

**Société** p.16

# Stress post-traumatique: quand le contrôle de la mémoire fait défaut

**Dossier** p.22

# Désir sexuel: une affaire de cerveau





# ÉDITO

## Confinement: bonus ou malus ?

TEXTE: GÉRALDINE TRAN - RÉDAC'CHEF - PHOTOS: FERNANDO @CFERDO/UNSPASH - TITRE, ID PHOTO/VIGNETTE



**N**ous voici arrivés au dernier numéro avant notre pause estivale et après une parenthèse (en bonne voie de se fermer) que l'on pourrait presque qualifier d'onirique, tant cette épidémie de Covid-19 nous a fait vivre des choses inédites. Si certains ont vécu le confinement comme une aubaine et ont réussi à profiter de ces moments pour se retrouver en famille, s'adonner à de nouvelles activités, réfléchir sur leur avenir ou tout simplement se reposer; d'autres, loin d'un rêve éveillé, l'ont vécu comme un cauchemar. La crainte d'attraper le virus pour soi-même et son entourage, de le transmettre, le sentiment d'enfermement ou d'isolement, la peur engendrée par les informations parfois contradictoires diffusées dans la presse, notamment liées au nombre de morts et d'hospitalisations, des images souvent difficiles à regarder, l'angoisse liée à la perte d'un emploi ou au chômage temporaire, l'inquiétude concernant les enfants et les lacunes qu'ils pourraient accumuler suite à des mois sans école. Tout ceci ou plus fortement encore en ayant survécu au virus ou en ayant côtoyé le virus et/ou les malades de près notamment, peut mener à une détresse psychologique et à des conséquences de l'ordre du stress post-traumatique (agitation, cauchemars, méfiance...). À l'instar de grands traumatismes comme l'ont été les attentats terroristes par exemple, certaines

catégories de personnes, plus sensibles, risquent de se retrouver dans une souffrance mentale temporaire ou à long terme. Ce phénomène, qui est en général localisé, est ici universel. Il demande à être analysé à plus grande échelle. Pas étonnant donc qu'une vaste étude soit déjà en cours, qui réunit plus de 200 centres experts en la matière dans une centaine de pays, et dont les résultats sont attendus avec impatience. Vous en apprendrez davantage sur le sujet en lisant la rubrique «Société».

Avec un peu plus de gaieté, vous retrouverez nos rubriques habituelles et des sujets tout aussi passionnants tels que les mécanismes sous-tendant le désir sexuel, la découverte des halogènes, l'outil Web *Trello*, qui va vous aider à vous organiser, ainsi que l'actualité des entreprises en R&D, de l'espace, des neutrinos, du cosmos, de la biologie... De quoi vous faire patienter jusqu'à la rentrée de septembre ! Bonnes lectures, bonnes vacances et bon «déconfinement» à tous. Mais restons prudents ! **A**



# SOMMAIRE

Le mag scientifique

**347**

Mai-Juin 2020



- 4** Actualités  
Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10** Qui est-ce ?  
Barbara McCLINTOCK
- 12** Technologie  
Plus tard, je serai...
- 16** Société  
Stress post-traumatique: quand le contrôle de la mémoire fait défaut
- 20** L'ADN de ...  
Sabrina LEJEUNE • Dessinatrice technique
- 22** Dossier  
Désir sexuel: une affaire de cerveau
- 28** Chimie  
La découverte des halogènes
- 30** Internet  
*Trello*, un outil connecté, pour mieux s'organiser
- 34** Biologie  
Plongez au coeur des cellules et de la vie
- 38** Physique  
Les neutrinos se livrent (un peu...)
- 40** Astronomie  
Petite balade tête dans les étoiles
- 42** Espace  
Pour savoir tout ce qui passe en l'air et sur Terre !
- 46** À lire...  
...avec nos enfants !
- 50** Barje  
On est tous Barje, même Athena !
- 51** Agenda  
À voir, à tester, à cliquer, à lire...

# ACTUS

TEXTE : JEAN-CLAUDE QUINTART • JC.QUINTART@SKYNET.BE

PHOTOS : LOUIS REED/UNSPASH (P.4), COLOP ARTS & CRAFTS (P.5), © TELIX PHARMACEUTICALS (P.6), © DENIS CLOSON/VIGNETTE (P.7), © ULB (P.8), © MICHEL HOUEY LIEGE BELGIUM FOR ULG - UNIVERSITY OF LIEGE (P.9), DESIGNED BY TIRACHARDZ/FREEPIK (P.9)

## Univercells: vaccins à grande échelle

**T**out va bien pour *Univercells*, qui enchaîne les bonnes nouvelles. Avec un prêt de 20 millions d'euros de la BEI, la société vient d'acquérir, un site industriel pour y produire ses vaccins contre la polio, la rougeole et la rubéole (travaux soutenus par la Fondation Bill et Melinda Gates) et contre la rage (subsidé par la Wallonie). *Univercells* mettra cette nouvelle infrastructure à profit pour étoffer son portefeuille d'actifs par le développement de vaccins contre l'hépatite A, le papillome humain et la fièvre jaune. Surfant sur les besoins actuels, l'entreprise entend aussi soutenir activement les programmes de recherche lancés contre le COVID-19, comptant sur ses compétences pour booster le développement et la production de vaccins à coûts abordables, son core business.

En effet, *Univercells* s'est forgée autour de l'idée d'augmenter la disponibilité et l'accessibilité de médicaments biologiques en réponse aux problèmes de santé mondiale. Avec sa propre technologie basée sur l'intensification des procédés, sa production bénéficie d'une empreinte au sol réduite et de coûts tant en capital qu'en opération fortement écrasés. Un esprit *low cost* qui l'a menée à lancer *NevoLine™*, une plateforme destinée à la production, en grandes quantités et à bas prix, de vaccins contre la polio, conçue par le consortium éponyme, fédérant *Batavia Biosciences* et *Merck Millipore*. Depuis sa fondation en 2013, la société n'a de cesse de s'attacher au développement de solutions biologique aux prix les plus bas pour favoriser leur diffusion dans les pays en voie de développement et les régions les plus défavorisées en approvisionnements de soins de santé.

Les 15 000 m<sup>2</sup> de ce nouveau site de Jumet abriteront des laboratoires à la pointe de l'Art, des salles blanches et des aires de production GMP (*Good Manufacturing Practices* ou bonnes

pratiques de fabrication) pour des fabrications cliniques et commerciales. Le calendrier de mise en activité du site prévoit l'installation de la R&D dans la seconde moitié de 2021 et la production clinique et commerciale à partir de 2022. Dans le cadre de cet investissement, *Univercells* lance *Exothera*, un CDMO (*Contract Development and Manufacturing Organization*) qui s'associera à des innovateurs en thérapie cellulaire et génique pour pousser leur potentiel de fabrication en capitalisant sur les meilleures technologies de fabrication et d'expertise en biotraitement. *Exothera* soutiendra les développeurs de thérapie cellulaire et génique dans leurs activités de procédés et de production de vecteurs viraux, pour pallier les 2 défis auxquels ils sont confrontés dans la commercialisation de leurs thérapies: le manque structurel de capacité et la rareté de l'expertise en biotraitement. Les nouvelles plateformes de fabrication de la maison-mère seront mises à contribution pour concevoir des processus de vecteurs viraux de qualité supérieure et rentables, pouvant être déployés efficacement sur le site du client, s'il le souhaite. Grâce à cette approche holistique pour fournir rapidement des procédures de bioproduction évolutives, le CDMO aidera les innovateurs en thérapies cellulaire et génique à accélérer le déploiement de celles-ci avec une réduction drastique des délais de commercialisation et des coûts de production. <sup>4</sup>

 [www.univercells.com](http://www.univercells.com)  
[www.exothera.world](http://www.exothera.world)

## COVID-19

La pandémie que le monde connaît depuis quelques mois a fait de terribles ravages. Mais a aussi donné naissance à de belles innovations, notamment en Wallonie. De nombreuses PME et centres de Recherche se sont creusés les méninges pour contribuer, à leur manière, à améliorer la situation et à pouvoir faire face à une éventuelle seconde vague. Voici quelques exemples. Pour en savoir plus, n'hésitez pas à vous rendre sur le site [www.innovatech.be](http://www.innovatech.be)

pour les unités hospitalières ou soins intensifs permettant la décontamination d'un ou plusieurs masques dans une unité type *tabletop* de faible volume.

Créée en 1999, *LASEA*, dont le siège principal est situé dans le Liège Science Parc (Belgique), est spécialisée en applications laser. Fournissant des machines sur mesure et des produits standards, elle compte parmi ses clients plusieurs sociétés internationalement reconnues dans le secteur pharmaceutique, médical et du luxe (*Baxter, GSK, Sanofi...*), différents centres de recherche de renom en Europe et aux USA, ainsi que de nombreux hôpitaux. Dotée d'une équipe internationale (82 personnes dont 38 ingénieurs), *LASEA* fournit des solutions spécifiques, industrielles et innovantes couvrant, au-delà des lasers, des domaines comme l'automatisation, l'optique, la robotique et la vision. 

<http://www.lasea.eu>

## Décontamination des masques

**F**in mars, le Gouvernement wallon annonçait qu'outre une unité de production de masques, il commandait aussi une unité de décontamination des masques chirurgicaux et de protection respiratoire (FFP2/3) usagés. Avec le CHU de Liège, 3 entreprises (*Sterigenics, AMB Ecosteryl, LASEA*) et 2 centres de recherches (*Materia Nova, CentexBel*) avaient d'ores et déjà procédé à des essais techniques afin de mettre en place une filière de décontamination des masques. Ils ont mis au point un protocole validé scientifiquement par l'Agence Fédérale des Médicaments et des Produits de Santé. Cette technique de décontamination fait partie des méthodes de décontamination «ultraviolet germicidal irradiation (UVGI)». Plusieurs études très récentes montrent clairement la pertinence de mettre en œuvre cette piste. Le but ultime de cette étude sera de valider un système manuel



## Un tampon pour apprendre à se laver les mains

**L**a société *COLOP Arts & Crafts*, basée à Eupen, a mis au point un tampon grâce auquel se laver les mains et se protéger contre les infections devient un jeu d'enfant. Le déconfinement est en cours désormais... mais les mesures d'hygiène doivent rester d'application. Cependant, il n'est pas toujours aisé de s'assurer que les enfants en bas-âge y parviennent sans l'aide d'un adulte... *COLOP Arts & Crafts* leur facilite la tâche avec cette initiative créative et malicieuse qui aidera les parents et enseignants à motiver les enfants: le *Protect Kids Stamp*. Chaque matin, tamponnez un petit monstre dans la paume et sur le dos des mains de vos enfants et laissez-le sécher 10 secondes. L'objectif, pour eux, sera de l'éliminer en se lavant les mains régulièrement et efficacement ! L'encre a été testée et est dermatologiquement inoffensive. De plus, un antibactérien a été incorporé lors du processus de fabrication, permettant de diminuer drastiquement la croissance des microbes pendant toute la durée de vie du tampon. La R&D du produit a été réalisée en Wallonie, la production se fait en Autriche. 

<https://www.colopartsandcrafts.com/fr/>

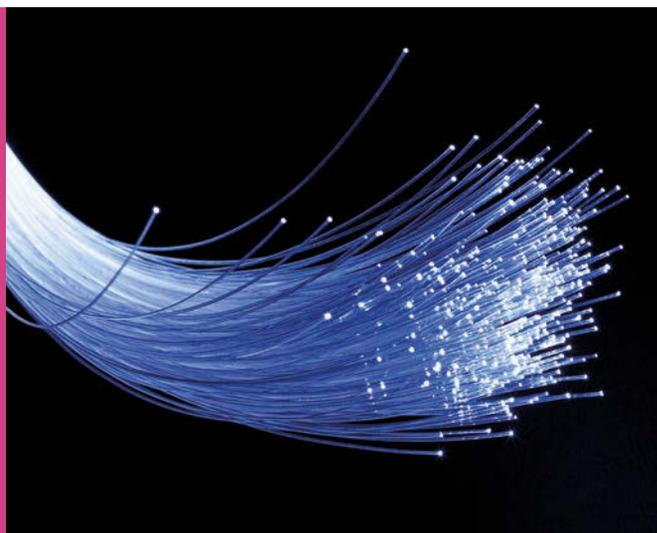
## Une appli pour le monitoring à domicile des patients covid-19

**L'**application *SafeLink*, à l'initiative de *The Factory*, une alliance de développeurs bénévoles, en partenariat avec les Réseaux Santé Wallon (RSW) et Bruxellois (RSB), a attiré quelque 1800 médecins généralistes, a annoncé *Le Spécialiste*. Elle sert à monitorer à distance l'évolution d'un patient (supposé) Covid-19 à domicile. Élaborée e.a. par les RSW et RSB avec l'aval scientifique du Collège de médecine générale, *SafeLink* s'appuie sur de l'automesure: le patient confiné est invité par SMS, en général 2 fois par 24 heures, à rentrer des paramètres cliniques dans un questionnaire en ligne. Si son statut se dégrade, son médecin généraliste est alerté. Il peut décider de la suite à donner, par exemple un adressage aux urgences. C'est via le RSW ou RSB que le médecin se connecte à *SafeLink*. Un rapport spécifique, structuré, accessible au patient et imprimable, apparaît désormais également sur les serveurs de ces Réseaux régionaux. Il se met à jour quand de nouveaux paramètres sont encodés et analysés.



## B-Sens, un touche à tout

Entreprise éclectique, allant de la maintenance prédictive à la surveillance environnementale en passant par le diagnostic médical, *B-Sens* se profile comme concepteur de capteurs physiques et (bio)chimiques portés par la fibre optique et les semi-conducteurs. Il faut dire que son fondateur Christophe Caucheteur avait, sans jeu de mots, la fibre pour le sujet. Déjà passionné par ce domaine durant ses études, il avait réalisé un mémoire sur le développement de capteurs mécaniques à fibre optiques et une thèse sur les capteurs mécaniques et chimiques basés sur la technologie des réseaux Bragg fibrés. Rien d'étonnant donc si *B-Sens* s'affiche comme professionnel du développement de capteurs OEM (*Original Equipment Manufacturer* ou Fabricant d'Équipement d'Origine) basés sur la technologie des réseaux de Bragg. À gros traits, cette technologie s'appuie sur une fibre optique dont le cœur a un indice de réfraction variant sur la longueur. Cette variation transforme la fibre en une espèce de miroir réfléchissant certaines longueurs d'onde et en laissant passer d'autres. Utilisée essentiellement pour mesurer la déformation, la température, la pression, etc. cette technologie a aussi l'avantage de pouvoir être déployée dans de vastes infrastructures. *B-Sens* propose notamment la conception et la fabrication de caillebotis en fibre; le développement de capteurs physiques et (bio)physiques; les tests en laboratoire et sur terrain; la réalisation de démonstrateurs clés en main ou la synthèse de revêtement sensible. Dans son quotidien, l'entreprise collabore avec les pôles de compétitivité wallons comme *Logistics in Wallonia*, *Skywin*, *Mecatech*, etc. ainsi qu'avec des grands noms du monde de l'industrie tels que *Sonaca*, *Thales*, *Alstom*, etc. Plus concrètement, elle est aussi l'un des piliers et fer de lance de la *Fiber Optic Valley* qui comprend, dans la région de Mons, des acteurs comme *Multitel*, *Nexans*, *Sensorea*, etc.



Parmi les projets phares de l'entreprise, on trouve pour *Alstom* une solution de surveillance ferroviaire destinée à voir si une section de voie est libre via des capteurs installés sur les rails pour le comptage des essieux. Par la contrainte mécanique exercée sur le rail, il est possible de savoir si le nombre d'essieux comptés à l'entrée est le même qu'à la sortie. Autre produit développé grâce à de la fibre et des semi-conducteurs associés à des revêtements sensibles: un monitoring pour la détection de produits chimiques en environnement aqueux et gazeux. L'entreprise est aussi à la base d'une application *Smart Textile* qui, par des capteurs intégrés dans la matière, contrôle en temps réel la température, la déformation, l'humidité, etc. Au monde médical, elle offre des capteurs biomédicaux dédiés à la surveillance lors d'opérations chirurgicales et la détection de biomarqueurs pour le diagnostic en temps réel. Enfin, son offre comprend encore un système de détection d'hydrogène (pour tuyaux, réservoir, etc.), de monitoring des vibrations et de surveillance des déformations à l'intérieur de matériaux comme le béton et les composites ! Un panel d'outils bien fourni donc pour cette entreprise montoise qui ne manque pas de créativité. 

 <http://www.b-sens.be>

## Un australien à Seneffe

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

**T**elix a le feu vert de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) pour l'achat des terrains et facilités de production d'EZB à Seneffe et le transfert de la licence d'utilisation de substances radioactives. Depuis ces lieux, *Telix* commercialisera des solutions d'oncologie pour le traitement du cancer de la prostate, du rein et du cerveau en Europe. Une unité de fabrication de nouveaux produits radio-pharmaceutiques et radio-isotopes y sera également créée.

