

Athena

Le mag' **scientifique**

318

Mars
2016

www.athena.wallonie.be · Bureau de dépôt Charleroi X · N° d'agrément : P002218

Société

Une **6^e extinction**:
bluff ou réalité ?

Dossier

Stérotypes et préjugés,
quand noblesse oblige...





Édito



Le poids des mots

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

Le monde n'aura jamais connu de flux migratoire aussi important depuis la Seconde Guerre mondiale avec pas moins de 60 millions de personnes déplacées, dont plus d'1 million arrivées aux frontières européennes. Presque 4 000 voyageurs sont décédés au cours de leur périple. Ces chiffres, interpellants depuis quelques mois, ont mené les autorités et, dès lors, le grand public, à donner un nom à ce «problème»: la «crise des migrants». Il y a le choc des photos mais il y a aussi le poids des mots: crise, migrant, immigré, réfugié, déplacé... le choix du vocabulaire est important. Migrant ou réfugié, ce n'est pas pareil. Ces 2 mots portent en eux des raisons et des enjeux différents à leur volonté de tout quitter. Tout comme le mot «crise» est, à mon sens, extrêmement fort, trébuchant dans son sillage les idées d'urgence, de gravité, d'angoisse, voire de menace. (Pas de méprise, c'est un simple constat rhétorique et non une volonté de minimiser le problème)

Petite anecdote personnelle: le titre de mon mémoire s'intitulait «*Affaire Trintignant-Cantat: mise en scène et en récit d'un fait divers*». Il s'agissait de faire une analyse de contenu et du vocabulaire utilisé pour caractériser les 2 protagonistes dans les magazines liés à leur propre milieu: le cinéma et la musique. Il s'est avéré qu'il y a eu un effet de compensation dans «leur» presse respective: l'enfant chéri du rock français était devenu, pour ses pairs, l'enfant terrible, le vilain petit canard. Idem pour Marie Trintignant, de l'actrice respectée, elle était devenue la «délurée» du cinéma, instable et provocatrice. L'image de ces 2 personnages publics, désavoués par leur propre famille professionnelle, s'en est retrouvée changée... et pour longtemps. Tout cela pour vous dire que les mots ont toujours des conséquences, parfois durables et douloureuses. Et que de là naissent préjugés, clichés et stéréotypes. Philippe Lambert y a consacré le dossier du mois. Vous le verrez, c'est un sujet complexe aux multiples paramètres. Mais dans ce contexte de crise des migrants et de terrorisme, avec tous les amalgames qui peuvent en dériver, et grâce aux sciences, des pistes d'ouverture et de partage voient le jour... ■

ATHENA 318 • Mars 2016

SPW | Éditions

Tiré à 20 000 exemplaires, Athena est un magazine de vulgarisation scientifique édité par le Département du Développement technologique (Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche - DGO6) du Service Public de Wallonie.

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

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

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

Abonnement (gratuit)

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

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

Distribution en Belgique uniquement.

- **Rejoignez-nous également sur:**
- [Facebook.com/magazine.athena](https://www.facebook.com/magazine.athena)

Sommaire

- 4 **Actualités**
Le monde de la recherche, des nouvelles technologies
et des entreprises à la loupe
- 10 **Coup de Projo**
sur Cap Sciences
- 12 **Société**
Une 6^e extinction: bluff ou réalité ?
- 16 **L'ADN de ...**
Catherine BARVAUX · Chef de cantonnement
- 18 **Dossier**
Stéréotypes et préjugés, quand noblesse oblige...
- 23 **Barje**
On est tous Barje, même Athena !
- 24 **Santé**
Immunothérapie du cancer, le jour se lève
- 28 **Internet**
Vers une «Uber» société ?
- 32 **Série**
De la chambre noire à la 3D: Zoom sur la photographie
- 36 **Chimie**
Découvrez ce que les molécules racontent
- 38 **Biologie**
Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 42 **Physique**
Tout est relatif mais tout s'explique !
- 44 **Astronomie**
Petite balade la tête dans les étoiles
- 46 **Espace**
Pour savoir tout ce qui passe en l'air et sur Terre !
- 50 **Agenda**
À voir, à tester, à cliquer, à lire...



Éditeur responsable
Michel CHARLIER,
Inspecteur général
Ligne directe: 081 33 45 01
michel.charlier@spw.wallonie.be

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

Dessinateurs
SKAD, Vince

Relecture
Céline Closset
Élise Muñoz-Torres
Nadège Wallemacq

Application mobile
PAF !

Couverture
Première
Crédit: WB Photo Collection/Flickr

Quatrième
Crédit: Daya Bay

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.





Entre wallons, on se comprend...

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

Même si l'on est une grosse entreprise, dans un monde toujours plus complexe, on ne peut plus mettre la main à tout. D'où le retour au cœur d'affaire, de l'objectif social que pratiquent aujourd'hui les entreprises. Avionneur spécialisé dans la conception, la fabrication et l'assemblage de structures pour avions civils (*Airbus, Embraer, etc.*), *Sonaca*, pour être toujours plus performant sur son métier, vient de sous-traiter au carolorégien *NRB*, et pour une durée de 5 ans, une partie de ses ICT (TIC en français pour Technologies de l'Information et de la Communication). Montant de ce contrat 100% wallon: 14 millions d'euros ! «*Jusqu'à ce jour, nous hébergeons et gérons notre propre infrastructure ICT. Pour pouvoir mener à bien notre ambitieux plan stratégique, nous avons compris que nous devons nous concentrer sur nos activités de base*», explique Bernard Delvaux, administrateur-délégué de *Sonaca*. Avec un chiffre d'affaires de quelque 360 millions d'euros, près de 2 500 salariés et des structures de production en Europe, en Chine et en Amérique du Nord et du Sud, on comprend que la direction a d'autres priorités que celle de la gestion opérationnelle de son informatique. Ainsi, précise, Bernard Delvaux, «*En sous-traitant notre département ICT, nous en augmenterons la qualité, réduirons ses coûts et les rendrons transparents pour le business. L'environnement dédicacé et le profession-*

nalisme de NRB veilleront à ce que notre ICT affronte l'avenir et concourent à nos ambitions de croissance».

Mûrement réfléchi, cette opération d'*outsourcing* fait suite à une étude approfondie du marché et à un cahier des charges précis, stipulant notamment que des économies de 25% devraient être réalisées. Les termes du contrat prévoient que *NRB* prenne en gestion les stations de travail, les systèmes de SAP BC (*Systems, Applications & Products in Data Processing - Business Connector*), le réseau, le service desk et le centre de données. «*La migration vers nos centres de données est en cours. Nous appliquerons nos standards de qualité pour tous les systèmes et activités afin de rencontrer les exigences en termes de performances et de sécurité. Sonaca bénéficiera également d'un accès aux dernières solutions de notre cloud privé et aux offres spécifiques du cloud public en plus des ressources et plateformes mutualisées chez nous*», détaille Ulrich Penzkofer, administrateur délégué de *NRB*. Qui conclut en notant que «*Ce contrat est très important pour NRB, non seulement en raison de l'environnement international et hautement professionnel de Sonaca, mais aussi parce qu'il renforce la position de NRB dans le secteur industriel en Belgique et au-delà*».

Créée en 1987 et installée à Herstal (Liège), *NRB* affiche un chiffre d'affaires consolidé de 300 millions d'euros et mobilise 2 000 salariés. Une entreprise

devenue groupe en capitalisant sur ses expériences et expertises. Aujourd'hui, *The NRB Group* comprend: *Xperthis* (informatique des soins de santé), *Civadis*, *Cevi* et *Logins* (solutions dédiées aux autorités locales), *Afelio* (développement et intégration de solutions mobiles et web) et *Trasys* (fournisseur de services et solutions ICT spécialisées pour le secteur public, l'industrie, la finance, l'assurance et les institutions internationales). Grâce à *Trasys*, dernière acquisition, *NRB* est à même de proposer désormais un portefeuille de services couvrant la totalité du cycle de vie d'un projet IT: de la consultance à la gestion opérationnelle en passant par le développement sur mesure, l'intégration, la maintenance applicative, le personnel et l'impression de documents. Une approche bout-en-bout qui permet à l'informaticien wallon de se hisser dans le Top 3 du secteur ICT belge. Dans le fonds de commerce de *NRB* figure d'ailleurs de grands noms de notre économie: le *Service Public de Wallonie*, la *Province de Hainaut*, *Infra-bel*, la *Ville de Charleroi*, *KBC*, *P&V*, *Ethias*, *FN Herstal*, *Sabca*, *Brussels Airlines*, *Magotteau*, *ORES*, etc. Bref, *Sonaca* ne pouvait trouver meilleur partenaire pour la gestion quotidienne de son parc informatique. Deux wallons réunis pour mieux appréhender leur avenir et celui de notre région. ■

<http://www.nrb.be>
et <http://sonaca.com>

Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photos: imageglobe.be (p.6), [IBA](http://iba.be) (p.8), neusenz.com (p.9), [ULB](http://ulb.ac.be) (p.9)

Pas au ralenti du tout !

Leader mondial des technologies de production vidéo en direct, l'entreprise liégeoise *EVS* a décroché un contrat avec la société américaine *NEP* (Pittsburgh), n°1 international dans les services de production audiovisuelle. Évalué à un peu plus de 15 millions de dollars et s'étalant sur la période 2016-2018, celui-ci couvre des mises à jour d'un grand nombre de serveurs *EVS* déjà en exploitation par *NEP* dans ses filiales à travers le monde. Ce nouvel engagement de *NEP* envers la technologie de l'entreprise wallonne conforte celle-ci sur le marché planétaire de l'audiovisuel.

EVS prend racine au début des années 1990, avec son *Live Slow Motion (LSM)*, un système de ralenti qui a tout bonnement révolutionné le reportage, notamment sportif, au point de devenir le standard mondial. Aujourd'hui, plus de 7 000 opérateurs exploitent quotidiennement cette technologie. Après le *LSM*, l'entreprise a développé la plateforme multi-média *C-Cast* et le mélangeur vidéo *IT DYVI* qui ont élevé plus haut encore la gestion et la distribution de productions en direct. À côté de son quartier

général liégeois (Seraing), *EVS* dispose de bureaux en Europe, au Moyen-Orient, en Asie-Pacifique et en Amérique du Nord. Quelque 500 commerciaux proposent ses produits et assurent le support de ses solutions dans plus de 100 pays.

La recette du succès est simple: elle repose sur l'identification permanente des tendances technologiques pouvant impacter les processus de production du monde audiovisuel afin de nouer des partenariats à long terme avec ses clients et leur développer des solutions constamment à la pointe de l'art et en totale adéquation avec leurs besoins les plus pointus. Cette recette fait aussi appel à une approche ciblée sur les marchés couverts - sports, divertissements, informations et médias - pour coller au plus près aux différentes nécessités de ces niches porteuses d'opportunités de développement. Grâce à cette stratégie, les clients signent et résignent avec ce champion liégeois de l'innovation. Un exemple à méditer et surtout à suivre ! ■

<http://www.evs.com>

<http://www.nepinc.com>



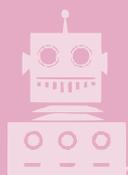
Pro du robot



Développer des robots intelligents et leur faire réaliser ensuite des travaux complexes, tel est le but de la *swarm robotics* ou robotique en essaim. Un domaine complexe où les robots doivent s'adapter à leur environnement, interagir entre eux et adopter un comportement commun afin de s'attaquer à la tâche demandée. C'est l'apanage de quelques spécialistes, dont Mauro Birattari, chercheur à l'*Institut de recherche Interdisciplinaire et de Développement en Intelligence Artificielle (IRIDIA)* de l'École Polytechnique de l'Université libre de Bruxelles (ULB), qui a décroché un *ERC Consolidator Grant in Swarm Robotics* décerné par le Conseil européen de la recherche.

Ce prestigieux coup de pouce, d'une durée de 5 ans, lui est donné à l'occasion du projet *DEMIURGE*, où Mauro Birattari tentera, avec son équipe, de concevoir un nouvel outil apte à déterminer lui-même les paramètres informatiques utiles à la création de robots. Ils devront définir un langage commun avec la machine pour comprendre le problème posé. Le programme choisira ensuite la méthode la plus optimisée à la résolution du problème et retiendra lui-même les paramètres utiles parmi un choix de modules, logiciels et matériels préprogrammés, afin que les *swarm robots* entrent en action. En opérant de façon automatique et intégrée, *DEMIURGE* devrait donc pouvoir résoudre seul un problème posé par les chercheurs, au départ des robots mis à sa disposition. ■

<http://www.ulb.ac.be>



►►► Pôle position ◀◀◀

Lancée en 2006, l'initiative des Pôles de compétitivité démontre aujourd'hui le bien-fondé de sa formule destinée à réindustrialiser la Wallonie. Et le moins qu'on puisse dire est que la mission a été remplie au-delà même des espérances. Actuellement, les 6 Pôles (*Logistics in Wallonia, Skywin, BioWin, Greenwin, Wagralim, MecaTech*) comptent 752 entreprises (dont 88% de PME) et connaissent une croissance de 11% par rapport à 2014. Les différents acteurs travaillent à ce jour sur près de 200 projets d'innovation labélisés; 415 innovations en produits, services et processus ont été engrangées, 180 brevets ont été déposés et plus de 20 licences ont été vendues.

Un franc succès qui redore la Wallonie et positionne son industrie sur les secteurs de demain: chimie, pharmacie, biologie, informatique, mécanique, spatial, etc. Des leaders mondiaux sont nés sur chacune de ces niches et donnent le ton au marché. Les 6 Pôles ont donc un impact direct, quantitatif et qualitatif sur le tissu économique de la Wallonie et de la Belgique. Si les comptes sont faciles à faire en termes d'entreprises et d'innovations, en revanche, il n'est pas aisé de chif-

frer exactement le nombre d'emplois créés. Toutefois, il est certain que les Pôles ont permis, directement et indirectement, la création de plusieurs milliers d'emplois qualifiés.

Pierre angulaire des Plans Marshall successifs, les Pôles, par la pertinence de leurs investissements, ont boosté le redressement wallon et hissé l'industrie wallonne parmi les leaders mondiaux dans les secteurs les plus pointus. Une réussite qui donne envie d'aller plus loin encore, de performer toujours plus. «Aujourd'hui, dit Jean-Claude Marcourt, Ministre de l'Innova-

tion, nous anticipons les changements sociétaux en poussant la spécialisation des Pôles dans les domaines qui touchent à la transformation digitale de l'industrie, à la valorisation des matériaux industriels et à la gestion raisonnée et efficace des flux d'énergie au sein des unités de production. Innovation et créativité resteront les éléments de différenciation et de compétitivité de nos entreprises. Voilà pourquoi nous nous devons d'encourager les gestes de rupture favorables à la réindustrialisation de la Wallonie». ■

<http://clusters.wallonie.be/>



Nouveau fer de lance !

Le Gouvernement wallon et *essenscia Wallonie* lancent une plateforme de concertation Biopharma & Chimie afin de mieux soutenir ces 2 secteurs clés de notre région, qui représentent plus de 40% du total de nos exportations régionales. L'initiative concerne 5 domaines: l'énergie, l'innovation, la formation-enseignement supérieur, l'environnement et les infrastructures d'accès et d'accueil. Les groupes de travail formés à la suite de l'initiative s'attacheront à des thèmes tels que le coût de l'énergie, la Recherche & Développement, la formation en alternance, le développement de la chimie bio-sourcée, etc. Les conclusions devront déboucher sur des mesures confortant la compétitivité des entreprises en liaison avec le développement social.

«Avec 1,5 milliard d'euros d'investissements en R&D en 2014, soit plus de 60% des dépenses intra-muros du secteur privé wallon, la pharma et la chimie sont un atout majeur pour le développement de la Wallonie, sur lequel il faut capitaliser en synergie avec les autorités publiques», estime Pascal Lizin, président d'*essenscia Wallonie*. «Étant l'un des grands pourvoyeurs d'emplois de Wallonie, ce secteur est un domaine clé pour la Région», déclare Paul Magnette, Ministre-Président de la Wallonie. Aussi est-il essentiel d'identifier les mesures garantissant son développement à long terme». Et de conclure en faisant remarquer que «La création de cette plateforme s'insère parfaitement dans la stratégie du Plan Marshall 4.0, qui vise à assurer l'essor économique de la Wallonie». ■

<http://www.essenscia.be>



Jacqueline Galant est d'accord: avant l'été, les vols commerciaux de drones seront autorisés dans le royaume: jusqu'à 10 m pour un usage privé et 90 m en exploitation professionnelle. «*Concrètement, cette décision de la Ministre fédérale de la Mobilité signifie que les vols restant dans le champ de vision du pilote seront autorisés*», explique Tom Verbruggen, fondateur d'IDRONECT. Une aubaine pour tous ! Et plus précisément pour des secteurs comme la sécurité, l'agriculture, la presse, etc. Quelque 2 000 emplois devraient être créés à court terme, estiment les spécialistes. Mais attention, cette croissance aura également à relever son lot de défis en sécurité aérienne, confidentialité et administration. «*Pour la Direction générale du Transport aérien, l'arrivée de ces drones dans le ciel national signifie davantage de travail administratif et de communication avec de nouveaux usagers pour qui le domaine de l'aviation est encore inconnu. Les pilotes de drone devront, par exemple, s'accorder avec les autorités compétentes pour organiser leurs vols*».

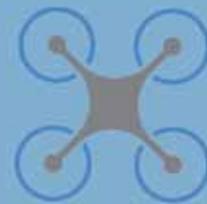
Pour pallier ce casse-tête, Tom Verbruggen offre aux utilisateurs de drone sa plateforme IDRONECT, la seule solution numérique «*one-stop-shop*» opérationnelle pour la gestion des drones. L'idée ici est de rendre la gestion des vols plus intuitive et permettre aux autorités de valider les demandes de vol. En automatisant la procédure de plan de vol, la plateforme IDRONECT pose automatiquement les bonnes questions au pilote, met en exergue les risques et s'assure de l'accessibilité du dossier auprès de l'autorité compétente, le tout sans faille, rapidement et économiquement pour toutes les parties. À côté de ce volet administratif et légal, s'ajoutent aussi des fonctions de *tracking* et de *georepérage* (ou *gardiennage virtuel*) qui, lorsqu'un drone dévie de son trajet initial, lancent spontanément une alarme pour permettre aux autorités compétentes de prendre les choses en main.

À vos drones !



«*Nous voulons jouer un rôle important dans la croissance économique des drones en Belgique*», affirme Tom Verbruggen. Tandis qu'Érika Billen, spécialiste des drones à la Direction générale du Transport aérien, considère que «*Des initiatives comme IDRONECT donnent un élan supplémentaire à la percée des drones en Belgique*». Et se dit «*Ravie de pouvoir montrer que les entreprises belges et le Gouvernement travaillent ensemble à l'innovation et prennent la tête au niveau international*». Une bonne nouvelle au moment où le transport de marchandises, via des drones préprogrammés, fait partie de l'avenir. Alors, «*Pourquoi la Belgique ne deviendrait-elle pas un droneland ?*», demande Tom Verbruggen. ■

<http://www.dronelog.be>



IDRONECT
MAKING DRONE FLIGHTS EASY & SAFE



IBA a le vent en poupe et recrute: à vos CV!

Tout va bien chez le néo-louvaniste, premier fournisseur mondial de solutions de protonthérapie pour le traitement du cancer. L'exercice 2015 est ainsi émaillé de records de ventes, tout d'abord avec, au 31 décembre 2015, un carnet de commandes de 300 millions d'euros sur le segment protonthérapie et autres accélérateurs, soit une hausse de 30% par rapport au précédent exercice. Record aussi sur le segment de la dosimétrie, en hausse de 9% avec un chiffre d'affaires 2015 de 18 millions d'euros (16,8 millions d'euros en 2014). Enfin, record toujours pour les contrats de services et maintenance avec 33 engagements en 2015 (27 en 2014), ce qui représente 575 millions d'euros sur les 10 à 15 années à venir.

Vu ce plan de charge, IBA recrutera 400 ingénieurs et autres profils qualifiés (dont 200 en Belgique et le reste aux États-Unis, en Europe et en Asie), pour atteindre un effectif global de 1 600 salariés. Pour augmenter ses capacités de production, l'entreprise investira plus de 15 millions en dépenses d'investissement de capital (CAPEX), entre autres dans une nouvelle ligne d'assemblage pour le le Proteus®ONE (système de protonthérapie compact) et des infrastructures marketing dont un nouvel espace client. De quoi voir 2016 sous les meilleurs auspices. Ainsi, pour l'exercice en cours, la croissance des



revenus a été portée à 20% contre 10% précédemment.

«Nous débutons l'année en position de force et anticipons le maintien d'une forte croissance pour les années à venir. Pour soutenir cette progression, nous avons défini une stratégie d'investissement sur 2 ans afin d'améliorer notre capacité de production et disposer des compétences et du personnel requis pour conserver notre leadership sur le marché mondial de la protonthérapie», déclare Olivier Legrain, Directeur général d'IBA ■

<http://www.iba-worldwide.com>
<http://www.iba-careers.com>

Le cancer

n'a qu'à bien se tenir !

À première vue, on a peine à y croire et pourtant, chaque mois, 10 nouveaux essais cliniques en cancérologie démarrent dans notre pays ! «De nombreuses entreprises pharmaceutiques innovantes établies en Belgique investissent dans le développement de nouveaux traitements anticancéreux et collaborent à cette fin avec le monde académique belge. Et les résultats sont là: les chances de survie des malades du cancer ont fortement augmenté au cours des 50 dernières années», explique Catherine Rutten, CEO de [pharma.be](http://www.pharma.be).

En pratique, depuis janvier 2015, quelque 119 études cliniques ont été lancées chez nous dans le cadre de la lutte contre le cancer. Au total, ce sont pas moins de 410 essais cliniques en cancérologie qui sont actuellement en cours dans les différents hôpitaux du royaume. ■

<http://www.pharma.be>



Nouveaux horizons

UCB et le *Baylor College of Medicine* (Houston, Texas) débute actuellement une alliance de recherche stratégique sous la houlette du professeur Huda Zoghbi du *Baylor*, dans l'optique de découvrir de nouvelles thérapies pour le traitement de maladies neurodégénératives. Ce nouveau programme s'aligne sur la philosophie d'*UCB New Medicines*: découvrir des médicaments en se focalisant sur des voies offrant un haut degré de validation génétique et humaine.

«*Cette alliance fédère la recherche de niveau international d'Huda Zoghbi et nos équipes de R&D afin de trouver des médicaments basés sur des cibles génétiquement validées qui pourraient transformer la vie des personnes atteintes de maladies neurodégénératives sévères*», explique Ismail Kola, *Executive Vice President et Chief Scientific Officer* de *New Medicines*.

«*Ce type de collaboration permet d'engranger rapidement des résultats*, ajoute Paul Klotman, *Président et CEO* du *Baylor College of Medicine*. *Et Huda Zoghbi jouit d'une renommée internationale dans le domaine des maladies neurodégénératives et il est certain que cette alliance permettra d'améliorer les résultats cliniques*».

École privée de médecine fondée en 1900, le *Baylor College of Medicine* se classe à la 21^e place des écoles de médecine pour la recherche et à la 11^e pour les soins primaires, selon un classement du magazine *US News & World Report*. Notons encore que Huda Zoghbi recevra, le 1^{er} mai prochain, la prestigieuse médaille Jessie Stevenson Kovalenko lors de la 15^e Assemblée générale de la *National Academy of Sciences* américaine. ■

<http://www.ucb.be>
et <http://www.bcm.edu>

Première pour la Belgique

Et c'est à l'Université libre de Bruxelles (ULB) que nous devons cet exploit. En effet, le *Laboratoire de Parasitologie moléculaire - Center for Microscopy and Molecular Imaging (CMMI)* a remporté le prestigieux concours *FEI Image Contest 2015* pour une photo démontrant que recherche scientifique, technologie et esthétique peuvent se rencontrer pour nous séduire artistiquement.

La photo primée, prise au microscope électronique à balayage Quanta 200, représente le trypanosome africain sur lequel planche le *Laboratoire*. Elle suggère le mouvement gracieux du parasite, à la forme profilée adaptée à son mouvement dans l'environnement visqueux du sang. Mais attention, la beauté structurelle et physiologique de ce protozoaire ne doit surtout pas nous faire oublier le potentiel mortel qu'il recèle ! ■

<http://www.fei.com/image-contest/>



Le chiffre



1 milliard d'euros: c'est la somme dépensée par les Belges durant les fêtes de fin d'année 2015 via le commerce en ligne. Un nouveau record qui dépasse les espérances, ce montant représentant 14% du chiffre d'affaires annuel des commerçants, déclare *BeCommerce*, la Fédération belge des magasins en ligne et de la vente à distance. Au classement des articles achetés en ligne arrivent en tête les produits de beauté, suivis par les boissons et l'alimentation, les articles de mode et les accessoires et enfin, les objets de décoration et le multimédia.



«*2015 a été particulièrement riche en innovations pour le e-commerce belge, avec l'arrivée du chinois Alibaba, le lancement de nouveaux concepts tels que BeCommerce Market, devenu la référence en Business to Customer, ou la plateforme e-commerce ouverte par les Ministres Alexander De Croo et Willy Borsus, qui rend possible le travail de nuit et devrait amener à la création de 5 000 emplois dans les 3 années à venir*», déclare Carine Moitier, administrateur délégué de *BeCommerce*.

<http://www.becommerce.be>

COUP de PROJO

sur: Cap Sciences

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

Photos: **Cap Sciences** (pp.10-11)

Carte d'identité

NOM

Cap Sciences asbl

ANNÉE DE CRÉATION

2004

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Diffusion des sciences
et vulgarisation scientifique

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

21

ADRESSE

Rue de la Terre Franche, 61
5310 Éghezée

DIRECTRICE GÉNÉRALE

Magali Mariani

TÉLÉPHONE

081 63 55 18

SITE INTERNET

www.capsciences.be

Pourquoi une ampoule s'allume-t-elle ? Pourquoi les bateaux flottent-ils ? Pourquoi respire-t-on ? Pourquoi les aimants s'attirent-ils ? Tous ces «pourquoi» des enfants trouveront une réponse lors des ateliers de *Cap Sciences* ! Cette asbl, fondée en Fédération Wallonie-Bruxelles par des enseignants motivés par la vulgarisation scientifique, propose tout au long de l'année des expériences passionnantes. À travers une approche pédagogique originale, elle initie les jeunes à la démarche scientifique. Avec *Cap Sciences*, ce sont eux qui émettent les hypothèses, les vérifient par l'expérimentation, en tirent des conclusions et les confrontent avec celles d'autres jeunes.

