nécessaire, à propos de l'absence de vie sur Mars par exemple, au vu des connaissances actuelles.

À partir de 8 ans. ■



Le kididoc des dessus-dessous, texte de Cécile Jugla, illustrations de Didier Balicavic, Nathan, 36 pages animées, 16,90 euros.

Suivons Manon et Lucas qui vont résoudre 90 questions abordant le concept dessus-dessous et dévoileront un bon nombre de choses cachées. Les doubles pages animées qui se déploient parfois jusqu'à plus que doubler de surface proposent des vues panoramiques de différents milieux. Les flaps à soulever donnent certaines indications visuelles ou des textes explicatifs. Sont étudiés successivement, le corps humain, la ville, l'autoroute, le potager, l'escargot, les animaux, la forêt, les castors, la mer, le paquebot, le cœur de la Terre, la grotte, le tombeau du pharaon... On le voit, les sujets sont variés et offrent de multiples sujets de curiosité.

À partir de 4-5 ans. ■



À qui est ce squelette ?, textes de Henri Cap et Raphaël Martin, illustrations de Renaud Vigourt, Seuil Jeunesse, 40 pages animées, 18 euros.

Que d'os, que d'os dans cet album en bleu léger et orange clair ! Mais c'est pour la bonne cause puisqu'il s'agit de faire mieux connaître cette partie mystérieuse du corps des animaux, le terme d'animaux incluant bien sûr l'homme. Les auteurs expliquent d'abord que les squelettes sont entrés en scène il y a 540 millions d'années ! Puis ils en viennent brièvement à la marche de l'évolution. Passées quelques informations générales, on passe à l'exploration elle-même. On commence par la tête, «bien faite» est-il précisé - tout le livre emprunte avec brio des expressions connues pour hameçonner le lecteur, «jeu de jambes», «la meilleure façon de marcher», «à tire d'aile»... Il est agréable de constater que de plus en plus d'ouvrages documentaires font le choix d'une écriture pas seulement scientifique. On comprend aisément toutes les fonctions des os et toutes les formes de squelettes grâce à ces pages bien pensées et agréablement composées.

À partir de 7 ans. ■

«Chacune de nos lectures
laisse une graine
qui germe»

Jules Renard

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

Bonnes lectures !

AGENDA

- Du 8 décembre 2016 au 8 janvier 2017
- Musée du Cinquanteaire
Parc du Cinquanteaire, 10
à 1000 Bruxelles

40 ans, 40 histoires

L'exposition comprend 40 portraits photographiques de membres du personnel de Saint-Luc. Ces portraits ont été réalisés par des étudiants en photographie et des professeurs de l'École Supérieure des Arts de l'Image le 75 ainsi que quelques artistes invités. Ces derniers ont eu l'opportunité d'accompagner des personnes de Saint-Luc et de partager leur quotidien, leurs passions, leurs joies et parfois aussi

leurs peines. Chaque photographe a apporté son regard vierge et artistique afin de capter ces moments magiques et précieux qui se jouent tous les jours dans un hôpital. Au travers des images obtenues, les histoires des personnes photographiées se racontent naturellement. Soit 40 histoires qui témoignent finalement de ce que sont les Cliniques universitaires Saint-Luc l'année de leurs 40 ans.

Avec tous ces portraits, «40 ans, 40 histoires» offre une véritable plongée au cœur de l'univers hospitalier et met l'accent sur 2 dimensions fondamentales d'un hôpital: l'humain et la diversité des métiers. Outre les soignants, les médecins et les patients, l'exposition met en avant tous les autres métiers qui contribuent au bon fonctionnement d'un hôpital: psychologues, cuisiniers, assistants sociaux, brancardiers, logisticiens, kinés, informaticiens, etc. De nombreuses professions, parfois méconnues du grand-public, se voient ainsi mises à l'honneur.

Infos

www.saintluc.be

- Du 13 décembre 2016 au 12 mars 2017
- Au Beffroi de Mons
Rue des Gades à 7000 Mons

Jeux de Lumières



L'UMONS et les équipes de SciTech² (son centre de diffusion des sciences et des techniques) vous invitent à mesurer la vitesse de la lumière d'un faisceau projeté entre le Beffroi de Mons et le châssis à molettes du Pass de Frameries et à revivre ainsi la célèbre expérience tentée en 1849 par le savant français Hippolyte Fizeau... qui n'a plus été rééditée depuis plus d'un siècle ! Cet événement interactif, baptisé «C au Beffroi» («C» étant le nom officiel de la vitesse de la lumière), a été conçu par les physiciens, techniciens et ingénieurs de l'UMONS, qui sont parvenus à moderniser l'expérience du 19^e siècle, tout en préservant l'esprit de sa version originale, fruit d'une intuition absolument géniale: comment imaginer en effet qu'une petite roue dentée puisse servir à mesurer la vitesse la plus élevée que l'on puisse rencontrer dans l'Univers ?