Depuis Melbourne (Australie), la société développe, produit et vend des solutions radio-pharmaceutiques pour le traitement de plusieurs cancers. Elle est active au Japon et aux États-Unis ainsi qu'en Belgique avec Seneffe et Liège où elle a installé son siège européen. 



## HERA Awards 2020

**E**n ces temps tout à fait inédits, beaucoup de nos certitudes ont été bousculées et les fragilités de nos sociétés apparaissent brusquement aux yeux de tou(te)s. La pandémie du Covid-19 nous place devant une question fondamentale: quelle société voulons-nous construire à la sortie de cette crise ? L'équipe de la *Fondation pour les Générations Futures* et toute la communauté qui l'entoure sont convaincues qu'enseignement et recherche jouent un rôle essentiel dans l'émergence d'innovations soutenables et de réponses aux enjeux multiples auxquels devront faire face les générations présentes et futures. La vocation d'HERA est de soutenir celles et ceux - étudiants et chercheurs - qui intègrent l'approche transversale d'un développement durable. Elle est aussi de contribuer à inspirer progressivement l'ensemble de la communauté académique.

Les *HERA Awards* récompensent des thèses de doctorat toutes disciplines confondues: le *Doctoral Thesis Award for Future Generations* (prix bisannuel de 7 500 euros) et des mémoires dans différents domaines: les *Master's Thesis Awards for Future Generations* (prix annuels de 2 500 euros). Cette année, ils étaient répartis en 10 catégories: Sustainable democracy, Sustainable IT, Cooperative sustainable economy, Sustainable & Responsible Finance, Sustainable Food systems, Sustainable Health, Sustainable Architecture, Sustainable Engineering et enfin, Sustainable Design.

La crise actuelle n'ayant pas permis à la Fondation de célébrer les 22 mémoires primés le 12 mai dernier comme prévu, elle propose de découvrir les solutions soutenables des jeunes diplômé(e)s



au travers de webinaires intitulés *HERA Awards 2020 #StayHome #StayInspired*. Durant 7 semaines, les 24 nominé(e)s dont 9 lauréates choisi(e)s par les 57 membres des jurys *HERA Awards 2020* y ont livré leurs réflexions sur comment transformer le monde de demain.

Parmi eux, on épinglera le travail de Chloé Ponsart (UMONS) sur l'utilisation des carrières wallonnes comme puits énergétiques du futur (*voir photo, voir vignette*). Lié (notamment) à l'irrégularité des conditions météorologiques, le problème d'intermittence dans la production des énergies vertes est généralement solutionné par la mise en marche ponctuelle d'unités de production électrique utilisant des ressources fossiles. L'auteure a étudié la faisabilité physique et financière d'une solution alternative - le stockage gravitaire par masses solides immergées - dans l'eau des carrières wallonnes désaffectées. De l'aspect technique aux impacts environnementaux, en passant par la viabilité économique, Chloé a présenté une solution innovante et prometteuse, qui compléterait parfaitement les outils déjà disponibles sur le marché des énergies renouvelables. Elle envisage d'ailleurs la création d'une spin-off, qui aurait toute sa pertinence dans ce secteur d'avenir. Tous les travaux des nominé(e)s et lauréat(e)s ainsi que les webinaires sont disponibles via le lien ci-dessous. <sup>A</sup>

 <https://hera.foundationfuturegenerations.org/fr/content/les-travaux-primés-en-un-coup-doeil>  
<https://www.foundationfuturegenerations.org/fr>



## COUP D'CRAYON

VINCE - VINCENT\_DUBOIS@ME.COM

C'est indéniable, les nouvelles technologies nous font gagner du temps et épargner de la sueur. Surtout aux archéologues ! Par exemple, le plus grand et le plus ancien site maya, *Aguada Fenix*, a été découvert au Mexique grâce au Lidar, un instrument de télédétection par laser embarqué sur un aéronef. Cette plateforme rectangulaire surélevée mesure 1 413 m de long, 399 m de large et 10 à 15 m de haut. D'après les scientifiques, sa construction a demandé 3,2 à 4,3 millions de m<sup>3</sup> de terre ! *Aguada Fenix* aurait été érigée vers l'an 1000 avant Jésus-Christ et était un lieu cérémoniel pour la population.

## Et de 3 !

**P**rofesseur, chercheur et directeur du *Laboratoire des Cellules souches et cancer* de la Faculté de Médecine de l'Université libre de Bruxelles (ULB), Cédric Blanpain empoche, pour la troisième fois, une subvention du Conseil européen de la recherche (ERC) pour mener à bien son nouveau projet *TrackingTumorStats*, destiné à définir, à un niveau de résolution unicellulaire, les mécanismes régulant les états de transitionnels tumoraux responsables de la croissance, de la différenciation et de l'invasion tumorales, des métastases et de la résistance aux thérapies.

«*Au sein d'une tumeur donnée, certaines cellules cancéreuses prolifèrent activement pendant que d'autres se différencient, migrent ou donnent naissance à des métastases, ou que d'autres encore entrent dans un état dormant et résistent à la chimiothérapie*», nous rappelle Cédric Blanpain. Qui avec son projet, recourant à une approche multidisciplinaire associant le traçage de lignées sur une cellule unique, la génomique unicellulaire, l'épigénomique et la transcriptomique parallèlement au traitement pharmacologique et aux perturbations génétiques, devrait avec son équipe pouvoir définir de manière complète et intégrée les identités et fonctions des différents états tumoraux à un niveau de résolution unicellulaire. Ayant identifié les mécanismes régulant les fonctions et états transitionnels cellulaires dans les tumeurs, l'équipe de recherche espère pouvoir définir de nouvelles vulnérabilités tumorales et ouvrir de nouvelles opportunités thérapeutiques. Ce qui serait, à n'en pas douter, encore un pas en avant en oncologie.

Un de plus accompli grâce à l'obstination de Cédric Blanpain, déjà titulaire de 2 subventions ERC. La première en 2007 pour son projet *CancerSteam* par lequel il a identifié les cellules à l'origine des cancers épithéliaux les plus répandus, démontré l'existence de cellules souches cancéreuses au sein de leur microenvironnement et relevé les mécanismes intrinsèques et extrinsèques régulant leurs fonctions. La deuxième subvention concernait quant à elle son projet *EXPAND*, par lequel il définit les mécanismes cellulaires et moléculaires régulant l'expansion tissulaire et la décision sur le sort des cellules au cours de la croissance postnatale et de la répartition des tissus épithéliaux. Une belle récolte et le bonheur d'un chercheur plus que jamais reconnaissant envers le Conseil européen de la recherche qui, sans ses aides, «*n'aurait jamais été capable de réaliser un si grand nombre de découvertes ces 10 dernières années*», conclut Cédric Blanpain. 

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



## Avenir assuré

**B**onne nouvelle pour *iTeos Therapeutics* qui a réussi une levée de fonds de 125 millions de dollars pour soutenir le développement de 2 de ses programmes d'immunothérapies de dernière génération contre le cancer. Cette levée est la plus importante jamais réalisée en Wallonie par un industriel de la Santé. Elle voit aussi l'arrivée de 5 nouveaux investisseurs américains pour un montant de quelque 80 millions de dollars.

Avec cet apport financier, *iTeos* est assuré de conduire à bonne fortune ses 2 candidats-médicaments: A2A et TIGIT. L'A2A s'appuie sur une nouvelle molécule capable de bloquer le récepteur à l'adénosine, une molécule immunosuppressive que l'on trouve à des taux élevés dans les tumeurs. Après des essais cliniques très prometteurs démarrés en Belgique, l'entreprise devrait lancer prochainement la phase 2 des essais 2. De son côté, le programme TIGIT entend développer un anticorps bloquant un nouveau venu dans la famille des *immune checkpoints* (points de contrôle ou régulateurs du système immunitaire) appelé TIGIT. Créé en 2011 et opérant à Charleroi et Boston, *iTeos Therapeutics* est aujourd'hui reconnu comme acteur mondial de l'immuno-oncologie. 

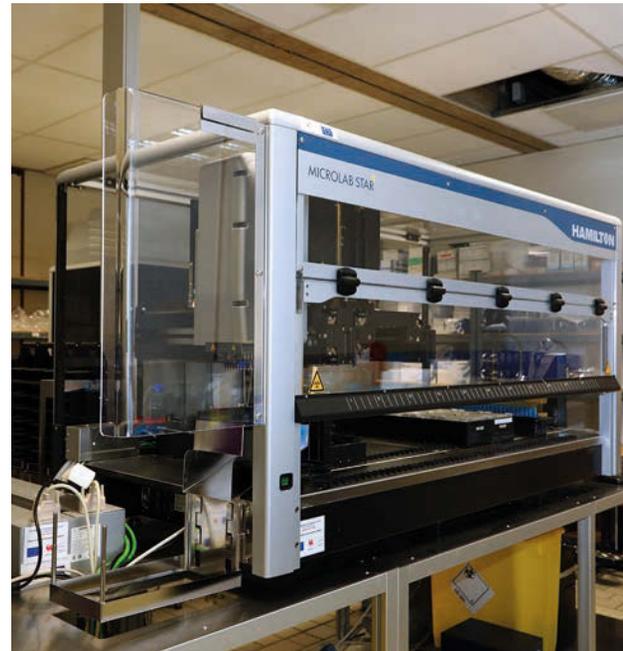
 <http://www.iteosterapeutics.com>

## Robotein accède au niveau européen

**R**obotein, qui avait reçu un important financement du SPW Recherche en 2013, est une plateforme technologique de production et d'analyse de protéines à haut débit qui repose sur les compétences et les équipements de 2 laboratoires de la Fédération Wallonie-Bruxelles, à savoir le *Centre d'Ingénierie des Protéines (CIP)* de l'Université de Liège et le *Centre de Biologie Structurale et de Bioinformatique* de l'Université libre de Bruxelles. Cette plateforme, ouverte à la collaboration avec les principaux acteurs tant du monde académique qu'industriel, permet le clonage, l'expression, la purification et l'analyse de protéines sur la base de méthodes originales. Protéines largement utilisées dans de nombreux domaines (santé, alimentation, nanotechnologies, énergies renouvelables...).

Le consortium *Instruct-ERIC*, infrastructure de recherche paneuropéenne active en biologie structurale, a décidé d'intégrer la plateforme Robotein® à ses outils aux côtés de *Nanobodies4Instruct* (VIB-VUB). *Instruct-ERIC* met des technologies et des méthodes haut de gamme à la disposition des chercheurs membres et fournit aux industriels un point d'accès unique à un large éventail de techniques et d'expertises de pointe. L'intégration de Robotein® au consortium *Instruct-ERIC*, grâce de nouveau au soutien du Département de la Recherche et du Développement technologique du SPW, est une belle reconnaissance et la récompense d'un travail acharné depuis plusieurs années du Professeur André Matagne et de l'équipe du *CIP*, lequel bénéficiera par la même occasion d'une plus grande visibilité à l'échelle belge et européenne. **A**

 <http://www.robotein.ulg.ac.be/>



## LE CHIFFRE

# 11,46<sup>9</sup>

**T**el est le montant dépensé en ligne par les Belges en 2019, soit quelque 900 millions de plus qu'en 2018, révèle une étude de *BeCommerce Market Monitor*. Qui précise que nos compatriotes ont passé en moyenne 13,4 commandes sur Internet pour 1363 euros, ce qui représente au total 112,9 millions d'achats. Plus frappant encore, 1 dépense sur 5 se fait aujourd'hui en ligne et 9 belges sur 10 (de plus de 15 ans) ont consommé online l'an dernier. Sur le plan régional, les Flamands achètent plus en ligne que les Wallons. Fait marquant, l'an dernier, les achats flamands ont augmenté de 11%, alors qu'ils diminuaient de 2% en Wallonie. Si l'ordinateur portable est toujours le support le plus utilisé en e-commerce, l'usage du smartphone monte en flèche, avec une progression de 54% par rapport à 2018. Avec 87% de réservations online, les voyages aériens et le logement (non compris dans un forfait) restent la catégorie la plus populaire, suivie par les billets d'attractions et événements (79%) puis les voyages en forfait (65%). Parmi les fortes hausses de l'exercice 2019, on épinglera le secteur Santé & Beauté avec une croissance de 25%. Enfin, l'étude confirme l'intérêt des journées d'achats à thèmes. Par exemple, les ventes en ligne du dernier *Black Friday* sont en hausse de 33%, atteignant 137,5 millions d'euros et dépassant pour la première fois celles de la première semaine de janvier. Des données qui devraient être redistribuées suite au confinement. **A**

 <http://www.becommerce.be>



# Qui est-ce ? Barbara McCLINTOCK

TEXTE : JACQUELINE REMITS • JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE  
PHOTOS : © BELGAIMAGE/SCIENCE SOURCE

au Cornell's College of Agriculture pour y étudier la botanique. Mon histoire d'amour avec la génétique commence dès que je suis ce cours en 1921. J'obtiens ma licence en science en 1923 et mon doctorat en botanique portant sur la génétique du maïs en 1927. Pendant la durée de mes études à Cornell, je suis la seule femme à obtenir un diplôme dans le département d'agriculture. Après mon doctorat, je reste à Cornell comme enseignante et je réunis un groupe de phyto-généticiens et de cytologistes au sein du département de l'amélioration des plantes pour étudier la cytogénèse du maïs. Nous sommes considérés comme arrogants car en avance sur les autres qui ne comprennent pas ce que nous faisons. Mais nous, nous le savons et nous formons un groupe très uni. Je mets au point diverses techniques qui me permettent de visualiser au microscope des phénomènes connus jusque-là de manière théorique. Par exemple, l'échange de gènes lors de la division cellulaire. Dans les années 1930, pour comprendre les mécanismes de la transmission héréditaire chez les plantes, je m'appuie sur les croisements du maïs et je produis des hybrides. Mes recherches portent sur la découverte d'un moyen de visualiser les chromosomes du maïs et de caractériser leur forme dans les hybrides, ce qui permet d'alimenter le domaine de la cytogénétique du maïs à Cornell. En 1932, je m'installe à l'Université du Missouri pour travailler avec le généticien Lewis Sadler qui m'enseigne comment utiliser les rayons X pour produire des mutations dans les chromosomes. En 1936, j'accepte un poste de professeur assistant offert

## Je suis...

**U**ne généticienne dont les travaux ne seront compris que bien plus tard. Petite, je suis déjà intéressée par la science. Troisième d'une famille de 4 enfants, j'ai un père médecin et une mère femme au foyer, poète et artiste. Indépendante, aimant la solitude, j'aime m'isoler pour lire pendant des heures. Proche de mon père, j'ai des relations difficiles avec ma mère. Lorsque j'ai 8 ans, nous déménageons à Brooklyn (New York), où je poursuis ma scolarité. Je terminerai mes études secondaires à l'Erasmus Hall High School où je découvre ma passion pour la science. Mon choix est fait: je veux aller à l'Université Cornell. Ce n'est pas l'avis de ma mère qui pense que faire des études supérieures m'empêcherait de me marier. Heureusement, mon père n'est pas de cet avis et grâce à lui, à 17 ans, j'entre



### CARTE D'IDENTITÉ

**NAISSANCE:** 18 juin 1902, Hartford (Connecticut, États-Unis)

**DÉCÈS:** 2 septembre 1992, Huntington (État de New York, États-Unis)

**NATIONALITÉ:** Américaine

**SITUATION FAMILIALE:** Célibataire

**DIPLÔME:** Licence en science et doctorat en botanique à l'Université Cornell

**CHAMPS DE RECHERCHE:** Cytogénétique, génétique du maïs

**DISTINCTIONS:** National Medal of Science (1971), prix Lasker (1983), prix Nobel de physiologie ou médecine (1983)

par Lewis Sadler au département de botanique de l'Université du Missouri - Columbia, que je quitte 5 ans plus tard pour intégrer les laboratoires de *Cold Spring Harbor*, à Long Island, dans l'État de New York. Je deviens ensuite membre permanent du corps professoral et acquiers une réputation de scientifique tenace. Comme je le dis alors, si tu sais que tu es sur la bonne piste, si tu as cette certitude intérieure, alors personne ne peut te freiner... peu importe ce qu'on dit. Reconnue comme l'une des meilleures dans mon domaine, je deviens la 3<sup>e</sup> femme élue à l'Académie américaine des sciences en 1944. Malgré cela et le fait que je sois la première femme présidente de la *Genetics Society of America*, je reste exclue des réunions facultaires et ne suis pas tenue au courant des postes disponibles.