L'association propose une large palette d'activités scolaires, extrascolaires et événementielles: ateliers scientifiques en école maternelle et primaire, classes découvertes, excursions scolaires, stages scientifiques, fêtes d'anniversaire et autres événements pour enfants. Elle assure également la conception d'activités scientifiques sur mesure pour le compte d'organismes publics ou privés. Elle participe aussi à de nombreux événements de promotion des sciences tels que la Journée mondiale de l'eau, la Fête de l'Iris, Bruxelles-Champêtre ou encore, le Printemps des Sciences. Ses ateliers sont bâtis par et pour les enfants. Le rôle de l'animateur consiste essentiellement à mettre à l'épreuve leurs capacités d'observation, leur ingéniosité et leur logique. Avec un seul objectif: les amener à mieux comprendre le monde qui les entoure. «*Dès le départ, nous avons été soutenus par la DGO6 qui a cru en nous, souligne*

⇒ **Cap Sciences, c'est quoi ?**

Magali Mariani. *Ce qui nous a permis de financer du matériel pédagogique et nos propres maquettes.»*

⇒ **Pour qui ?**

Pour tout le monde ! «*Le but principal est de rendre les sciences accessibles à tout un chacun. Les animations sont adaptées en fonction du public touché et des thématiques.*» Pour les enfants, *Cap Sciences* vient en appui des enseignants. Elle est aussi associée à l'*Adeps* pour des classes découvertes qui s'adressent aux élèves de la 3^e à la 6^e primaire. Par exemple, une classe sport & sciences à la découverte de l'eau douce est organisée au lac de l'Eau d'Heure (centre *Adeps* de Froidchapelle). Au programme, expériences scientifiques, activités sportives et visites culturelles s'enchaînent à un rythme soutenu. Les petits des classes maternelles ne sont pas en reste. Des activités sont également mises sur pied rien que pour eux. En juin notamment, décrété mois des maternelles à *Cap Sciences* ! «*4 semaines où nous ouvrons exceptionnellement nos animations aux*





classes de 1^{er} maternelle et offrons aux enseignants une foule d'avantages.» Au total, durant cette année scolaire, *Cap Sciences* touchera près de 100 000 élèves !

Ça, c'est toute l'année, mais comment occuper les enfants pendant les vacances scolaires ? *Cap Sciences* y a pensé ! En association avec *l'Adeps*, l'asbl propose des stages pas comme les autres. Appelés *Fun Sciences*, ils sont combinés à des activités multisports ou musique. Chaque semaine est articulée autour d'un thème différent: police scientifique, magi-sciences, super-héros, agent secret... Le choix est vaste ! Au cours d'expériences scientifiques palpitantes, le jeune entrera tour à tour dans la peau d'un expert scientifique, d'un savant fou, d'un inventeur de génie ou encore, d'un super héros.

Attention, les activités de *Cap Sciences* ne sont pas réservées aux écoles et aux stages. Les familles aussi peuvent en bénéficier, notamment pour des fêtes d'anniversaire et profiter de ce jour particulier pour ouvrir les yeux de leur enfant sur le monde merveilleux des sciences. Avec *Ludisciences*, la science sort de ses labos pour venir à la rencontre des enfants, les faire rêver, observer, expé-

rimer, imaginer, créer et les surprendre ! Durant 2 h, 3 à 5 expériences scientifiques permettent d'aborder un phénomène sous différents angles, avec des notions scientifiques à leur portée. Voilà qui change d'un goûter d'anniv' *Reine des Neiges* !

À l'école, en stage, à la maison, la science s'invite aussi à l'hôpital. Accident, maladie... certains enfants y passent leurs journées, parfois pendant plusieurs semaines ou mois, subissant de longs et lourds traitements. Pour leur permettre d'oublier un temps leur état et continuer à titiller leur curiosité naturelle, *Cap Sciences*, soutenue lors de son lancement par la DGO6, propose avec *HospikiKids* des animations scientifiques, ludiques et gratuites.

Dernier volet: les adultes, parce qu'eux aussi ont droit aux savoir-faire de *Cap Sciences*. Dans le cadre de journées d'entreprises ou de *team building*, l'asbl assure des animations scientifiques ludiques sur mesure de 15 à 20 minutes, en français, en néerlandais et/ou en anglais. Par ailleurs, à la demande de sociétés d'événements, d'entreprises privées, d'institutions publiques ou d'ONG, l'association anime des expériences scientifiques sur mesure pour tous lors de manifestations grand public. Ces animations sont alors choisies pour leur caractère visuel, ludique et spectaculaire. D'une durée moyenne de 15 à 30 minutes, elles sont proposées en boucle pour permettre à un maximum de personnes d'y prendre part. Pour les événements de grande envergure, *Cap Sciences* propose aussi un *Science Kids' Village* comprenant 5 à 10 stands sur différents thèmes scientifiques. Succès garanti ! Enfin, l'association réalise des supports didactiques pour le compte de clients publics ou privés. Vous l'aurez compris, avec *Cap Sciences*, la science est décidément partout ! ■



Le Palmarès



Chaque mois, nous proposons à notre acteur vedette de décerner 3 palmes à choisir parmi des dates, des personnages, des lieux...

Voici le palmarès de *Cap Sciences*.

Et vous, auriez-vous fait les mêmes choix ?

1

Palme d'OR

Boyan Slat, le jeune Néerlandais de 20 ans qui veut nettoyer les océans de la planète. Pour remédier à ce problème de pollution, il a créé un vaste projet, *The Ocean Cleanup*, et une invention qui pourrait permettre de dépolluer l'océan Pacifique en 10 ans.

2

Palme d'ARGENT

André Füzfa. Ce mathématicien et astrophysicien namurois veut dompter la gravité. Sa théorie a été validée par l'APS (la société américaine de physique) le 13 septembre dernier. 100 ans après Einstein, il a l'audace de proposer une alternative à la relativité générale.

3

Palme de BRONZE

Antoine César-Becquerel. Ce scientifique brillant a découvert l'effet photovoltaïque en 1839. Sans probablement saisir toute la portée de sa découverte, il a ouvert la voie à l'exploitation d'une énergie renouvelable.

Une 6^e extinction : bluff ou réalité ?

Depuis l'apparition de la vie sur Terre, il y a eu 5 extinctions massives d'espèces. Certains scientifiques estiment que notre planète est en train de vivre la 6^e, la plus dévastatrice depuis la disparition des dinosaures. «Tous les jours, sous nos yeux, des espèces s'éteignent mais cette fois, c'est l'homme, et l'homme seul, qui en serait la cause», disent-ils. Vrai ou faux ?



Texte : **Paul Devuyst**
Photos : **REUTERS** (p.12)

Vous l'ignoriez peut-être mais la quasi-totalité (90 à 99%) des espèces ayant existé sur Terre se sont éteintes dans le cadre d'un processus d'extinction normale des espèces, du fait de la durée limitée de l'existence biologique de celles-ci. Cette durée fluctue de 1 million d'années (MA) chez les mammifères à 11 dans le cas de certains invertébrés marins. Outre cette disparition naturelle des espèces, notre planète a connu plusieurs extinctions rapides du vivant : au cours des 540 derniers MA, une vingtaine de crises plus ou moins intenses se sont ainsi succédées ; la plupart dues à des éruptions volcaniques.

Certaines extinctions ont été massives, entraînant la disparition d'une majorité des espèces. Pourtant, à chaque fois, elles

ont permis l'émergence de nouvelles formes de vie, toujours plus diverses et florissantes. C'est dire si elles jouent un rôle déterminant dans la diversification des formes vivantes.

VICTIME ET BOURREAU

La 1^{re} extinction massive, il y a -444 MA (Ordovicien-Silurien), a vu 85% de la vie marine disparaître. Toujours à l'état d'hypothèses, les causes probables pourraient tenir à une importante glaciation qui aurait entraîné la baisse du niveau des océans ou bien à un rayonnement gamma ayant atteint la Terre.

Une centaine d'années plus tard, la 2^e extinction massive (-365 MA : Dévo-

nien-Carbonifère), probablement due à une importante glaciation et la baisse brutale du niveau des océans, a éliminé 70% des espèces animales ! Là aussi, ce sont essentiellement les espèces marines qui ont été touchées (récifs, brachiopodes, organismes benthiques...) tandis que les plantes et les arthropodes ont été peu affectés.

Mais la crise sans doute la plus grave qu'ait connue la Terre s'est produite il y a -252,6 MA (Permien-Trias). Durant cette 3^e extinction massive, plus de 90% de toutes les espèces présentes ont disparu, aussi bien sur terre que dans les océans. Ce processus d'extinction s'est déroulé progressivement sur une période de 200 000 ans, avec une forte mortalité concentrée sur 20 000 ans. La biosphère est dévastée : forêts de conifères, fougères arborescentes,

amphibiens géants, scorpions de mer, trilobites... ont été décimés. Pendant les 20 millions d'années qui ont suivi, la Terre est restée quasiment stérile et toxique, les océans et l'atmosphère étant pratiquement dépourvus d'oxygène. Quelques espèces ont néanmoins survécu, dont de petits reptiles très résistants, les diapsides, qui formeront la lignée des célèbres dinosaures. Il faudra donc en tout attendre 30 millions d'années avant de retrouver une biodiversité comparable à celle d'avant cette crise. Mais si la vie a bien failli s'éteindre, cette extinction a permis aux nouvelles formes de vie de se diversifier d'une manière inégalée.

Deux scénarios sont avancés pour expliquer cette crise:

- la chute d'une comète dont le cratère d'impact pourrait être localisé en Antarctique ou dans l'océan Pacifique (cratère sous-marin de Bedout). Le choc aurait déclenché un épisode de volcanisme majeur et intense de 1 MA aux antipodes de l'impact. Ces éruptions auraient libéré 30 fois plus de mercure (un puissant toxique) qu'actuellement, saturant les océans et intoxiquant les écosystèmes. Les espèces vivantes auraient suffoqué à cause de températures trop élevées et d'un manque d'oxygène sans doute lié à de fortes concentrations en sulfure d'hydrogène.
- La prolifération d'un microbe producteur de méthane dénommé *Methanosarcina* qui aurait subitement émis des quantités massives de méthane dans l'atmosphère et les océans. Ce micro-organisme se serait nourri d'un immense stock de matière organique et de nickel (suite aux éruptions volcaniques) lui permettant de se reproduire de manière exponentielle. Ce type de microbe entre toujours dans le processus de digestion des ruminants et la décomposition des déchets.

Cette crise marque la fin de l'ère primaire, ou Paléozoïque, et le début de l'ère secondaire, ou Mésozoïque, qui connaîtra la 4^e extinction massive (-200 MA au Trias-Jurassique). Là, 20% des espèces marines, la plupart des diapsides (reptiles, oiseaux) et les derniers grands amphibiens, sont tués. Au total, la moitié de la diversité biologique sur Terre disparaît. Toutefois, cette crise permet aux dinosaures de s'imposer sur Terre.

Tout comme les extinctions précédentes, les raisons ne sont pas encore clairement identifiées et plusieurs hypothèses sont émises: la dislocation de la **Pangée** qui aurait entraîné des éruptions volcaniques massives d'au moins 600 000 ans; une augmentation des niveaux de dioxyde de carbone et une libération massive de méthane dans l'atmosphère pendant 20 000 à 40 000 ans (ce qui aurait conduit à un réchauffement planétaire); ou encore, la chute d'une météorite.

LA CINQUIÈME ET (AVANT ?) DERNIÈRE

Il y a -65 MA (Crétacé-Tertiaire), tous règnes confondus, près de 6 à 8 espèces sur 10 disparaissent, dont les grands sauriens tels les dinosaures. Il semble en fait qu'aucun animal d'une masse supérieure à 20-25 kg n'ait survécu à l'exception des crocodiliens. La quasi-totalité du plancton marin, maillon clé de la chaîne animale et alimentaire, est mort également. Seuls les insectes et petits mammifères ont bien résisté.

Plusieurs théories plus ou moins discutables ont été proposées pour expliquer cette extinction massive mais aujourd'hui, un scénario est privilégié: la chute d'une météorite d'une dizaine de km de diamètre dans une région située dans l'actuel Yucatan, au nord-ouest du Mexique. Le choc dans l'océan aurait été d'une puissance inouïe, peut-être l'équivalent de 5 milliards de bombes comme celle larguée sur Hiroshima ! Baptisé «cratère de Chicxulub», cette immense trou a été découvert en 1991. Lors de cet impact, des volumes extrêmement importants de soufre, poussières et suies ont été éparpillés dans l'atmosphère. Ce qui provoqua des perturbations environnementales extrêmes comme l'obscurcissement et le refroidissement global de la planète (environ 10 °C de moins) pendant une dizaine d'années et par là même, l'extinction de 70% des espèces de l'époque qui ont manqué de ressources alimentaires. De surcroît, ce cataclysme a eu lieu à un moment où l'activité volcanique de la Terre était intense comme en témoignent les **trapps** du Deccan en Inde.

Bio express Elizabeth Kolbert



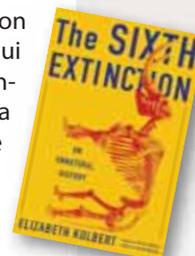
Née à New York en 1961, Elizabeth Kolbert a fréquenté les Universités de Yale (États-Unis) et de Hambourg (Allemagne). Depuis 1999, elle est journaliste spécialisée en politique américaine au *New Yorker* et s'intéresse depuis 10 ans aux questions environnementales. Elle a publié une série d'articles dans ce domaine, notamment sur les conséquences du réchauffement climatique en Arctique, puis un essai en 2006, «*Field Notes from a catastrophe*».

En 2014, elle publie «*The Sixth Extinction: An Unnatural History*», pour lequel elle a reçu le Prix Pulitzer de l'essai. Cette enquête sur l'histoire de la vie terrestre et le péril imminent qui guette certaines espèces animales, chroniqué par Al Gore dans le *New York Times*, connaît rapidement un succès critique et médiatique important.

Elizabeth Kolbert signe ici, d'une plume alerte et lumineuse, un excellent et tout aussi saisissant reportage sur le sujet et montre que désormais, l'humanité ne peut plus fermer les yeux sur la crise environnementale actuelle.

► «La 6^e extinction ou comment l'homme détruit la vie».

Elizabeth Kolbert,
éditions La librairie verte,
352 pages, 21,90 euros.



L'ŒUVRE DE L'HOMME ?

Quid de la «6^e extinction» ? Est-elle confirmée ? Actuellement, la perte de biodiversité et les changements dans l'environnement qui y sont liés sont plus rapides qu'à aucune période de l'histoire de l'humanité. À cause notamment de la chasse et de la pollution, de nombreuses populations animales et végétales sont en déclin, que ce soit en termes de nombre d'individus, d'étendue géographique ou des 2 à la fois. On l'a vu, la disparition d'espèces fait partie du cours naturel de l'histoire de la Terre. Cependant, l'activité humaine a accéléré le rythme d'extinction, qui est au moins 100 fois supérieur au rythme naturel d'extinction, une cadence qui ne cesse d'augmenter. Or, plusieurs millions d'années sont nécessaires pour recouvrer une diversité biologique.

Pas encore tout à fait reconnue comme telle, la formule de «6^e extinction», s'est en tous cas déjà imposée dans les médias et est employée par une bonne partie de la communauté scientifique travaillant sur la biodiversité. Et ce qui est sûr, peu importe la formule, c'est que notre ère est marquée par un signal «biostratigraphique» unique en son genre, résultant, pour une part, du phénomène d'extinc-

tion en cours et pour une autre part, de la tendance qu'a l'homme à redistribuer les composantes de la biosphère. À titre d'exemples, Elizabeth Kolbert, journaliste américaine du *New Yorker* et auteure du livre *The Sixth Extinction: An Unnatural History*, cite la disparition des grenouilles dorées de la région d'El Valle (Panama), des grands pingouins de l'île de Funk, de la malchance des ammonites, de la menace qui pèse sur la Grande Barrière de corail, etc.

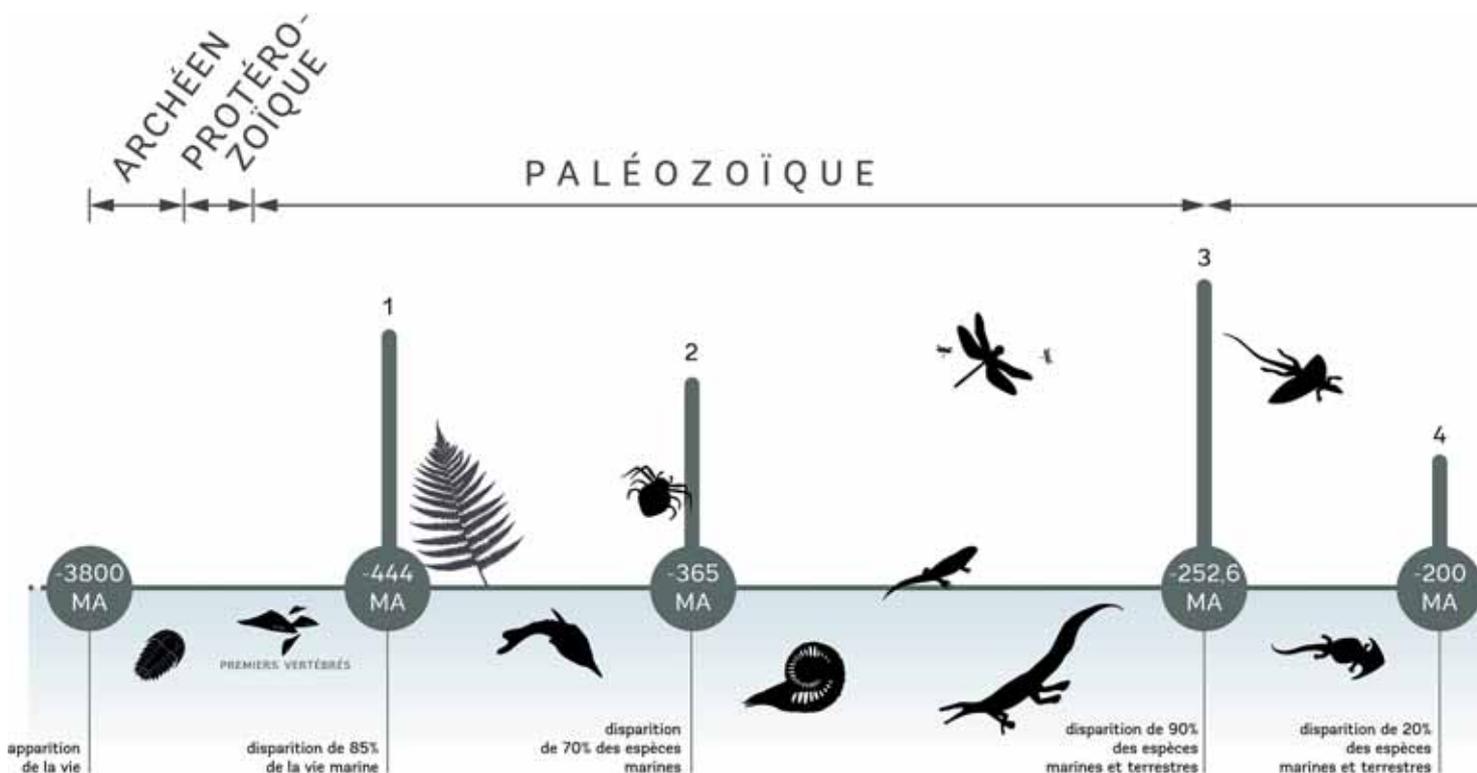
Par contre, Stewart Brand, vieil adepte de l'écologisme américain, affirme dans un papier publié au printemps dernier dans le magazine en ligne *Aeon*, articles scientifiques à l'appui, que «L'idée que nous nous dirigeons vers une extinction massive n'est pas seulement fautive, c'est une recette pour la panique et la paralysie.» Le problème n'est pas la disparition d'espèces entières, mais «le déclin des populations animales sauvages», qui porte atteinte à la santé des écosystèmes. Il montre l'incertitude dans laquelle sont les scientifiques à propos de cette 6^e extinction.

Brand évoque aussi le nombre croissant de spécialistes pour qui les efforts de conservation et de restauration menés en divers endroits du monde ont d'ores et déjà supprimé le risque d'extinction pour de nombreuses espèces. C'est le cas pour plus de 800 îles, dont la Nou-

velle-Zélande. De son côté, l'écologiste Stuart Pimm, de l'Université Duke (Durham, États-Unis), estime que le taux d'extinction global a déjà été réduit de 75%. Un autre paradoxe de la situation actuelle est que le rythme de découverte de nouvelles espèces serait 3 fois supérieur au rythme d'extinction. Stewart Brand s'indigne dès lors «des simplifications véhiculées par les médias, même si ceux-ci ne sont que partiellement responsables car les simplifications sont souvent générées et entretenues par les scientifiques eux-mêmes».

UN CONCEPT NÉ TROP TÔT ?

Elizabeth Kolbert concède que «Des études plus récentes ont donné des résultats divergents», mais elle n'évoque pas les nombreux articles de scientifiques qui mettent en garde contre les jugements à l'emporte-pièce. Bien qu'encore controversée, l'idée que cette 6^e extinction mène à une nouvelle ère, dénommée «anthropocène», fait son chemin. Que signifie ce terme ? Il affirme que nous sommes entrés dans une nouvelle ère de l'histoire de la Terre, au cours de laquelle l'être humain, loin d'être un simple élément du système écologique, en devient un acteur majeur, pour le



meilleur et pour le pire. La quantité et le rendement l'emportent désormais sur la qualité et l'harmonie et le « toujours plus » sur le mieux-être. Il en résulte de profonds déséquilibres et dérèglements que ressent douloureusement notre environnement. Et en cette période de réchauffement climatique, dur de ne pas y souscrire. Mais des intuitions, même bien fondées, ne suffisent pas pour établir une théorie scientifique et les mots « ère géologique » ont un sens précis. Les scientifiques déterminent l'existence d'une nouvelle époque en fonction de critères bien spécifiques: elle doit ainsi pouvoir se remarquer par une série de traces dans la mémoire rocheuse de notre planète, par la présence de fossiles ou de marqueurs chimiques. C'est si et seulement si tous les critères sont remplis que l'on confirmera l'existence d'une nouvelle ère.

Le terme « anthropocène » (du grec *anthropos*: être humain et *kainos*: nouveau) n'est en réalité pas si récent. Il aurait été utilisé pour la première fois en 1922 par un chercheur russe, Aleksei Pavlov. Tout comme l'holocène trouvait ses racines dans la pensée religieuse de l'époque, il est fort possible que l'anthropocène soit une extrapolation de la pensée marxiste, qui insistait sur la possibilité du collectif à changer la nature des systèmes politiques et économiques et donc, pourquoi pas, l'environnement

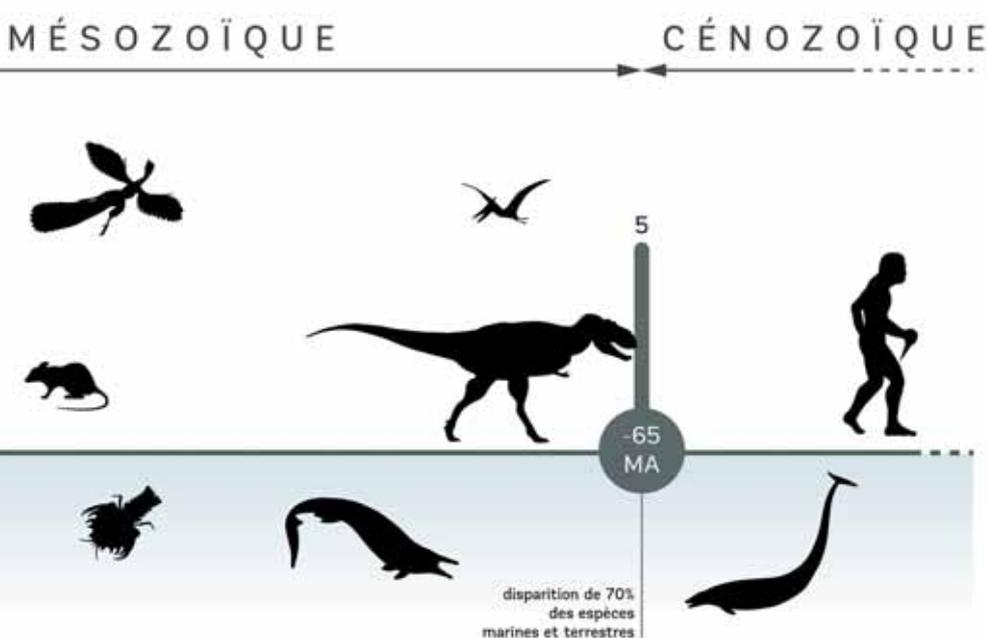
naturel lui-même. Mais le terme ne fut pas adopté par les pays occidentaux et c'est bel et bien celui d'holocène qui subsiste pour définir notre ère géologique. Cela n'a pas empêché sa popularisation en 2002 par Paul Crutzen (météorologue néerlandais) dans son essai intitulé « *Géologie de l'humanité* ». Il y mettait déjà en lumière les effets destructeurs exercés par un certain nombre de produits chimiques sur l'ozone de l'atmosphère.

Mais ne se trompe-t-on pas en proclamant trop vite la venue de l'anthropocène ? Contrairement aux autres classifications de la stratigraphie (l'étude des couches géologiques), l'anthropocène est un sujet fondamentalement politique: il pose la question de la responsabilité de l'homme dans le destin de sa planète. Certains géologues restent réservés dans le domaine et craignent que la popularité du concept n'exerce une trop grande influence sur notre vie quotidienne et son environnement. Dans un article publié dans la revue de la *Geological Society of America* et intitulé cruellement « *L'anthropocène appartient-il à la stratigraphie ou à la pop culture ?* », les géologues américains Whitney Autin (*College of Brackport, New York*) et John Holbrook (*Texas Christian University, Forth Worth*) se montrent particulièrement critiques. Tout en reconnaissant la valeur du terme « anthropocène » pour

mettre l'accent sur le rôle important et souvent destructeur de la race humaine sur son environnement, ils doutent de sa valeur au plan de la pure science stratigraphique: « *Bien que nous reconnaissons la valeur du terme et admettions que le concept possède quelque mérite, la pop culture ne s'intéresse pas aux implications stratigraphiques de ce débat. S'il existe un désir sous-jacent de faire des commentaires sociaux sur les implications du changement climatique induit par l'homme, la notion d'anthropocène est clairement efficace. Cependant, la provocation revêt une plus grande importance dans la pop culture que dans la recherche scientifique sérieuse* », écrivent-ils.