Un autre événement, porté par l'ASBL ScienceÉchos et l'UMONS, est également programmé à cette occasion: *Scènes de Lumières et tout s'éclaire !* vous embarquera à la découverte de l'un des phénomènes les plus essentiels à notre existence: la lumière ! Au programme: instruments scientifiques anciens, livres précieux, et surtout des démonstrations d'expériences rares et convaincantes qui ne manqueront pas de vous surprendre ! Une exposition passionnante à la croisée des sciences, de l'histoire et de la société.

Infos

<http://scitech2.umons.ac.be/jeux-de-lumieres/>



À NE PAS MANQUER !

- Du 18 janvier au 1^{er} février 2017
- ULB Campus du Solbosch (Bât. S)
Avenue Jeanne, 44 à 1050 Bruxelles

Sons et lumières

Ce spectacle scientifique et humoristique présentera une quarantaine d'expériences spectaculaires de Physique et de Chimie, réparties en 2 mi-temps de 45 min. La présentation, proposée par des animateurs scientifiques et des acteurs, sera essentiellement destinée aux élèves du 3^e degré du secondaire. Les spectateurs individuels sont également les bienvenus, sur inscription. En physique, seront abordées les techniques de communication par la lumière et le son, les vitesses de propagation, la couleur et le timbre de la voix, les interférences et les ondes stationnaires. Le tout illustré par des expériences démonstratives et des exemples variés d'applications technologiques. Vous découvrirez également comment des substances chimiques peuvent produire de la lumière ou au contraire, comment elles utilisent la lumière pour se transformer...

Infos & réservation (obligatoire)

<http://sciences.ulb.ac.be/agenda/spectacle/>

- Jusqu'au 13 janvier 2017
- Espace Wallonie
Place Saint-Michel à 4000 Liège

Mon jouet... mon métier

La culture scientifique et technique a été et reste toujours un atout majeur de la Wallonie. On l'acquiert par l'enseignement, par la littérature de vulgarisation, mais aussi par le jouet, un outil pédagogique étudié seulement par les collectionneurs. Certes, les petits garçons jouent au soldat, les filles à la poupée ou à l'infirmière, ce qui amène à d'intéressantes réflexions sur le gender, mais il existait des jeux de métier: petits outils de jardinier, de menuisier, mécano ou arpenteur, sans parler de la trousse du parfait petit curé. Pour les plus grands, les boîtes d'expérience de chimie, de physique, d'optique, d'électricité, les petits microscopes et les

lunettes, sans parler des jeux de banque, ont fait naître bien des vocations. Le Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques de l'ULg met les jouets en lumière dans cette exposition, en analysant leur contenu scientifique, leurs conditionnements idéologiques, leur rôle social. Le Cercle des amis du jouets anciens (CAJA) nous présente ici ses plus belles pièces de jouets à vocation scientifique et/ou technique, et datant d'avant 1970.

Infos

www.expositions-wallonie.be
www.hypothese.be



Sur le Web

Matière Grise

Formidable émission de vulgarisation scientifique, elle n'est pas toujours diffusée à des heures de grande écoute. Et c'est bien dommage ! Heureusement pour les curieux de sciences et les curieux tout court, il existe un site Internet. Vous pourrez y revoir les émissions précédentes, connaître les dates et heures de diffusion des suivantes, suivre l'actualité scientifique, visionner des vidéos instructives et vulgarisées sur des sujets aussi divers que les jumeaux, la vie secrète des bébés, le tueur en série des grottes, nos (sales) petites manies, etc... Il y en a pour tous les goûts et surtout, c'est accessible dès le plus jeune âge.

Infos

www.rtb.be/tv/emission/detail_matiere-grise?emissionId=65#contenu



À LIRE

Qui était Néanderthal ? L'enquête illustrée

Antoine Balzeau et Emmanuel Roudier

Voici l'histoire d'une autre humanité, celle de nos cousins Néandertaliens, telle qu'on ne vous l'a encore jamais racontée. L'Homme de Néandertal nous fascine depuis sa découverte... Peut-être savez-vous qu'il enterrait ses morts... Mais l'avez-vous déjà vu faire ? Sans doute avez-vous entendu dire qu'il était un chasseur émérite... Mais avez-vous assisté à l'une de ces chasses où les Hommes, lancés à la main, traquent les bêtes affolées ? Avez-vous déjà observé des Néandertaliens apprendre à tailler des pierres à leurs enfants ? Ou assisté à leurs rencontres - et leurs amours - avec nos ancêtres Homo sapiens ? Fruit de la collaboration entre un paléanthropologue et un dessinateur, *Qui était Néanderthal ? L'enquête illustrée* vous propose de découvrir toutes ces scènes inédites de la vie des Néandertaliens, et bien d'autres, basées sur les connaissances scientifiques les plus récentes. Un ouvrage unique et accessible à tous, qui permettra de comprendre qui était l'Homme de Néandertal et comment il vivait.