## À cette époque...

En 1930, dans bien des domaines, la science réalise des progrès considérables. En physique des particules, le premier cyclotron voit le jour aux États-Unis. En astrophysique, Clyde Tombaugh, jeune assistant astronome de l'Observatoire Lowell dans l'Arizona, découvre par hasard une planète située au-delà de Neptune, d'assez petite taille. Vouée à un froid insoutenable à cause de son éloignement du soleil, elle reçoit le nom de Pluton. En 1944, la Seconde Guerre mondiale fait rage. Les Américains progressent dans le Pacifique. Le 6 juin, sur les plages de Normandie, les Alliés réalisent le plus grand débarquement de l'histoire. Les villes de Bruxelles et Liège sont libérées. Puis, c'est la contre-offensive allemande dans les Ardennes, que les Américains stoppent à Bastogne. En 1949, Mao Zedong, chef du parti communiste chinois, proclame à Pékin, la création de la République populaire de Chine et devient président du Comité central.

## J'ai découvert...

Des éléments transposables chez le maïs après avoir développé des techniques pour observer ses chromosomes et utilisé des analyses réalisées au microscope pour démontrer des théories génétiques fondamentales. Celle concernant l'échange d'informations génétiques par les chromosomes par enjambement durant la méiose en est une. Ces éléments transposables ont la capacité de se déplacer et de se multiplier de façon autonome. Ils ne se situent pas à la même place dans le génome de 2 cellules voisines. Ceci explique pourquoi, sur un même épi, le pigment d'un grain n'est pas nécessairement le même que celui de son voisin. Ces éléments sont présents chez tous les organismes vivants. J'ai produit la première carte génétique du maïs reliant les régions chromosomiques avec

des traits physiques. J'ai également démontré le rôle du télomère et du centromère, 2 régions des chromosomes importantes dans la conservation de l'information génétique. Ils constituent 70% du génome du maïs et 40% de celui du génome humain. Pendant des années, j'ai trouvé qu'il était difficile, si ce n'est impossible, de faire prendre conscience aux autres de la nature de leurs préjugés alors que, pour des raisons particulières, j'avais fait cette prise de conscience. C'est devenu douloureusement évident durant mes efforts, pendant les années 1950, de convaincre les généticiens que l'action des gènes devait être, et était, contrôlée. Il m'était tout aussi douloureux de reconnaître la rigidité des opinions de la plupart des gens quant à la nature des éléments contrôlants du maïs et de leur fonctionnement. On doit attendre le bon moment pour introduire des changements conceptuels. En 1983, j'ai reçu le prix Nobel de physiologie ou médecine pour mes travaux sur les éléments transposables. ❶

## SAVIEZ-VOUS QUE...

Barbara McClintock a été honorée par 14 doctorats honorifiques en sciences et d'un doctorat en *Humane Letters*. Après 1983, elle a mené une vie plus publique, donnant des conférences sur les éléments génétiques mobiles, ainsi que sur l'histoire de la recherche en génétique aux jeunes scientifiques, spécialement après la publication du livre d'Evelyn Fox Keller *A feeling for the organism* qui raconte son histoire. En 1986, elle a été introduite au *National Women's Hall of Fame*. Elle ne s'est jamais mariée et n'a pas eu d'enfant.

Elle est décédée en 1992, 9 ans après son prix Nobel. Sa reconnaissance tardive n'a pas semblé la déranger. Elle a dit au magazine *People*, en 1983: «*Cela peut sembler injuste de récompenser une personne qui a eu autant de plaisir au fil des ans*».

Elle est le sujet de travaux biographiques par l'historien de science Nathaniel Comfort contestant la thèse de Keller selon laquelle Barbara McClintock avait longtemps été ignorée parce qu'elle était une femme travaillant en sciences, alors que Comfort assure, lui, qu'elle était plutôt bien vue par ses pairs, même dans ses premières années de carrière. Même si, selon lui, elle n'a pas été victime de sexisme, elle est citée dans plusieurs études féministes et certaines biographies sur les femmes de sciences. Elle est un modèle pour les filles dans les livres de littérature enfantine.

En 1989, elle a été mise en valeur lors de l'émission de 4 timbres en Suède illustrant le travail de généticiens ayant remporté un prix Nobel. En mai 2005, le Service postal américain a publié une série de timbres postaux commémorant 4 scientifiques américains dont elle était la seule femme.

Un bâtiment de l'Université Cornell porte aujourd'hui son nom.



# Plus tard, je serai...

En dépit de cette période de trouble, l'année scolaire touche doucement à sa fin. Il est donc temps, pour certains, d'envisager un métier et de décider des études à suivre ou de l'orientation à prendre. D'aucuns savent ce qu'ils veulent faire depuis leur tendre enfance, mais ce n'est pas le cas de tout le monde. Et le choix est vaste. Nombre de critères sont à prendre en compte: ce que l'on aime faire, les matières dans lesquelles on se sent à l'aise ou qui nous passionnent, les ressources financières disponibles, le nombre d'années d'étude, les villes dans lesquelles la formation se donne, le type de vie que l'on souhaite mener, les sacrifices que l'on est prêt à faire, la demande du marché, les secteurs en pénurie, porteurs ou d'avenir... Mais que l'on ait 15 ans, 18 ans, ou même plus, c'est loin d'être évident...

TEXTE : VIRGINIE CHANTRY • VIRGINIE.CHANTRY@GMAIL.COM

PHOTOS: THISISENGINEERING/ PEXELS

Pour ceux qui seraient tentés par une carrière technico-scientifique mais qui n'ont pas encore totalement arrêté leur choix, ce qui suit pourrait les intéresser. Par souci de légèreté, le masculin est employé tout au long de l'article. Grâce notamment à la transformation numérique et à la digitalisation, le secteur de l'industrie technologique au sens large est en pleine croissance et est porteur en matière d'emploi. Selon *Agoria*, Fédération belge multisectorielle de l'industrie technologique, d'ici 2024, 22 000 emplois liés à la technologie pourraient être créés en Belgique. À noter que ces chiffres datent d'avant la crise sanitaire liée au COVID-19... Entre début 2015 et début 2020, pas loin de 19 700 emplois ont été créés dans le domaine. Ils parlent de 3,7 postes qui voient le jour dans le digital pour chaque emploi qui disparaît dans l'économie «classique». De plus, nombre de postes sont disponibles à l'heure actuelle et *Agoria* en prédit plus de 550 000 vacants d'ici 2030 si des mesures d'activation de l'emploi ne sont pas prises dans le secteur technologique. Passons en revue 4 métiers d'avenir.

## Automaticien(ne)

Les automates programmables industriels (ou API) sont présents dans de nombreux secteurs: automobile, aéronautique, naval, sidérurgique, agroalimentaire... Un API, en bref, est un appareil programmable qui permet d'automatiser certaines tâches alors réalisées sans l'intervention de l'être humain. Le travail de l'automaticien ou du technicien automaticien peut inclure de concevoir ces machines, les assembler, les programmer, effectuer les réglages nécessaires, sans oublier l'entretien, le contrôle et la maintenance, ainsi que de tous leurs périphériques (instruments, réseaux...), dans le respect d'un cahier des charges et des normes de sécurité inhérentes au secteur concerné.

- **APTITUDES:** esprit logique, capacité à lire des fiches techniques et à réaliser des schémas, maîtrise de l'anglais technique.
- **FORMATIONS:** spécialiste en automates programmables industriels au Technocampus\*, automaticien chez Technifutur\*, bachelier en 3 ans en haute école en automatisation, en informatique et systèmes (orientation robotique) ou en mécatronique et robotique.
- ◆ **VARIANTE:** électricien automaticien, spécialisé dans les systèmes électriques des API.

## Expert(e) en cybersécurité

Vous vous sentez une âme de Zorro du digital prête à lutter contre le piratage informatique ? Le métier d'expert en cybersécurité est fait pour vous ! Ce secteur est plus que jamais d'actualité: il suffit de jeter un œil au nombre de cyberattaques qui ont eu lieu depuis le confinement pour s'en convaincre. La mission principale du *cyber expert* est de protéger les données informatiques d'une entreprise contre des actes malveillants: repérer et réparer les failles mais aussi prévenir et empêcher les intrusions, tentatives de vol de données ou de fraude. Parmi les matières abordées: systèmes d'exploitation et réseaux, aspects légaux et éthiques, cryptologie...

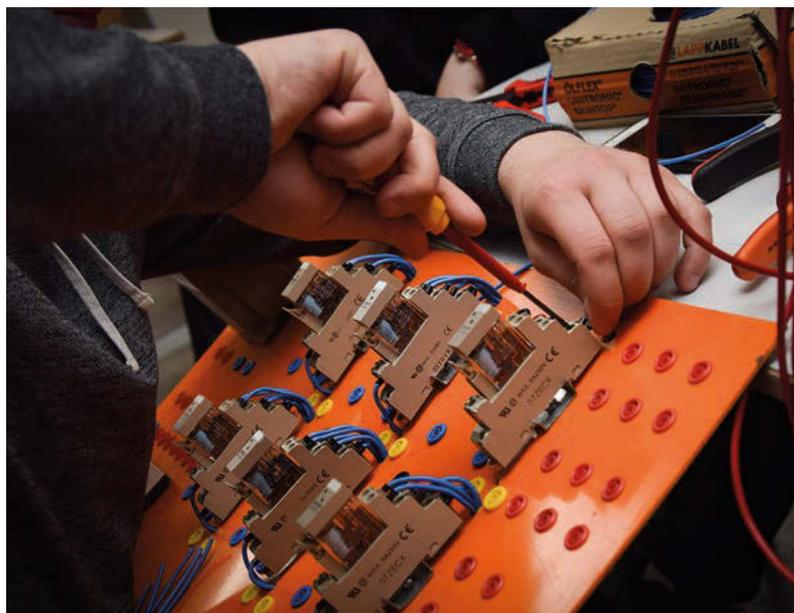
- **APTITUDES:** capacité d'analyse et de synthèse, respect de protocoles, respect de la confidentialité des informations.
- **FORMATIONS:** master (en anglais) en 2 ans en cybersécurité à l'ULB\* (en partenariat notamment avec l'UNamur, l'UCLouvain et l'École Royale Militaire), bachelier en 3 ans en sécurité des systèmes à Héralux\*, administrateur de sécurité réseau en 100 jours à Technifutur\* (pour les demandeurs d'emploi).
- ◆ **VARIANTE:** gestionnaire en réseaux télématiques à l'IFAPME\* (Charleroi, Liège) où sont abordés entre autres l'évaluation des risques liés à l'utilisation des réseaux, les stratégies de sécurité et de confidentialité des données grâce au cryptage ou à l'utilisation de pare-feu.

## Technicien(ne) de laboratoire

Observation, prélèvements, analyses, interprétation de résultats et rédaction de rapports sont au cœur du métier de technicien de laboratoire, que ce soit dans l'industrie (chimique, pharmaceutique, sidérurgique...) ou dans un centre de recherche. Il intervient au niveau du contrôle qualité, de la production ou en recherche et développement et doit suivre les protocoles propres au laboratoire dans lequel il travaille, selon la législation et les normes de sécurité et d'hygiène en vigueur. À l'aide d'instruments de mesure (balance, centrifugeuse...), le laborantin passe au crible les caractéristiques physiques et la composition (bio)chimique d'éléments par exemple pour en déterminer la conformité par rapport à certaines règles préétablies comme les normes bactériologiques dans le domaine de l'agroalimentaire. En cas de non-conformité, il doit pouvoir y remédier.

- **APTITUDES:** habileté manuelle, rigueur, méticulosité, sens de la déontologie.
- **FORMATIONS:** en secondaire en technique de qualification (technicien chimiste), en supérieur de type court (bachelier en agronomie ou en chimie), en supérieur de type long (master en biochimie et biotechnologie) ou en cours du soir en promotion sociale (bachelier en chimie).
- ◆ **VARIANTE:** le technologue de laboratoire médical effectue des analyses d'échantillons d'origine humaine (sang, urine...), dans le cadre du diagnostic ou du traitement d'un patient. Formation donnée à HELMo\*, à HELHa\* ou à la Haute École Provinciale de Hainaut - Condorcet.





## Technicien(ne) en maintenance et diagnostic automobile

Un métier connexe à celui de mécanicien ou garagiste-réparateur et qui en constitue une spécialisation est celui de technicien en maintenance et diagnostic automobile ou TMDA. Il intervient notamment dans le montage et le paramétrage d'accessoires électroniques complexes (systèmes avancés de navigation, multimédia...), ainsi qu'en cas de dysfonctionnement dans les circuits électriques et dans les systèmes de gestion électronique (injection, freinage, transmission, climatisation...). Il doit alors poser un diagnostic à l'aide d'instruments dédiés et de l'outil informatique et proposer des solutions pour réparer la panne. Ses compétences relèvent aussi de la mécanique et de l'optique.

- **APTITUDES :** sens de l'observation, capacité à lire des schémas, dextérité manuelle, pouvoir travailler en position parfois inconfortable, contact facile avec le client.
- **FORMATIONS :** IFAPME\* (Charleroi, Dinant, La Louvière, Liège), SFPME\*, enseignement secondaire en technique de qualification.
- ◆ **VARIANTE :** pour ceux qui seraient plus tentés par les airs, Technifutur\* propose une formation complémentaire (prérequis nécessaires) de mécanicien pour avion !

BONUS EN LIGNE



## Go girls !

Certains stéréotypes de genre ont la vie dure, par exemple dans les disciplines STEM (Sciences, Technologies, Engineering, Mathematics) dans lesquelles les femmes sont parfois peu ou pas représentées. Selon un rapport de l'association *Women's Forum for the Economy and Society*, basée à Paris et dont la mission principale est de mettre en exergue la voix des femmes, leur vision et leurs aptitudes dans la résolution de problèmes clés actuels, il faut agir dès le plus jeune âge si l'on ne veut pas laisser les hommes en charge de façonner seuls le monde de demain. Dans ce rapport sont proposées 27 recommandations pour favoriser l'égalité des opportunités et du niveau d'expertise entre femmes et hommes dans les STEM qui sont au cœur des transformations actuelles et à venir, par souci d'équité et de justice, mais aussi car les enjeux économiques et d'innovation sont bien réels. Activités ludiques à organiser à l'école primaire autour du codage, journées de rencontre avec des femmes actives dans les STEM, jeux de rôle mettant en avant l'utilité de métiers liés aux STEM, stages d'été autour des maths, ou actions plus générales visant à lutter contre les stéréotypes (formation dispensée aux enseignants, sensibilisation des parents d'élèves...) font partie des idées avancées dans ce rapport. Des solutions peuvent également être mises en place dans les écoles supérieures et les universités possédant des filiales STEM avec des quotas «féminins» à atteindre et des incitants financiers pour les institutions y parvenant, mais aussi dans les entreprises et les administrations avec la mise en place d'indicateurs de mixité femmes-hommes, notamment. Il existe bien d'autres initiatives comme *Women's Forum*, par exemple la plateforme *Women In Tech Brussels*, qui se définit comme un écosystème féminin visant à



autonomiser les femmes dans les secteurs de la technologie et de l'innovation. Elle a pour objectif, entre autres, d'encourager les adolescentes à envisager une carrière dans les STEM.

Que l'on soit une fille ou un garçon, il y a aussi le génie civil ou industriel, les sciences pures et dures comme la bio ou la physique, tout ce qui touche au développement informatique, à l'intelligence artificielle, à la domotique et aux objets connectés, à l'animation 3D (cinéma/jeux vidéo), à l'analyse big data, etc. Le choix ne manque pas ! Ce qui est une chance mais qui ne facilite pas la tâche car «choisir, c'est renoncer» dit-on. Parfois, emprunter un chemin n'empêche pas de changer de cap en cours de route. Mettez cependant toutes les chances de votre côté ! En d'autres temps, je vous aurais conseillé d'aller flâner dans les salons d'étudiants, de participer à des *Jobdays* ou à des stages d'observation. Mais en ces circonstances particulières, cela semble compromis. Reste malgré tout l'option de rencontrer, de préférence virtuellement, quelqu'un qui travaille dans le domaine qui vous intéresse afin de vous faire une idée de la vie au jour le jour qu'impliquerait le métier de vos rêves. <sup>A</sup>

\* **HELHa** = Haute École Louvain en Hainaut

\* **HELMo** = Haute École Libre Mosanne

\* **Hénallux** = Haute École de Namur-Liège-Luxembourg

\* **IFAPME** = Institut wallon de Formation en Alternance et des indépendants et Petites et Moyennes Entreprises

\* **Technifutur** = centre de compétences proposant des formations en province de Liège

\* **Technocampus** = centre de formation aux métiers technologiques dans le Hainaut

\* **SFPME** = Service Formation PME (centre de formation de métiers en alternance) à Bruxelles

\* **ULB** = Université Libre de Bruxelles

## TECHNO-ZOOM

Trouver le sommeil n'est pas toujours facile. Quand ce n'est pas le cerveau qui passe en revue les événements de la journée ou ceux prévus pour le lendemain, cela peut être dû aux mouvements fréquents de son partenaire, aux bruits du voisinage ou simplement à la situation anxiogène que nous vivons actuellement. Du coup, écouter de la musique relaxante, le clapotis de l'eau, un feu qui crépite ou une app de méditation, ça peut aider. Mais avouons que les écouteurs ne sont pas toujours super confortables et les casques pas pratiques pour dormir. Et vous préféreriez ne pas ennuyer votre +1 ou votre petit frère en utilisant des haut-parleurs. Voici une option qui allie confort et silence dans la pièce: l'oreiller musical. Il en existe de diverses tailles, formes, compositions et marques que vous pouvez trouver sur le site de la *Fnac*, sur *cadeauxfolies.be* ou sur *Amazon*. Le dénominateur commun se situe dans l'oreiller en lui-même qui est équipé d'un diffuseur intégré non palpable et d'une prise mini-jack (3,5 mm) que vous reliez à votre smartphone, lecteur MP3, baladeur (pour les moins jeunes d'entre nous)... Les sons sont inaudibles pour tout qui n'a pas la tête posée sur le coussin. Il peut également être utilisé comme alarme: fini de réveiller toute la maisonnée ! Mieux vaut le choisir lavable en machine. Attention toutefois à retirer le haut-parleur et les câbles avant de procéder au lavage. Sont disponibles également des modèles anti-acariens, super moelleux, plus ou moins épais... Bref, il se trouve sûrement sur le marché de quoi vous contenter et adoucir vos nuits. Faites de beaux rêves !