UNE FIN PROGRAMMÉE

S'agissant de notre « vaisseau spatial », la Terre, nous n'avons pas de souci à nous faire. Et pour longtemps encore car depuis sa naissance, il y a 4,5 milliards d'années, notre globe rocheux a survécu à un nombre incalculable de cataclysmes et notamment à 5 extinctions massives (voir ligne du temps). Et si elle étonne par sa formidable capacité de résilience, notre belle planète n'est pas pour autant immortelle: dans 5 à 7 milliards d'années en effet, elle sera irrémédiablement engloutie par le Soleil devenu obèse après avoir consommé toutes ses réserves d'hydrogène et s'être transformé en « géant rouge ». Ce sera alors la « vraie » fin du monde. Sauf qu'il n'y aura sans doute plus personne depuis bien longtemps pour la prédire et la subir. ■



La **Pangée** est la quasi-totalité des terres émergées ayant existé de la fin du Carbonifère au début du Permien, il y a 290 millions d'années.

Les **trapps du Deccan** en Inde (vaste plateau couvrant presque le tiers de la surface de la péninsule indienne) sont constitués d'un empilement de coulées de lave sur parfois plus de 2 000 m d'épaisseur formant des « trapps » (escaliers en suédois).

L'ADN de...

Catherine BARVAUX

Chef de cantonnement

◀◀ RECTO

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

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

Bio-ingénieur, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Ce n'était pas du tout une vocation mais à l'école, j'ai toujours préféré les matières scientifiques aux autres. Cela doit être de famille puisque une grande partie est dans le milieu scientifique au sens large: ma maman est infirmière, mon papa ingénieur de gestion, ma sœur est kiné et mon frère travaille dans l'informatique. De mon côté, je voulais m'orienter vers des études qui m'ouvriraient le plus de portes possibles. Bio-ingénieur, c'était l'idéal pour moi... D'autant que depuis toute petite, je suis sensible à la nature. J'ai fait les scouts et je dois dire que je préférerais construire des cabanes dans les arbres que de jouer à la poupée !

Comment devient-on chef de cantonnement ? En réussissant un concours Selor et en étant en ordre utile. Attention qu'il faut impérativement avoir le diplôme de bio-ingénieur option Eaux & Forêts. Avant l'Université, je dois dire que je ne connaissais pas du tout ce métier. Je l'ai découvert plus concrètement au début de ma carrière chez Daniel Bemelmans, un bureau d'étude forestier qui travaille entre autres pour la Région wallonne. Je suis ensuite rentrée comme contractuelle au SPW, à la Direction de la Nature jusqu'à ce qu'un cantonnement s'ouvre, où j'ai été nommée. Évidemment, il y a d'autres débouchés, mon mari travaille par exemple dans une scierie. Il y a également pas mal d'offres dans toutes les structures s'occupant de la nature.

Vous êtes donc chef du cantonnement d'Aywaille (Province de Liège), mais quelle est votre journée-type ? Je n'ai déjà pas de semaine-type alors de journée-type, encore moins ! Et c'est ça qui me plaît aussi. Je dirais que mon travail comprend 50% d'administratif (préparation de dossiers, rapports, coordination d'équipe, avis...), 25% de réunions (internes et externes avec les associations, les autorités communales, les propriétaires des contrats de rivière...) et 25% de terrain (martelage des arbres, recensement, constatation de dégâts, visite de plantations...). En plus de la gestion forestière et du bois, nous avons également un rôle de police pour lequel nous sommes assermentés. Les journées sont donc bien remplies mais ça reste un métier compatible avec une vie de famille.

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? Ça remonte aux bancs de l'école secondaire puis de l'Université. Je me rappelle surtout des labos avec, j'avoue, une hantise pour ceux de chimie. Mais il a fallu passer par là puisque dans le cursus des 2 premières années d'unif, il y a pas mal de sciences. Au niveau de mon métier, il s'agit plutôt de l'application des résultats de recherche en termes de sylviculture, écologie, chasse, pêche...

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? C'est un atout mais une difficulté aussi: la diversification des tâches. Il est compliqué de se consacrer à

un projet particulier de A à Z tellement les sollicitations sont nombreuses. Une autre difficulté est parfois la relation avec les politiques locaux. Chacun défend ses propres intérêts, c'est normal. Mais nous essayons sans cesse de trouver des compromis tout en maintenant comme ligne directrice la gestion pérenne et multifonctionnelle des forêts dans le respect de la loi.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? C'est de parvenir à fédérer mon équipe. J'ai réussi à instaurer un climat de confiance et de respect. Ce n'était pas si simple car c'était assez nouveau pour certains. Et puis, nous sommes 16 dont 13 sur le terrain, que nous voyons moins régulièrement.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Tout d'abord, de réussir l'examen du Selor puisque c'est la condition sine qua non. Ensuite, de pouvoir s'adapter au moule «fonction publique», gérer une équipe, apprécier le côté administratif qui est une grande part du travail, savoir rédiger correctement (des courriers, rapports, présentations...), être diplomate et s'adapter aux différentes situations et personnes issues de milieux différents. La patience est aussi un atout car il faut 15-20 ans avant de voir les résultats des projets que l'on a mis en place. Et enfin, savoir que les places sont chères. Il n'y a que 33 postes de chef de cantonnement. Il y a donc une petite part de chance pour être au bon endroit au bon moment... ■



ÂGE: 33 ans

SITUATION FAMILIALE: Mariée, 3 enfants

PROFESSION: Chef du cantonnement d'Aywaille pour le Service public de Wallonie (DGO3 - Direction de la Nature et des Forêts).

FORMATION: Secondaires au Collège Saint-François-Xavier de Verviers (option latin-math). Bio-ingénieur (option Eaux et Forêts) et agrégation à l'ULg - Gembloux Agro-Bio Tech.

ADRESSE: Rue du Halage, 47 à 4920 Aywaille.

Tél.: 32 (0)4 247 99 91

Mail: catherine.barvaux@spw.wallonie.be



+ Plus d'infos

<http://www.uclouvain.be/agro.html>

<http://environnement.wallonie.be>



VERSO >>>

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Je choisira le même mais peut-être en ayant un peu plus de vécu derrière moi. J'aurais par exemple adoré aller à l'étranger avant de commencer ou travailler d'abord quelque temps dans le privé. Et si un jour je devais quitter mon boulot, peut-être en fin de carrière, ce serait pour l'enseignement.

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Ce serait de gérer le temps: pouvoir le ralentir ou l'accélérer en fonction de la situation et de mes besoins.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Un cours sur la gestion et l'aménagement des forêts et de préférence en graduat qui mène à plus d'application sur le terrain. Pourquoi pas à l'Institut Provincial d'Enseignement Agronomique de La Reid, implanté en pleine nature et à 2 pas de chez moi !

Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ? Comme je l'ai déjà dit, je ne suis pas très labo. Il n'y a rien à faire, je suis plus douée pour appliquer que pour chercher. Mais si on pouvait me fournir un labo qui permettrait de visualiser en 2 clics le résultat final d'une plantation, je ne dirais pas non !

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ? Ce serait un disque dur ! Toutes les informations dont j'ai besoin seraient stockées dans ma tête. Je pourrais les

ressortir instantanément et même, pour quoi pas, par mots-clés ? Je dis cela parce que nous avons des tonnes de législations à connaître dans le cadre de ce métier. Il n'est pas toujours facile de s'y retrouver et encore moins de les apprendre par cœur.

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? J'ai pas mal d'amis établis à l'étranger. Ce qui me plairait, ce serait un tour du monde avec escales au Congo, au Vietnam, aux États-Unis... Et je referais mon voyage de noce à la Réunion et à l'Île Maurice, histoire de me reposer un peu sous le Soleil...

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? J'ai beau réfléchir, je ne vois personne qui m'inspire au point de vouloir à tout prix le rencontrer.

La question «a priori»: la chasse, la pêche, le bucheronnage... ce sont des secteurs typiquement masculins. Une femme n'est-elle pas mieux en talons aiguilles au chaud dans son bureau qu'en bottes de caoutchouc à jouer les justiciers des bois ? Je n'ai pas ressenti de préjugés, ni en interne, ni en externe. Comme je l'ai expliqué, nous sommes finalement peu sur le terrain. Il n'y a rien de physique. Et pour info, il y a de plus en plus de femmes dans ce métier. C'est plutôt ma jeunesse qui me porte préjudice pour l'instant mais j'ai bon espoir d'atteindre bientôt l'âge «crédible» :-)! ■

LE DOSSIER

Stéréotypes et préjugés



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

Photos: **G. SQUARCINA**/Flickr (p.18),

Wavebreak Media LTD/www.imageglobe.be (p.22)

© **stryjek**/www.imageglobe.be (p.23)

quand noblesse oblige...

Le jugement social que nous posons sur des groupes ou leurs membres s'articule autour de 2 questions essentielles renvoyant aux notions de chaleur humaine et de compétence. Un subtil jeu de vases communicants entre ces 2 dimensions concourt à une certaine harmonie dans le fonctionnement de la société. Mais pas toujours...

Les stéréotypes, les préjugés et la discrimination sont des éléments imbriqués, qui déteignent les uns sur les autres. Les premiers ont une coloration cognitive, puisqu'ils ont trait aux croyances et opinions qui nous habitent à l'égard des caractéristiques, attributs et comportements des membres d'un groupe. Ils peuvent être positifs ou négatifs, individuels ou collectifs, mais aussi descriptifs ou prescriptifs. Ainsi, l'idée que les femmes sont susceptibles de se montrer plus attentives aux besoins d'autrui est un stéréotype descriptif, mais penser qu'elles ne sont pas taillées pour occuper des postes à haute responsabilité est un stéréotype prescriptif car on considère qu'elles n'ont pas à accéder à de telles fonctions et devront faire face à une certaine forme de sanctions sociales si elles y parviennent.

Les préjugés, eux, nous entraînent dans la sphère des affects et des émotions que ressent un individu lorsqu'il pense à un membre d'un autre groupe ou qu'il interagit avec lui. Le préjugé peut être défavorable, nourri de peur, d'anxiété, de dégoût ou d'inconfort, notamment, ou favorable, imprégné d'admiration et de respect, par exemple. «Quant à la discrimination, elle se réfère au traitement différentiel réservé à des personnes en raison de leur appartenance à un groupe social - les femmes, les hommes, les réfugiés, les supporters de football, etc.», explique Vincent Yzerbyt, professeur de

psychologie sociale à l'Université catholique de Louvain (UCL). Et de préciser que la discrimination, souvent négative, mais parfois aussi positive, peut être interpersonnelle, institutionnelle ou socioculturelle.

Dans l'environnement social, chacun est contraint à comprendre et évaluer autrui, afin de se situer par rapport à lui et de prédire l'orientation que vont prendre leurs interactions éventuelles. Nous disposons cependant de peu de temps pour mener cette tâche à bien et sommes dès lors amenés à nous forger une représentation de l'autre à partir de quelques indices seulement, qui nous renvoient à des stéréotypes et préjugés. Ces visions considérées comme caricaturales, parfois basées sur des éléments aussi anodins que l'habillement, la taille ou le timbre de la voix, sont indispensables au fonctionnement social, mais peuvent prêter le flanc à toutes les dérives comme le racisme ou le sexisme.

CHALEUR ET COMPÉTENCE

Selon la théorie du défunt Henri Tajfel, de l'Université de Bristol (Angleterre), nos appartenances groupales constituent le principal socle sur lequel se construit notre

identité personnelle et sociale. Notre valeur individuelle se mesure donc, pour une large part, à l'aune de la valeur de ces groupes et, de ce fait, par comparaison avec d'autres groupes. «Face à un individu ou un groupe, la cognition sociale s'articule autour de 2 questions essentielles, indique le professeur Yzerbyt. La première est: quelles sont les intentions, bonnes ou mauvaises, qu'il nourrit? Et la seconde: quels sont les moyens dont il dispose?» Par conséquent, le jugement social revêt une structure bidimensionnelle, où les intentions se traduisent en «chaleur» (sociabilité) et les moyens (ressources) en «compétences». Les représentations que nous nous forgeons des individus et des groupes sur ces 2 plans orientent nos affects, donc nos préjugés, et nos conduites, coopératives ou discriminatoires.

Se fondant sur ces notions, la psychologue américaine Susan Fiske, de l'Université de Princeton, a élaboré un «modèle du contenu du stéréotype». Sans surprise, les groupes y sont rangés dans 4 catégories, chacune attachée à des émotions spécifiques:



Ces émotions et sentiments sont relayés par des comportements qui, selon le profil défini, seront de rivalité et d'hostilité, d'aide et de protection, d'association et de coopération ou encore de dévalorisation et d'exclusion.

«Les personnes qui se situent dans le cadran inférieur, baptisé en anglais "low-low", se voient contester leur humanité, commente Vincent Yzerbyt. C'est le cas des SDF, et l'on peut imaginer que ce l'est également des réfugiés qui affluent aujourd'hui.» En 2006, Lasana Harris, de l'Université Duke (Durham), et Susan Fiske réalisèrent une expérience édifiante au moyen de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Des études préalables avaient montré que l'activation du cortex préfrontal médial signe la mobilisation de la cognition sociale. Harris et Fiske, eux, présentèrent 48 photos de groupes sociaux à des participants dont l'activité cérébrale était enregistrée en IRMf. Chaque cliché se référait à un des 4 cadrans proposés dans le modèle du contenu du stéréotype. Il apparut que le cortex préfrontal médial s'activait dès que la photo d'un groupe social était présentée, sauf lorsqu'il appartenait au cadran *low-low*, territoire des individus réputés peu compétents et sans chaleur humaine. Si une activité cérébrale devait se manifester, c'était du côté de l'insula et de l'amygdale. Or, ces structures cérébrales sous-tendent notamment le sentiment de dégoût, ce qui est en accord avec les prédictions du modèle conçu par Susan Fiske.

«Ces résultats font évidemment référence à des moyennes, fait remarquer le professeur Yzerbyt. Il va de soi que certains individus éprouvent de la compassion pour les SDF, par exemple, mais il s'agit d'une minorité. Comme les travaux de Harris et Fiske le montrent, la plupart des gens ne s'intéressent pas spontanément à ces personnes, les croisent presque comme s'ils croisaient un tas de pierres. Elles sont donc déshumanisées.» Le psychologue de l'UCL ajoute néanmoins qu'il suffit qu'une question soit posée au sujet des individus ressortissant au cadran *low-low*, fût-elle aussi banale que «Pensez-vous que cette personne aime la soupe aux poireaux ?», pour que la différence avec les autres groupes sociaux soit gommée, que le cortex préfrontal médial s'active.



UN INCONNU SUR UN PONT

Une autre expérience interpellante, dénommée «problème du trolley», a été conçue en 2010 par Mina Cikara, de l'Université Harvard (États-Unis). Elle nous entraîne dans la sphère des comportements et plus précisément, des dilemmes moraux.

Imaginez...

Vous êtes sur un pont enjambant une voie ferrée. Vous voyez un peu plus loin 5 personnes sur les rails. Vous comprenez tout de suite que le train qui s'approche va les faucher. Il se fait cependant qu'un inconnu se trouve près de vous sur le pont. Si vous le poussez dans le vide, il tombera sur la voie. Certes, le train l'écrasera mais au moins, il freinera, finira par s'arrêter et les 5 autres personnes seront sauvées. Que faites-vous ?

Si aucune précision particulière n'est apportée aux volontaires à qui ce

dilemme est posé dans le cadre expérimental, 85% d'entre eux répondent: «Je ne fais rien», en accord avec la réputation manifeste éprouvée par la plupart d'entre nous à être l'agent causal direct de la mort d'un être humain. Mais si l'on joue sur l'identité des différents protagonistes, les choses peuvent changer. Ainsi, si les 5 individus stationnant sur la voie ferrée sont en costume-cravate et l'inconnu sur le pont est un SDF, 85% des participants à l'expérience accepteront de le sacrifier pour sauver le petit groupe d'imprudents. «La réalité est choquante: statistiquement, nous n'attachons pas la même valeur à une vie de SDF qu'à celle d'un cadre d'entreprise, souligne Vincent Yzerbyt. Le phénomène de déshumanisation dont sont victimes les individus appartenant au cadran *low-low* dans le modèle de Susan Fiske se vérifie donc tant au niveau des activations cérébrales qu'au niveau des comportements.»

Le chercheur précise encore que les personnes rangées dans le cadran *low-low* sont fréquemment appréhendées par les autres comme des profiteurs vivant aux crochets de la société et constituant une menace pour les ressources. Mais des glissements sont possibles en fonction du niveau relatif de danger attribué à chacun des groupes *low-low*. «Par exemple, depuis l'arrivée massive de réfugiés, nous avons parfois tendance à

Comment lutter contre les préjugés ?

Comment lutter contre les préjugés lorsqu'ils gangrèment les rapports entre des groupes humains ? En 2011, Thomas Pettigrew, de l'Université de Californie conduisit une méta-analyse des plus intéressantes. Ayant pris en considération 515 études indépendantes rassemblant au total 250 000 individus à travers le monde, elle mit en exergue que les contacts entre les groupes atténuent les stéréotypes, les préjugés et la discrimination. Elle montra également que leur impact est d'autant plus fort qu'ils bénéficient d'un soutien institutionnel, qu'ils sont prolongés et de grande proximité, que s'instaure une coopération vers des buts communs et que les groupes en relation ont des statuts équivalents.

Les exogroupes, c'est-à-dire les groupes autres que ceux auxquels un individu s'identifie (ses groupes d'appartenance), génèrent de l'incertitude et de l'anxiété en raison des menaces symboliques ou tangibles qu'ils sont censés véhiculer. «*Par exemple, beaucoup redoutent que les réfugiés soient des profiteurs, des vecteurs de maladies ou des terroristes, explique le professeur Yzerbyt. Ils sont déshumanisés, provoquent le mépris et éveillent l'image d'ennemis et de barbares. Favoriser les contacts avec eux permettrait de mieux les connaître et d'atténuer les préjugés nourris à leur encontre.*» Bien entendu, les contacts intergroupes ne représentent pas une garantie absolue. Un individu fondamentalement motivé par une vision stéréotypée et dénigrante de l'autre parviendra à découvrir mille raisons qui conforteront sa croyance. Mais l'enjeu mérite qu'on donne sa chance à la rencontre.

parler de "nos" SDF, ces pauvres du cru qu'il faudrait aider en priorité, alors que nous sommes toujours passés devant eux sans leur accorder la moindre considération», déclare ironiquement le psychologue.

VASES COMMUNICANTS

Des travaux menés à nouveau par Susan Fiske ont montré que les dimensions de compétence et de chaleur, appelées également «agentisme» et «communalité», sont universelles. À l'évidence, certaines sociétés asiatiques ou africaines sont plus collectives que nos sociétés occidentales, mais d'aucuns, dont en particulier les tenants du courant féministe, estiment que si les hommes y sont plus chaleureux entre eux, c'est pour mieux dominer les femmes, l'un des stéréotypes les plus solides et les plus communément partagés étant que ces dernières sont moins compétentes que les hommes, mais plus chaleureuses, plus attentives à autrui. Pour Vincent Yzerbyt, que les dimensions verticale (compétence) et horizontale (chaleur) soient structurellement inscrites dans la quasi-totalité des cultures est une nécessité. Pourquoi ? «*Parce qu'il est indispensable au fonctionnement d'une société que certains y exercent des responsabilités, et cela a un coût social*», dit-il.

Dans ses propres études, le chercheur de l'UCL s'est particulièrement intéressé à 2 des 4 cadrans du modèle du contenu du stéréotype: les groupes réputés compétents mais peu chaleureux et à l'inverse, les groupes perçus comme chaleureux mais peu compétents. Dans le champ social, ils occupent très largement le terrain au sein de l'espace bidimensionnel défini par Susan Fiske. La tendance lourde dans les interactions sociales est en effet de considérer que les groupes (ou leurs membres) sont d'autant moins sociables qu'ils sont compétents, et vice-versa.

Ces dernières années, de nombreuses études ont été consacrées à un jeu de vases communicants entre chaleur et compétence. Qu'en ressort-il ? Face à un individu ou à un groupe considéré comme puissant, nous lui reconnaitrons des compétences intellectuelles et un savoir-faire élevés, mais nous le dénigrerons généralement sur le plan des aptitudes sociales. Si au contraire, nous le jugeons inoffensif, nous soulignerons ses capacités limitées, tout en valorisant ses aptitudes sociales. Bref, s'établit une sorte de jeu à somme nulle: ce qui est gagné d'un côté est perdu de l'autre. Phénomène que le professeur Yzerbyt a baptisé l'«effet de compensation».

Une façon relativement harmonieuse de fonctionner en société est que les détenteurs de la compétence (et donc du pouvoir) reconnaissent d'autres qualités

à ceux dont le statut social est inférieur. «*En quelque sorte, noblesse oblige*», dit Vincent Yzerbyt. Pour les groupes de statut inférieur, la compensation découle essentiellement du fait que, comme tout individu, leurs membres éprouvent le besoin de se valoriser et trouvent la réponse à cette aspiration dans le sentiment de posséder de grandes aptitudes sur le plan de la chaleur.

Dans la théorie de l'identité sociale de Tajfel, l'estime de soi est un enjeu primordial pour l'individu. Aussi, dans l'interprétation radicale qui en fut longtemps donnée, prévalait l'idée que l'individu considérait ses groupes d'appartenance comme les meilleurs sur tous les plans. Il apparaît aujourd'hui que cette approche n'est pas le juste reflet de la réalité, que, pour maintenir leur statut hiérarchiquement supérieur, les privilégiés dans l'ordre social concèdent des qualités de chaleur (des miettes, diront certains) aux autres groupes car ils savent qu'un pouvoir sans nuage ne peut s'exercer que moyennant une certaine harmonie sociale.

UNE CONCESSION STRATÉGIQUE

En psychologie sociale, la notion de compétence est cependant toute rela-



tive. Car, conçue comme une dimension verticale, elle est le reflet d'un statut privilégié, d'une position élevée dans la hiérarchie sociale - du moins par rapport à la situation d'individus d'autres groupes. Or, un tel statut ne résulte pas nécessairement de connaissances ou d'un savoir-faire supérieurs. Par conséquent, la volonté actuelle est d'affiner le concept de compétence en le «partitionnant» en plusieurs composantes, comme la débrouillardise, l'intelligence ou le savoir-faire, qui sont des compétences à proprement parler, et d'autre part, l'ambition ou l'affirmation de soi, par exemple, qui répondraient davantage à la définition de l'agentisme, dont la clé de voûte est la recherche de la réussite personnelle. Il en va de même du concept de chaleur, où les chercheurs sont notamment enclins à opérer une distinction entre ce qui relève de la moralité et ce qui tient de la sociabilité, de la chaleur humaine au sens strict.

Quoi qu'il en soit, force est de constater que les 2 dimensions du modèle de Susan Fiske ne se situent pas sur un pied d'égalité. Étant chevillé à une approche hiérarchique objective, le niveau de compétence d'un groupe est difficilement contestable par un groupe de statut inférieur. Ainsi, les joueurs du club d'Yvoir ne pourront pas discuter la supériorité des stars du Real de Madrid sur le plan footballistique. Pour la chaleur, il en va tout autrement. Certes, les groupes moins compétents s'attribueront une plus grande sociabilité et celle-ci leur

sera généralement reconnue en vertu du principe «noblesse oblige», mais, plus malaisée à objectiver que la compétence, elle pourra parfois être contestée par les groupes dominants.

Dans une étude récente, Vincent Yzerbyt et son équipe se sont posé la question suivante: que se passe-t-il si l'on ne donne pas à un groupe hiérarchiquement supérieur à un autre dans l'échelle sociale la possibilité de se juger sur cette dimension ? En d'autres termes, si on lui demande de s'autoévaluer sur le seul critère de la chaleur. Résultat: alors que dans des conditions «normales», il se jugeait plus compétent, mais un peu moins sociable, il se trouve plus chaleureux que l'autre groupe dès qu'on le prive de la possibilité de faire valoir sa position hiérarchique. *«Notre expérience met en évidence que c'est parce qu'ils ont l'occasion d'affirmer clairement leur statut que les gens occupant le haut de l'échelle sociale consentent à reconnaître une plus grande sociabilité à d'autres groupes, commente notre interlocuteur. Cette concession n'est donc ni gratuite ni automatique, mais sans doute purement stratégique.»*

LES CONDITIONS DE L'ÉCHEC

Noblesse oblige, donc... Toutefois, selon les travaux des psychologues de l'UCL,

cette stratégie peut être mise à mal dans 2 conditions. Premièrement, lorsque les déséquilibres entre les groupes sont assez ténus, de sorte que s'immisce une rivalité, que chaque groupe revendique une forme de primauté tant dans la compétence que dans la sociabilité. Par exemple, les assistants sociaux pourraient se juger à la fois plus chaleureux et plus compétents que les psychologues, alors que la plupart des gens auraient tendance à considérer que ces derniers occupent une position supérieure dans la hiérarchie des professions. *«Pour que la relation entre des groupes fonctionne sur le mode compensatoire, il faut qu'il existe un déséquilibre palpable. Néanmoins, celui-ci doit demeurer viable pour le groupe de statut inférieur, sous peine de le voir opter pour des stratégies plus radicales de changement social, telles que, dans des cas extrêmes, des émeutes, la révolution, etc.»*, précise le professeur Yzerbyt.

La rareté des ressources disponibles constitue la seconde condition où la relation entre des groupes conçue sur le mode compensatoire est vouée à l'échec. Nos rapports avec un groupe perçu comme menaçant dans le cadre de la compétition pour l'obtention des ressources (biens, travail, etc.) seront essentiellement conflictuels et discriminatoires. *«Dès qu'il y a contentieux, l'harmonie fondée sur une sorte de répartition des rôles vole en éclats»*, dit Vincent Yzerbyt.

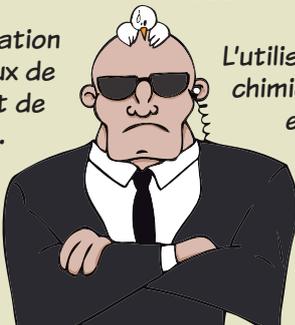
Ainsi, dans une expérience de son équipe, des étudiants en psychologie devaient caractériser des étudiants en médecine. Ils leur reconnaissaient assez aisément des compétences techniques supérieures aux leurs, mais s'estimaient plus sociables, plus humains. Dans une autre condition, les chercheurs annoncèrent à des participants à l'étude qu'en raison d'une refonte de son organisation, l'université envisageait d'octroyer à la faculté de médecine le bâtiment confortable et fonctionnel dévolu jusque-là aux étudiants en psychologie. Dans ce contexte, le jugement de ces derniers n'était plus le même: à leurs yeux, les compétences techniques des étudiants en médecine ne dépassaient plus guère les leurs... ■

LES AVENTURES DE BARJE

©SKAD 2015 - www.barje.be

LE RENSEIGNEMENT AMÉRICAIN A IDENTIFIÉ PLUSIEURS MENACES...

- Les techniques de modification du génome.
- La prolifération d'armes de destruction massive.
- Et sinon, n'oubliez pas de regarder à gauche et à droite avant de traverser la rue.
- La modernisation des arsenaux de la Russie et de la Chine.
- L'utilisation d'armes chimiques en Syrie et en Irak.
- Le crime organisé.
- Le terrorisme.
- Les objets connectés...