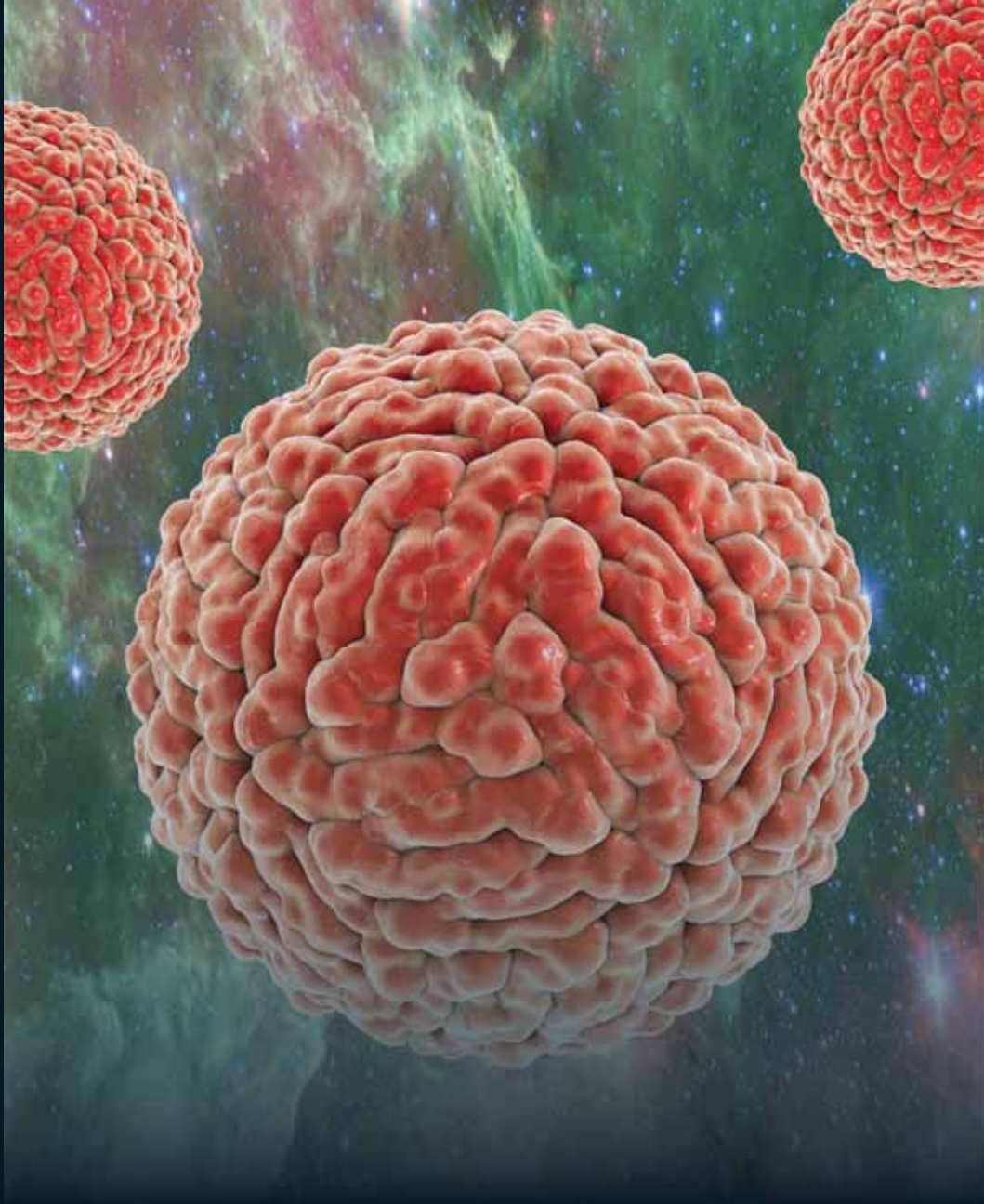
Les lecteurs intéressés par Néandertal avaient jusqu'ici le choix entre des ouvrages plus ou moins spécialisés, basés

sur une narration et quelques illustrations, souvent choisies sans considération esthétique... ou des ouvrages pour enfants, aux textes brefs, avec des raccourcis et des illustrations simplistes... *Qui était Néanderthal ? L'enquête illustrée* vient combler ce fossé et s'adresse à tous les publics, jeunes et moins jeunes, fins connaisseurs ou néophytes complets en préhistoire.

Quand j'ai reçu ce livre magnifique, j'ai cru que c'était une BD et je me suis dit «chouette, quelle bonne idée !». Ce n'en est pas une mais l'ouvrage n'en reste pas moins attrayant. Conçu comme une histoire, subdivisée en différents chapitres, il retrace avec exactitude et vraisemblance le parcours de notre ancêtre. Magnifiquement et diversement illustré (schémas, lignes du temps, dessins, photos, cartes, chiffres, carnets de notes...), extrêmement dynamique, ce livre unique en son genre a vraiment tout pour plaire. C'est l'un de mes coups de cœur de l'année !



www.editions-belin.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)