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



# Stress post-traumatique: quand le contrôle de la mémoire fait défaut

Une odeur, une image, un rêve. Il suffit d'un détail pour que les personnes souffrant de stress post-traumatique voient resurgir des souvenirs intrusifs angoissants. Longtemps attribuée à une défaillance de la mémoire, cette résurgence de pensées serait aussi liée aux mécanismes cérébraux qui en assurent le contrôle. L'opportunité d'identifier de nouvelles pistes de traitement

TEXTE: ANNE-CATHERINE DE BAST - ANNECATHERINEDEBAST@YAHOO.FR  
PHOTOS: ANTHONY TRAN/UNSPLASH (P.16), POLINA ZIMMERMAN/PEXELS (P.18), GUSTAVO FRING/PEXELS (P.19), GERD ALTMANN/PIXABAY (P.19)

Les fans de séries américaines en entendent souvent parler, du «PTSD», pour *Post Traumatic Stress Disorder*. En français, on parle de syndrome de stress post-traumatique. Un nom difficile à répéter sans bafouiller, pour évoquer un trouble qui prend de plus en plus de place dans la société, à l'heure où la recherche de bien-être psychique, émotionnel et cognitif des personnes n'est plus remise en question.

On le sait, certains événements laissent des traces. Des cicatrices visibles, mais aussi émotionnelles, plus difficiles à cerner, à soigner. Le stress post-traumatique est de celles-là. Il s'agit d'un trouble anxieux sévère, qui se développe à la suite d'une expérience vécue comme traumatisante et génératrice d'une détresse importante.

Les causes ne manquent pas: un accident, la perte d'un proche, une situation angoissante. Un vol à l'arrachée dans la rue, une agression «banale», une attaque terroriste de grande ampleur telle que les attentats du 22 mars 2016 à Bruxelles ou ceux du 13 novembre 2015 à Paris. Des événements qui marquent ceux qui les vivent, mais aussi leurs proches, et parfois même toute la société, dans des cas comme ceux-là.

## Mieux comprendre la mémoire humaine

Pour tenter de mieux comprendre les mécanismes du syndrome de stress post-traumatique et ainsi mieux les traiter, l'*Institut national français*

de la santé et de la recherche médicale (Inserm), le Centre national de la recherche scientifique (CNRS-France) et Hesam Université (Paris) ont lancé un programme de recherche transdisciplinaire, baptisé «Programme 13-novembre». La population touchée de près ou de loin par les attentats est si large qu'il est permis de comparer les réactions des sujets, et donc d'en tirer des conclusions permettant de faire avancer la recherche.

L'objectif du programme: étudier la construction et l'évolution de la mémoire individuelle et collective de ces événements traumatiques, et mieux comprendre les facteurs protégeant les individus du stress post-traumatique. Un volet de ce programme, l'étude d'imagerie cérébrale *Remember*, s'intéresse aux réseaux cérébraux impliqués dans le trouble de stress post-traumatique et permet d'aller plus loin dans la compréhension de la mémoire humaine. Cette étude se penche sur une question qui intrigue les neuroscientifiques depuis toujours: pourquoi certaines personnes ayant vécu un traumatisme souffrent-elles de stress post-traumatique, alors que d'autres n'en développent pas ? Par ailleurs, existe-t-il un lien entre les mécanismes de contrôle de notre mémoire et la capacité de résilience des personnes ? Autrement dit: peut-on mieux comprendre les souvenirs intrusifs, qui perturbent les individus au point de leur faire revivre sans cesse l'événement traumatique ? Quels sont les mécanismes mis en place par les autres pour rebondir après le traumatisme ?

## Modéliser les images

Alison Mary, chercheuse à l'ULB, a participé à l'étude d'imagerie cérébrale *Remember*. «L'originalité de cette étude, c'est qu'elle se penche sur un dysfonctionnement des mécanismes qui permettent de contrôler la mémoire, indique-t-elle. Elle se focalise sur les facteurs de protection et les marqueurs cérébraux associés à la résilience au traumatisme. Les autres études sont généralement orientées sur un dysfonctionnement de la mémoire. Ici, nous proposons une nouvelle approche.»

Concrètement, l'étude d'imagerie cérébrale *Remember* émet l'hypothèse que les souvenirs intrusifs, ces images qui reviennent en mémoire des victimes de manière inopinée et les plongent dans l'angoisse, seraient liés à un dysfonctionnement des réseaux cérébraux impliqués dans le contrôle de la mémoire. Pour la vérifier ou l'infirmier, un groupe de 175 individus a été étudié. Parmi eux, 102 ont vécu les attentats, dont 55 ont développé un stress post-traumatique et 47 ne l'ont pas fait. «On trouve dans ce groupe de 102 individus des personnes qui étaient au

Bataclan lors des attentats, mais aussi des parents et des proches de victimes, précise la chercheuse. On peut développer un stress post-traumatique en ayant un ami décédé ou qui a vécu quelque chose de très grave, sans avoir vécu soi-même le traumatisme.» Quant aux 73 autres individus, ils n'ont pas été exposés aux attentats.

Pour modéliser la résurgence des souvenirs intrusifs constatée chez les volontaires souffrant de stress post-traumatique sans les exposer aux images choquantes des attentats, les scientifiques ont opté pour un protocole de recherche en imagerie cérébrale s'appuyant sur la méthode *Think/No-think*. Une méthode qui vise à associer des mots indices avec des objets n'ayant aucun rapport les uns avec les autres. «Dans un premier temps, on a demandé aux personnes d'apprendre



## LES 4 PRINCIPAUX SYMPTÔMES DU STRESS POST-TRAUMATIQUE

Le trouble de stress post-traumatique (TSPT) se développe parfois chez des individus ayant été confrontés à des événements choquants, dangereux ou effrayants. Historiquement, c'est auprès des militaires revenant du front qu'ont été menés les premiers diagnostics. Mais le trouble de stress post-traumatique peut toucher n'importe qui, et survenir après toutes sortes de traumatismes: une catastrophe naturelle, le décès d'un proche, une agression,... Le TSPT peut apparaître juste après un traumatisme ou des années plus tard. Il se manifeste par plusieurs symptômes, variables d'un individu à l'autre, dont quatre principaux:

- Les souvenirs intrusifs sont les symptômes les plus caractéristiques. Ils se manifestent par des images mentales, des cauchemars, des odeurs ou des sensations associées aux éléments vécus. Ils surgissent de manière inopinée et répétée, bouleversent la vie quotidienne des personnes et provoquent des émotions telles que la détresse, la culpabilité, la peur ou encore la colère.
- Les personnes qui en souffrent ont tendance à favoriser des comportements d'évitement et d'isolement, pour fuir tout ce qui pourrait éveiller le souvenir du traumatisme.
- Elles développent des altérations négatives cognitives et des pensées noires, qui persistent sur le long terme.
- Elles sont régulièrement hyperréactives, agressives et hypervigilantes, en réponse à des stimuli environnementaux perçus de manière disproportionnée.

Des symptômes physiques provoqués par le rappel de l'événement peuvent accompagner cet état, comme des tensions musculaires ou une accélération du rythme cardiaque.

Le TSPT peut affecter les personnes directement touchées par le traumatisme ou qui en sont témoins, ou des personnes indirectement touchées comme les membres de la famille d'une personne ayant vécu l'événement traumatique. Les personnes exposées de manière répétée à des images aversives liées au traumatisme, telles que le personnel soignant ou les membres de la police, peuvent aussi en souffrir.



ces associations, explique Alison Mary. Lorsqu'elles étaient confrontées à un mot, elles repensaient automatiquement à l'objet qui y était lié. Ensuite, nous avons étudié la capacité des participants à bloquer cette intrusion, à chasser l'image qui se présentait dans leur esprit contre leur gré lorsqu'elles découvraient le mot indice. Il y a alors 2 possibilités: le participant arrive à bloquer l'intrusion ou il n'y arrive pas. L'objectif était de comparer dans ces conditions ce qu'il se passe dans le cerveau quand il y a intrusion ou non, au sein des 3 groupes de personnes. Il s'agissait de comprendre quelles sont les capacités du cerveau à contrôler notre mémoire quand il y a intrusion.»

## Bloquer les souvenirs intrusifs

Pour cela, les chercheurs ont analysé les connexions cérébrales entre les régions de contrôle, situées dans le cortex frontal, et les régions des souvenirs, telles que l'hippocampe. «Nous avons étudié la connectivité cérébrale des participants, soit la manière de communiquer des différentes régions du cerveau. Nous voulions voir comment une région peut inhiber ou lancer l'activité d'une autre. Nous avons regardé comment le cortex préfrontal agissait pour inhiber l'activité des régions de la mémoire et s'il y avait des différences selon qu'il y avait ou non intrusion. Nous avons constaté que les individus sains étaient capables d'engager des mécanismes de contrôle efficaces plus importants en présence d'une intrusion que les individus souffrant d'un stress post-traumatique. Ces derniers ne sont pas capables de le faire, ils ont un dysfonctionnement de cette capacité à contrôler la mémoire, alors que les individus sains utilisent ce mécanisme à l'occasion d'une intrusion. Concrètement, les personnes souffrant de stress post-traumatique, surutilisent leurs mécanismes de contrôle comme si elles étaient toujours en attente d'avoir une intrusion, elles utilisent leurs ressources cérébrales de la même manière qu'elles aient ou non une intrusion. On ne constate donc aucune différence au niveau

de leur connectivité cérébrale, contrairement aux individus sains qui agissent de manière réactive en stimulant leurs mécanismes de contrôle en réaction à une intrusion.»

L'étude permet donc d'affirmer que les patients souffrant de stress post-traumatique présentent une défaillance des mécanismes qui permettent de supprimer et de réguler l'activité des régions de la mémoire lors d'une intrusion, et notamment de l'activité de l'hippocampe. La persistance du souvenir traumatique ne serait pas seulement due à un dysfonctionnement de la mémoire, mais aussi des mécanismes qui en assurent le contrôle.

«Dans notre étude, nous suggérons que le mécanisme de suppression des souvenirs n'est pas intrinsèquement mauvais et à l'origine des intrusions comme on le croyait, explique Pierre Gagnepain, chercheur Inserm et responsable scientifique de l'étude *Remember*. En revanche, son dysfonctionnement l'est. Si on prend pour analogie les freins d'une voiture, ce n'est pas le fait de freiner, ou dans le cas qui nous occupe, de supprimer les souvenirs qui pose problème, mais le fait que le système de freinage soit défaillant, ce qui conduit à sa surutilisation.»

Les chercheurs ne sont pas en mesure de préciser actuellement si ces difficultés de contrôle étaient présentes avant le traumatisme ou si elles en sont la conséquence.

«Les intrusions de la mémoire sont involontaires, constate Alison Mary. C'est généralement un élément de la vie quotidienne, non menaçant, un indice, un bruit, une odeur qui fait ressurgir le souvenir de manière involontaire. Il crée un sentiment désagréable, du stress, de la peur... Il faut trouver un moyen de rendre de nouveau efficace ces mécanismes de contrôle pour que ces intrusions automatiques ne ressurgissent plus, pour faire en sorte que ce passé traumatisant ne vienne plus envahir le quotidien.»

## De nouvelles pistes thérapeutiques

Les résultats de l'étude *Remember* pourraient permettre de mettre en place de nouvelles pistes thérapeutiques complémentaires à celles qui sont déjà appliquées.

Actuellement, la majorité des thérapies existantes consistent à proposer aux patients de recontextualiser les souvenirs problématiques de manière à réduire le sentiment de peur qu'ils suscitent. «Les thérapies actuelles, notamment





cognitivo-comportementales, sont axées sur le traumatisme, souligne Alison Mary. On demande aux personnes de revenir volontairement sur un souvenir désagréable dans un contexte sûr. Ce type de thérapie cognitive et comportementale pourrait être complété par une autre forme de thérapie, qui n'impliquerait pas pour les patients de se confronter au traumatisme. Les 2 éléments sont importants, complémentaires: diminuer la peur mais aussi contrôler la mémoire». Travailler sur les mécanismes de contrôle de la mémoire pourrait ainsi faciliter le traitement du souvenir traumatique dans les thérapies classiques. «Cela reste encore très théorique, ce sont des hypothèses de recherche qui nécessitent d'être testées. Les chercheurs cliniciens pourraient utiliser ces théories pour essayer d'améliorer les thérapies, mais c'est une autre étape de la recherche à franchir.»

Les résultats du projet *Remember* ouvrent d'ailleurs la porte à la réalisation de plusieurs études, destinées à les compléter. Les données collectées lors des sessions d'imagerie cérébrale seront réutilisées pour des analyses spécifiques des altérations de l'hippocampe, zone clé de l'intrusion des souvenirs. L'évolution des participants à l'étude sera également suivie sur le long terme. Les résultats de l'étude *Remember* seront également confrontés à ceux du programme *13-novembre*, qui étudie plus largement l'évolution du souvenir traumatique aux niveaux collectif et individuel. 

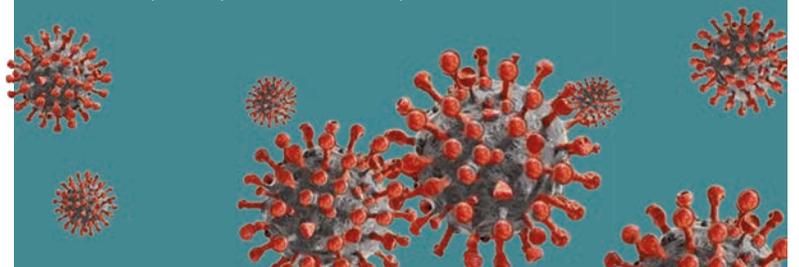
## COVID 19: À QUOI S'ATTENDRE ?

Difficile d'évoquer le trouble de stress post-traumatique sans se demander quel sera l'effet de la pandémie de coronavirus sur la population. «La situation actuelle peut bien sûr générer du stress et des angoisses, explique Alison Mary. Au point de développer un stress post-traumatique ? C'est possible, notamment auprès des personnes qui ont été hospitalisées, ou dont un proche est décédé. Le risque psychologique pour les aînés qui ont vécu isolés de leurs proches durant toute cette période n'est pas non plus à négliger. L'un des critères du stress post-traumatique est un stress qui menace l'intégrité de la personne. Le Covid-19 peut générer une peur de mourir, une peur d'être attaqué personnellement. De premières études sur les conséquences psychologiques du Covid et du confinement commencent à sortir... Certaines de ces études montrent notamment que dans la population générale, les symptômes dépressifs, anxieux, les troubles du sommeil mais également des symptômes proches de ce que l'on observe dans le trouble de stress post-traumatique sont en nette augmentation.»

Le trouble de stress post-traumatique menace aussi le personnel soignant, qui se trouve en première ligne, fatigué, stressé, confronté à une pathologie inconnue et à des images peu habituelles. La mort et la maladie font certes partie de leur quotidien, mais les circonstances inédites touchent également ces soignants prétendument «habitué» à les côtoyer. Ils ont souvent peur d'être contaminés, mais peut-être encore plus d'être porteurs et de contaminer les autres. Ces conditions particulières peuvent les pousser à refouler leurs sentiments, à tirer sur la corde au point qu'elle finisse par craquer.

Ce n'est pas rare: la multiplication de cas de stress post-traumatique est régulièrement observée auprès des professionnels de la santé durant ou à la suite d'épidémies. «Le risque est immense, si rien n'est fait alors un membre du personnel soignant sur deux est susceptible de développer des symptômes de stress post-traumatique, indiquait Xavier Noël, professeur de psychopathologies à l'ULB et chercheur qualifié FNRS au micro de la RTBF. Ces symptômes, ce sont notamment des peurs intenses, des réactions physiologiques fortes comme la tachycardie ou la transpiration, des difficultés de concentration, des troubles du sommeil ou encore des flashbacks qui font revivre le traumatisme vécu. Autant dire des symptômes qui amèneront à des incapacités de travail.»