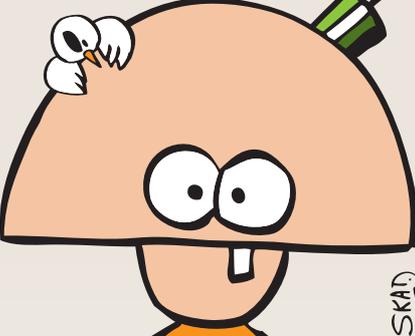



SKAD

Pour détecter les ondes gravitationnelles prédites par Einstein, on a construit des amplificateurs géants...

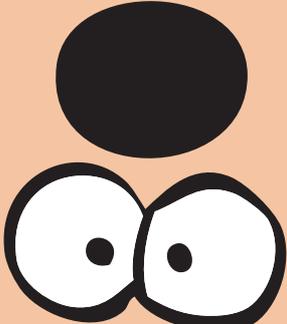


J'en ai profité pour détecter le contenu de mon cerveau.



SKAD

Mais je suis tombé sur un gros trou noir.



La femelle panda du parc animalier Pairi Daiza a été inséminée artificiellement...



C'est beau la nature.



SKAD

Certains politiciens veulent interdire la cigarette en voiture en présence d'enfants.



Les cigarettiers veulent interdire les enfants en voiture en présence de cigarette.



SKAD

Immunothérapie du cancer,

le jour se lève

Espoirs et déceptions ont longtemps jalonné l'histoire de l'immunothérapie du cancer. Aujourd'hui, à l'heure où des succès probants sont obtenus en clinique humaine en aidant le système immunitaire à éliminer certaines tumeurs, une page nouvelle s'est ouverte et une révolution thérapeutique est en cours...

Les biologistes du début du 20^e siècle s'interrogeaient déjà sur la présence éventuelle d'**antigènes** spécifiques à la surface des cellules cancéreuses, l'expression de tels antigènes tumoraux étant la condition *sine qua non* à la mobilisation du système immunitaire contre les tumeurs malignes. Après des travaux concluants réalisés chez la souris, l'équipe du professeur Thierry Boon, alors directeur de l'unité bruxelloise de l'*Institut Ludwig contre le cancer (LICR)*, fut la première à démontrer, en 1991, l'existence d'antigènes spécifiques sur les tumeurs humaines. C'est lors de travaux centrés sur le mélanome que les chercheurs découvrirent l'antigène **MAGE-1 (1)**, que quelques dizaines d'autres, de la même famille ou non, allaient rejoindre par la suite.

En 1986, le biologiste anglais Alain Townsend, de l'Université d'Oxford,

démontre que les **lymphocytes T** reconnaissent les protéines virales même lorsqu'elles n'apparaissent pas à la surface de la cellule. En effet, ces protéines peuvent être fragmentées en petits peptides qui se lient à des molécules de classe I **(2)** codées par le **complexe majeur d'histocompatibilité** (système HLA - *Human Leucocyte Antigens*) découvert en 1958 par le professeur Jean Dausset, prix Nobel de médecine en 1980. Se forment ainsi des entités «peptides-antigènes d'histocompatibilité de classe I» qui migrent vers la surface de la cellule, où ils sont identifiés par les récepteurs des lymphocytes T.

Ce processus n'est pas l'apanage des protéines virales. Grâce notamment aux recherches du *LICR*, démonstration fut faite qu'il s'applique également à toute protéine anormale résultant d'une mutation ponctuelle dans un gène. Plus précisément, il est acquis à présent que de nombreuses cellules tumorales humaines portent à leur surface des peptides antigéniques qui peuvent être reconnus par une catégorie particulière de lymphocytes T **cytolytiques (CTL)**: les lymphocytes T CD8 ou T *killers* (tueurs).

MÉCANISMES DE RÉSISTANCE

Cette découverte ouvrait la voie de l'immunothérapie du cancer dont la finalité est d'aider le système immunitaire à attaquer et détruire les tumeurs. Différentes méthodes de vaccination furent testées mais, jusqu'il y a peu, avec des résultats décevants. Voilà quelques années encore, le taux de réponses cliniques objectives (complètes ou partielles) ne dépassait guère 5%.

Plusieurs hypothèses furent avancées pour tenter d'expliquer pourquoi. Des raisons méthodologiques, entre autres, ont été invoquées pour rendre compte d'échecs massifs rencontrés lors d'essais cliniques à large échelle. Dans des études restreintes, les résultats étaient plus nuancés et l'on observait une disparité de la réponse des patients, quelques-uns jouissant de régressions tumorales impressionnantes, parfois même complètes, et d'autres pas. Les travaux du *LICR* ont montré que le nœud du problème était la mise en place, au niveau de la tumeur même, de méca-

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

Photos: © A. WOJCIKI-SPL/belgaimage.be (pp.24-25)



Van den Eynde. Et d'ajouter: «*On a enfin l'impression de voir la lumière au bout du tunnel.*»

LA NATURE DES CIBLES

Quel est donc l'état des lieux dans le champ de l'immunothérapie ? Tout d'abord, on dénombre 3 catégories d'antigènes pouvant servir de socle à une réponse immunitaire anticancéreuse. La première, dont font partie ceux de type MAGE, regroupe des antigènes spécifiques. Ces derniers sont donc codés par des gènes qui ne sont exprimés qu'au niveau des cellules tumorales, à l'exclusion des cellules normales. Ils sont présents dans différents cancers, chez de nombreux patients.

Autre catégorie: des antigènes codés par un gène exprimé dans les cellules normales mais muté dans le cancer. «*Les lymphocytes T CD8 reconnaissent le peptide présentant une mutation lorsqu'il est présenté à la surface de la cellule tumorale par une molécule HLA*, indique Benoît Van den Eynde. *La mutation étant absente dans les cellules normales, la spécificité de l'antigène est à nouveau parfaite.*»

On rencontre aussi des catégories d'antigènes qui, à proprement parler, ne sont pas spécifiques des tumeurs. Ainsi, dans le mélanome, le système immunitaire reconnaît des antigènes à la surface des cellules cancéreuses, alors qu'ils sont également présents dans les mélanocytes constitutifs du tissu normal. «*On s'attendait à ce qu'il n'y ait pas de reconnaissance par les lymphocytes T, mais on assiste en fait à une espèce de défaut de la tolérance immunitaire*», explique le directeur du LICR.

A priori, il existe donc 3 catégories de cibles pour initier une immunothérapie. Mais sur quelles bases entreprendre celle-ci ? Pour l'heure, on recense 3 approches possibles, applicables chacune aux 3 types d'antigènes susmentionnés. La première part du principe que le système immunitaire est capable de les reconnaître, mais qu'il ne s'y emploie pas de façon assez vigoureuse. Il faut donc l'aider. D'où l'idée d'un vaccin thérapeutique par injection d'un antigène ou du peptide correspondant présenté à la surface des cellules cancéreuses par

une molécule HLA de classe I. L'espoir est de déclencher une réponse immunitaire plus forte, de stimuler la production de lymphocytes T CD8 qui anéantiront les cellules tumorales.

Ce concept a été testé à travers de nombreux essais dans le monde entier. «*Des résultats intéressants ont été obtenus chez de petites séries de patients où l'immunisation se réalisait à partir de peptides de quelques acides aminés, mais l'efficacité de la méthode n'a pas encore été prouvée en clinique humaine*», signale Benoît Van den Eynde.

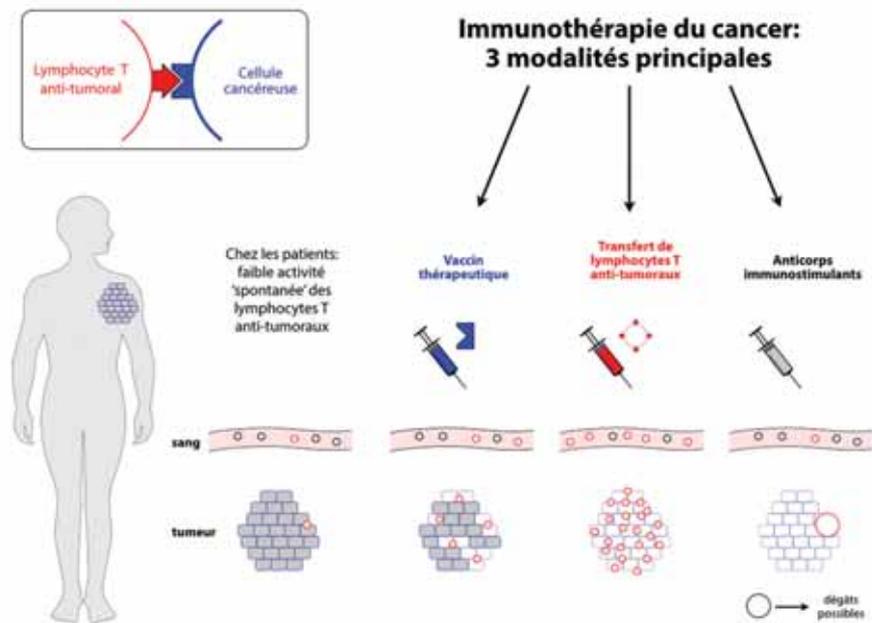
GONFLER LES TROUPES

Selon notre interlocuteur, l'ampleur des échecs rencontrés dans les études à large échelle est probablement imputable à des causes d'ordre méthodologique. L'approche vaccinale était de recourir à la **protéine recombinante** MAGE-3 associée à un adjuvant et non d'utiliser un de ses fragments, le peptide d'intérêt MAGE-3. Une technique analogue avait été employée précédemment avec succès dans la vaccination préventive contre plusieurs maladies infectieuses, dont l'hépatite B. En l'occurrence, la protection recherchée était obtenue via la sécrétion d'anticorps par les lymphocytes B en réponse à l'injection d'une protéine recombinante spécifique de la maladie concernée. En oncologie, on savait déjà que, seule, la protéine recombinante ne pourrait induire la production massive de lymphocytes T CD8, mais il y avait des raisons de croire qu'elle serait à même d'y parvenir si elle était associée à un adjuvant. Ce ne fut pas le cas. «*Dans les essais antérieurs qui s'étaient révélés encourageants sur des échantillons restreints de patients, c'étaient de petits peptides qui avaient été injectés aux malades*, rapporte Benoît Van den Eynde. *Aussi reste-t-il un important potentiel à explorer au niveau des vaccins anticancéreux, mais avec des technologies vaccinales mieux adaptées.*»

Une autre approche d'immunothérapie qui, comme la première, n'a pas encore atteint le stade de la routine clinique relève des thérapies cellulaires. Principalement développée à Philadelphie et à Bethesda, elle a donné lieu à des résultats fort impressionnants dans de petites séries de patients souffrant de tumeurs

nismes de résistance menant à l'anergie (la «paralysie», pourrait-on dire) des lymphocytes T CD8. C'est ainsi, nous le verrons, que Benoît Van den Eynde, professeur d'immunologie à la Faculté de médecine de l'Université catholique de Louvain (UCL) et actuel directeur de la branche bruxelloise de l'Institut Ludwig, a décrit l'implication de 2 enzymes, baptisées respectivement IDO1 (indoleamine 2,3-dioxygénase) et TDO2 (tryptophan 2,3-dioxygénase), dans ce phénomène de résistance. Produites par les cellules tumorales de divers cancers, elles dégradent le tryptophane, acide aminé nécessaire à la prolifération des lymphocytes T.

Aujourd'hui, la roue a tourné et l'immunothérapie du cancer s'est engagée dans une ère nouvelle où le succès, y compris en routine clinique, est régulièrement au rendez-vous. Par exemple, dans une de ses modalités, elle arrive à guérir 20 à 30% des malades atteints d'un mélanome métastatique. Des tests dans les cancers du rein et du poumon sont en cours, avec des résultats préliminaires similaires. «*Il s'agit d'une véritable révolution*», n'hésite pas à dire le professeur



Les 3 principales modalités d'immunothérapie du cancer visent toutes à augmenter le nombre et l'activité des lymphocytes T anti-tumoraux (cercles rouges), soit par l'utilisation de vaccins contenant les antigènes tumoraux (indiqués en bleu), soit par des approches de thérapie cellulaire basées sur l'injection d'un grand nombre de lymphocytes T anti-tumoraux cultivés *in vitro*, soit par l'utilisation de médicaments qui désactivent des mécanismes physiologiques de limitation des fonctions lymphocytaires (anticorps immunostimulants). Cette dernière approche est aujourd'hui entrée en routine clinique dans le mélanome, les cancers du poumon et du rein.

solides (3), mais s'avère très complexe, très lourde et très coûteuse.

Quel est son principe ? On sait que c'est par le biais d'un récepteur spécifique TCR (*T cell receptor*) que les lymphocytes T CD8 sont à même de reconnaître des peptides antigéniques présentés à la surface des cellules malignes par les molécules du complexe majeur d'histocompatibilité de classe I. Dessinée à gros traits, la technique dite «de transfert adoptif» consiste à prélever des lymphocytes T CD8 chez le patient, à les transfecter (introduction de matériel génétique exogène) avec un TCR optimisé, c'est-à-dire un récepteur spécifique pour la reconnaissance d'un antigène exprimé par la tumeur, à multiplier *in vitro* les lymphocytes modifiés jusqu'à en obtenir plusieurs milliards et à les réinjecter au malade. Comme le dit de façon imagée Pierre van der Bruggen, professeur à l'UCL et responsable d'un groupe de recherche au sein de l'*Institut Ludwig*, le but est d'amener directement une grande quantité de soldats sur le champ de bataille.

Cette approche, qui est en passe d'être mise au point dans différents types de tumeurs solides, nécessite qu'un conditionnement très lourd soit effectué chez le patient. Ainsi, comme pour les greffes de moelle osseuse, tous ses lymphocytes T sont éliminés par radio- ou chimiothérapie avant l'injection des cellules modifiées. Par ailleurs, il est essentiel que le récepteur TCR soit absolument

spécifique des cellules cancéreuses, sinon la thérapie recèle une toxicité sévère pour les cellules normales, en particulier au niveau de la peau, du tube digestif, du poumon et du cerveau. «Plusieurs dizaines de patients ont pu être sauvés par cette technique, mais, dans certains cas, un manque de spécificité du récepteur a entraîné des décès», souligne le professeur Van den Eynde

MÉCANISMES DE RÉTROCONTRÔLE

Venons-en à la troisième approche qui, elle, a franchi la porte de la routine clinique. Essentiellement issue des travaux du chercheur américain James Allison, du *M.D. Anderson Cancer Center*, à Houston, elle tire profit d'un mécanisme de régulation du système immunitaire. Afin d'éviter des problèmes d'**auto-immunité**, ce dernier possède différents mécanismes de rétrocontrôle. L'un d'eux a suscité l'intérêt de James Allison. Lorsque des lymphocytes T ont reconnu l'antigène correspondant à leur récepteur spécifique TCR, ils sont activés en vue de la destruction des cellules à éliminer. Une fois ce travail terminé, ils expriment à leur surface la protéine CTLA-4 qui, après s'être liée à son **ligand** (exprimé par les cellules ciblées), agit comme un frein qui inhibe complètement l'activité des lymphocytes T. Dans le cancer cependant, les

lymphocytes T sont massivement rendus au silence, alors même que les cellules cancéreuses n'ont pas été détruites. D'où l'idée féconde de James Allison de bloquer l'action de CTLA-4.

Des études faisant appel à des souris transgéniques chez qui le gène codant pour cette protéine a été inactivé montrent que ces animaux connaissent des problèmes auto-immunitaires majeurs à la suite d'une intense prolifération des lymphocytes T et meurent quelques semaines à peine après leur naissance. Il y a plus de 15 ans déjà, l'équipe de James Allison a développé des **anticorps monoclonaux**, qualifiés en anglais de «*checkpoint blockers*» ou de «*checkpoint inhibitors*», contre la protéine CTLA-4 humaine. À la suite de leur injection, la réponse immunitaire est massive: le nombre des lymphocytes T, dont les CD8, augmente drastiquement.

Testée au départ dans le mélanome, puis dans d'autres types de tumeurs solides, cette approche a généré des résultats impressionnants. Appliquée à des patients atteints d'un mélanome métastatique (survie à 5 ans inférieure à 2%), elle a permis à une proportion importante d'entre eux de rejeter leur tumeur et 5 ans plus tard, de n'avoir subi aucune récurrence. «Avec l'*Ipilimumab*, le premier médicament anti-CTLA-4, 20 à 30% des patients guérissent», indique Benoît Van den Eynde, avant de préciser que le traitement peut induire une auto-immu-

nité assez sévère qui, lors des premiers essais cliniques, a entraîné des décès. «*Désormais, on contrôle mieux ce phénomène, de sorte qu'on ne rencontre plus de problème de mortalité, dit-il. Néanmoins, la thérapie doit parfois être interrompue.*»

Dans la foulée de CTLA-4, une autre protéine membranaire exerçant un rétrocontrôle négatif sur la réponse immunitaire a suscité l'intérêt des chercheurs: PD-1. Plusieurs anticorps monoclonaux destinés à s'opposer à son action sont utilisés en clinique humaine. Initialement approuvés dans le cadre du mélanome, en 2014, les anti-PD-1 ont reçu en 2015 l'agrément de la *Food and Drug Administration (FDA)*, aux États-Unis, pour le traitement des cancers du poumon et du rein. Et celui de l'*Agence européenne des médicaments (EMA)* en 2015, sauf pour le cancer du rein.

À vrai dire, les anti-PD-1 ont relégué les anti-CTLA-4 au second plan, car leur toxicité est nettement moindre pour des résultats équivalents, voire supérieurs. «*Dans le mélanome, par exemple, ce n'est plus 20 à 30% des patients qui répondent au traitement, mais 30 à 40%, voire 50%*», précise le professeur Van den Eynde. Afin d'améliorer encore ces scores, la combinaison d'un anti-CTLA-4 et d'un anti-PD-1 fut testée en médecine humaine. Les taux de réponse étaient alors de 60 à 70%, mais la toxicité de cette association s'avéra assez sévère.

PRÉSERVER LE TRYPTOPHANE

Aux yeux de notre interlocuteur, les 3 grandes approches thérapeutiques que nous venons de décrire succinctement ont chacune leur pertinence et l'avenir est sans doute à leur association éventuelle selon des modalités qu'il reste à définir. Mais on ne peut néanmoins faire l'économie d'une question clé: pourquoi certains patients répondent-ils bien aux traitements et d'autres pas? De très nombreuses recherches chez la souris soulignent l'existence de mécanismes développés progressivement par les tumeurs pour résister à l'attaque immunitaire. En particulier, les cellules cancéreuses peuvent perdre l'expression des antigènes tumoraux, mais aussi se doter de mécanismes immunosuppresseurs. C'est le cas lorsqu'elles pro-

duisent les enzymes IDO1 et TDO2 (*voir supra*) afin de dégrader le **tryptophane** et ainsi enrayer la prolifération des lymphocytes T.

Dès lors naquit il y a une dizaine d'années, sous l'impulsion de Benoît Van den Eynde, l'idée de combiner les différentes approches d'immunothérapie avec des médicaments capables de bloquer l'action de ces enzymes. Actuellement, un inhibiteur de IDO1 élaboré par la firme pharmaceutique américaine *Incyte* va entrer en essais cliniques de phase 3 dans le cadre d'une combinaison avec un anti-PD-1 chez des patients souffrant d'un mélanome métastatique. Au cours des essais de phase 2, 10 patients sur 19 bénéficièrent d'une régression tumorale, qui fut complète chez 3 d'entre eux. «*Ces résultats sont du même ordre que ceux obtenus par l'association d'un anti-PD-1 et d'un anti-CTLA-4, mais avec une toxicité très faible*», commente le professeur Van den Eynde.

En 2012 fut créée la spin-off *iTeos Therapeutics*, née dans le giron des laboratoires bruxellois de l'*Institut Ludwig*. Implantée à Gosselies, elle jouit d'un soutien financier de la Fédération Wallonie-Bruxelles. Objectif: développer des inhibiteurs de IDO1 et de TDO2. Précisément, des essais cliniques vont débiter très prochainement en partenariat avec la firme *Pfizer*. «*Nous allons tester un inhibiteur de IDO1 au moins aussi actif que celui de la société Incyte, mais qui a l'avantage de posséder une bien meilleure pharmacocinétique, déclare Benoît Van den Eynde. La demi-vie de notre produit est suffisamment longue pour en autoriser une administration journalière, tandis que le médicament américain doit être délivré plusieurs fois par jour à des doses élevées.*»

- (1) *MAGE pour Melanoma Antigen.*
- (2) *Il existe 2 formes de molécules d'histocompatibilité HLA: de classe I et de classe II.*
- (3) *Dans cet article, nous nous référons aux tumeurs solides. Des percées importantes ont également été réalisées, via des méthodes spécifiques, dans l'immunothérapie des tumeurs liquides (leucémies des lymphocytes B, lymphomes B...).*

L'immunothérapie du cancer a pris son véritable envol ces dernières années. Le temps des espoirs déçus semble révolu. Oui, une révolution est en marche. ■

GLOSSAIRE

Immunothérapie: Stratégie thérapeutique dont l'objectif est d'améliorer le fonctionnement du système immunitaire.

Antigène: Molécule considérée comme étrangère par l'organisme et qui, une fois reconnue par des anticorps ou des cellules du système immunitaire, tels les lymphocytes B ou T, provoque une réaction immunitaire.

Lymphocyte T: Petit globule blanc intervenant dans la réponse immunitaire. Les lymphocytes T repèrent et détruisent des agents pathogènes provenant de l'extérieur de l'organisme comme les bactéries ou les virus, mais également des cellules de l'organisme ayant subi des transformations anormales, comme les cellules cancéreuses.

Complexe majeur d'histocompatibilité: Région du génome dont les gènes codent pour les molécules d'histocompatibilité (HLA), lesquelles ont pour fonction de présenter les antigènes aux lymphocytes.

Cytolytique: Qui a la propriété de détruire les cellules. Un lymphocyte T cytotytique est doté, à sa surface, de récepteurs pouvant se lier à des complexes formés par un peptide et la molécule HLA de classe I qui le lui présente.

Protéine recombinante: Protéine produite par une cellule dont le matériel génétique a été modifié.

Auto-immunité: État pathologique caractérisé par l'hyperactivité du système immunitaire à l'encontre des propres constituants (tissus, substances) de l'organisme.

Ligand: Molécule capable de se lier à une protéine spécifique.

Anticorps monoclonal: Un anticorps est dit monoclonal lorsqu'il a été produit, de façon industrielle, par une seule lignée cellulaire (le clone). La pureté des anticorps monoclonaux permet leur utilisation à des fins diagnostiques et thérapeutiques. Ils sont notamment employés dans le traitement de maladies auto-immunes et de certains cancers.

Tryptophane: Acide aminé apporté par l'alimentation (œuf, soja, produits laitiers...). Il est le précurseur de la sérotonine.

Demi-vie: Dans le cadre qui nous occupe, temps mis par un médicament pour perdre la moitié de son activité pharmacologique.



Vers une «Uber» société ?

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

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

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

Illustrations: **Vince** • vincent@vince-cartoon.be

Vous avez souvent entendu parler de l'«uberisation de la société», mais de quoi s'agit-il exactement ? Ce terme a été utilisé pour la première fois en décembre 2014 par Marc Levy, CEO de l'agence publicitaire *Publicis*, dans une interview au *Financial Times*. Dans celle-ci, il expliquait que ses clients étaient très inquiets de la montée en puissance du numérique et craignaient de voir leurs activités soudainement remises en cause, voire disparaître. L'on parle donc en réalité et avant tout d'une remise en cause du système économique classique. C'est inéluctable, la révolution économique est en marche et elle s'appuie notamment sur les usages proposés par le Web. Le commerce ne s'envisage plus de la même manière et cela demande des adaptations parfois radicales.

Ce qui fait peur aux sociétés évoluant dans un système économique classique,

c'est le vide juridique qui existe actuellement au niveau de l'imposition fiscale. Tout un chacun peut rentabiliser sa voiture, son appartement ou ses talents culinaires sans être soumis à l'impôt traditionnel. Et dès lors, proposer des tarifs beaucoup plus attractifs pour un service de très bonne qualité. C'est ce système que l'on appelle «uberisation».

La société *Monitor Deloitte* (www.deloitte.com), l'un des leaders mondiaux du conseil en stratégie, en a établi une définition en 7 mots-clés ou caractéristiques (source: <http://bit.ly/1QmZXpC>):

- **Disruption:** les modèles traditionnels sont remis en cause, les grandes entreprises sont menacées par des particuliers qui bouleversent le marché en un temps record.
- **Usage:** l'usage d'un bien ou d'un service donné prédomine sur la possession de ce même bien ou service.

- **Innovation:** des approches nouvelles qui apportent un regard différent sur notre quotidien et le mieux-vivre au travers de l'expérience utilisateur.
- **Échange:** connecter des personnes qui recherchent un produit ou service avec ceux qui ont un produit ou un service à offrir. Cet échange peut prendre la forme d'un troc, d'un partage, d'une vente ou d'une location.
- **Digital:** cet échange est supporté par des plateformes digitales (Internet, mobile, tablettes,...).
- **Interdépendance:** le consommateur est au centre de la transaction et le nombre d'intermédiaires est réduit au minimum.
- **Dynamique:** prix ajusté en temps réel suivant l'offre et la demande. L'accès au produit ou au service se fait à la demande, au moment et à l'endroit voulu par l'utilisateur.

LA RÉVOLUTION UBER

Lorsque l'on parle d'«uberisation de la société», on pense forcément à *Uber* (<https://www.uber.com/fr/>) et à son service de taxi urbain, très controversé et même interdit dans certaines villes. Pourtant, le phénomène est bien plus ancien. Il a vu le jour à la fin des années 90 avec la création d'eBay (www.ebay.com). Pour la première fois, un site Internet passait outre les plus grandes salles de ventes et permettait à des particuliers de mettre leurs biens aux enchères. Le site est longtemps resté une exception jusqu'à ces dernières années et la création de sites d'échanges de bons procédés comme *AirBnB* (location de logements particuliers ou chez l'habitant) ou *Uber*.

Uber a vu le jour à San Francisco avec l'émergence de la culture numérique. L'idée repose sur un concept simple: proposer un service de taxi à des prix abordables. Ici, la communauté est reine et la société mise énormément sur le sentiment d'appartenance et les liens tissés entre les clients, les chauffeurs et la maison-mère. Aussi, comme dans toute communauté, les avis sont importants. Vous aurez donc accès aux commentaires laissés par les utilisateurs sur le collaborateur *Uber* qui vous sera

attribué. Après la course, vous pourrez, vous aussi, noter et commenter.