La plupart des hôpitaux ont demandé à des psychologues d'intervenir dans les unités Covid ou ont mis en place des permanences téléphoniques et/ou des groupes de parole. Un suivi à assurer d'autant que les symptômes risquent d'apparaître plus tard, après l'épidémie, une fois que l'attention aura été relâchée.



# L'ADN de...

## Sabrina LEJEUNE

### Dessinatrice technique



Recto

#### Dessinatrice technique, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ?

Non, pas du tout ! Quand j'étais petite, je rêvais d'être avocate, puis architecte. Finalement je me suis dirigée vers l'architecture car j'ai toujours eu un intérêt pour la construction. Mais je me suis rendu compte que l'architecture, c'était beaucoup plus de la conception que de la construction, alors j'ai changé et j'ai fait dessin technique. Quand je suis sortie de l'école, j'ai postulé au bureau d'études Greisch qui est un bureau de renommée internationale et qui, lorsqu'on est étudiant, fait rêver. Et surprise, j'ai été engagée comme dessinatrice pour la cellule technique spéciale qui existait depuis peu. Et c'est là qu'on m'a tout appris.

#### Comment devient-on dessinateur/trice technique ?

Il n'y a pas vraiment d'études spécifiques, je pense qu'il existe des formations FOREM mais je ne suis pas certaine. À mon avis, on apprend souvent sur le tas. Dans mon cas, après 2 ans en architecture, j'ai fait un graduat en bureau de dessin à Verviers, dans une Haute École.

#### Vous travaillez actuellement comme Responsable de projet au sein de la cellule techniques spéciales chez Greisch, quelle est votre journée-type ?

Il n'y a pas vraiment de journée-type. La plupart des tâches consiste à retranscrire les études des ingénieurs en maîtrisant les contraintes des bâtiments et techniques, afin de chercher les passages les plus judicieux par exemple pour les gaines de ventilation. Nous veillons également à ne pas rentrer en conflit avec les éléments structurels ainsi que les autres équipements techniques (éviter les conflits entre luminaires et bouches d'aération par exemple).

#### Quels sont vos rapports avec la science ?

Dans mon métier, je n'ai pas vraiment de rapports avec la science à proprement parler. Certes, nous faisons quelques calculs de débits de ventilation, calculs de la puissance des radiateurs, etc. mais nous travaillons toujours en binôme avec les ingénieurs. C'est plus eux qui s'occupent de la partie scientifique.

#### Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ?

La coordination de toutes les techniques et les contraintes des éléments de stabilité, en respectant bien entendu les demandes du client. Il faut aussi pouvoir gérer la fluctuation de la charge de travail. Un autre défi, c'est le respect des délais. Les dates de remise de projet peuvent parfois être très rapprochées et/ou arrivent en même temps. Les périodes comme la fin décembre et fin juin sont

souvent des dates très «délicates» car tous les clients veulent leur document avant les congés.

### Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ?

Ma plus grande réussite, c'est d'être où je suis maintenant et de faire un travail qui me plaît en tant que chef d'équipe et de projet. J'ai la chance de travailler sur de gros projets qui sont tous très intéressants et très différents. Nous travaillons aussi bien sur des salles de sport que des musées, des bureaux, des salles de spectacle... Chaque bâtiment a ses contraintes et spécificités et constitue un réel défi.

### Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ?

Je lui conseillerais de se former dans la partie dessin mais sans se focaliser sur un seul logiciel car maîtriser un logiciel ne suffit pas. Il faut aussi une formation pour comprendre les techniques spéciales (électricité, chauffage, ventilation, sanitaire...). Être motivé et passionné, tout en étant rigoureux et attentif. Et aimer le travail d'équipe car nous sommes toujours en relation avec les ingénieurs et autres dessinateurs qui interviennent dans la réalisation des projets. <sup>A</sup>



Sabrina Lejeune

**ÂGE :** 46 ans

**SITUATION FAMILIALE :** mariée, 2 enfants

**PROFESSION :** Responsable de projet au sein de la cellule techniques spéciales, Responsable d'une équipe de dessinateurs

**FORMATION :** Diplômée candidate en architecture, Diplômée graduée en bureau de dessin et organisation en construction

**MAIL :** slejeune@greisch.com

Verso

### Je vous offre une seconde vie pour un second métier...

Je pense que je ferais des études d'ingénieurs mais toujours dans la construction, la partie calculs me tente beaucoup.

### Je vous offre un super pouvoir...

Au vu de ce qu'il se passe aujourd'hui, ce serait un pouvoir pour éradiquer ce coronavirus et tous les futurs virus meurtriers qui pourraient nous toucher.

### Je vous offre un auditoire...

J'y expliquerais l'importance des techniques qui sont souvent cachées et oubliées dans les bâtiments et sans lesquelles le confort de chacun n'est pas possible. Je parle ici de tout le système derrière chaque bâtiment que l'on ne voit pas forcément. Par exemple, les chemins de câbles électriques, les gaines de ventilation, les canalisations, etc. On ne voit toujours que ce qui est beau mais derrière, il y a beaucoup d'éléments cachés.

### Je vous offre un laboratoire...

Je développerais encore plus les technologies et les équipements pour la 3D et le BIM (Building Information Modeling), C'est tout un processus de modélisation en 3D des bâtiments et c'est cela l'avenir dans mon métier.

### Je vous transforme en un objet du 21<sup>e</sup> siècle...

Je choisirais un ordinateur qui réagit, dessine avec la pensée (Rires). Je pense et hop, ça trace.

### Je vous offre un billet d'avion...

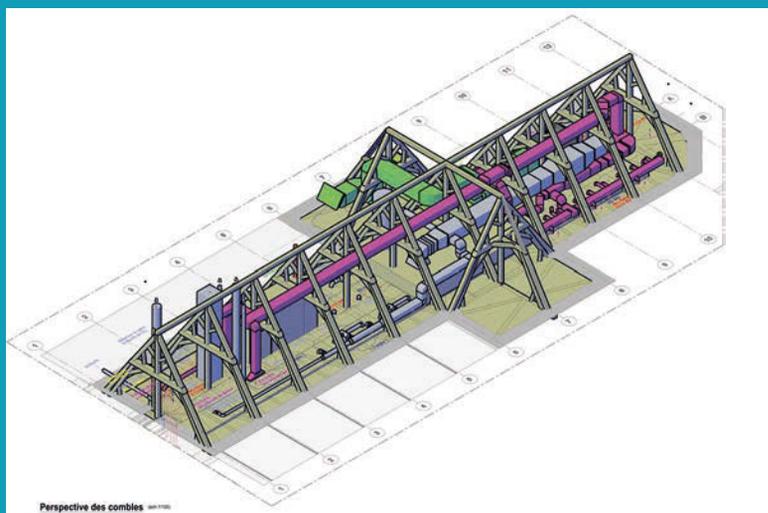
Je partirais pour les Maldives. Le soleil, les plages de sable blanc...cette destination me fait rêver.

### Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde...

Barak Obama, je n'ai pas vraiment de raison particulière mais cet homme a l'air posé et a réussi à installer des choses (qui malheureusement ont vite été supprimées) dans un pays très conservateur.

### La question «a priori»: être dessinateur/trice technique, c'est passer sa journée devant un ordinateur à dessiner des objets ?

C'est vrai que nous travaillons beaucoup sur l'ordinateur, à tracer les canalisations, les chemins de câbles, les gaines de ventilation, les luminaires, etc., mais notre travail se passe aussi sur le terrain. En plus de dessiner tous ces éléments, nous devons prendre «possession» d'un bâtiment afin d'y intégrer de la technologie et des systèmes pour le bien être de chacun. <sup>A</sup>



# LE DOSSIER

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT • PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE  
WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE  
PHOTOS: © ADAPTÉ DE STOLÉRU ET AL.,  
PSYCHIATRY RESEARCH : NEUROIMAGING, 2003 (P.24),  
© BELGAIMAGE (P.26)



# Désir sexuel: une affaire de cerveau

**Que se passe-t-il dans le cerveau des hommes et des femmes lorsqu'ils ressentent du désir sexuel ? Les progrès des techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle ont permis aux neuroscientifiques de déceler dans le cerveau les mécanismes qui orchestrent la symphonie du désir et de l'excitation sexuels. Les troubles de la sexualité y trouvent un éclairage nouveau**

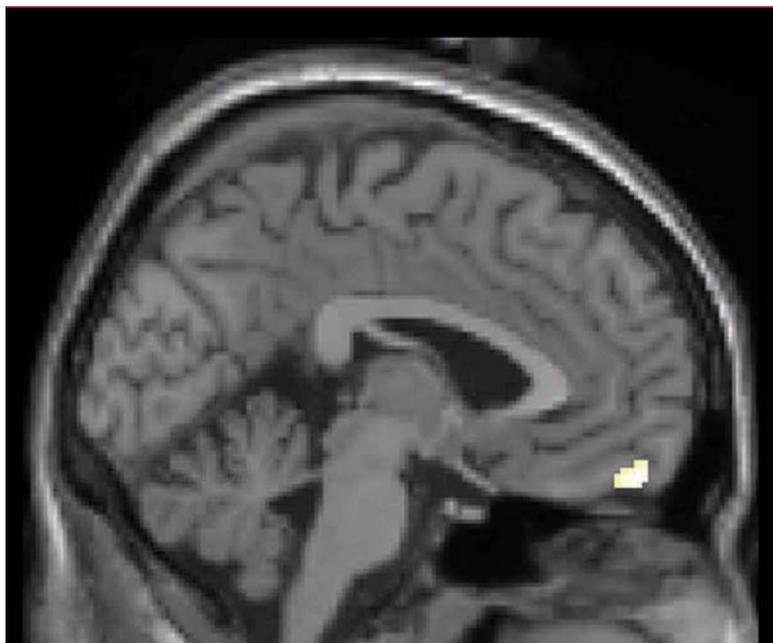
**Q**uels sont les soubassements cérébraux du désir sexuel humain ? La réponse à cette question a flotté longtemps dans les limbes de la science, jusqu'à l'avènement des techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle qui permettent de «voir le cerveau en action». Psychiatre, docteur en psychologie et chercheur de l'Inserm (Institut national français de la santé et de la recherche médicale) à l'hôpital Paul-Brousse de Villejuif, le docteur Serge Stoléru est l'un des premiers à avoir eu recours à la tomographie par émission de positons (PET scan) et à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) pour traquer dans le cerveau les régions impliquées dans le désir et l'excitation sexuels. Les unes, nous le verrons, jouent un rôle activateur; d'autres, un rôle inhibiteur afin de réfréner d'éventuels passages à l'acte intempestifs en désaccord avec la morale et les codes sociétaux.

L'attirance sexuelle qu'une personne éveille chez une autre dépend de multiples facteurs. Sans doute l'âge, le sexe et les caractéristiques physiques jouent-ils un rôle majeur, mais il faut y adjoindre des facteurs culturels, tels que la mode, ou encore les goûts personnels et l'orientation sexuelle de l'observateur. Les connaissances actuelles indiquent que l'évaluation de la désirabilité d'une personne aux yeux d'une autre est du ressort d'une structure située juste derrière la face inférieure du front, au-dessus des orbites: le cortex orbitofrontal latéral, lequel soupèserait en quelque sorte les différents arguments que peut faire valoir la personne observée et rendrait son verdict. Celui-ci ne serait ni blanc ni noir mais nuancé sous l'action du cortex orbitofrontal

latéral droit, qui déterminerait le degré de désirabilité de l'homme ou de la femme faisant l'objet de l'évaluation. «*De plus, dans le cas où la personne est évaluée comme effectivement très attirante, l'activation du cortex orbitofrontal est le substratum cérébral du plaisir trouvé à regarder cette personne. C'est un peu comme si le cortex orbitofrontal nous donnait la perception préliminaire, comme un avant-goût, du plaisir qui pourrait être ressenti avec cette personne si elle devenait un ou une partenaire sexuel(le)*», écrit Serge Stoléru dans son livre *Un cerveau nommé désir* (2016, Odile Jacob).

Il semble par ailleurs que pour asseoir son jugement, le cortex orbitofrontal latéral se réfère notamment à des souvenirs d'expériences antérieures, certaines ressenties comme agréables, d'autres comme désagréables. Pour ce faire, il bénéficie de ses nombreuses connexions avec des régions (en particulier l'hippocampe) remplissant un rôle crucial dans la mémoire épisodique, c'est-à-dire la mémoire des événements personnellement vécus. Il accède ainsi à des souvenirs détaillés avec la richesse émotionnelle qui les caractérisent. Toutefois, les expériences vécues ne sont pas les seules fondations sur lesquelles repose son «travail d'évaluation», qui, rappelons-le, prend en compte de nombreux facteurs. Ainsi, il a été établi expérimentalement chez des enfants de 2 à 3 mois que l'attirance exercée par la beauté est en partie innée. De même, il apparaît qu'au-delà des stéréotypes culturels, les adultes jugent que plus un visage est symétrique, plus il est beau.





Les connaissances actuelles indiquent que l'évaluation de la désirabilité d'une personne aux yeux d'une autre est du ressort d'une structure située juste derrière la face inférieure du front: le cortex orbitofrontal latéral, lequel soupèserait les arguments que peut faire valoir la personne observée et rendrait son verdict

à chacune de ces 4 composantes correspond l'activation de régions précises du cerveau.

Le signal émanant du cortex orbitofrontal latéral entraîne des activations cérébrales en cascade qu'il serait fastidieux de décrire dans cet article. Mais si l'on se limite aux étapes initiales, celles de la transmission du signal représentatif de son évaluation de la désirabilité d'une personne, on observe que ce signal est envoyé à différentes structures étroitement liées aux aspects motivationnel, émotionnel, corporel et cognitif de l'excitation sexuelle.

Ainsi, le signal est transmis au nucleus accumbens, communément qualifié de «centre du plaisir», de même qu'à l'aire tegmentale ventrale et à la substance noire, régions qui, selon Serge Stoléro, fournissent au désir son élan moteur via la libération d'un neurotransmetteur, la dopamine, à destination du cortex et du striatum. C'est du creuset des relations qu'entretient le cortex orbitofrontal latéral avec le nucleus accumbens, l'aire tegmentale ventrale et la substance noire qu'émane la composante motivationnelle de l'excitation sexuelle.

La composante émotionnelle se fonde pour sa part sur la transmission du signal aux régions sous-tendant la production des émotions, dont en particulier l'insula et le noyau amygdalien, lesquels remplissent un rôle cardinal dans notre vécu émotionnel en situation sexuelle.

L'hypothalamus reçoit lui aussi des afférences en provenance du cortex orbitofrontal. Via certains de ses noyaux, il est le chef d'orchestre des réactions corporelles inhérentes à l'excitation sexuelle. L'érection, par exemple.

Quant à la composante cognitive du modèle proposé, elle se subdivise en 2 branches. D'une part, la tâche d'évaluation, placée entre les mains du

En réponse à la présentation de stimuli sexuels visuels, une seule région, le cortex orbitofrontal médial, est plus activée chez les patients présentant un désir sexuel hypoactif que chez les participants sans problème clinique.

Cette coupe verticale, qui passe 2 mm à droite de la ligne médiane, a été obtenue à partir d'une IRM structurale sur laquelle a été projetée la différence entre les activations cérébrales recueillies par tomographie par émission de positons dans les 2 groupes. Elle apparaît en jaune dans la partie droite de la figure



## Quatre pôles

Serge Stoléro indique que le cortex orbitofrontal latéral ne se confine pas dans une tâche d'évaluation, mais qu'il en tire aussi les conséquences. «C'est une véritable plaque tournante du désir sexuel, à partir de laquelle se déploient les différentes dimensions de l'excitation sexuelle», commente-t-il. Ce statut lui vient de sa faculté à transmettre le signal représentatif de son évaluation à de multiples autres régions du cerveau. C'est pourquoi le neuroscientifique et son équipe ont proposé un «modèle neurophénoménologique de l'excitation sexuelle», qui fait largement autorité aujourd'hui. Il comprend 4 pôles: les composantes cognitive, motivationnelle, émotionnelle et corporelle.

La première nous amène à considérer certains stimuli comme sexuels, contrairement à d'autres, et à diriger notre attention vers eux. La deuxième correspond au désir sexuel proprement dit. «Elle tend à nous mobiliser vers l'objet de notre attirance», dit Serge Stoléro. Pour sa part, la composante émotionnelle est le réceptacle du bouleversement, du plaisir et d'autres émotions que peut susciter en nous cette attirance. Enfin, la composante corporelle est le siège de nos réactions génitales, hormonales, etc. Selon le modèle des neuroscientifiques de l'Inserm,

cortex orbitofrontal latéral; d'autre part, la mobilisation attentionnelle - le sujet tend à focaliser son attention sur la personne qu'il a jugée sexuellement attirante - qui est chevillée à une activation du lobule pariétal supérieur. Cette activation est très perceptible dans les expériences où les participants se voient présenter des images érotiques.