Tout se fait en ligne: de l'inscription (via le site www.uber.com ou l'application pour smartphones) au paiement, en passant par la réservation.

À NOTER:

Vous devez autoriser *Uber* à accéder à vos données de géo-localisation. Cela permettra au service de détecter automatiquement votre position et de rechercher le chauffeur le plus proche.

Uber n'est bien entendu pas le seul service de transports qui a vu le jour avec l'émergence du Web 2.0. Il ne faut pas oublier son «petit frère», *UberPop*. Quelle différence ? *Uber* vous propose des chauffeurs professionnels tandis que chez *UberPop*, le chauffeur est un simple particulier qui exerce cette activité de façon complémentaire pour rentabiliser son véhicule ou arrondir ses fins de mois. Ce service n'est agréé par aucune autorité européenne, inscrit à aucun registre professionnel officiel et n'est donc soumis à aucune cotisation sociale ou impôt... Depuis quelques mois, ce service a d'ailleurs été suspendu en Belgique, mais la société ne désespère pas de trouver la parade juridique permettant son rétablissement.

ÉCHANGE DE BONS PROCÉDÉS:

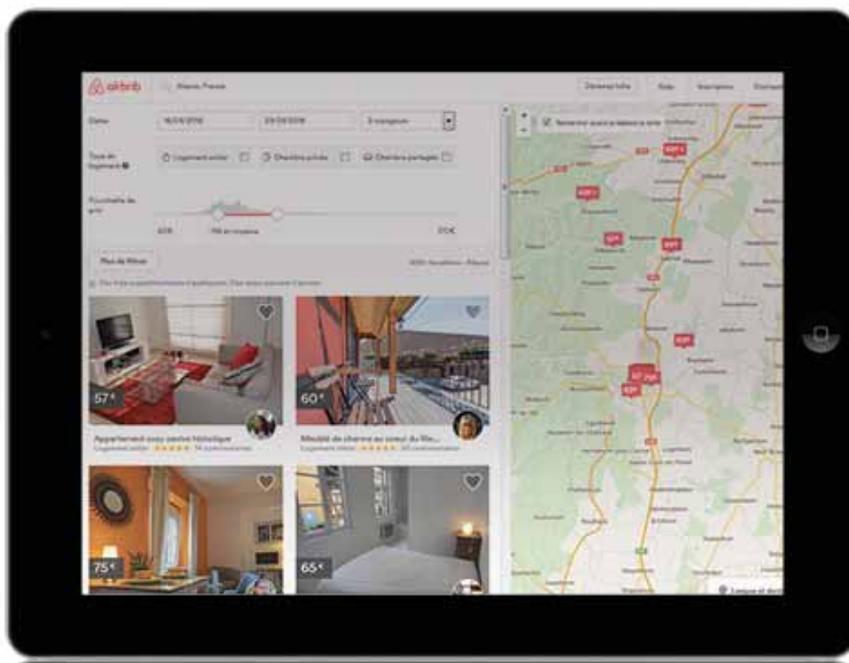
NOUVELLE MODE ?

L'uberisation de la société ne concerne pas seulement le monde du transport. Bien d'autres milieux professionnels sont atteints par ces nouvelles pratiques.

➤ Le tourisme

Ce secteur n'y a pas échappé, et plus précisément le logement avec comme exemple à succès, la plateforme *Airbnb* (www.airbnb.com). Fondée aux États-Unis en 2008, elle est entièrement dédiée à la location d'appartements et de maisons dans le monde entier.

Comment ça marche ? *AirBnB* propose aux particuliers de louer leur appartement, leur maison en entier ou une partie à d'autres particuliers pour un court ou long séjour. L'offre couvre déjà 190 pays, autant dire, le monde entier. Pour le visiteur, le système est tout aussi simple: il lui suffit de faire une recherche à partir du lieu souhaité, du nombre de personnes et de nuits, du système d'occupation du logement (entier ou non), du prix et de différents autres critères concernant l'infrastructure et le règlement comme la présence d'une piscine ou d'un lave-vaisselle, l'acceptation d'animaux domes-





tiques... L'hôte et le visiteur peuvent alors échanger directement entre eux tout en restant dans le cadre de la plateforme, avec les garanties qu'elle offre.

Si l'idée de location entre particuliers n'est ni novatrice, ni des plus originales, *AirBnB* se distingue de ses concurrents par les services offerts. Le site Web (ou l'application) joue le rôle d'intermédiaire entre les 2 parties. L'avantage pour le loueur est donc la garantie du paiement et pour le locataire la garantie du logement car le paiement n'est transféré que 24 heures après son arrivée (ce qui permet, en cas de problème, de s'adresser au service client accessible 24/24h et 7/7j). Cela n'enlève rien à l'aspect communautaire et au système de partage qui restent au centre du principe. Après le séjour, chaque partie est invitée à laisser un commentaire et une cote sur le profil. Ce qui renforce l'aspect confiance lorsque vous devez accueillir une personne ou vous déplacer.

Autre avantage, le rapport qualité/prix. Le coût d'un hôtel ou d'une chambre d'hôte à Paris, Londres ou New York est devenu exorbitant. Comme la personne qui vous reçoit ne paie aucune taxe sur le prix de votre séjour, cela lui permet de vous offrir un confort impressionnant

avec des prix 50 à 60% moins chers. De plus, comme votre hôte sera évalué, il fera en sorte de rendre votre séjour le plus agréable possible et vous renseignera sur une série d'activités ou lieux qui amélioreront incontestablement votre visite. Vous êtes également coté en tant que locataire, ce qui en dissuadera plus d'un de se comporter en locataire abusif et non respectueux. Là où le service client est de plus en plus limité au sein de l'offre hôtelière standard actuelle, il semblerait que les utilisateurs d'*AirBnB* proposant des logements aient renoué avec l'accueil et le service, pour le plus grand plaisir des voyageurs.

> La gastronomie

Les sites comme *AirBnB* ne sont pas l'apanage des américains, les belges aussi ont des idées ! Nous en voulons pour preuve le site *Menu Next Door* (www.menunextdoor.com). Cette plateforme lancée en avril 2015 allie convivialité, partage, économie et gastronomie. Le concept est de proposer un service de restauration entre particuliers à tarif réduit et repose sur une idée simple: des passionnés de cuisine réalisent des repas pour des amateurs de gastronomie.

Attention, pour pouvoir présenter vos services en tant que «chef», il vous faudra rencontrer Nicolas Van Rymentant, le concepteur du site, et lui faire goûter votre menu. Si cette entrevue s'avère concluante, le site proposera vos mets à la communauté. Cela ne signifie pas pour autant que ce site s'adresse aux professionnels, bien au contraire. Si un tiers des chefs sont des restaurateurs, le reste est réparti équitablement entre les particuliers et les étudiants du secteur HORECA.

Quels avantages par rapport à un service traiteur classique ou un restaurant ? Les prix proposés y sont environ 30 à 50% moins chers. Outre ses tarifs avantageux, le concept est facile d'utilisation. Une fois commandé, il suffit d'aller retirer le plat chez le cuisinier. L'application vous permet de faire une recherche des disponibilités aux alentours.

Menu Next Door est actuellement présent dans la région bruxelloise uniquement mais devrait bientôt s'étendre au reste du pays.



➤ Le gardiennage

Le monde du baby-sitting belge aussi est touché par l'uberisation. *AirBsit* (www.airbsit.com) a vu le jour en 2015. Il permet aux parents, via une application, de trouver un(e) baby-sitter en quelques clics. Celle-ci met en rapport parents et baby-sitters qui conviennent alors du jour et de l'horaire. Le paiement s'effectue en ligne via carte bancaire. Cette application repose sur la confiance. Les utilisateurs recommandent aux «amis parents» leurs baby-sitters de confiance et cela apporte beaucoup de quiétude et de sérénité.

Pour ce qui concerne la garde de votre animal de compagnie, il existe plusieurs sites. Mais le plus connu d'entre eux est *Holidog* (be.holidog.com), qui est leader du marché européen. L'entreprise propose des solutions adaptées aux besoins des animaux (chien ou chat) et de leurs maîtres en quelques clics. Une multitude de services y sont proposés: cela va de la garde de votre animal de compagnie pendant vos vacances prolongées ou le temps d'un week-end à la promenade quotidienne.



La réussite du service repose sur la qualité: les «pet-sitters» sont sélectionnés sur leurs motivations et leurs capacités d'hébergement. Les familles d'accueil sont notées par les clients suite à leurs prestations. Avant de prendre sa décision, le client a la possibilité de correspondre avec le prestataire sans aucun engagement, ce qui renforcera à nouveau la confiance. La proximité est également un facteur clé. En effet, *Holidog* garantit un «pet-sitter» résident à moins de 50 km de votre domicile. Et jusqu'à un maximum de 10 km dans les grandes villes !

➤ Le notariat

Et oui, certains services notariaux sont eux aussi touchés par l'uberisation de l'économie: le site *Testamento* (www.testamento.fr) est un service en ligne français permettant la création d'un testament et son dépôt chez un notaire



sans avoir à se déplacer. Développé en collaboration avec des avocats et des notaires, le site s'est donné la mission de démocratiser un document juridique important et trop peu utilisé.

Il suffit de quelques clics pour générer un testament. Celui-ci sera enregistré dans la base de données officielle des notaires et conservé à vie par un notaire de *Testamento*. Celui qui aura la charge de la succession devra consulter cette base de données car il s'agit d'une obligation légale. Il aura donc accès au dit testament.

OÙ S'ARRÊTERA-T-ON ?

Comme on le voit, beaucoup de secteurs sont déjà concernés par l'uberisation. Et cela n'est pas près de s'arrêter. La prochaine industrie «contaminée» devrait être celle des assurances étant donné que l'expérience-client n'est pas bonne. Le modèle actuel ne répond plus aux exigences du consommateur. Des alternatives risquent donc de voir le jour prochainement.

Les banques doivent-elles aussi se préparer à l'arrivée prochaine de ces nouveaux types de services ?

Une chose est sûre, la révolution numérique est en marche et il semblerait qu'aucun secteur ne soit épargné. Nos représentants vont-ils s'y adapter et s'en

inspirer pour relancer l'économie ? Est-ce une avancée positive par rapport aux changements sociétaux qui s'opèrent ? Ou au contraire, ces évolutions sont-elles trop rapides pour nos sociétés vieillissantes et vont-elles provoquer des ruptures difficiles à maîtriser ? Le Web nous le dira. ■



Série : INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES, UNE AVENTURE CAPTIVANTE !



De la chambre noire au numérique:

L'histoire de la photographie est une succession de merveilleuses découvertes et inventions. Elle emprunte à divers domaines: l'optique, la chimie et la mécanique pour l'argentique noir et blanc, la couleur et le relief; l'électricité, l'électronique et l'informatique pour le numérique. Vous l'aurez compris, la photo, c'est un peu de magie mais pas que...

Zoom sur la photographie

Appareil photo Zeiss Ikon Telma™ (1938)

Texte: **Christiane DE CRAECKER-DUSSART** • c.decraecker@skynet.be

Photos: **STAFFAGE** (p.32), ©Westlicht Photographica Auction 2010 - Daguerreotype (p.33), **Kodak - Brownie** (p.33), **J. C. Babo/Flickr - Leica** (p.33)

Voici les grands jalons d'une fascinante épopée: celle d'une invention majeure, qui bouleversera la reproduction figurée des paysages, des êtres et des objets quant aux formes, aux couleurs et aux reliefs. La photo(graphie) s'imposera d'ailleurs partout dans les sciences, les techniques mais aussi, les arts.

L'ARGENTIQUE NOIR ET BLANC

Tout débute à l'Antiquité (4^e siècle avant J.-C.) par la camera obscura (chambre noire), dont on se servait pour observer les astres. Son principe ? La lumière, qui entre par un petit trou percé dans la boîte, projette une image inversée sur le côté opposé à l'orifice. À la Renaissance,

Léonard de Vinci, qui en voit tout l'intérêt pour les artistes, en fait un outil de dessin incontournable pour reproduire avec précision des paysages, des natures mortes ou des portraits. En 1550, un autre italien, Jérôme Cardan, parvient à améliorer la netteté de l'image en ajoutant une lentille en verre biconvexe (un objectif en somme) devant l'orifice. Daniel Barbaro complète le dispositif avec un diaphragme réglant la quantité de lumière. Suivront, au fil des siècles, toute une série d'améliorations: la version portable, le miroir incliné à 45° annonçant le **reflex**, le 1^{er} véritable objectif, le téléobjectif, la lentille double éliminant les **aberrations chromatiques**, la lentille de télescope, l'obturateur à rideau ou le grand-angle.

Pour parvenir à l'appareil photo tel qu'on le conçoit aujourd'hui, c'est-à-dire muni d'un boîtier et d'un objectif pour capter

l'image, il faut une surface **photosensible** pour la fixer. En 1816, soit 22 siècles après la naissance de la camera obscura, Nicéphore Niépce obtient le 1^{er} **négatif** sur un papier photosensible recouvert de **chlorure d'argent**, mais celui-ci se noircit instantanément. Onze ans plus tard, il trouve la solution: il enduit une plaque d'étain de **bitume de Judée**. Après 8 h d'exposition, l'image positive permanente est fixée. De son côté, John Herschel avait découvert, dès 1819, le moyen de fixer l'image en la plongeant dans un bain d'hyposulfite de sodium (composé des **fixateurs** d'aujourd'hui). La photo était née !

À l'origine associé à Niépce, Louis Daguerre décide, à sa mort, de poursuivre leurs recherches communes et développe, une image **latente** révélée *a posteriori* sur une plaque argentée soumise à des vapeurs de mercure. En 10 min, il

obtient un **cliché positif**, le daguerréotype, durable, précis mais... unique ! En 1839, ce 1^{er} appareil photo argentique est présenté à l'Académie des Sciences et commercialisé: c'est la date officielle du début de la photo. Dans le même temps, le Britannique Fox Talbot, qui travaille également sur ce problème, réussit à obtenir plusieurs positifs à partir d'un même négatif sur papier photosensible (et plus sur plaque). Ce procédé négatif-positif (calotypie ou talbotypie) léger et pratique, peu coûteux et moins risqué, est breveté en 1841 et sera le point de départ de la photographie **argentique** moderne. L'on notera également l'apparition de l'appareil pliable à soufflets en cuir (*folder*), de la pellicule 5x3 cm et du microfilm.

Puis, sous l'impulsion de George Eastman, fondateur de la future géante *Eastman Kodak Company*, le film celluloïd (à base de nitrocellulose) remplace les plaques. Ce qui lui permet de lancer, en 1888, le 1^{er} appareil photo grand public, le *Kodak n°1*, vendu chargé d'un rouleau de négatifs pour 100 vues. Après envoi de l'appareil en entier, développement et tirage, celui-ci est rechargé et réexpédié au client avec les épreuves et les négatifs. C'est toute une industrie qui prend son envol. Et dans cette histoire, un chimiste belge, Leo Baekeland, a joué son (petit) rôle en inventant, en 1893, le papier photo *Velox*, qui a l'avantage de se **développer** sous lumière artificielle. Quelques années plus tard, *Kodak* lance le *Brownie* à 1 dollar, petit appareil rechargeable, qui rencontre très vite un énorme succès de foule.

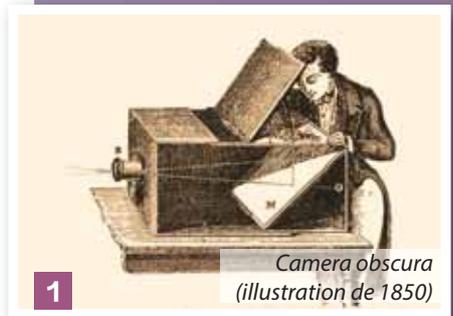
À partir de ce moment, la photographie ne cesse de se perfectionner, de se professionnaliser et de viser le haut de gamme, comme c'est le cas de l'industrie allemande qui lance un produit solide (en métal), compact, rapide et soigné, le *Leica I*. Au niveau du flash, le magnésium à brûler utilisé depuis 1865 est remplacé par les ampoules à usage unique puis par la version électronique (1970). Autre progrès marquant: la cellule photoélectrique (1931). Progressivement aussi, l'appareil photo se miniaturise pour atteindre la taille d'un index ! La précision de ces nouveaux appareils en fait des outils précieux pour les scientifiques. L'*Hasselblad 1600F* (1948) 6x6 par exemple deviendra célèbre après les superbes photos prises par des astronautes américains.

En 1947, l'inventeur américain Edwin Land présente son *Polaroid 95*, le 1^{er} appareil photo à développement instantané, comportant 2 rouleaux de film papier, un positif et un négatif. Une fois la photo prise, le négatif réagit avec le positif; l'image négative est développée, puis la positive. Après 1 minute, la photo en sépia est entre vos mains ! C'est un carton et ce, malgré son volume et son poids de 2 kg ! En 1963 sort une nouvelle version, le *Polaroid Automatic 100* à obturateur électronique et paquets de film en cassettes. Il faut 10 secondes pour les tirages N/B et 50 pour les couleurs ! À cette époque, ces appareils photo sont entièrement automatiques.

Notons également l'essor des marques japonaises (*Nikon*, *Canon*) qui, si elles ont commencé par imiter les produits déjà commercialisés, ont vite ajouté leurs propres innovations techniques.

LA COULEUR ET LA 3D...

Mais ce qui fait de la photo une reproduction fidèle de la réalité, c'est la couleur. Comment s'est-elle retrouvée sur le papier ? Rappelons que rien n'aurait sans doute été possible sans les notions de **synthèses additive RVB** et **soustractive CMJ** introduites en 1852, actualisées ensuite par la trichromie optique. C'est cette technique - à savoir la séparation des couleurs pour reconstitution d'un objet coloré - qui permet à Thomas Sutton de prendre la 1^{re} photo couleur (un ruban de Tartan écossais) en 1861. Mais le cliché est unique et le rendu des couleurs instable. Il faut donc trouver des produits plus sensibles. En 1869, le physicien Louis Ducos du Hauron et le poète Charles Cros présentent séparément une solution indirecte. La méthode consiste à prendre 3 photos d'un même sujet à travers 3 filtres (cyan, magenta et jaune). Les 3 négatifs sont ensuite imprimés sur des feuilles de gélatine bichromatée contenant des pigments gras de couleur rouge, bleue et jaune (complémentaires des négatifs). La photo couleur est *in fine* obtenue en superposant les 3 images positives. Cette découverte est déterminante pour le développement de la photographie, qui sera encore améliorée grâce aux colorants de synthèse.



1

Camera obscura (illustration de 1850)



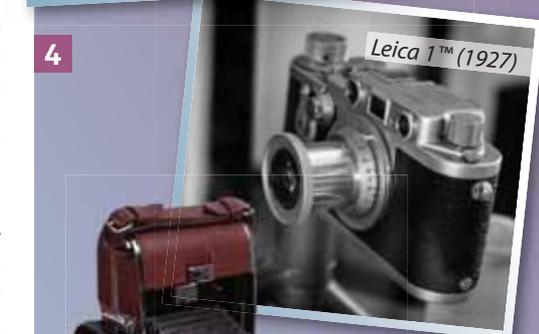
2

Daguerréotype (1839)



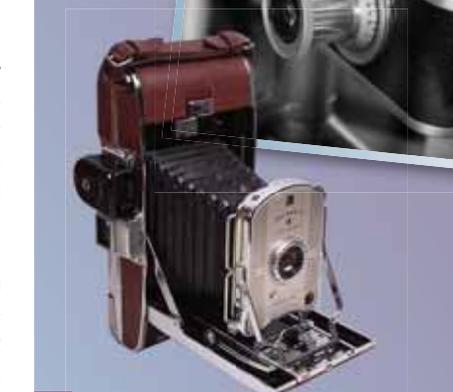
3

Kodak Brownie™ à 1 s (1900)



4

Leica I™ (1927)



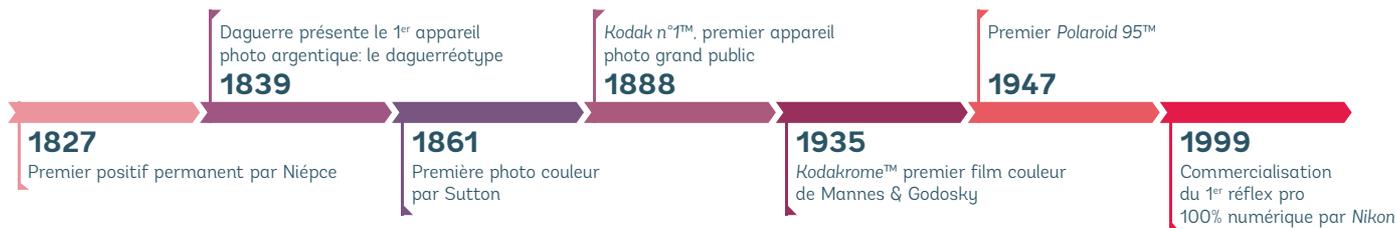
5

Polaroid 95™ (1947)



6

L'image du Tartan écossais (1861)



En 1891, le Français Gabriel Lippmann annonce un ingénieux mais dangereux et trop complexe **procédé interférentiel** produisant des photochromies splendides, le tout sur une seule plaque. Cette découverte lui offrira d'ailleurs le Prix Nobel de Physique en 1908. C'est alors qu'un photographe américain, Frederic Eugene Ives, invente son (photo) chromoscope: il impressionne, sur une plaque unique, 3 négatifs par couleurs indirectes via filtres RVB. Il sera vendu jusqu'en 1907, qui marque l'arrivée de l'**autochrome**, 1^{er} procédé vraiment commercial inventé par les frères Lumière. Il consiste à enduire de l'amidon à grains colorés microscopiques sur une plaque de verre. Installée dans l'appareil photo, elle capte la lumière que les grains vont filtrer pour faire apparaître les couleurs.

C'est lent et très coûteux car chaque autochrome est unique et doit être projeté. Ces «défauts» seront gommés progressivement avec entre autres, le *Kodachrome™* (1935), 1^{er} film photo couleurs amélioré par un coupleur (qui révèle et stabilise les couleurs) et produit jusqu'en... 2009!

Boîtier, reflex, dias, couleurs, flash, le processus photographique avance à vitesse grand V et l'impression n'y échappe pas. Devenue automatique, elle permet d'encore améliorer la qualité et de diminuer le prix des tirages couleurs. Aujourd'hui, où le numérique occupe pourtant la plus grande part du marché, ils sont toujours nombreux à préférer les photos argentiques pour leur qualité et leur style inégalés...

un premier temps «reconstruction par front d'ondes», il permet de reconstituer les réseaux atomiques par microscope électronique et de visualiser les atomes. Les **hologrammes** ou images 3D, ne pourront être réalisées qu'en 1962 avec l'invention du laser. Il recevra le Prix Nobel de Physique en 1971, bien justifié au vu de l'incroyable essor de la 3D que nous connaissons aujourd'hui.

ET ENFIN, LE NUMÉRIQUE

C'est un domaine dont les Nobel raffolent puisque l'invention du capteur **CCD** pour surface photosensible par Willard Boyle et George E. Smith, qui date de 1969, recevra le fameux Prix en 2009. Suite à cela naissent les 1^{ers} appareils photo électroniques à CCD. *Kodak* en sera le pionnier et demande à l'un de ses ingénieurs, Steve Sasson de plancher sur un appareil entièrement électronique. Son prototype (0,01 Mpx, 4 kg !) prend les 1^{es} photos en partie numériques en 1975 pour être breveté 3 ans plus tard. Tous les fabricants prennent ensuite le train en marche: *Canon* avec un appareil électronique analogique (précurseur des reflex numériques); *Fuji* avec le 1^{er} véritable boîtier 100% numérique (des fichiers sont créés à partir des images reçues du capteur); et surtout *Logitech* et son *Fotoman™*, un numérique compact à flash automatique intégré grand public.

Début des années 90, *Kodak* (ré)embraie et sort le 1^{er} reflex numérique fiable à un ordinateur avec stockage provisoire. *Casio* suit avec un compact grand public à cristaux liquides (LCD); *Sony* également en ajoutant un zoom 10x, puis un super-zoom 14x, un stabilisateur d'image et la vidéo. Mais c'est *Nikon* qui commercialisera, en 1999, le 1^{er} reflex pro 100% numérique. Durant cette période sont apparus de nouveaux paramètres qui contribueront à l'essor du numérique comme la norme ISO pour définir la sensibilité du



Pour en savoir plus:

- 150 ans d'appareils photo, *M. Auer*, Éd. Camera obscura, CH Hermance, 1989.
- La Chose Imprimée, *J. Dreyfus et F. Richaudeau*, Éd. Retz, Paris, 1985.
- La couleur dans tous ses éclats, *B. Valeur*, Belin, Paris, 2011.
- Dictionnaire de chimie, *P. de Menten*, De Boeck, Bruxelles, 2013.
- Dictionnaire de physique, *R. Taillet*, De Boeck, Bruxelles, 2013.
- Grandes inventions du monde moderne, *G. Messadié*, Bordas, Paris, 1989.
- Histoire de l'appareil photo, *C. Harding*, Art & Images, Neuilly-sur-Seine, 2012.
- La Photographie en couleurs, *A. Gilardi*, Grange Batelière, Paris, 1973.
- <http://www.christian-roux.ch/HistoireDeLaPhotographieNumerique>
- <http://www.galerie-photo.com/histoire-photographie.html>

capteur à la lumière (1992), le format *JPEG-jpg* (image compressée); la mémoire *Compact Flash™* (1994) pour la conservation des données sans alimentation; ou encore le logiciel *Photoshop 1.0™* d'Adobe, pour le traitement d'images. Les années 2000 verront les ventes d'appareils argentiques s'effondrer... surtout lorsqu'*Eye-Fi* sort, en 2007, la carte mémoire SD Wi-Fi permettant de télécharger, sans fil, les photos sur l'ordinateur.

En 2016, le smartphone a une fâcheuse tendance à remplacer l'appareil photo. Mais saviez-vous que c'est le géant finlandais *Nokia* qui fut le précurseur, dès 2002, de ce nouveau couple que forme téléphone et appareil photo ? Cet emballement de nouveautés concurrentes - difficiles à suivre et pas toujours utiles - s'accélère ! Mais, depuis peu, portées par la curiosité d'une jeune génération pourtant née avec le numérique, les pho-

tos argentiques et instantanées resurgissent. Le retour en force du polaroid lui-même ou des filtres imitateurs de ce résultat rétro en sont bien la preuve. À côté du virtuel, le vintage matérialisé a du charme en photo également... ■



GLOSSAIRE

Aberration chromatique	Aberration (défaut d'objectif) portant sur les différentes couleurs du spectre.
Argentique	Photo utilisant un support (plaque, pellicule) rendu <i>photosensible</i> par procédé chimique aux <i>sels d'argent</i> , par opposition à la photo numérique.
Autochrome	Ancien procédé de photo couleur via filtre de plaque photo <i>négative</i> 9x12 cm à base d'amidon à grains colorés microscopiques enduisant la plaque de verre. Le <i>développement inversé négatif-positif</i> évite impression et <i>fixation</i> de négatif.
Bitume de Judée	Mélange pétrolier fossile noir, blanchissant par oxydation à la lumière et devenant ainsi insoluble et dur. Utilisé en plaque <i>photosensible</i> au début de la photographie.
(Capteur) CCD ou Dispositif à transfert de charge	(angl. <i>Charge-Coupled Device</i>) Capteur microélectronique à semi-conducteur en petits carreaux sur grille mesurant la lumière incidente et créant un <i>pixel</i> de photo numérique en transformant la lumière en électricité et chiffres (numérisation).
Cliché, Négatif et Positif	Image reproduisant un modèle photographié. Sur un cliché négatif, elle est à l'envers et ses valeurs ou couleurs sont inversées. Sur un cliché positif, elle est à l'endroit: ses valeurs ou couleurs correspondent à celles du modèle.
Développer	Transformer, via procédés chimiques (révélateurs), une <i>image latente</i> en image visible.
Fixateur et Fixage	Bain aqueux à base de solution de bisulfite et d'hyposulfite (thiosulfate) de sodium, fixant ou rendant la photographie <i>argentique</i> inaltérable à la lumière, par solubilisation d'halogénure d'argent (<i>AgCl</i> , <i>AgBr</i>), éliminé par rinçage du <i>négatif</i> .
Gélatinobromure, -chlorure et Sels d'argent AgBr, AgCl	Sel d'argent (bromure Ag^+Br^- ; chlorure Ag^+Cl^-) en suspension en gélatine et formant une émulsion <i>photosensible</i> . En photo <i>argentique</i> , il est en suspension en pellicule de gélatine. Exposé à la lumière, l'ion Ag^+ est réduit en argent Ag^0 .
Holographie et Hologramme 3D	(du grec <i>holos</i> , totalité, et <i>graphein</i> , décrire) Méthode de photo en relief superposant 2 faisceaux laser créant des images 3D donnant l'illusion du relief (hologrammes).
Image latente	En <i>argentique</i> , les atomes d' <i>argent</i> Ag^0 obtenus à la surface de certains grains forment de petits agrégats répartis en surface d'après le motif de l'image et l'intensité de l'exposition, en formant l'image latente, changée en image visible via révélateur.
Photosensible	Sensible à la lumière. Dispositif ou système dont l'état physique est modifié par la lumière, voire par rayonnement électromagnétique proche de celle-ci.
Procédé interférentiel	Ancien procédé direct de photo couleur par décomposition de lumière, interférences et irisation des bulles de savon. On met des plaques à émulsion <i>photosensible</i> en contact avec du mercure pour des magnifiques couleurs naturelles, sans colorant.
Pixel (px) et Mégapixel (Mpx = 10⁶ px)	(abrév. de l'angl. <i>picture element</i> , élément d'une image) Plus petite partie d'une photo numérique, définie par sa couleur et sa luminosité. Élément de surface d'une grille 2D. Utilisé en imageurs 2D - appareils photo numériques, écrans - à résolution en Mpx.
Reflex	Boîtier et appareil photo à objectif interchangeable, à visée à travers l'objectif par réflexion de l'image sur miroir à 45° (mono-objectif ou à 2 objectifs <i>twin-lens</i>).
Synthèse additive optique RVB	Superposition de 3 lumières dont les couleurs rouge-orange R, verte V et bleu-violet B, sont primaires ou fondamentales, les complémentaires étant cyan C (bleu azur)=V+B, magenta M (pourpre)=R+B et jaune J=R+V. Blanc=C+M+J. En écrans, appareils photo numériques, scanners.
Synthèse soustractive d'impression CMJ	Les couleurs primaires ou fondamentales CMJ sont normalisées en caractéristiques colorimétriques d'encres primaires. Les secondaires ou complémentaires: rouge R=M+J, vert V=J+C et bleu-violet B=M+C. Noir N=R+V+B. En <i>argentique</i> et imprimerie.

L'atomisme, c'est grec !

Le fondement de la chimie moderne est la théorie atomique: ce modèle explique de quoi sont faites les substances chimiques, comment elles s'assemblent pour former des molécules et pourquoi. La théorie atomique, dans sa forme moderne, date seulement du 19^e siècle, mais puise ses racines dans une conception ancienne et souvent ignorée: l'atomisme de la Grèce antique...



Texte : José BONTEMPS · jbontemps@alumni.ulg.ac.be

Photos : © Philippe COLLETTE/Flickr (p.36),

B.Guillot, Science et Culture, ULg (p.37)

DES ATOMES CROCHUS ET SPHÉRIQUES

Une école de philosophes grecs connus sous le nom d'Eléates soutenait que, puisque que le néant est une impossibilité logique, il ne peut y avoir d'espace entre les particules de matière et donc, pas de particules discrètes et indivisibles: «*L'être est un et continu*». Réagissant contre cette thèse, le philosophe Leucippe (460-370 avant J.-C.) et son disciple, Démocrite (384-322 avant J.-C.), affirment que ce que nous appellerions aujourd'hui le «vide» peut exister et que l'existence de particules est donc possible. Ces particules d'«être», qu'ils nomment «atomes» (du grec *atomos*: insécable), sont immuables et indivisibles. Autrement dit, si vous coupez un bout de matière en petits morceaux, puis découpez de nouveau ces morceaux et ainsi de suite, vous finirez par atteindre la plus petite unité possible, une particule qui ne peut être coupée en particules plus petites, c'est-à-dire un atome. L'atome est donc le point d'arrêt de ces divisions de la matière.

Il résulte de cette définition que tous les atomes sont de même nature: il ne peut y avoir entre eux aucune différence qualitative. Par contre, ils présentent des différences quantitatives: ils n'ont pas tous la même forme, ni la même grandeur. Les formes sont en nombre infini et les grandeurs variables mais dans l'état actuel des choses, l'atome demeure toujours inaccessible à nos sens, invisible.

De plus et toujours selon cette «théorie atomique», les atomes sont solides et peuvent se déplacer. C'est ainsi que d'après Démocrite, ce sont les dispositions et combinaisons d'atomes différents qui produisent tous les matériaux qui nous entourent. Il affirme encore que certains atomes sont «crochus» (voir ci-dessus), ce qui leur permet de s'emboîter et de tenir ensemble tandis que les liquides sont, eux, constitués d'atomes «sphériques» qui leur donnent leur caractéristique «glissante». Par

ailleurs, cette théorie explique la différence entre les divers atomes. L'existence de l'or, plus lourd que la céramique, pouvait s'expliquer par le fait que les atomes qui le constituent étaient moins séparés par des espaces vides que ceux de la céramique.

L'ATOMISME ÉCLIPSÉ

Les atomistes comme Leucippe, Démocrite et leurs partisans ont été étonnamment visionnaires, anticipant la pensée moderne sur les atomes, les éléments et la cosmologie. Il ne faut cependant pas s'emporter: leur modèle n'est que pure spéculation et ne reposait pas sur une véritable approche scientifique. Il comporte des idées mystiques et métaphysiques, comme la croyance que l'âme humaine est également faite d'atomes, particulièrement fins et ronds. Bien que l'atomisme ait eu ses adeptes en Grèce antique, il a été rejeté par les philosophes les plus influents, comme Platon et Aristote, ce dernier prônant que la matière n'est faite

«Les principes premiers de l'Univers sont les atomes et le vide. Tout le reste n'est que simple pensée... Les atomes génèrent tous les composés: le feu, l'eau, l'air et la terre.

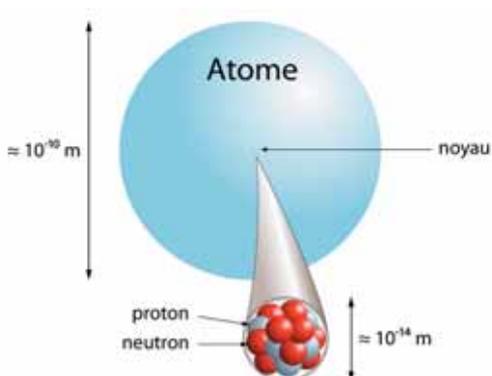
Rien ne naît de rien et tout s'enchaîne nécessairement; les corps naissent des combinaisons d'atomes et disparaissent par la séparation des atomes. L'âme est faite d'atomes, et la connaissance sensorielle est due à l'émission par les objets de substances très fines qui agissent sur les sens»

Démocrite

qu'à partir de 4 éléments: l'eau, le feu, l'air et la terre (voir *Athena* n° 306, pp. 32-34). La discipline ne deviendra réellement populaire qu'à la révolution scientifique des 17^e et 18^e siècles. Il est difficile de dire si la vision de Démocrite sur la nature de la matière a pu accélérer l'avènement de la chimie scientifique. En revanche, il est certain que la diffusion des théories qui ont remplacé l'atomisme, en particulier celle des 4 éléments d'Aristote, a une part de responsabilité dans l'aveuglement des 2 000 ans qui a ensuite touché la chimie.

La science est une quête de simplicité. Bien que la complexité du monde semble sans limite, celle-ci surgit d'une simplicité sous-jacente que la science tente de décrire. La contribution de la chimie à cette quête tient à montrer que tout ce qui nous entoure n'est constitué en fait que d'une poignée d'éléments simples... les atomes. ■

Représentation d'un atome: le nuage électronique est figuré en bleu. La taille du noyau est environ 100 000 fois plus petite que celle de l'atome. Si le noyau atomique avait un diamètre de 1 cm, l'atome en aurait un de 1 km. On peut donc considérer que la matière est faite essentiellement de «vide».



Chimico-quiz

Ces scientifiques ont apporté des contributions devenues notoires à l'identification des constituants de l'atome et à l'élucidation de leur organisation interne. Qui sont-ils et qu'ont-ils découvert ?



1. Au début du 19^e siècle, le maître d'école et chimiste britannique John DALTON (1766-1844) établit la loi des proportions définies.
2. L'anglais Joseph John THOMSON (1856-1940) étudie les «rayons cathodiques».
3. Le britannique Sir Ernest RUTHERFORD (1871-1937) aborde le domaine de la radioactivité.
4. Le danois Niels BOHR (1885-1962), disciple de Rutherford, utilise la «théorie des quanta» pour proposer un modèle de l'atome.
5. James CHADWICK (1891-1974), disciple, lui aussi, de Rutherford, bombarde du béryllium avec des particules «alpha».
6. Erwin SCHRÖDINGER (1887-1961), successeur de Max Planck à l'Université de Berlin, développe une «équation d'onde» qui porte son nom.
 - A. Ses expériences mettent en évidence, en 1897, l'existence dans la matière de particules très légères et chargées d'électricité négative, les «électrons», qu'il supposa «en suspension dans la matière positive comme les raisins de corinthe dans un cake» (modèle du «plum-pudding»).
 - B. Ressuscite avec éclat la doctrine atomiste des Grecs. En 1803, il annonce: «L'atome est une sphère simple et indivisible, semblable à une boule de billard». Ce concept des «particules ultimes» suffisait à rendre compte des lois quantitatives des réactions chimiques qu'il a établies.
 - C. Dédit de son expérience (bombardement d'une feuille d'or avec un faisceau de particules alpha) que la matière est principalement constituée de vide et concentrée dans des «particules» très distantes les unes des autres. En 1911, il est conduit à imaginer l'atome comme constitué d'un «noyau» central, pesant, chargé d'électricité positive et entouré d'une «atmosphère électronique» (modèle compact, nucléaire ou planétaire).
 - D. Découvre le «neutron» en 1932, particule sans charge et de masse approximativement égale à celle du proton. Cette découverte est l'une des plus importantes en physique expérimentale.
 - E. Conçoit un modèle atomique de l'atome d'hydrogène selon lequel l'électron est en «orbite circulaire stationnaire» autour du noyau avec des niveaux d'énergie définis, rendant ainsi compte des spectres d'émission lumineuse des éléments chimiques.
 - F. Le développement de la «mécanique ondulatoire» l'amène à décrire l'électron non plus comme une particule mais comme une «onde» (dualité particule-onde), qui n'est donc plus une boule mais un «nuage» qui entoure le noyau (modèle ondulatoire).

• 1B - 2A - 3C - 4E - 5D - 6F • EUREKA!

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

Photos: **Tambako**/Flickr - titre (p.38), **karoH**/Wiki - boa (p.38),
L. PAGUIA/Flickr (p.39), © **AWPA** (p.40),
P. GONELLA et **F. RIVADAVIA**/Wiki (p.41)

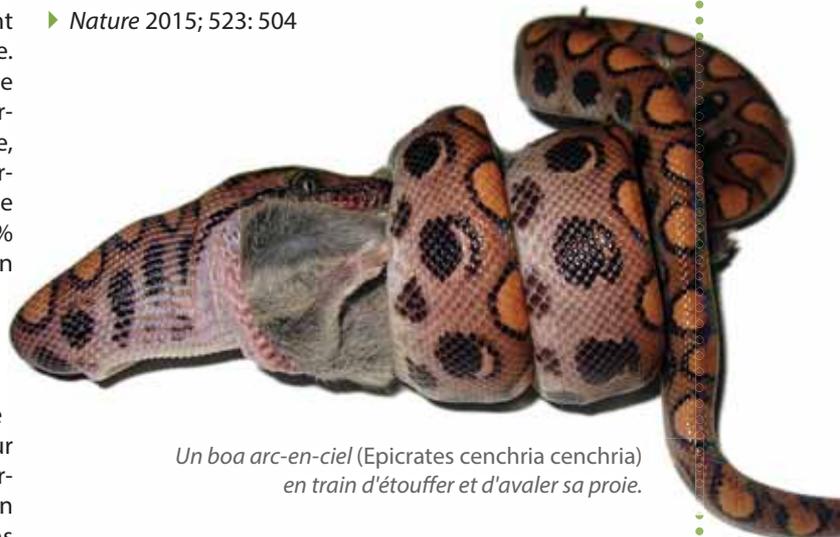
Les serpents constricteurs étouffent-ils vraiment leur proie ? Vos déchets de crustacés serviront-ils bientôt à la fabrication de matières plastiques ? Que nous reste-t-il de notre ancêtre néandertalien ? Quelle place pour les réseaux sociaux dans la recherche ? Qui fait le monde scientifique ? Voici peut-être encore quelques réponses à nos interrogations sur le monde qui nous entoure... Soyez curieux !

Agonie écourtée

Bon, autant le dire d'emblée: ce qui suit n'est pas des plus drôles, mais c'est une réalité naturelle à laquelle des scientifiques viennent d'apporter toute leur attention. C'est également une observation que des amateurs de reptiles - en nombre croissant aujourd'hui - peuvent faire régulièrement. De quoi s'agit-il ? De la façon dont les serpents constricteurs font mourir leur proie. Puissamment musclés, les pythons, boas et quelques autres enserrant rapidement leur victime dès l'instant qu'ils l'ont attrapée. La suite n'est que la progression d'une lente constriction, le prédateur resserrant, comme dans un étau, sa proie désormais vouée à une mort rapide. Par suffocation ? Sans doute, mais pas seulement. Pour les rats par exemple, celle-ci survient en moyenne 6,5 minutes après la capture, bien que l'on note, après 6 secondes seulement, une chute de 50% de la pression sanguine périphérique. La chimie du sang en subit une perturbation importante qui finit par agir sur la régularité de la pulsativité cardiaque. La circulation sanguine étant profondément altérée, c'est toute la physiologie de l'animal qui dysfonctionne. Il semble même que c'est lorsqu'il prend conscience de l'altération irréversible de la fonction cardiaque de sa victime que le constricteur relâche son étreinte. Les rats ou autres proies ne mourraient donc pas par étouffement mais par une perturbation rapide, et tout aussi rapidement irréversible, des fonctions essentielles; celle du cœur étant la première à en pâtir.

Cela réduit-il d'autant l'agonie ? On peut le croire, l'hypoxie ainsi que les dérèglements ioniques et électriques induits ayant presque aussitôt raison de l'état de « conscience » de la victime. Cela ne change évidemment rien au résultat final. Et on conclura comme il convient dans ce genre d'évocation que c'est la dure loi de la nature... ■

► *Nature* 2015; 523: 504



Un boa arc-en-ciel (Epicrates cenchria cenchria) en train d'étouffer et d'avalier sa proie.

Seconde bonne fortune

S'il est grand consommateur de moules, le Belge n'est pas en reste en matière de crevettes; de crabes et de homards non plus, même si c'est moins fréquent. Bref, les crustacés marins contribuent qualitativement à ses goûts alimentaires. Si pour certains, le plaisir commence avec le décortiquage minutieux de la carapace, et accessoirement des pattes, pour en extraire les chairs tendres et goûteuses, d'autres aiment beaucoup moins. Par bonheur, crevettes et crabes peuvent être achetés décortiqués et conditionnés, ce qui permet de se consacrer sans réserve à la seule dégustation.

Qu'advient-il du reste, de cette partie externe de l'animal qui n'est pas consommée ? Elle est le plus souvent rejetée soit en mer, soit en dépôt sur le sol. Et ce n'est pas anodin: le tout représenterait 6 à 8 millions de tonnes par an, dont 1,5 million pour la seule Asie du Sud-Est. Ces quantités ne sont guère surprenantes: si les crustacés contribuent à l'alimentation des humains, la partie non comestible représente en moyenne 40% du poids total. Par comparaison, la part non utilisée du poisson ne représenterait que 25%, les filets constituant la partie la plus abondante et la plus appréciée. Ces «déchets» retournent, on l'a compris, à la nature, même si ce n'est pas de la façon la plus «durable» qui soit.

Compte-tenu des tonnages que l'ensemble représente au niveau planétaire, il est toutefois question de commencer à les recycler à grande échelle. La carapace est en effet composée de protéines pour 30 à 40%, de carbonate de calcium pour 20 à 50% et de chitine pour 15 à 40%. Les protéines ne sont globalement pas valorisées mais le pourraient, par exemple sous forme de complément alimentaire en poudre pour les animaux d'élevage. Un marché qui, pour la seule production asiatique, représenterait plus de 90 millions d'euros. Quant au carbonate de calcium, il est très massivement utilisé dans l'industrie à des niveaux multiples. Il est généralement extrait du sol mais pourrait donc l'être aussi des carapaces. Le problème est qu'il est souvent contaminé de métaux lourds, qui en excluent le recyclage dans l'industrie pharmaceutique ou cosmétique. Rien n'interdit cependant de l'exploiter dans

d'autres secteurs, notamment celui des matières plastiques tant que ce n'est pas pour un usage alimentaire. Les pneus ou le papier pourraient être des destinataires désignés.

Et la chitine ? C'est le second bio-polymère le plus abondamment produit sur notre planète après la cellulose. Présent dans la carapace des crustacés, il l'est plus globalement dans celle des arthropodes (insectes, etc.), dans des champignons et dans le plancton. La production annuelle est estimée à 100... milliards de tonnes ! Il y a donc matière à exploitation, d'autant qu'il s'agit d'une énorme source d'azote, un composant primaire utilisé dans de nombreux domaines: l'agriculture évidemment mais aussi le pharmaceutique, les textiles, la cosmétique, etc.

Une exploitation industrielle à haute valeur ajoutée est par conséquent envisageable, à 2 réserves près. La première tient à la nécessaire mutualisation des déchets pour atteindre la masse critique permettant une rationalisation des coûts. Or, seconde réserve, la «produc-

tion» de ces déchets non exploités provient de pays souvent émergents, qui manquent de la structure nécessaire pour effectuer cette mutualisation. Un projet multinational serait tout de même à l'étude et devrait voir le jour dans les cinq prochaines années. On s'étonne qu'il n'ait pas émergé plus tôt. Autant le préciser d'emblée: ce sera sans effets sur les quelques carapaces de crevettes, gambas ou crabes que le Belge laissera encore à l'avenir, sur le bord de son assiette. Encore qu'un recyclage local à petite échelle n'est jamais impossible. ■

► *Nature* 2015; 524: 155-157



BIOZOOM

Photo: © NOAA Ocean Explorer



Dumbo existe mais... sous l'océan ! Ce drôle d'octopode (*Grimpoteuthis bathynectes*) n'est pas comme les autres: pour avancer, il agite ses oreilles ou nage la brasse grâce à ses tentacules en spirales. Cette espèce rare et difficile à observer vit dans les abysses des océans Pacifique et Indien. Et comme l'éléphant à qui elle emprunte son surnom, elle peut être massive, avec une longueur record d'1,80m ! Par contre, elle mange plutôt des vers et crustacés !

**La recherche
biomédicale
américaine en
a «consommé»
884 000 en
2014. De quoi
s'agit-il ?**

D'animaux d'expérience: lapins, primates non-humains et autres animaux des différentes espèces et souches nécessaires. Cela fait 2 400 par jour ou 100 par heure, à considérer que la recherche se poursuit en continu, chaque jour de l'année et 24 heures sur 24. Cela fait beaucoup dans l'absolu, mais ça participe à la façon de mener la recherche clinique, qui teste d'abord tout traitement - pharmacologique ou autre - sur l'animal avant de l'appliquer à l'homme. C'est le processus habituel. Cela ne signifie pas que tous les animaux soient sacrifiés ni que les chercheurs y aient recours sans contrôle. Les protocoles expérimentaux doivent être justifiés au préalable, y compris dans le recours qu'ils font à l'expérimentation animale. Il ne faut par ailleurs pas oublier que les souches produites par génie génétique et les primates coûtent cher, de même que les animaleries et leur maintien qui doivent répondre à des standards très stricts. L'économie est par conséquent de rigueur. On opère aussi les tests chaque fois qu'il est possible sur des lignées cellulaires en culture.

On note d'ailleurs que le nombre d'animaux d'expérience est en recul de 6% par rapport à l'année précédente et qu'il est le plus bas enregistré depuis que le recensement en la matière a été initié en 1972. Les défenseurs de la cause animale y trouveront peut-être une modeste (?) source de satisfaction. ■



La reconstitution de l'Homme de Spy par les artistes Adrie et Alfons Kennis est exposée à l'EHoS à Onoz.

Les preuves s'accumulent

Que notre plus proche parent - Neandertal - ait disparu il y a 39 à 41 000 ans d'ici ne fait aujourd'hui plus l'objet de discussions. Mais il ne l'a pas fait complètement puisque nous portons tous, en moyenne, 1 à 3% du génome légué par ce lointain cousin, à moins que ce ne soit un ancêtre que nous avons eu en commun. Une «hybridation» a donc eu le temps de se produire. Pour la neutralité du propos, on préférera s'en tenir à «un rapprochement interfamilial favorisant un échange de nature génétique».

L'examen du génome retrouvé récemment sur un vestige humain exhumé du sol roumain conforte ce qui prend de plus en plus l'aspect d'une certitude. Le vestige en question, daté de 37 à 42 000 ans - soit globalement à la période de la «disparition» - a été retrouvé porteur de 6 à 9% d'ADN néandertalien. Les auteurs de l'étude génomique ont également pu établir que l'échange de matériel héréditaire était survenu 4 à 6 générations seulement plus tôt, soit un peu plus d'une centaine d'années. Cela signifie-t-il que cette hybridation a été tardive et n'a été le fait que des quelques néandertaliens (ou néandertaliennes) résiduels ? Cela reste impossible à préciser dans l'état actuel des choses. Sans doute la multiplication d'analyses génomiques portant sur des

vestiges nombreux et plus anciens permettra-t-elle de le préciser. Peut-être. La disparition «subite» de notre dernier cousin connu restera donc, jusque-là, au centre d'une interrogation. Mais des vestiges génomiques demeurent, on le sait dorénavant, en chacun d'entre nous. S'agit-il de «cadeaux» génétiques ? Il semble bien, de ce point de vue, que les résultats soient mitigés. Des études comparatives portant sur les pathologies rencontrées par des dizaines de milliers de contemporains porteurs ou non de la version néandertalienne d'un gène tendraient à montrer que ceux qui en disposent seraient plus sujets à l'ostéoporose, à des désordres de la coagulation, à la dépression, à des maladies de peau, voire à la dépendance à la nicotine. Une réponse immunitaire plus rapide y serait également associée, ce qui est en revanche plutôt favorable.

Quoi qu'il en soit, ces «héritages» restent peu marqués dans un registre statistique et restent à vérifier. Rien n'interdit non plus qu'en l'espace de 40 000 ans, les gènes néandertaliens aient été mutés. Il est de toute façon trop tard pour reprocher quoi que ce soit à nos anciens parents... ■

► *Nature* 2015; 524: 216-219
et *Nature* 523, 512 23: 512-513



Botanique et réseaux sociaux

Si les réseaux sociaux, et en particulier *Facebook*, servent généralement à communiquer dans un registre personnel et familial, ils permettent aussi à des amateurs plus ou moins éclairés de poster des photos originales en relation avec leur hobby ou leur passion. C'est ce qu'a fait, sans prétention aucune, un botaniste amateur. Et récemment, un professionnel a visité cette page, où il a découvert une nouvelle espèce. Pas n'importe laquelle: il s'agit d'une des 3 plus grandes espèces de *Drosera*, ces plantes qui se nourrissent d'insectes. On l'a d'ailleurs depuis baptisée *Drosera magnifica*, c'est dire si elle est attrayante ! Pour compléter l'information, elle a été identifiée dans le sud-ouest du Brésil.

Paulo Gonella, le botaniste amateur, n'est évidemment pas peu fier d'avoir été à l'origine de cette découverte. Et cette espèce nouvelle dont il est dorénavant le «père», bénéficie pour l'éternité d'une qualification nouvelle: elle est la première à avoir été identifiée grâce aux réseaux sociaux. C'est incontestablement un signe du temps... ■

► *Nature* 524: 8



L'important est ailleurs...

Quel groupe social se sent bien mieux intégré dans le monde scientifique que partout ailleurs ? Les *LGBT* ou, en clair, les *lesbian, gay, bisexual and transgender*, des dénominations suffisamment explicites pour ne nécessiter aucune traduction. C'est en tout cas ce qu'une étude américaine rapporte, basée sur le questionnaire rendu par 1 400 personnes se revendiquant de ces groupes. Leur meilleure intégration dans ce secteur d'activités que dans les autres tiendrait à la plus grande proportion de femmes (d'ailleurs majoritaires), apparemment plus enclines que les hommes à accepter des identités sexuelles différentes. Peut-être aussi préfèrent-elles la compagnie de ces collègues (masculins en tout cas) avec lesquels aucun jeu de séduction n'entre dans l'équation. Il n'en reste pas moins que par effet de réaction, les *LGBT* se sentent bien plus à leur aise aussi dans ce milieu que dans ceux qui sont davantage connotés «virils».