## Mécanismes inhibiteurs

De multiples régions cérébrales sont mises à contribution pour conduire à l'émergence du désir sexuel, à sa montée vers l'excitation, puis à l'éventuel passage à l'acte. Par exemple, les régions corticales prémotrices, dont plusieurs sont étroitement connectées avec le cortex orbitofrontal. C'est le cas de l'aire prémotrice du cortex cingulaire antérieur. On ne s'en étonnera pas quand on sait que la stimulation électrique de celui-ci chez le singe peut amener l'animal à produire des mouvements de masturbation. «*Chez l'être humain, écrit Serge Stoléro, il arrive, certes rarement, lors de certaines crises épileptiques, que les patients effectuent les mouvements de poussée du bassin typiques du coït. Or des chercheurs ont montré que dans certains de ces cas, le point de départ de la décharge épileptique se trouvait dans le cortex cingulaire.*»

Cet exemple en est un parmi beaucoup d'autres. En effet, on pourrait citer un foisonnement de régions cérébrales dont l'activation sert de soubassement aux divers aspects du grand puzzle du désir sexuel et de sa concrétisation en actes. Au fantasme l'activation de telles régions, à la motivation celle de telles autres régions, etc. Toutefois, la sexualité ne s'appuie pas uniquement sur des mécanismes d'activation, mais également sur des mécanismes d'inhibition. Sans ces derniers, c'est-à-dire si, en toute circonstance, notre cerveau laissait libre cours à la montée de l'excitation sexuelle et à l'expression motrice du comportement subséquent, le harcèlement deviendrait la règle et l'on pourrait assister à une débauche de relations sexuelles qui s'accompliraient en contraignant autrui ou dans un contexte social rendant le passage à l'acte inapproprié. Mais l'inhibition ne doit évidemment pas toujours être de mise. Car la levée temporaire de certains mécanismes inhibiteurs est indispensable à la saine montée de l'excitation et à l'accomplissement d'une sexualité épanouie.

Les travaux en neuroimagerie fonctionnelle entrepris par le groupe de Serge Stoléro ont permis de postuler l'existence de 3 mécanismes inhibiteurs, dont les 2 premiers ont pour mission de réfréner la montée de l'excitation sexuelle et le troisième, de

«verrouiller» la porte du passage à l'acte. À travers leurs études, les neuroscientifiques de l'*Inserm* ont montré que certaines régions cérébrales, situées principalement dans les lobes temporaux, étaient d'autant moins activées que l'excitation sexuelle était forte. Aussi ont-ils émis l'hypothèse que cette désactivation serait nécessaire pour autoriser la montée de l'excitation sexuelle. Par corollaire, leur activation jouerait le rôle d'un frein qui ferait obstacle à l'éclosion de comportements inappropriés dans la vie sociale, tels le harcèlement, l'exhibitionnisme, le viol...

## Réfréner le passage à l'acte

Un deuxième mécanisme inhibiteur est celui que Serge Stoléro appelle la «déévaluation du caractère érotique». De quoi s'agit-il ? Lors d'une expérience basée sur la projection d'images érotiques, des

## DE NOUVEAUX TRAITEMENTS ?

Les problèmes sexuels (perte ou excès du désir, comportements moralement répréhensibles, addiction à la pornographie, paraphilies...) s'éclairent d'un jour nouveau à la lumière des connaissances issues de la neuroimagerie fonctionnelle. À côté des psychothérapies et des sexothérapies classiquement utilisées, 3 techniques pourraient a priori avoir un avenir pour la prise en charge des troubles sexuels: le neurofeedback basé sur l'IRMf (ou sur l'électroencéphalographie) en temps réel, la stimulation magnétique transcrânienne et la stimulation transcrânienne à courant continu.

La première est la seule à réclamer une participation active du patient qui, recevant en temps réel des informations visuelles faisant état du niveau d'activité d'une région cérébrale déterminée, s'efforce d'apprendre à la moduler. Les 3 techniques partagent la même logique: en fonction du trouble sexuel à traiter, il s'agit de stimuler ou de réduire le niveau d'activité de certaines régions corticales activatrices ou inhibitrices. Chez les patients présentant une perte du désir sexuel, par exemple, l'objectif pourrait être de diminuer l'activité de leur cortex orbitofrontal médial en présence de stimuli érotiques afin de les libérer de l'inhibition qui pèse sur la saine montée de leur désir sexuel. De même, autre illustration, si le but poursuivi est d'enrayer une addiction sexuelle, la réduction de l'activité de régions activatrices, tel le cortex orbitofrontal latéral droit, pourrait offrir une voie de solution.

Toutefois, ces traitements, qui en sont encore à un stade expérimental, doivent encore faire la preuve de leur efficacité réelle et leur pertinence à long terme dans le cadre des troubles sexuels.





Chez les patients présentant une perte de libido, une voie thérapeutique envisageable serait de diminuer l'activité de leur cortex orbitofrontal médial en présence de stimuli érotiques afin de les libérer de l'inhibition qui pèse sur la montée de leur désir sexuel



patients en proie à une baisse drastique du désir sexuel présentèrent, en toute logique, une excitation nettement moindre que des sujets contrôles. Tout aussi logiquement, plusieurs régions cérébrales dont l'activité est «dopée» par des stimuli érotiques chez les sujets sans problème de désir se révélèrent beaucoup plus silencieuses chez les patients à la libido en berne. À ce constat s'en greffa un autre: une activation très supérieure du cortex orbitofrontal médial chez ces derniers. Plus précisément, cette structure demeurerait très active chez les patients, alors que son activité s'effondrerait en réponse à la vue d'images érotiques chez les sujets contrôles.

Se référant à des travaux chez le singe, Serge Stoléro rapporte qu'à la suite de l'activation du cortex orbitofrontal médial, un stimulus, quelle qu'en soit la nature, perd sa valeur motivante. Cette région s'active quand un animal apprend à ne plus répondre à un stimulus lorsque la réponse à ce dernier n'est plus suivie d'une récompense. Chez les patients confrontés à une chute du désir sexuel, le maintien de l'activité du cortex orbitofrontal médial ôterait toute valeur érotique aux stimuli, sapant par là même la possibilité d'une excitation sexuelle. Cette découverte suggère que les patients ont vécu des expériences qui pourraient leur avoir laissé le souvenir qu'il n'y a aucune satisfaction à attendre d'une interaction sexuelle. Dans les troubles du désir, ce phénomène d'inhibition est durable, mais tout indique qu'il a également voix au chapitre chez le sujet sain, de façon temporaire, à chaque fois que l'expression du désir apparaît inappropriée.

Même chez les sujets exempts de toute exacerbation pathologique du désir sexuel, il se peut que les deux premières «lignes de défense» soient néanmoins submergées et que l'excitation sexuelle se soit imposée à l'instar d'une marée montante qui risquerait de rompre la digue empêchant un passage à des actes inappropriés - importuner, harceler, toucher, caresser, violer... C'est ici que doivent intervenir théoriquement les derniers «verrous cérébraux», dont la mission est de réfréner la motricité, d'inhiber les mouvements du passage à l'acte. Des expériences de neuroimagerie fonctionnelle menées chez des volontaires se voyant projeter des films érotiques (excitation), mais ayant pour instruction de rester immobiles dans le scanner (motricité enrayée), ont permis d'identifier les mécanismes inhibiteurs concernés. Ils se manifestent au niveau de 2 structures. La première, corticale, baptisée «cortex de sélection de la réponse», appartient au cortex cingulaire, ruban de matière grise situé sur la face interne de chaque hémisphère; la seconde, sous-corticale, est le noyau caudé. En cas de lésion des noyaux caudés des 2 hémisphères cérébraux, les patients déploient des comportements d'hypersexualité. *«Ainsi (...), une jeune femme jusqu'alors posée s'est mise à voler dans les magasins et à s'exhiber en public»,* écrit le chercheur de l'Inserm dans *Un cerveau nommé désir*.

## Hommes et femmes

Les études sur le désir sexuel ont été réalisées le plus souvent avec des participants masculins. Pourquoi ? Essentiellement pour des raisons

d'ordre méthodologique. D'une part, le recours à la pléthysmographie pénienne, qui traduit le degré d'érection, permet d'obtenir aisément une mesure de l'excitation sexuelle chez l'homme, alors que le degré objectif d'excitation féminine est plus complexe à déterminer. D'autre part, le cycle menstruel chez la femme introduit une variable supplémentaire dont il convient de tenir compte.

Dans une expérience dont les résultats furent publiés en 2005, Meredith L. Chivers, de la Queen's University au Canada, et J. Michael Bailey, de la Northwestern University aux États-Unis, utilisèrent la pléthysmographie pénienne et l'«amplitude du pouls vaginal» pour effectuer des mesures objectives de l'excitation sexuelle chez les hommes et chez les femmes. Des films présentant des interactions sexuelles entre des hommes et des femmes, entre des hommes, entre des femmes et entre des bonobos femelles et mâles furent diffusés à des volontaires hétérosexuels des 2 sexes, ainsi que des films sans connotation sexuelle. Chez les participantes, les réactions génitales (pouls vaginal) étaient les mêmes que les films soient le théâtre de relations sexuelles hommes-femmes, femmes-femmes ou hommes-hommes. En outre, elles étaient plus prononcées à la vue de films montrant des relations copulatoires entre des bonobos qu'à celle de films «neutres». Par contre, l'excitation subjective rapportée par ces femmes hétérosexuelles se révéla plus importante en réponse aux films hommes-femmes qu'aux films femmes-femmes ou hommes-hommes.

Chez les hommes, c'est une autre vérité qui se dévoila. *«L'excitation sexuelle, tant objective que subjective, en réponse aux films hommes-femmes était plus élevée qu'en réponse aux films hommes-hommes; par contre, les réponses érectiles ne différaient pas selon que le film montrait des interactions hommes-femmes ou femmes-femmes»*, indique Serge Stoléro.

Mais que se passe-t-il sur le plan cérébral ? En 2013 fut publiée une étude dont le premier auteur était David Sylva, de la Northwestern University. Des films analogues à ceux utilisés en 2005 dans l'expérience de Chivers et Bailey furent projetés à des hommes et des femmes hétérosexuels et homosexuels. Chez les hommes, on observa de fortes activations cérébrales pour le genre qui les attirait et de faibles activations pour l'autre. Cette spécificité, qui se traduisait essentiellement au niveau de l'hippocampe, du noyau accumbens, de l'amygdale et du cortex visuel, n'existait que de façon très édulcorée chez les femmes. Ce qui

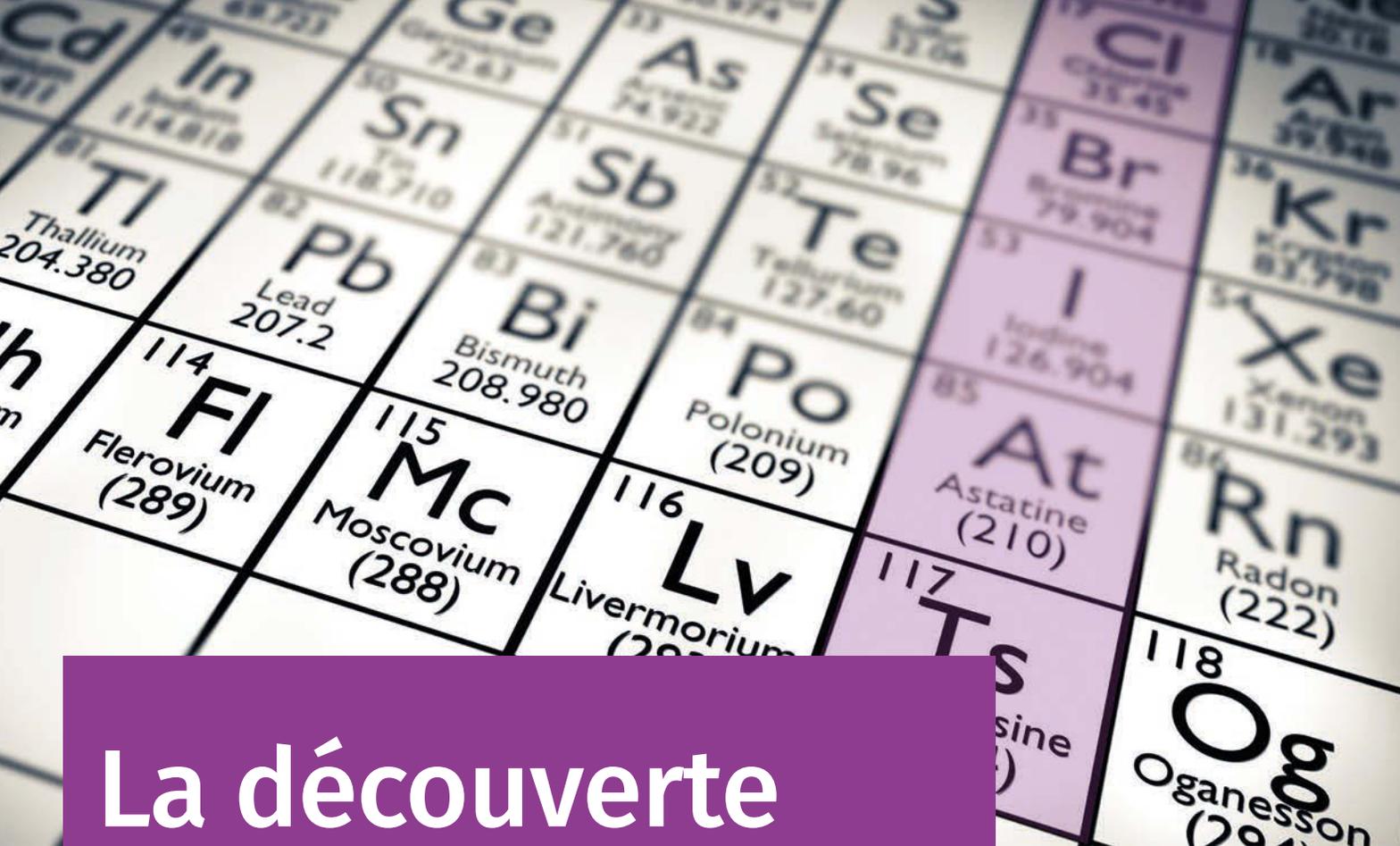
## Les travaux en neuroimagerie fonctionnelle entrepris par le groupe de Serge Stoléro ont permis de postuler l'existence de trois mécanismes inhibiteurs, dont les deux premiers ont pour mission de réfréner la montée de l'excitation sexuelle et le troisième, de «verrouiller» la porte du passage à l'acte

allait dans le sens des données recueillies lors de la mesure objective de l'excitation sexuelle par les techniques de pléthysmographie pénienne et d'amplitude du pouls vaginal.

### Lésions cérébrales

Des lésions cérébrales d'origine diverses peuvent retentir sur le désir sexuel et le passage à l'acte. Dans son livre *Un cerveau nommé désir*, Serge Stoléro en cite différents exemples. Ainsi, dans la maladie de Parkinson, les neurones du striatum sont privés de stimulation dopaminergique en raison de la mort de neurones de la substance noire. Or, la dopamine, nous l'avons souligné, exerce une action stimulante sur le désir sexuel. Une large proportion de patients et de patientes parkinsoniens sont sexuellement insatisfaits avec, chez les femmes, des difficultés à parvenir à l'excitation sexuelle et à l'orgasme et, chez les hommes, des troubles érectiles, une éjaculation prématurée et des difficultés à atteindre l'orgasme. Autre illustration: celle d'un patient présentant dans tout le cerveau, mais en particulier dans la région du tronc cérébral et de l'hypothalamus, des lésions occasionnées par une sclérose en plaques. Cet homme, exempt de problèmes psychologiques jusqu'alors, devint impulsif au point de poser des questions inconvenantes à des inconnues croisées dans la rue, de leur toucher les seins et de se masturber plus de 10 fois par jour. *«Il finit par être incarcéré pour avoir fait des propositions à une fillette, puis agressé une autre mineure et une adulte»*, relate Serge Stoléro.

Comme il le signale, des cas de cette nature soulèvent la question de la responsabilité et de la culpabilité juridiques de telles personnes. Mais ce débat, qui peut s'étendre aux questions très spéculatives du libre arbitre et de la responsabilité en général, est trop vaste pour être abordé ici en quelques mots. **A**



# La découverte des halogènes

Dans le contexte de la classification chimique entreprise par Mendeleïev (voir *Athena* n° 344), les circonstances de la mise en évidence des congénères que sont le fluor (F), le chlore (Cl), le brome (Br), l'iode (I) et autres éléments méritent d'être racontées...