Est-ce pour cette raison ces groupes s'orientent vers les sciences ou les sciences les attireraient-ils davantage que les autres domaines d'activités ? Cette seconde option est peu probable; bien que la proportion d'homosexuels (français) atteindrait 10% chez les diplômés de type «Bac+5» ou davantage; ce qui laisse suspecter un niveau intellectuel plus élevé chez une partie d'entre eux au moins.

Mais qu'en est-il de la part des *LGBT* dans la population générale ? Difficile à dire, les intéressés eux-mêmes refusant parfois de s'identifier à ce groupe. Les valeurs habituellement rapportées pour les pays occidentaux oscillent entre 6 et 7%, mais ne sont pas pour autant validées par des études formelles. Celles qui l'ont été tendent plutôt à faire état de proportions plus faibles, de l'ordre de 1 à 4%, tout en reconnaissant des biais expérimentaux importants. Quoi qu'il en soit, tant mieux si le groupe évoqué est plutôt mieux intégré dans le monde scientifique: les vraies valeurs sont ailleurs. ■

► *Nature* 2015; 524: 275

Recette pour générer un champ gravitationnel

Générer des champs gravitationnels ? La théorie le permet. Jusqu'ici cependant, on se contentait de les observer. L'article du professeur Füzfa ouvre la voie vers la production et la détection de tels champs. Un changement radical de perspective...

L'article (1) publié par le Professeur André Füzfa, de l'Université de Namur, a provoqué l'émoi dans le petit monde de la gravitation... et bien au-delà ! Il offre en effet un regard original et neuf sur cette notion fondamentale de la physique, pourtant étudiée jusqu'ici de manière plutôt passive. «*La génération de champs gravitationnels est un thème populaire de la science fiction, explique celui qui ne cache pas sa passion pour celle-ci. Mais en science, cela n'a jamais été le cas; peut-être, justement, parce que c'est trop proche de la science fiction. Mon idée originale est d'envisager une étude expérimentale combinant à la fois génération et détection.*»

CRÉER LA GRAVITATION

Un champ gravitationnel ? Tout le monde a de vagues notions à ce sujet: pour vaincre la force de gravité qui nous cloue au sol, il nous faut fournir une force opposée nous permettant

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

Photos: ESA - C.CARREAU (p.42), © Effel Photographie/UNamur (p.43)

justement d'échapper à ce champ. Et ce qui vaut à l'échelle des planètes ou des astres vaut aussi pour tous les objets: toute masse exerce une influence gravitationnelle dans son entourage. Simplement, à moins que vous ne soyez une planète, la force de gravitation est extraordinairement faible; l'attraction gravitationnelle que vous produisez est donc négligeable par rapport aux autres forces que nous côtoyons tous les jours. D'où sans doute une mauvaise habitude dans le chef des physiciens qui considèrent la gravitation comme petite force que l'on ne peut pas éliminer et que l'on doit étudier dans son état naturel, sans essayer de la recréer en laboratoire. C'est Einstein qui, en quelque sorte, ouvre la voie à une attitude plus proactive, moins contemplative, vis-à-vis de la gravitation. Dans le numéro de décembre 1907 de la revue *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik*, il publie un article de synthèse sur la relativité (énoncée par ses soins 2 ans auparavant) et ses conséquences. Il y décrit son célèbre principe

d'équivalence (première étape vers la relativité générale) tout en prédisant un nouvel effet physique (qui portera son nom): le décalage spectral gravitationnel. Le principe d'équivalence ? Avec Einstein, la gravitation est absolument universelle, ce qui va se formuler sous une forme géométrique: la courbure de l'espace-temps. Cette géométrie courbe est due à la présence de la masse (l'inertie) bien sûr, mais aussi de toute autre forme d'énergie. Autrement dit, pour Einstein, toute forme d'énergie est aussi source de gravitation.

«Or, poursuit le professeur Füzfa, *qu'est-ce que nous maîtrisons le mieux en terme d'énergie et de champ si ce n'est les forces électromagnétiques ? Dans mon article, je propose donc de créer un champ gravitationnel à partir d'un champ magnétique intense et d'examiner si la lumière est bien déviée par le champ gravitationnel ainsi produit, comme elle l'est par exemple par le champ gravitationnel associé à la masse du Soleil.*»

AIMANTS PUISSANTS

Cette idée originale vient sans doute à son heure car on maîtrise bien aujourd'hui la production de champs magnétiques intenses et continus grâce à la technologie des aimants supraconducteurs, dont les plus puissants se trouvent dans de grands laboratoires de recherche comme ceux du CERN ou bientôt, ITER. Ce qui ne signifie cependant pas que tester l'idée du professeur namurois sera un jeu d'enfant. Car il faudra arriver à créer des champs gravitationnels suffisamment puissants pour être détectables, et quand on connaît la faiblesse de la force de gravitation, ce n'est pas gagné d'avance. L'article publié démontre à partir de quel seuil de puissance et de durée cela pourrait être possible pour une certaine configuration d'aimants. Résultat: il faudrait un champ magnétique d'au moins une vingtaine de teslas ! Pour rappel, le champ magnétique terrestre est de... $5 \cdot 10^{-4}$ tesla, les aimants les plus puissants du CERN ne produisent «que» un champ de 8,4 teslas et le record actuel est de 45 teslas.

Une fois le champ produit, il faudra détecter la variation de la courbure de l'espace-temps, indice de l'existence d'un champ gravitationnel. Est-ce faisable ? «Il y a plusieurs observables possibles. J'en ai étudié une dans mon article: le décalage de phase gravitationnel induit par la courbure de l'espace-temps sur le faisceau lumineux (un faisceau laser ou de rayons X par exemple) qui se balade à l'intérieur du champ gravitationnel», explique André Füzfa. Pour cela, il faudra avoir recours à la technologie des grands interféromètres (comme ceux des programmes VIRGO ou LIGO, voir Athena n° 315) qui traquent les ondes gravitationnelles par la mesure du même décalage. «Mais, s'enthousiasme-t-il, la différence avec ces programmes, c'est que la source, c'est nous qui la fabriquons. À volonté. On ne doit pas attendre, peut-être pendant 10 ans, qu'un signal suffisamment fort vienne de l'espace !» Le principe de l'interférométrie est simple: un faisceau laser est divisé en 2 par une lame séparatrice; les 2 faisceaux ainsi produits se propagent perpendiculairement dans les 2 bras de l'interféromètre et sont réfléchis par les miroirs situés au bout de ces bras puis se recombinent sur la lame en produisant des figures d'interférences. Le champ gravitationnel va provoquer un décalage

de phase entre les 2 faisceaux, ce qui sera visible sur la figure d'interférence. Sauf que cela est infime et même avec les aimants supraconducteurs les plus puissants, il faut accumuler du décalage de phase pour que ce soit visible. Avec ce que l'on peut raisonnablement envisager comme aimant pour une expérience de laboratoire, un aller-retour du faisceau est très loin du seuil de détection actuel. Il faudra donc faire passer la lumière un grand nombre de fois au travers du champ gravitationnel pour amplifier le signal. Mais, si cette expérience est un défi, elle permettrait aussi de tester les instruments de détection des ondes gravitationnelles, voire d'en développer de nouveaux.

NOUVEAU MODE DE COMMUNICATION ?

Outre son caractère innovant, l'article d'André Füzfa est stimulant à 2 points de vue. D'abord, il s'agit d'un test inédit et proactif du principe d'équivalence et des relations profondes entre gravitation et électromagnétisme. C'est de la science fondamentale. On l'avait déjà testé ? «Oui, rétorque André Füzfa, mais indirectement ! En testant la déviation d'un rayon lumineux par la masse d'une étoile, qu'est-ce qu'on teste ? La partie cinématique de la théorie, c'est à dire comment se fait le mouvement dans un champ gravitationnel préexistant. Nous, ce qu'on a fait, c'est la dynamique: comment l'énergie électromagnétique va-t-elle courber l'espace-temps ? Nous sommes maîtres de tous les paramètres qu'on va pouvoir varier à notre gré. Lorsqu'on coupe le champ magnétique, va-t-on aussi "voir" l'effacement de la courbure de l'espace-temps ? La relation en électromagnétisme et gravitation est-elle dictée par le principe d'équivalence ou par une théorie unifiée de la physique ?»

Ensuite, cette expérience, si elle est réalisée, va sans doute aussi nécessiter de nouveaux développements technologiques dans le domaine des lasers, de l'interférométrie et des aimants supraconducteurs. En cela, on peut donc dire qu'elle aura des applications. Peut-on en envisager d'autres, à plus long terme ? «Si on imagine qu'on arrive un jour à maîtriser vraiment la génération et la détection des champs gravitationnels, on pourrait les utiliser pour communiquer. On enco-

Un siècle plus tard...

L'histoire retiendra sans doute la date du 14 septembre 2015: à 11h51 de notre heure ce jour-là, les 2 interféromètres géants du système LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*), situés aux USA, ont détecté pour la 1^{ère} fois le passage d'une onde gravitationnelle. L'annonce officielle en a été faite dans un article publié le 11 février dernier (2). Un siècle exactement après qu'Einstein en ait prédit l'existence...

L'origine de l'onde détectée est la fusion de 2 trous noirs. Les ondes gravitationnelles peuvent être assimilées à des vibrations qui compriment et dilatent alternativement l'espace-temps - et tout ce qui s'y trouve ! - à la vitesse de la lumière. Elles nous traversent, nous et la Terre, sans que nous ne puissions en sentir les effets. L'onde qui nous a atteints le 14 septembre 2015 a provoqué une variation des bras des interféromètres d'un cent milliardième de la taille d'un atome !

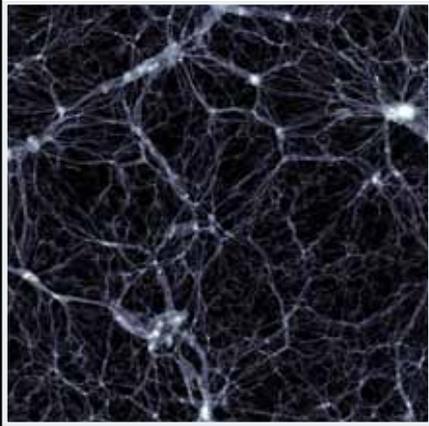
dera un message dans l'amplitude de cette onde gravitationnelle, ou dans la forme de l'espace-temps, et on aura un nouveau mode de communication. Avec un avantage sur les communications actuelles par ondes électromagnétiques: les ondes gravitationnelles passent à travers tout et il ne faudra pas de bornes relais pour transmettre un message de l'autre côté de la Terre par exemple !» Mais ici, on rejoint à nouveau quelque peu la science fiction car il faudra de plus grands progrès technologiques pour y arriver. ■

(1) *How Current Loops and Solenoids Curve Space-time*, André Füzfa, *Physical Review D* 93, 024014 (2016).

(2) *How Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger*, B.P. Abbott et al. (*LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration*), *Phys. Rev. Lett.* 116, 061102 (2016).

À la Une du Cosmos

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



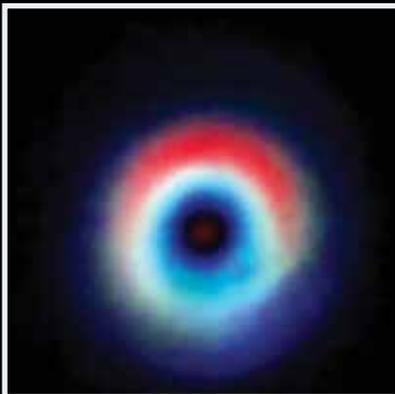
Les résultats d'une grande simulation, Illustris, indiquent que 50% de la masse de l'univers occupe 0.2% de son volume (les galaxies), mais 44% se trouvent dans les filaments autour de ces galaxies et 6% dans les «trous» entre filaments. Plus étonnant encore: 20% de la matière «ordinaire» se trouverait dans ces trous, éjectée par l'action des trous noirs supermassifs au centre des galaxies.

Photo: vue d'artiste, Illustris



Le télescope Astro-H - rebaptisé Hitomi («oeil» en japonais) - a été lancé. Il observera le ciel en rayons X.

Photo: JAXA

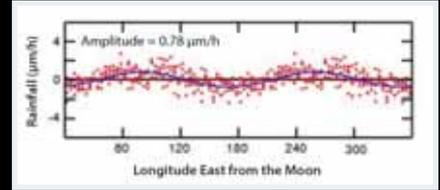


ALMA continue son exploration des disques autour d'étoiles en formation. Ce mois-ci, une température plus faible que prévue a été mesurée en périphérie du disque de l'étoile 2MASS J16281370-2431391, suggérant une révision des modèles, tandis que le premier disque entourant d'un couple stellaire en formation a été détecté.

Photo: ALMA

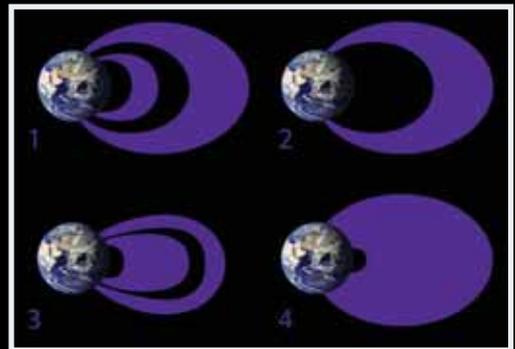
Les anneaux de Saturne ne sont pas un bloc homogène - même de loin, on voit des zones plus ou moins claires et transparentes. On a longtemps pensé que ces différences étaient dues à des variations de densité - des zones plus denses étant moins transparentes et plus réfléchissantes. Toutefois, l'analyse d'ondes matérielles en forme de spirale dans l'anneau B indique une densité constante malgré de forts contrastes visuels. L'opacité des anneaux n'est donc pas directement liée à leur densité.

Photo: Cassini



La Lune est bien connue pour les marées (2/jour) qu'elle provoque... mais cela affecte aussi la météo: on savait depuis longtemps que la pression ou la température dépendent de la position de notre satellite, mais des chercheurs viennent de montrer que c'était aussi le cas pour les précipitations - évidemment, l'effet est minuscule: à peine 0.78 microns/heure de pluie en plus ou en moins ! Rien qui puisse justifier de «jardiner avec la Lune»...

Photo: Univ. Washington



Les sondes Van Allen ont étudié les ceintures du même nom, des structures emplies de plasma qui entourent notre planète. Leurs données ont permis de revoir la géométrie classique de ces ceintures, qui en fait varie avec l'énergie des électrons et les conditions magnétosphériques. Ainsi, à certains moments, il n'y a plus 2 ceintures mais une seule !

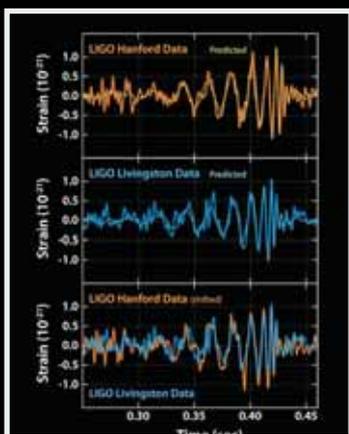
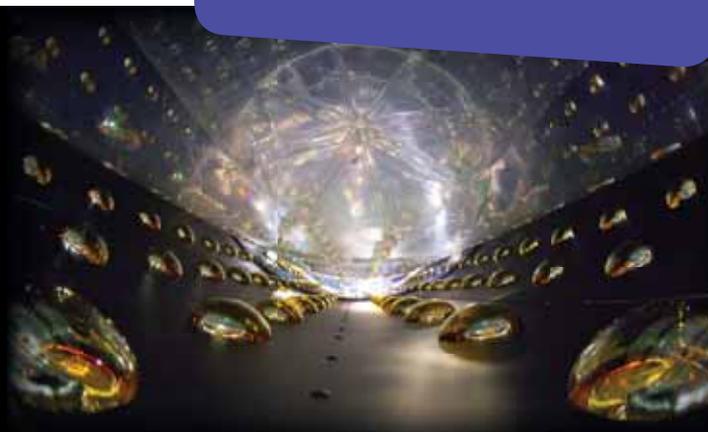
Photo: LANL/NASA



L'expérience chinoise de détection des neutrinos (Daya Bay, Chine), fournit quelques résultats:

- 1) vu le nombre de détections, il se pourrait qu'un autre type de neutrinos, les neutrinos stériles, existent;
- 2) la distribution des neutrinos détectés en fonction de l'énergie présente une déviation encore inexpliquée par rapport aux prédictions. Des résultats intéressants, mais à confirmer...

Photo: Daya Bay



Il y a un siècle naissait la Relativité Générale: l'espace-temps y apparaissait comme une toile déformée par les masses cosmiques, et si des objets denses tournaient l'un autour de l'autre, cela devrait provoquer des «vagues» dans ce tissu, des ondes gravitationnelles. On avait prouvé leur existence de manière indirecte en 1979 mais aujourd'hui, on les a mesurées pour la première fois de manière directe grâce à l'observatoire «LIGO». Le signal aurait été émis par 2 trous noirs qui auraient fusionné. Une nouvelle discipline est née et les discussions sont déjà intenses: un chercheur a ainsi suggéré que le coupable serait une seule étoile mourante qui, à cause de sa forte rotation, aurait donné naissance à 2 trous noirs, qui se seraient ensuite amalgamés...

Photo: LIGO

L'analyse de 7 ans de données du télescope Fermi montre que l'astre appelé «Gamma Velorum» émet des rayons gamma de haute énergie. Il s'agit d'un système binaire massif abritant une collision entre les vents stellaires de ses composantes. Peu de binaires massives émettent des rayons X liés à ce genre de collision mais à plus haute énergie, dans le domaine gamma, c'est encore pire: un seul autre exemple, Éta Carinae, était connu jusqu'ici!

Photo: vue d'artiste, NASA



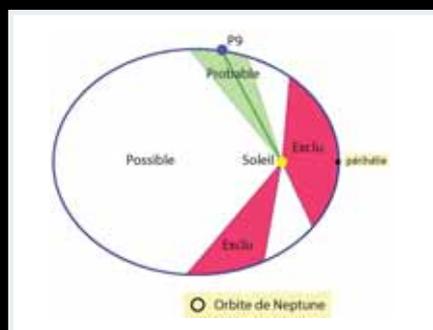
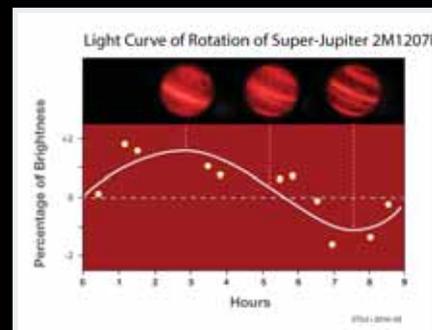
Que se passe-t-il quand des astéroïdes s'approchent du Soleil? Au lieu de lui tomber dessus, il semble qu'ils se désintègrent à une distance d'environ 10 diamètres solaires...

Photo: vue d'artiste, UH IfA

Les FRB (Fast Radio Burst) sont de discrets sursauts radio encore peu connus.

Leur origine est encore mystérieuse: il y a 3 mois, un FRB a été associé à une étoile à neutrons jeune et très magnétique; cette fois, c'est plutôt la fusion d'un couple d'étoiles à neutrons qui aurait provoqué le burst: il n'y aurait donc pas une origine unique pour tous les FRBs. La particularité de celui-ci est qu'il a pu être localisé précisément, dans une galaxie lointaine, et l'analyse du signal montre la présence de matière «ordinaire» entre lui et nous, dans la quantité prédite par les modèles cosmologiques.

Photo: SKAO

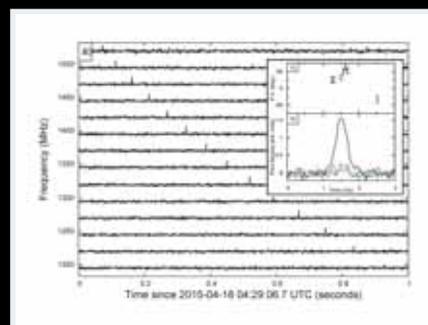


L'exoplanète 2M1207b, un gros Jupiter, a été observée à plusieurs reprises avec le télescope spatial Hubble. Les variations détectées indiquent probablement la présence de structures nuageuses complexes.

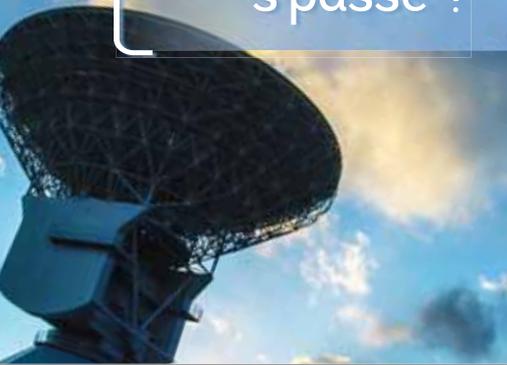
Photo: HST - vue d'artiste et données

Des chercheurs français ont utilisé le mouvement de Saturne, mesuré par la sonde Cassini, pour préciser les positions possibles de la potentielle 9^e planète - reste à chercher, maintenant...

Photo: OCA



Qu'est-ce qui s'y passe ?



Texte: Théo PIRARD

Photo: Th.P./Sic

Il y a un demi-siècle, le monde était tenu en haleine par une course épique dans le but de décrocher la Lune. Les 2 grandes puissances, issues de la Seconde Guerre mondiale, se sont livrées à une guerre froide marquée par des « premières » technologiques dans l'espace. D'un côté, Moscou, à la tête de l'URSS, entendait valoriser l'efficacité d'un régime communiste qui imposait une société égalitaire. De l'autre, Washington D.C., capitale fédérale des USA, se référait à une Constitution qui privilégiait les valeurs de liberté individuelle pour les affaires dans une société capitaliste. Qui, de l'Union Soviétique ou des États-Unis, ferait la démonstration de son système en inscrivant les premiers pas dans le sol lunaire ? Tel était l'enjeu d'un duel qui coûta une centaine de milliards de roubles et de dollars. L'année 1966 constitua un tournant clé dans cette compétition acharnée. À l'époque, la Nasa (National Aeronautics & Space Administration) jouait la transparence pour ses exploits spatiaux, tandis que le Kremlin entourait du plus grand secret ses préparatifs de missions lunaires. Le suspense n'en fut que plus intense...

Au début de 1966, l'URSS lève enfin le voile sur l'identité du « constructeur en chef » de son programme spatial. Son décès, qui donna lieu à des funérailles nationales, tourne une page cruciale dans l'envolée des Soviétiques vers le Cosmos...

Le 14 janvier 1966, Sergueï Pavlovitch Korolev (1907-1966) mourait d'une hémorragie sur la table d'opération alors qu'on lui retirait un polype intestinal. Son décès, imprévisible, révèle au monde, via un avis mortuaire dans le quotidien *Pravda*, l'identité de celui que Moscou appelait officiellement « le constructeur en chef ». Véritable stakhanoviste, le Russo-Ukrainien Korolev allait jusqu'à travailler 18 h par jour quand l'imposaient les circonstances voulues par les instances dirigeantes.

Sous sa houlette de brillant ingénieur qui ne manquait pas d'autorité, le programme spatial de l'URSS a connu des heures de gloire historiques: les premiers satellites (*Sputnik-1* & *Sputnik-2* avec la chienne Laïka dès 1957), le premier planétoïde (*Luna-1* en 1959), le premier objet sur la Lune (*Luna-2* en 1959), le premier survol de la face cachée lunaire (*Luna-3* en 1959), le premier vol habité (avec le cosmonaute Youri Gagarine à bord de *Vostok-1* en 1961), le premier vol groupé de 2 vaisseaux habités (*Vostok-3* et *Vostok-4* en 1962)... Forte de son avance par rapport à l'Amérique, l'Union Soviétique a par contre trop tardé à investir dans un programme d'exploration lunaire avec des cosmonautes.

Pourtant, en 1966, les premiers robots sur la Lune et en orbite lunaire sont à l'actif des Soviétiques. Moscou semble garder l'avantage...

On le saura plus tard (1). Du côté américain, le Président John Kennedy (1917-1963) avait, dès le 26 mai 1961, fait le pari osé que des astronautes américains iraient sur la Lune avant que ne s'achève la décennie... En URSS, la décision « top secrète » de réaliser des expéditions habitées autour de la Lune et sur son sol n'est officiellement prise que le 3 août 1964. Soit plus de 3 ans après l'engagement de Kennedy, entretemps victime d'un attentat et remplacé par un Lyndon Johnson déterminé.

À Moscou, des changements ont un impact sur le déroulement du programme lunaire soviétique: le 15 octobre 1964, on a le limogeage, à la tête du Kremlin, de Nikita Khrouchtchev (1894-1971), devant céder sa place à Léonid Brejnev (1906-1982), puis la disparition brutale de S.P. Korolev, le cerveau de la cosmonautique soviétique. Son bureau d'études, qui a donné naissance à l'entreprise publique *Rkk Energia* de production des vaisseaux *Soyouz* et *Progress*, se trouve mobilisé sur un ambitieux plan d'aller-retour d'un cosmonaute russe sur la Lune. Korolev n'était plus là pour vivre l'arrivée en douceur d'une sonde sur la Lune avec *Luna-9* qui s'y pose le 31 janvier 1966. Une prouesse qui fut préparée courant 1965 au prix d'au moins 6 échecs...

Pour sa part, la Nasa multiplie, en les médiatisant, les succès avec les vols habités *Gemini*, avec les robots *Surveyor* et *Lunar Orbiter*.

Comment va se passer la période post-Korolev ?

Son adjoint, Vassili Michine (1917-2001), lui succède, mais il n'a pas la stature d'un chef d'entreprise et aime un peu trop la vodka. C'est pourtant lui qui est chargé de donner vie au lanceur géant *N-1*, au vaisseau *Soyouz* et au module d'atterrissage lunaire. Pour devancer les Américains sur la Lune, tout se fait dans la précipitation. On n'hésite pas à brûler des étapes et le retour de *Soyouz*, le 24 avril 1967, se solde par un drame. L'Union Soviétique y perd un cosmonaute. L'énorme *N-1*, à cause du nombre de ses propulseurs (30 pour le 1^{er} étage) se révèle fort complexe à mettre au point... Plutôt que de coopérer, les bureaux d'ingénieurs se font concurrence ! Moscou ne pouvait que perdre la compétition. ■

La sonde spatiale Luna-1



(1) Jusqu'en avril 1990, Moscou, par une politique de mensonges, dissimulera au monde son plus grand échec dans l'espace, à savoir le programme d'aller-retour lunaire d'un de ses cosmonautes.

2030, l'odyssée...

d'un village sur la Lune ?

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

Photos: **ESA** (p.47), **Xinhua/News** (p.48), **Foster+Partners** (p.48)

Dans les années 60, dites *golden sixties*, la Lune fut la grande vedette de l'exploration spatiale. Depuis la mission *Nasa* des astronautes d'*Apollo-17* en décembre 1972, l'Homme n'y a plus mis les pieds. Seuls des automates s'y sont posés et roulé à sa surface... Pour quelles raisons et où en est-on ?

Le dernier robot russe est *Luna-24* qui, en août 1976, a prélevé quelque 170 g de sol sélène (lunaire) revenus sur Terre dans une petite capsule. Les plus récents échantillons de notre satellite naturel ont donc près de 40 ans. L'on doit l'ultime présence terrestre à la Chine et sa sonde *Chang'e-3* qui, depuis décembre 2013, fonctionne comme un observatoire lunaire muni d'un télescope et d'une caméra dans l'ultraviolet. Lors de cette mission, le micro-rover *Yutu*, équipé de plusieurs senseurs, s'en est extrait pour parcourir une centaine de mètres. Il était prévu qu'il puisse rouler sur 10 km dans les cratères et la poussière, mais un composant électronique n'a pas survécu au froid de la nuit lunaire.

LA DÉESSE CHANG'É

MISE À L'HONNEUR

Pour l'heure, la Chine mène la danse dans l'exploration de la Lune. Dans le cadre du *Clep* (*China Lunar Exploration Programme*), ou programme *Chang'e* du nom de la déesse de la Lune dans la mythologie chinoise, les ingénieurs,

chercheurs et techniciens de la puissante *Casc* (*China Aerospace Science & Technology Corporation*) préparent 3 missions lunaires audacieuses:

- *Chang'e-5* à lancer en 2017 avec le lanceur chinois (1^{er} vol expérimental à la fin de cette année). La sonde de 8 t au décollage ira prélever jusqu'à 2 kg d'échantillons du sol sélène (avec un carottage à 2 m de profondeur); elle a testé avec succès une rentrée atmosphérique depuis la Lune en octobre 2014.
- *Chang'e-4*, copie améliorée de *Chang'e-3*, pour réaliser la «première» d'un «alunissage» avec un observatoire et un rover sur la face cachée de l'Astre des Nuits.
- *Chang'e-6*, réplique de *Chang'e-5*, qui pourrait rapporter des éléments du sol lunaire au pôle Sud ou sur la face cachée en 2020.

Lors de la prochaine décennie, le Gouvernement chinois va donner la priorité à la mise en œuvre de la *Css* (*China Space Station*) qui doit être opérationnelle en 2022 avec un équipage permanent de 3 taïkonautes. Il a également mis à l'étude un plan pour un débarquement de taïkonautes sur la Lune à

l'horizon 2030. Mais rien d'officiel sur cet ambitieux objectif qui aura besoin du lanceur super-lourd appelé *Longue Marche 9* pour l'envoi d'un vaisseau habité équipé d'un module lunaire. Son développement, sur fonds publics et sous le contrôle du Ministère chinois de la Défense, pourrait bien être affecté par la crise qui frappe l'économie chinoise. À moins que la coopération internationale ne s'intéresse à l'emploi, dans la transparence, de la technologie chinoise en vue du retour des Terriens sur leur satellite naturel.

En Asie, 3 autres nations - l'Inde, le Japon et la Corée du Sud - ont planifié des missions d'exploration lunaire. L'*Isro* (*Indian Space Research Organisation*) prépare l'ensemble *Chandrayaan-2* de 3,2 t comprenant un satellite-relais, un atterrisseur et un rover (à 6 roues électriques) équipés d'instruments scientifiques *made in India* pour 2018. La *Jaxa* (*Japan Aerospace Exploration Agency*) prévoit de faire arriver, en 2019, la sonde miniature *Slim* (*Smart Lander for Investigating Moon*), qui sera lancée par le lanceur *Epsilon*. Avec le programme *Selene* (*Selenological & Engineering Explorer*), elle envisageait l'emploi d'un micro-rover et un retour d'échantillons pour le début des années 2020. Au même moment, le *Kari* (*Korea Aerospace Research Institute*) doit tester un éclaircur à la surface lunaire. Et ce, dans la perspective d'y envoyer, aux alentours de 2020 également, 2 automates lancés par son *Kslv-2* (*Korea Space Launch Vehicle*).

L'IDÉE DU NOUVEAU

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'ESA

Jan Woerner, qui dirige l'*Esa* (*European Space Agency*) depuis le 1^{er} juillet dernier, lance le mot d'ordre: «*Nous avons besoin d'un programme international*». Tout en prenant comme référence la vision *United Space in Europe*. Il est conscient que les jours de l'*ISS* (*International Space Station*) sont comptés, même si son exploitation est prolongée jusqu'en 2024. Ce qui donne le temps de penser à ce que doit être la coopération internationale dans l'espace pour l'après-*ISS*. Qu'est-ce qui peut à nouveau motiver une entente entre la *Nasa*, *Roscosmos*, l'*Esa*, la *Jaxa* et la *Csa* (*Canadian Space*



Chang'e-3 lander et ci-dessous, le premier rover chinois lunaire Yutu (Lapin de jade)



La maquette du Moon village

Agency) ? Comment leur associer la *Cnsa* (China National Space Administration), l'*Isro* et le *Kari* qui s'intéressent à l'Astre des Nuits ? La Lune paraît être la suite à donner à l'*ISS*.

Les États-Unis, de leur côté, penchent plutôt pour une odyssée martienne, les astronautes américains ayant déjà découvert l'environnement lunaire. Partant de cet objectif, la *Nasa* s'est engagée, au niveau budgétaire, dans la mise au point du lanceur lourd *Sls* (*Space Launch System*) en utilisant les propulseurs du *Space Shuttle* sur son 1^{er} étage. Mais elle paraît eseuilée, d'autant que la Planète Rouge reste une destination très lointaine, qui fait courir de sérieux risques d'exposition prolongée aux radiations solaires et au rayonnement cosmique à ses explorateurs. Le 8 octobre dernier, la *Nasa* diffusait

d'ailleurs un attrayant document intitulé *Nasa's Journey to Mars - Pioneering Next Steps in Space Exploration*. Apparemment, ce coup de pub n'aurait pas eu d'écho favorable au Congrès américain. Chaque année, la *Nasa* doit effectuer le parcours du combattant entre la Maison Blanche, la Chambre des Représentants et le Sénat pour établir le montant de ses ressources financières. Pour l'année fiscale 2016, qui a débuté le 1^{er} octobre dernier, elle a réussi à obtenir des parlementaires un budget de 19,2 milliards de dollars (17,75 milliards d'euros), dont plus de 4 milliards seront dédiés à l'exploration lointaine à bord du vaisseau habité *Orion* en développement. À titre de comparaison, pour 2016, l'*Esa* a le budget record de 5,25 milliards d'euros.

Au sujet de ce que pourrait être la suite à donner à la coopération après-*ISS*, le Directeur général de l'*Esa* se fait l'avocat d'un projet d'infrastructure internationale baptisé *Moon Village* (village sur la Lune). L'idée est de concevoir et assembler, grâce à des robots, une base permanente à des fins scientifiques et technologiques. Y travailleront des hommes et femmes de différentes nations qui y séjourneront en recourant à des systèmes divers pour l'aller-retour Terre-Lune et leur ravitaillement à quelque 380 000 km de nous... On n'en est qu'aux préliminaires. Jan Woerner est intéressé par une collaboration avec la Chine, pour participer à des vols *Shenzhou* et mettre au point un dispositif d'arrimage commun.

LA RUSSIE EN PLEINE CRISE FINANCIÈRE

En 2003, l'Agence européenne avait demandé à un consortium européen de concepteurs, dirigé par la société britannique *Foster + Partners*, de réaliser une étude 3D (avec maquettes) sur la construction d'habitats lunaires. Le résultat de ces travaux donne lieu à des vues d'artistes sur le site *Esa* et à des modèles réduits qui font actuellement partie de l'expo *Vers la Lune avec Tania* à l'*Euro Space Center* de Transinne-Libin.

Mais à ce jour, l'Europe n'a réalisé qu'une mission autour de la Lune avec sa sonde technologique *Smart-1* (*Small Missions*

for Advanced Research in Technology). Ce programme consistait à expérimenter, de 2004 à 2006, la propulsion électriquement (à base d'ions) pour aller vers la Lune, se satelliser autour d'elle, puis s'écraser à sa surface. Dix ans plus tard, l'*Esa* va participer à la charge utile des *Luna-27* (*Luna-Resurs*) et *Luna-25* (*Luna-Glob*), qui doivent se poser à la surface lunaire au début des années 2020. Il y a par ailleurs, en coopération avec l'*Esa*, la mission *Luna-28* au pôle Sud lunaire en vue d'un retour d'échantillons.

Pour la Russie et l'Europe, le retour sur la Lune constitue donc bel et bien le tremplin obligé pour des expéditions lointaines dans le système solaire. Moscou est en train de consolider son potentiel spatial au sein de *Roscosmos*, mais la restructuration est plus lente et plus délicate que prévu. La famille des lanceurs modulaires *Angara* et l'extension de l'*ISS* jusqu'au moins 2025 sont pour l'heure ses priorités. À diverses reprises, l'an passé, l'entreprise *Rkk Energia* a présenté sa vision d'une stratégie russe des vols spatiaux habités pour les 15 ans à venir. L'objectif est que des cosmonautes soient sur la Lune en 2029-2030 ! Moscou doit dans l'immédiat se doter d'un nouveau vaisseau qui prendra la relève du vénérable *Soyouz* des années 60 en 2023-2024; il sera satellisé par des *Angara* depuis le cosmodrome de Vostochny dans l'Extrême-Orient.

La Russie spatiale, toujours très active en matière de lancements - ce qui lui assure des rentrées d'argent régulières -, voit ses ressources budgétaires fondre comme neige au Soleil. En cause: la crise du rouble qui ne cesse de dévaluer, l'effondrement des cours du pétrole et du gaz et la hausse des dépenses pour les interventions militaires de Moscou. Le Kremlin a bien donné un nouveau look à *Roscosmos*, mais il lui faut revoir à la baisse les ambitions de son programme spatial. Le budget proposé, début 2015, était de 2 trilliards de roubles (25 milliards d'euros) jusqu'en 2025, soit environ 2,5 milliards d'euros par an, mais il ne cesse d'être raboté. D'après une source officielle, il serait même gelé pour les 3 prochaines années à 104,5 milliards de roubles (à peine 1,2 milliard d'euros)... Les mois à venir seront à coup sûr décisifs pour l'avenir de la cosmonautique russe. ■

Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, ULg/J.-L. Wertz

Une Ardéchoise à la tête du CSL. Le Centre Spatial de Liège est un fleuron, tant scientifique que technologique, de la Wallonie. Le 2 février, son Conseil de Gestion, présidé par le Recteur de l'Université de Liège, a confirmé la nomination de Christelle Bertrand au poste de Directeur général. Elle sera épaulée par le professeur Serge Habracken et Jean-Sébastien Servaye, nommés respectivement Directeur Académique et Scientifique et Directeur Opérationnel. Ils seront rejoints prochainement par un Directeur Administratif et Financier (appel à candidatures en cours).

Christelle Bertrand est une figure bien connue au Csl puisque, depuis 2010, elle en est la Directrice générale adjointe. Née le 23 octobre 1974 en Ardèche, «aux sources de la Loire» comme elle aime le préciser, elle a découvert la Cité Ardente... «par amour pour un Liégeois». Pour accepter ce poste de grande responsabilité, elle tire parti de l'expertise professionnelle acquise à l'issue de brillantes études d'ingénieur civil aérospatial à Toulouse (à l'ENSICA, désormais ISAE-SupAero): «J'étais fascinée par les métiers, qui font rêver, de l'aéronautique et du spatial.»

Chez Matra Marconi Space (aujourd'hui Airbus Defence & Space), elle est ingénieur études & développement en systèmes de contrôle d'attitude et d'orbite des satellites: «Cette école de rigueur m'a beaucoup appris pour la gestion technique et de projet de systèmes à la pointe

de la technologie». Après 3 ans dans le spatial, elle rejoint l'industrie automobile, en région lyonnaise. Au sein du groupe AB Volvo, elle est notamment responsable de l'achat de composants du système de freinage de poids lourds pour les marques Renault Trucks/Volvo Trucks et chef de projet du Renault Magnum 2008.

En 2010, elle se lance dans un nouveau défi professionnel. Pour le Csl, l'Université de Liège est alors à la recherche d'un profil expérimenté pour mener à bien un projet de réforme du Centre. Christelle Bertrand se voit confier cette délicate mission. En décembre 2015, le Conseil de Gestion du Csl veut renforcer la cohésion de la direction par la mise en place d'une équipe dirigeante réorganisée et soudée autour d'une vision stratégique commune.



Après 6 ans en tant que Directrice générale adjointe, Christelle accepte ce nouveau challenge aux commandes du Csl. «Je souhaite contribuer activement au développement du Centre qui accomplit 2 missions et s'appuie sur 2 entités interconnectées: une mission de recherche appliquée, de R&D au service du redéploiement économique et une véritable mission "industrielle" sur des activités qui font la renommée internationale du Csl et qui participent à l'essor de la Région Wallonne et de la Belgique. J'aime cette spécificité du Centre qui valorise, en les conciliant, les profils différents de la recherche et de l'ingénierie». ■

Intérêt grand-ducal pour les ressources du système solaire

Le 3 février, le Luxembourg en a surpris plus d'un en annonçant son positionnement, en tant que pôle européen, pour l'exploration et l'exploitation des ressources de l'espace extra-terrestre. Avec l'initiative SpaceResources.lu, il veut stimuler la naissance d'une industrie New Space intéressée par les ressources minières pour une utilisation en orbite terrestre et au-delà. «Notre but est d'ouvrir l'accès à de nombreuses richesses encore inexploitées sur des rochers qui sillonnent l'espace et ce, sans porter atteinte à des habitats naturels», explique Étienne Schneider, vice-Premier Ministre en charge de l'Économie. Son conseiller n'est autre que Jean-Jacques Dordain, qui a dirigé l'Esa de 2003 à 2015. Pour lui, «cette initiative démontre clairement la capacité d'innovation des Européens, qui sont prêts à prendre des risques lorsque les enjeux sont importants.»

En fait, de la part du petit État luxembourgeois, il s'agit d'une réplique juridique européenne à l'amendement voté le 10 novembre dernier par le Congrès américain pour encourager l'exploitation commerciale des astéroïdes par des compagnies privées américaines. C'est bel et bien une remise en cause du principe d'universalité des corps célestes qui se trouve acté dans le Traité des Nations Unies adopté en 1967 en matière d'exploration et d'exploitation de l'Espace. Le Luxembourg, signataire - comme les États-Unis - du Traité de l'Espace, a décidé d'encourager la libre entreprise spatiale. ■



AGENDA

- Du 29 mars au 6 mai 2016
- Espace Wallonie de Charleroi
Rue de France, 3 à 6000 Charleroi

Mon jouet... Mon métier !



Cette manifestation découle de rencontres croisées et de partenariats fidèles. Tout a commencé par une proposition du *Cercle des Amis du Jouet Ancien* au Service public de Wallonie pour l'organisation d'une exposition de jouets techniques et scientifiques. Intéressé de longue date par l'histoire de la vulgarisation scientifique en Wallonie, le Centre

d'*Histoire des Sciences et des Techniques* de l'Université de Liège s'est alors joint au projet. Dans cette exposition, il est donc question de jouets scientifiques ou techniques anciens, des jouets souvent liés à la pratique de métiers de ce type et inspirés de leur matériel, des jouets qui ont pu familiariser les enfants avec ces professions et quelquefois, certainement, éveiller des vocations.

Les jouets présentés proviennent de collections privées. Certains renvoient à de prestigieuses marques anglaises comme *Meccano* ou allemandes comme *Märklin* et *Bing*. Dans l'ensemble, la Belgique n'a que modestement contribué à l'industrie du jouet. Toutefois, au hasard de son parcours, le visiteur découvrira ici aussi divers témoignages de la production locale. On citera par exemple les coffrets de construction en bois *Mécaboys* ou *Deskator* produits par *Boismanu* à Bruxelles, ou en métal (*Tecnic*) par *Unica* à Courtrai, les batteries de cuisine miniatures de la *Ferromerie bouillonnaise*, les dinettes des céramistes de Nimy ou de Baudour, ou encore, les trains liégeois *Gils*. Car c'est aussi à la découverte d'un secteur artisanal et manufacturier encore méconnu de notre pays que cette exposition convie.

Infos www.expositions-wallonie.be

- Pendant les vacances de Pâques
- En Wallonie

Les plaines Ludisciences



Les plaines *Ludisciences* sont des stages ludiques et scientifiques. Les enfants et adolescents découvrent le monde grâce à la méthode scientifique et des expériences étonnantes. Ils font des sciences, sans en avoir l'air. Mais derrière l'amusement se cache un véritable projet pédagogique: ces plaines constituent un espace de découverte au sein duquel les *Jeunesses scientifiques de Belgique* invitent les jeunes à pratiquer une citoyenneté véritable par le biais d'activités variées mais toujours guidées par les valeurs que les sciences véhiculent.

Chaque semaine, les enfants et les adolescents développent eux-mêmes un projet (en concertation avec l'animateur) sur le thème proposé. Ceux-ci varient en fonction du lieu et de la semaine. Du 29 mars au 1^{er} avril par exemple, ce sera les cradosciences à Liège; les constructions ou la robotique à Namur; le cinéma, le théâtre et l'image animée à Uccle.

Les plaines sont destinées aux enfants et adolescents de 6 à 14 ans, répartis en groupes d'âge.

Comme ils le disent si bien: «*Les sciences, c'est avant tout de la curiosité!*» Alors soyez curieux, vos enfants le seront aussi !

Infos & inscriptions

www.jsb.be

À NE PAS MANQUER !

- Jusqu'au 30 mars 2016

Les métiers de l'archéologie

Par le biais de la photo et aidé des témoignages des divers intervenants, le photographe Guy FOCANT a souhaité illustrer les diverses facettes de l'archéologie moderne, suivre l'évolution de la démarche scientifique depuis l'analyse préalable du site jusqu'à l'étude finale des résultats et la présentation des objets restaurés. Le but de cette exposition est de dépeindre l'image d'Epinal véhiculée par le métier d'archéologue en illustrant l'évolution de cette discipline et l'apport des sciences annexes. Ce témoignage photographique vous permet de franchir les grilles des chantiers wallons, ouvre les portes des institutions, ateliers et laboratoires. Il montre au grand jour le travail rarement médiatisé de ces femmes et de ces hommes passionnés et passionnants, pour vous faire découvrir comment, grâce à leur expertise, ils contribuent à enrichir nos connaissances du passé et lèvent toujours un peu plus le voile sur le mode de vie de nos ancêtres. L'expo s'invite également chez vous grâce à un ouvrage remarquable édité par l'*Institut du Patrimoine wallon* (www.institutdupatrimoine.wallon.be).

Infos <http://tinyurl.com/hom4fs7>



- Du 14 au 19 mars
- À Liège



ImagéSanté

ImagéSanté, c'est un Festival à 2 facettes complémentaires mais qui rencontrent des objectifs communs:

- Un **Festival du Film Documentaire** avec une programmation de 11 films provenant des 4 coins du monde, sélectionnés pour leur qualité, leur engagement et leur approche qui offre un regard croisé entre le cinéma, la science et la santé. Durant 4 jours le centre-ville de Liège accueille ces œuvres variées pour sensibiliser le regard et l'esprit aux questions de santé et de bien-être.
- **ImagéSanté Campus** promeut une vulgarisation des thèmes liés à la santé via la projection de reportages dans



les amphithéâtres de la Faculté de Médecine au CHU de Liège, mais aussi en proposant des ateliers et des conférences autour de thèmes actuels et ciblés. Son point d'orgue: un programme de retransmissions d'interventions chirurgicales en direct.

Infos & programmation
www.imagesante.be

Sur le Web

e-penser

Il y a des gens qui sont plutôt auditifs et d'autres plus visuels. Finalement, peu importe la manière, l'important, c'est que le message passe. Si vous êtes du genre vidéo-phage et que les sciences vous intéressent mais de manière visuelle, dynamique et ludique, je vous conseille la chaîne Youtube «e-penser». Créée par Bruce Benamran, un vidéaste licencié en informatique et mathématiques, elle rassemble déjà pas loin de 650 000 abonnés.

Pourquoi bâiller, c'est contagieux ? Qu'est-ce qu'un trou noir ? Comment se forment les arcs-en-ciel ? Aristote a-t-il eu raison au moins une fois de son vivant ? À quoi a vraiment servi Einstein ? Le boson de Higgs ?! Pourquoi les feux rouges sont rouges ?... Vous vous êtes sans doute déjà posé certaines de ces questions et sûrement beaucoup d'autres. Vous trouverez peut-être vos réponses ici en images.

Infos

www.youtube.com/user/epenser1

À LIRE

Sois Barje et tais-toi !

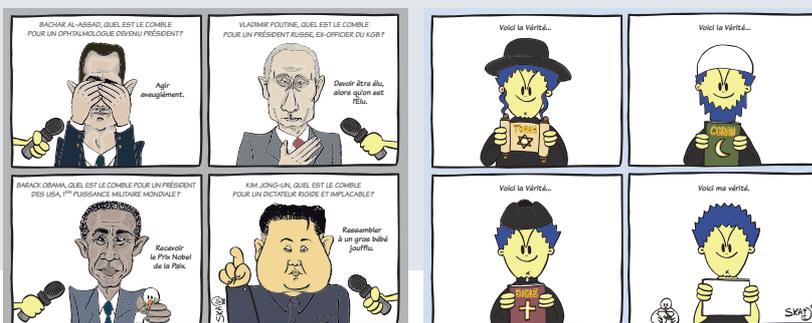
Skad

Gare à vous, Barje is back ! Et certains vont en prendre pour leur grade. Après son premier album, «On est tous Barje !» paru en décembre 2013, Barje est de retour avec un nouvel opus encore plus décapant. Tout y passe: la politique, les religions, le management, les réseaux sociaux, l'écologie, la condition des femmes, sans oublier *Star Wars* et «Celui dont on ne doit pas prononcer le nom». Entourée de ses fidèles complices, Barje décoiffe par ses réflexions et étonne par sa liberté de ton.

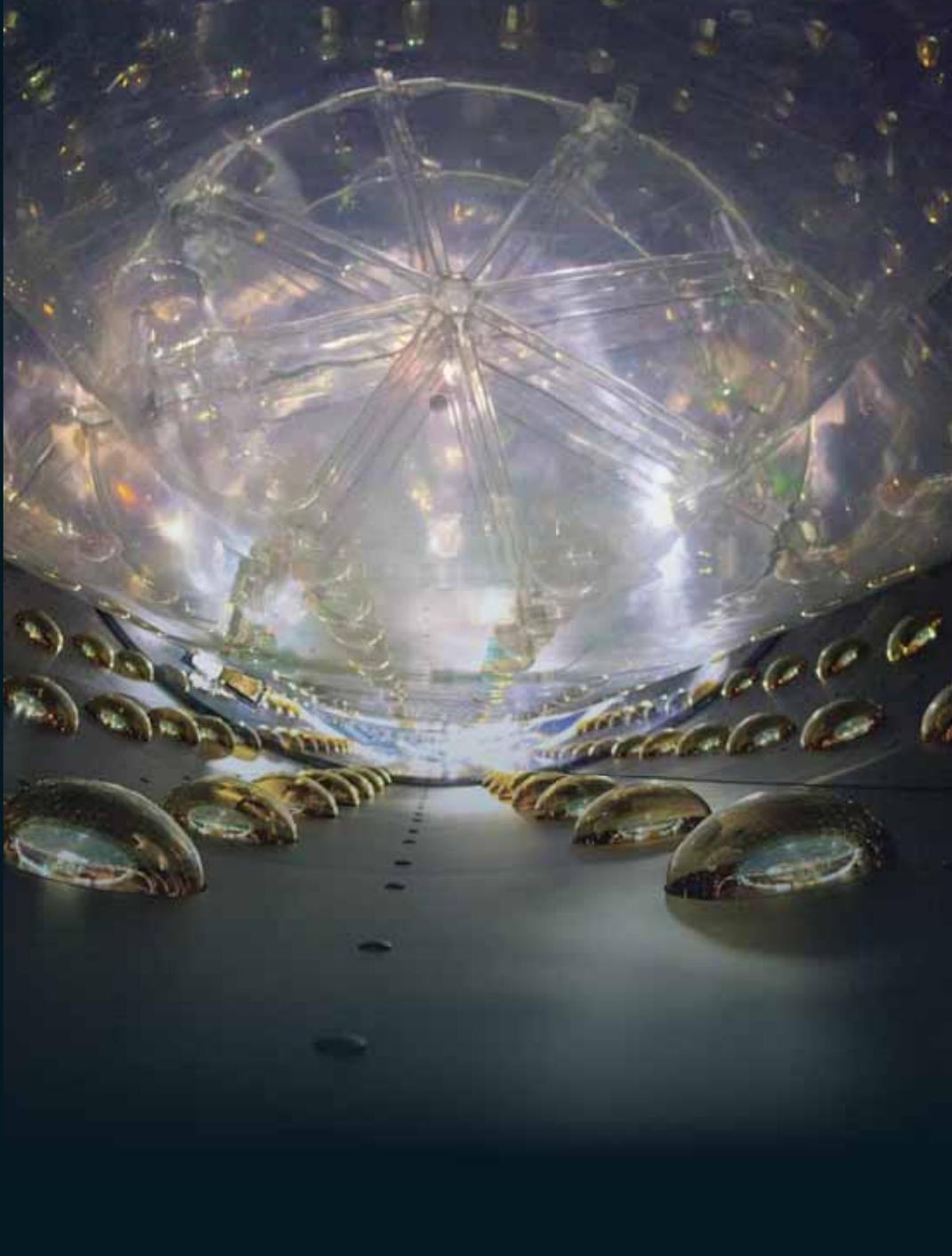
Le tandem au bout des idées et du crayon s'appelle SKAD: Alexandre scénarise, Sylvie dessine. Tous deux diplômés en journalisme à l'Université libre de Bruxelles, ils ont fait leurs armes dans plusieurs publications depuis le lancement du premier tome.

«On avait accueilli ce petit personnage jaune, cynique comme il faut, à bras ouverts parce que pour nous, la vulgarisation passe par d'autres vecteurs que les mots. Ici, ils ont la même importance, et je dirais même impertinence, que les dessins. Barje, c'est un regard décalé et impitoyable sur l'actualité brûlante ou glaciale. C'est un humour subtil et intelligent. C'est un point de vue tranché. C'est un tourbillon de fraîcheur dans le paysage tranquille du politiquement correct. Bref, c'est une nana qui en a !»

G.T.



SKAD, 2015
www.barje.be



Visitez nos sites :

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

Rejoignez-nous sur :

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



Service public
de **Wallonie**

DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE
DE L'ÉCONOMIE, DE L'EMPLOI ET DE LA RECHERCHE