TEXTE : PAUL DEPOVERE • DEPOVERE@VDO.BE

Dans ce tableau périodique en version anglaise, la colonne ombrée se terminant par le numéro atomique 117 (Ts) correspond à la famille des halogènes

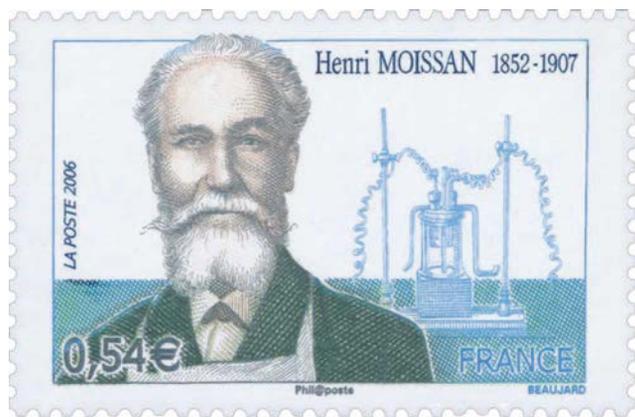
## Le chlore et l'iode

**E**n 1772, alors qu'il venait de découvrir - après sa journée à l'officine - l'air de vitriol (qui sera appelé oxygène par Lavoisier) en chauffant un mélange de dioxyde de manganèse et d'acide sulfurique concentré (vitriol), un ingénieur pharmacien suédois, Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), eut une autre idée: remplacer cet acide par de l'acide chlorhydrique (muriatique). À son grand étonnement, il vit apparaître un gaz jaune verdâtre ( $\text{Cl}_2$ ) qu'il qualifia d'acide muriatique déphlogistiqué et auquel Humphry Davy donna par la suite le nom de chlore (du grec *khlôros*, signifiant vert).

L'existence de l'iode sera démontrée par pur hasard (sérendipité). Un pharmacien français, Bernard Courtois (1777-1838), qui travaillait avec Armand Seguin sur l'opium dont il isola la morphine (un des premiers alcaloïdes), possédait une nitrière,

c'est-à-dire une fabrique de salpêtre (nitrate de potassium, un des ingrédients de la poudre à canon). Classiquement, ce salpêtre était obtenu en exposant à l'air des résidus végétaux en putréfaction additionnés de chaux et de purin. Le nitrate de calcium qui en résultait était ensuite lessivé. À la solution ainsi obtenue, il suffisait d'ajouter des cendres de bois (riches en potassium). Après filtration et évaporation, le salpêtre cristallisait. Ce procédé était cependant peu efficace car une bonne part du potassium présent dans les cendres - par ailleurs coûteuses - réagissait avec d'autres sels calciques. Courtois songea dès lors à remplacer au départ les cendres de bois par des cendres de varech (dont le fucus vésiculeux qui abonde en Bretagne).

Les cendres de varech, qui contiennent plutôt du carbonate de sodium, permettaient d'obtenir, à partir de la saumure de nitrate de calcium, une



solution de nitrate de sodium qu'il était aisé de purifier. Un traitement subséquent avec du carbonate de potassium provenant cette fois de cendres de bois permettait d'obtenir du salpêtre avec un excellent rendement. Courtois remarqua cependant que ce procédé impliquant des cendres de varech faisait apparaître un dépôt visqueux au fond de ses cuves métalliques. Il fallait donc les nettoyer de temps à autre avec de l'acide sulfurique.

Mais un beau jour de l'an 1811, Courtois avait, par mégarde, employé de l'acide plus concentré que d'habitude: il constata avec stupéfaction que sa cuve s'emplissait de magnifiques fumées violettes et que, très étrangement, celles-ci se transformaient en superbes cristaux violacés au contact des parois froides (sublimation inverse). Cette substance ( $I_2$ ), provenant du varech, s'avéra correspondre à un nouvel élément qui fut appelé iode (du grec *iôdês*, signifiant violet) par Louis J. Gay-Lussac.

## Le brome et le fluor

1826: Justus von Liebig (l'inventeur de l'extrait de viande) apprend, sidéré, que le pharmacien Antoine-Jérôme Balard (1802-1876) a isolé un nouvel élément à partir des eaux mères restant après avoir cristallisé le chlorure et le sulfate de sodium d'échantillons aqueux provenant des prés salés de Montpellier. L'élément en question est un liquide (1) rouge foncé ( $Br_2$ ) qui émet des vapeurs lourdes, dangereuses à respirer et dont l'odeur est désagréable. En conséquence, Balard l'appela brome (du grec *brômos*, signifiant puant).

On raconte que J. von Liebig se leva, se dirigea vers sa collection de produits chimiques, prit un flacon qu'il avait déposé l'année précédente, lequel contenait le même liquide rouge que celui de Balard et qu'il avait obtenu en traitant par du chlore la liqueur mère des sources de Kreusnach (celles-ci sont - on le sait maintenant - très riches en bromures). Ce flacon contenait,

pensait-il, du chlorure d'iode. En fait, c'était du brome ! J. von Liebig eut bien du mal à se remettre d'être passé à côté de la découverte de ce nouvel élément. Mauvais perdant, il ironisa: «*Balard n'a pas découvert le brome, c'est plutôt le brome qui a découvert Balard !*» C'était quand même peu amène pour le travailleur si modeste et infatigable qu'était Balard !

Quant au fluor, son existence était pressentie depuis bien longtemps. Lavoisier en parlait déjà sous le nom de «radical fluorique» dans son *Traité élémentaire de Chimie* en 1789. Mais c'est à Henri Moissan, un pharmacien, professeur de chimie, que revient le mérite d'avoir isolé le fluor en 1886. Ce

«superhalogène» est si réactif que 2 chimistes avaient auparavant trouvé la mort lors de leurs tentatives d'obtention de cet élément. Après 2 années d'effort sur une petite paillasse installée derrière un amphithéâtre de la Sorbonne, Moissan parvint à réaliser l'électrolyse du fluorure d'hydrogène anhydre, liquéfié à  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  et rendu conducteur par adjonction de  $KHF_2$ . Il vit se dégager à l'anode de platine un gaz jaune-vert, très pâle, résultant de l'oxydation du fluorure: c'était le fluor ( $F_2$ ) tant recherché, qu'il réussit à liquéfier, avec l'aide de James Dewar (l'inventeur du vase isolant qui permet de conserver les gaz liquéfiés). Moissan obtint le prix Nobel de chimie en 1906. L'autre nominé était ... Dmitri I. Mendeleïev, qui mourut l'année suivante !

## L'astate et le tennessee

N'oublions pas l'élément astate (At), situé sous l'iode et découvert en 1940 par Emilio G. Segrè. Il s'agit d'atomes dont les isotopes sont caractérisés par de courtes demi-vies: leur période radioactive est de l'ordre de quelques heures, ce qui explique l'origine du nom (du grec *astatos*, signifiant instable). De l'astate apparaît transitoirement dans la chaîne de désintégration d'éléments plus lourds. Il s'agit de l'élément naturel le plus rare, avec moins d'un gramme censé exister à chaque instant dans la croûte terrestre. Toutefois, il est possible d'en synthétiser en bombardant, à l'aide d'un cyclotron, du bismuth-209 avec des particules alpha.

Enfin, quelques noyaux du dernier halogène [le tennessee (2), Ts], situé en dessous de l'astate, ont été obtenus en Russie dès 2010, à la suite du bombardement d'une cible de berkélium-249 (en provenance d'un laboratoire du Tennessee, d'où le nom) avec des ions calcium-48. Mais cet élément ne présente qu'un intérêt purement académique. 4

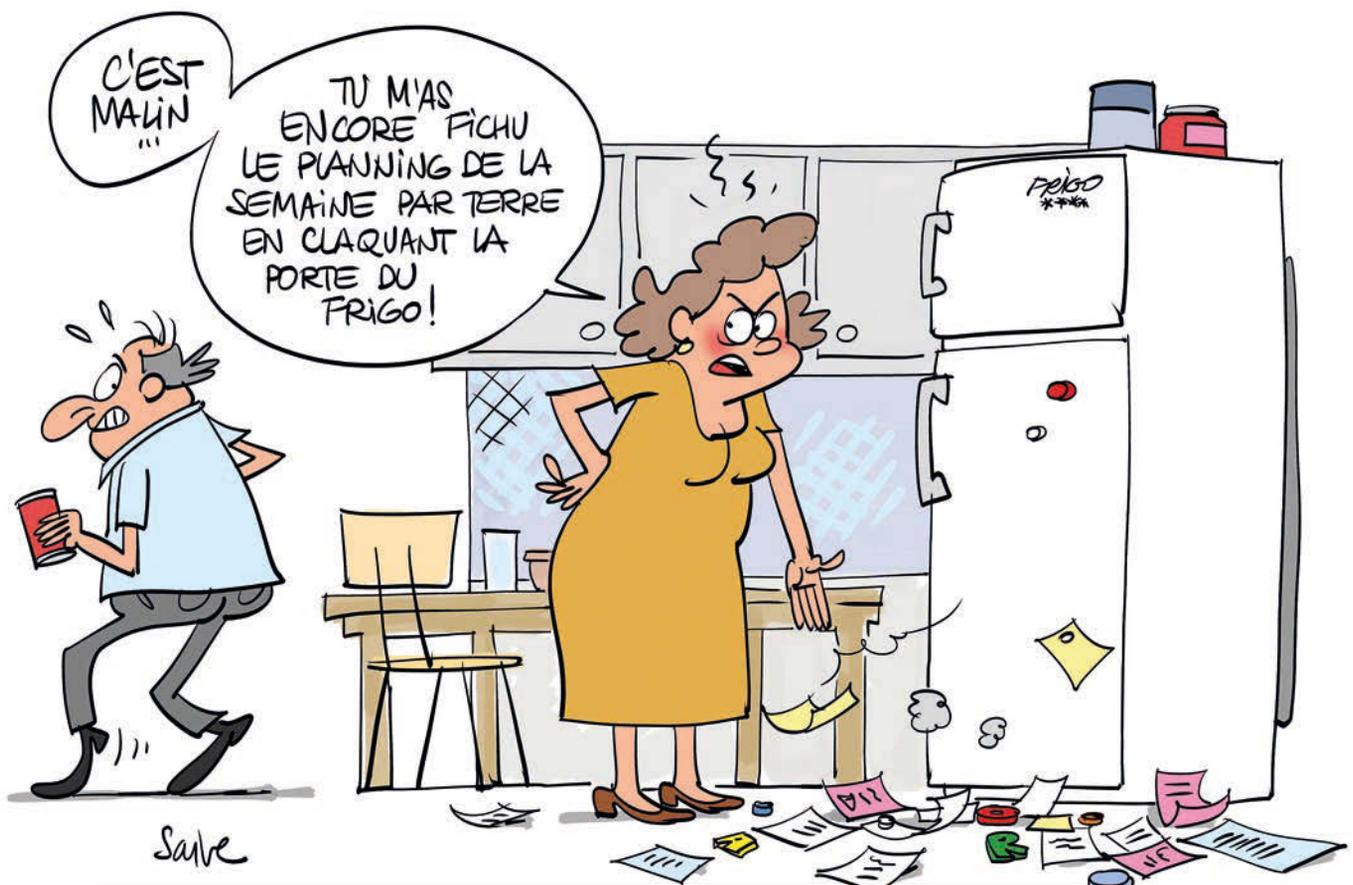
(1) Il n'existe en fait que 2 éléments qui se trouvent, dans les conditions ordinaires, à l'état liquide: le mercure et le brome

(2) En anglais, c'est le tennessee



### Plus d'infos

*La classification périodique des éléments - La merveille fondamentale de l'Univers,* Paul Depovere, 3<sup>e</sup> édition, De Boeck Supérieur, 2020



# Trello, un outil connecté, pour mieux s'organiser

TEXTE : JULIE FIARD • JFI@EASI-IE.COM • [HTTP://WWW.EASI-IE.COM](http://www.easi-ie.com) • [HTTP://WWW.TWITTER.COM/EASI\\_IE](http://www.twitter.com/easi_ie) • [HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/EASI.EXPERTSDUWEB](https://www.facebook.com/easi.expertsduweb)  
ILLUSTRATIONS : OLIVIER SAIVE

**T**rello est une application Web qui va vous permettre de mieux vous organiser, dans tous les domaines, en fonction de vos besoins. Cet outil de gestion de projet en ligne, aussi appelé *kanboard* (logiciel libre de gestion de projet utilisant la méthode Kanban) a été lancé en 2011, inspiré par la méthode de gestion de production Kanban (qui veut dire étiquette) inventée par le japonais Toyota. Trello a été développée par une société américaine et appartient désormais à Atlassian, une société australienne. Fin 2019, elle comptait 50 millions d'utilisateurs sur la planète.

Trello permet de rassembler, en un seul espace, vos post-its, vos listes de choses à faire:

courses, tâches administratives, etc. et de les organiser selon votre agenda et votre propre structure. Il s'agit donc d'un système d'organisation généraliste, qui vous permet également de travailler en équipe sur le même espace.

Trello propose une version gratuite et une version business et entreprise. Nous allons nous concentrer ici sur la version gratuite, qui propose déjà de nombreuses fonctionnalités. Et pour la première fois dans cette rubrique Internet, nous mettons à disposition exclusive des lecteurs du magazine Athena, un tutoriel (mode d'emploi) sous forme de vidéo, que vous pouvez retrouver en ligne à cette adresse:

[url.me/HZBNX](https://url.me/HZBNX)

## Installer Trello

Pour utiliser *Trello*, 3 possibilités :

- Télécharger et installer l'application sur votre ordinateur. Une version PC et MAC est disponible à partir de leur site Internet (<https://trello.com/fr/platforms>). L'intérêt réside dans le fait de pouvoir accéder à vos projets même sans être connecté à Internet.
- Télécharger l'application mobile, disponible pour tous types d'appareils (smartphone et tablette).
- Directement via votre navigateur Web. Elle est compatible avec la plupart.

Les sauvegardes se font automatiquement entre toutes les versions: ordinateur, Web et application mobile sans aucune intervention de l'utilisateur. Vos projets sont toujours à jour et vous ne perdez rien de ce qu'il s'y passe, même si vous travaillez en équipe.

Comme pour la plupart des applications, vous devez en premier lieu créer un compte afin que l'application puisse vous reconnaître et stocker vos données. Ensuite, lors de votre première connexion, *Trello* vous accompagne à la découverte de ses principales fonctionnalités. Laissez-vous guider ou rendez-vous sur votre page d'accueil personnalisée (voir *Capture 1*).

## Premier projet

Pour vous présenter les principales fonctionnalités, nous allons utiliser les fondements de la méthode d'organisation *Kanban* ayant inspiré l'application.

Commençons par **Créer un tableau**: un tableau représente un projet ou un endroit conçu pour suivre des informations. Un tableau *Trello* est l'outil idéal pour organiser vos tâches et pour collaborer avec vos collègues, votre famille ou vos amis. Lors de sa création, l'application vous demande de lui attribuer un titre, une photo en fond d'écran (les photos et images proposées par l'application sont nombreuses et originales) ou simplement une couleur de fond unie.

Nous allons nommer notre tableau **Organisation hebdomadaire**. Voici à quoi il ressemble après personnalisation (voir *Capture 2*). Comme vous pouvez le voir, notre tableau comporte déjà 3 projets, selon les préceptes de la méthode japonaise *Kanban*. Chacun est organisé en liste (une liste par colonne), constituant une organisation de cartes. Il peut s'agir d'un ensemble d'idées, d'un groupe de tâches ou du développement de l'étape d'un projet. Vous pouvez ajouter autant de cartes que vous voulez à votre liste.



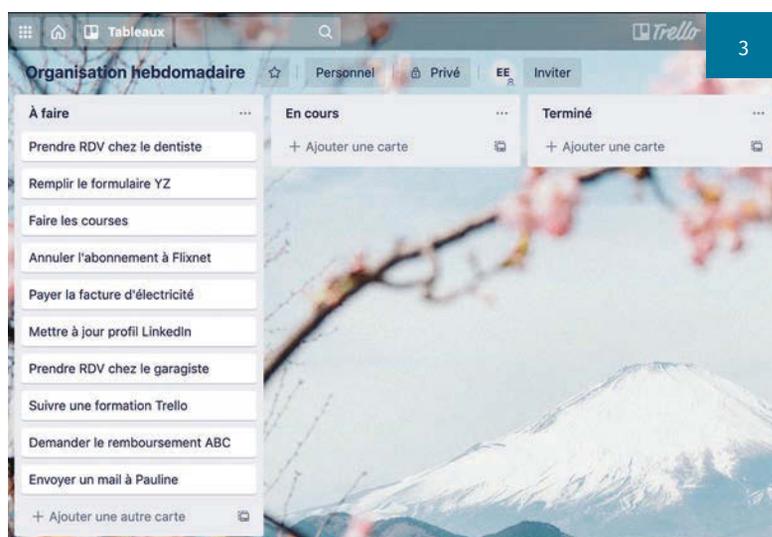
Ici, nous allons utiliser la liste **À faire** et créer une carte par tâche. Dans la liste **À faire**, n'hésitez pas à lister tout ce que vous avez à faire dans le courant de la semaine.

Pour créer une carte, il suffit de cliquer sur **Ajouter une carte** dans la liste où vous souhaitez qu'elle apparaisse. Pour le moment, concentrons-nous sur une tâche par carte. Les cartes peuvent être déplacées par un simple glissé-déposé. Et en cliquant dessus, vous pouvez insérer toutes les informations que vous désirez: joindre des fichiers, ajouter des checklists, publier des articles, etc.

Voici notre tableau «mis à jour», avec notre liste **À faire** et ses différentes cartes (voir *Capture 3*).

## La carte en détails

Analysons ici la carte **Faire les courses** (voir *Capture 4*). Les informations de la liste liée à la carte se trouvent juste en dessous du titre (modifiable en cliquant dessus). En cliquant sur **Dans la liste À faire**, vous pouvez déplacer la carte dans un autre tableau ou une autre liste, voir et changer



The screenshot shows the Trello interface for a card titled "Faire les courses". The card is located in a list named "À faire". The interface is divided into several sections:

- Description:** A text input field with the placeholder "Ajouter une description plus détaillée..."
- Activité:** A section with a text input field "Écrivez un commentaire..." and a button "Afficher les détails".
- Ajouter à la carte:** A sidebar menu with options: Membres, Étiquettes, Checklist, Date limite, Pièce jointe, and Image de couvert...
- Power-ups:** A section with the option "Obtenir des Power-..."
- Actions:** A sidebar menu with options: Déplacer, Copier, Créer un modèle, Suivre, Archiver, and Partager.

sa position dans la liste ou encore, ajouter une description à la note afin de la détailler. En cliquant sur **Afficher les détails**, tout l'historique de la note apparaît (création, modification, commentaires éventuels). Ces informations sont très utiles quand on utilise *Trello* en équipe. Tout comme les commentaires qui permettent également de tagguer un membre de l'équipe afin de retenir son attention sur la carte en question.

Sur la droite de la carte, nous retrouvons un menu s'intitulant **Ajouter à la carte**, où insérer ce que nous voulons qu'elle retienne comme informations.

► Dans la section **Membres**, vous pouvez ajouter une ou plusieurs personnes avec qui partager votre carte en indiquant son adresse e-mail. Elle sera ainsi informée qu'elle a été ajoutée à ce tableau. Par exemple, dans le cas précis de cette carte **Faire les courses**, vous pourriez inclure les autres membres de votre famille qui collaborent habituellement à faire les courses.

**CONSEIL:** assurez-vous que la personne soit utilisatrice de l'application.

► Ajouter une **Étiquette**: les étiquettes permettent de mieux vous organiser et d'utiliser un code couleur. Pour les créer, il vous suffit d'aller dans le menu général en haut à droite, de cliquer sur **Plus...** Comme vous pouvez le constater, 6 étiquettes vous sont préalablement proposées, de 6 couleurs différentes. Il vous suffit d'y ajouter votre texte. Les étiquettes vont vous servir à vous repérer dans vos tâches grâce aux couleurs mais également aux informations qu'elles vont vous fournir. Dans le tuto vidéo qui vous est proposé ([url.me/HZBNX](https://url.me/HZBNX)), nous vous parlons de la méthode d'organisation selon la matrice d'Eisenhower, qui permet de prioriser les tâches à faire en fonction de leur importance et de leur urgence. Par exemple, vous pourriez créer les étiquettes suivantes: urgent, important, etc.

**CONSEIL:** prenez le temps de bien réfléchir à ce qui est le plus parlant pour vous avant de créer vos étiquettes et testez-les. Si au bout de quelques semaines d'utilisation, vous vous rendez compte que vous n'en utilisez pas certaines, alors modifiez ou supprimez-les

► Ajouter une **Checklist** en créant une liste dans la carte **Faire les courses**. Le gros avantage est de pouvoir valider chaque élément de cette checklist et ainsi de voir le pourcentage de progression en fonction des éléments qui ont été cochés. Cette progression s'affiche dans l'aperçu de la carte sans devoir l'ouvrir, pratique pour visualiser le chemin qui reste à parcourir.



► **Date limite:** cette fonctionnalité qui se trouve dans le menu principal (en haut à droite), vous permet d'ajouter une date limite et d'éventuels rappels à une carte et donc à une tâche. Si vous avez activé les notifications, vous recevrez un rappel au moment choisi, de 5 min à 2 jours avant la date limite. Ceux avec qui vous avez partagé votre carte seront également avertis.

► **Pièces jointes:** vous pouvez joindre à votre carte à peu près toutes les pièces jointes que vous voulez. Soit en allant les chercher sur votre ordinateur, soit via des applications de stockage en ligne comme *Google Drive*, *Dropbox*, etc. Vous pouvez aussi considérer comme pièce jointe, un tableau ou une carte déjà créé(e) dans *Trello*. C'est comme cela que vous allez faire des liens entre vos différents tableaux et/ou cartes si cela est nécessaire. Quand vous menez 2 projets de front et que ceux-ci sont liés par exemple, cela peut être utile de développer des connexions entre les deux. D'ailleurs, quand vous joignez une carte à une autre carte, l'application vous

demande directement si vous souhaitez créer une connexion entre les 2. En cliquant sur **Lier les deux cartes**, une pièce jointe se crée automatiquement dans la carte ayant initialement servi de pièce jointe.

► **Image de couverture:** si vous êtes plutôt visuel, n'hésitez pas à ajouter une image de couverture pour illustrer vos cartes, parmi celles que propose *Trello*. Votre image s'affiche alors dans vos listes et au début de votre carte quand vous l'ouvrez. Vous pouvez aussi glisser/déposer votre propre image ou cliquer sur le bouton **charger une image de couverture** et ajouter une image en provenance de votre ordinateur.

Voilà ! Vous êtes maintenant tout à fait prêt à gérer plusieurs tâches de front. Si vous manquez d'imagination, n'hésitez pas à vous inspirer des tableaux suggérés par l'application à cette adresse: <https://trello.com/templates>

Chers lecteurs d'*Athena*, retrouvez toutes les astuces et le mode de fonctionnement de *Trello* au travers d'un tutoriel vidéo de 23 minutes venant compléter cet article, que vous pouvez facilement consulter en tapant le lien suivant dans votre navigateur Web: [urlr.me/HZBNX](http://urlr.me/HZBNX)

Sous la vidéo du tutoriel, vous avez la possibilité de nous laisser des commentaires. N'hésitez pas à partager votre ressenti sur cette nouvelle façon de vous faire découvrir nos astuces et utilisations du Web. Cela nous permettra d'adapter nos prochaines publications et peut être de vous proposer de futurs tutoriels. Un conseil: allez au bout de la vidéo et envoyez-nous un mail pour recevoir votre fichier surprise: [contact@easi-ie.com](mailto:contact@easi-ie.com)

## ENCORE QUELQUES ASTUCES

### • Pour supprimer un élément

Même en cherchant bien, il est difficile de trouver le bouton «supprimer» dans *Trello*. Pour supprimer une carte, cliquez sur **Archiver**. Le fait de cliquer sur ce bouton permet au bouton **Supprimer** de s'afficher juste en dessous. La liste des éléments archivés va quant à elle se retrouver dans le menu principal dans **Éléments archivés**.

Toujours dans le menu principal, vous pouvez fermer un tableau. Une fois fermé, vous pourrez le rouvrir ou le supprimer définitivement.

### • Ajouter une autre carte

Après quelques jours d'utilisation de *Trello*, vous allez vous rendre compte que des tâches reviennent régulièrement. Pour éviter de perdre du temps chaque semaine en recréant des cartes alors qu'elles sont récurrentes, il existe la possibilité de créer des modèles. Cette fonctionnalité se trouve dans le menu de droite quand vous êtes dans une carte. Créez des modèles pour la base de votre liste de course par exemple. Pour créer une carte à partir d'un modèle, au lieu de cliquer sur **+ Ajouter une autre carte**, dirigez-vous sur la petite icône à droite et cliquez sur **Créer à partir d'un modèle**. Dans le menu qui s'affiche vous avez alors la possibilité de sélectionner le modèle de carte dont vous avez besoin.



### POUR EN SAVOIR PLUS

► Méthode *Kanban*:

<https://urlz.fr/cH6C>

Source: [www.journaldunet.fr](http://www.journaldunet.fr)

► Matrice d'Eisenhower:

[urlr.me/yZbTJ](http://urlr.me/yZbTJ)

Source: [www.penser-changer.com](http://www.penser-changer.com)



# Bio News

TEXTE : JEAN-MICHEL DEBRY • J.M.DEBRY@SKYNET.BE

PHOTOS : HIẾU HOÀNG/PEXELS (P.34), © FONDATION UGA. ALL RIGHTS RESERVED (P.35),  
ADINA VOICU/PIXABAY (P.36), ALEXANDER KLINK CC BY 3.0 (P.36)

## Pionnier prisonnier

**D**epuis longtemps, on s'est fait à l'idée que la rapide prolifération des plantes à fleurs est liée à l'intervention des insectes pollinisateurs. Un des nombreux rapports féconds entre le monde animal et le monde végétal: les uns profitent du pollen et du nectar, les autres y gagnent une fécondation. C'est, une fois de plus, gagnant-gagnant et la formule n'est a priori pas près de s'éteindre.

C'est pendant l'ère secondaire, au cours de ce Crétacé qui a vu l'apparition remarquable des dinosaures, que le processus serait apparu, ce qui aurait par conséquent mené au développement de ces Spermatophytes - les plantes à fleurs et à graines - qui peuplent désormais toutes les niches du globe, Pôles et zones trop arides exceptées.

Il restait à apporter la preuve de l'intervention des insectes dans l'induction du phénomène. Jusqu'ici, un vestige entomologique prisonnier d'un morceau d'ambre témoignait de la chose, mais il y a 50 millions d'années «seulement». Mais une découverte récente double la période, ce qui pourrait rapprocher du début de l'intervention fondatrice des insectes dans la pollinisation. Un petit bloc d'ambre découvert il y a quelques années au Myanmar et daté de 100 millions d'années a en effet été acquis en 2012 par des scientifiques qui y ont identifié un insecte. Puis ils ont rangé - et sans doute oublié quelque peu - le vestige sur une étagère, jusqu'à sa redécouverte récente. À cette occasion, un entomologiste a pu noter la forme particulièrement effilée de l'animal qui aurait pu l'autoriser à se faufiler dans le calice d'une fleur; d'où la suspicion qu'il aurait été un de ceux qui, en pionniers, fréquentaient l'intimité florale pour un bénéfice partagé. La présence de grains de pollen encore fixés au thorax a toutefois constitué la preuve décisive que n'ont pas manqué de relever les paléontologistes attachés à l'étude du fossile; le tout étant inclus dans un petit bloc d'ambre taillé et poli qui n'excède pas 1 centimètre dans sa plus grande longueur... 

► **Science, 2019; 366: 779**

## On a de qui tenir

La prise de conscience d'une pollution galopante est finalement récente, la première «année de conservation de la nature» se situant il y a une cinquantaine d'années d'ici seulement. Hier, donc, à l'échelle du temps. C'est vrai que l'accroissement démographique exponentiel et l'accès de toutes les populations du monde à la «consommation immédiate» n'a rien arrangé et rend le résultat forcément de plus en plus visible, même si de nombreux pays, comme le nôtre, mettent tout en œuvre pour assurer collecte, dégradation et, chaque fois que c'est possible, recyclage. Mais la «pollution» au sens le plus large ne date évidemment pas d'hier et on peut en retrouver les traces aussi loin que l'homme a commencé à exploiter la nature pour en extraire et purifier quelques éléments qui lui ont paru utiles pour un usage spécifique.

Pour en avoir la confirmation et tenter de quantifier la chose, des scientifiques grenoblois ont opéré une analyse de carottes de glace prélevées dans le glacier du Mont blanc, dont le massif fait frontière entre la France et l'Italie. La partie la plus profonde du carottage - la plus ancienne aussi par conséquent - a permis de remonter jusque -5 000 ans, c'est à-dire au début de la période historique, marquée par la culture sumérienne dans le Croissant fertile et la prédynastique le long du Nil. Pour chaque séquence de cette tranche d'histoire, des analyses de la glace ont été effectuées, afin d'y déceler des traces de plomb et d'antimoine. Pourquoi ces éléments en particulier ? Simplement parce qu'ils ont été parmi les plus utilisés dans la sidérurgie ancienne, le plomb étant le métal ductile et malléable utilisé massivement pour la tuyauterie et les toitures. Quant à l'antimoine, rarement présent à l'état pur, il est souvent associé au précédent, ce qui permet de renforcer les résultats d'analyse du plomb. Réduit en poudre et en très faible quantité, il était



accessoirement aussi utilisé pour souligner d'un trait noir les yeux et les cils des élégantes de l'Antiquité.

**Opération de forage en 2016, Projet Ice Memory, Opération Col du Dôme, Mont Blanc**

Des analyses menées, il ressort que du plomb est bien présent à toutes époques, avec toutefois 2 pics d'intensité plus élevées, qui correspondent au 2<sup>e</sup> siècle avant notre ère pour le premier, à l'an 120 pour le second. Les auteurs de l'étude analysent ces concentrations plus élevées comme témoins du début de l'expansion de l'Empire romain dans un cas et de sa période la plus faste dans le second.

Si on peut assimiler ce qui précède à une «pollution», il ne s'agit encore que d'éléments naturels simplement concentrés une dizaine de fois en moyenne par rapport à la concentration native. On est loin encore des dépôts massifs de plastiques et autres matériaux transformés dont on gratifie la planète Terre à raison de millions de tonnes chaque année. Mais c'était le début d'un désintérêt pour les effets collatéraux d'une exploitation industrielle. Et ça, ça n'a guère changé depuis. 

► **Nature, 2019; 569: 4578**



## BIO ZOOM

*Anguloa uniflora* ou orchidées tulipe sont des orchidées à feuilles caduques, épiphytes ou terrestres, cultivées pour leurs magnifiques fleurs solitaires qui sentent la cannelle. Cette espèce, originaire des régions de haute altitude des Andes en Amérique du Sud, comprend environ 15 à 18 espèces et appartient à la famille des *Orchidaceae* (Orchidacées). Petit côté insolite, elle ressemble à un bébé emmitoufflé dans un couffin... Le genre doit son nom au Péruvien Francisco de Angulo, qui collectionnait les orchidées pour son plaisir et est devenu un tel spécialiste qu'il pouvait aider les botanistes dans leur travail.



## La coquille des escargots s'enroule-t-elle toujours dans le même sens ?

**T**out le monde a eu l'occasion d'observer de près des escargots et voir avec quelle précision la coquille s'enroule sur elle-même en une spirale parfaite. Les plus observateurs ont également noté que l'enroulement est horlogique, c'est-à-dire qu'elle progresse en taille dans le sens des aiguilles d'une montre. Toujours ? Et bien non. Les exceptions sont certes rares - 1 cas sur 20 000 environ - mais elles existent. On parle dans ce cas d'enroulement sénestre, puisque tournant vers la gauche. L'observation n'est pas neuve, mais jusqu'ici on n'en possédait pas l'explication. Elle semble désormais acquise, depuis que des chercheurs japonais ont mis en évidence une différence apparemment significative entre les gastéropodes au niveau d'un gène: *Lsdia1*. C'est le gros escargot d'eau douce *Lymnaea stagnalis* qui a servi de «cobaye»; et chez lui, la fréquence des 2 formes structurelles de la coquille est dans un rapport de 99,9 à 0,1%, respectivement. Lorsque 2 copies du gène incriminé sont rendues inopérantes, les animaux deviennent à coup sûr sénestres, ainsi que leur descendance. C'est le sens de succession des cellules dès les tout premiers stades qui est concerné, avec le résultat que l'on sait, bien visible quand l'animal acquiert une taille plus conséquente.

Cette découverte a-t-elle un réel intérêt ? Peut-être. Elle pourrait aussi expliquer une anomalie analogue observée chez les humains, appelée *situs inversus*. Elle concerne les rares individus (moins d'1 cas sur 10 000) qui ont les organes inversés, avec le cœur à droite. Mais cela reste, pour l'heure, une simple supposition. À éprouver rapidement, cela va de soi !

► [www.nature.com/articles/d41586-019-01515-w](http://www.nature.com/articles/d41586-019-01515-w)  
 ► [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5052593/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5052593/)

## Un odorat quantitatif

**L'**éléphant d'Asie (*Elephas maximus*) a déjà pour lui d'être le plus gros mammifère terrestre après son cousin d'Afrique. Cela devrait déjà suffire à en faire un animal exceptionnel, mais il semblerait qu'il nous ait caché, jusqu'il y a peu, un autre talent qui, cette fois, ne relève pas de la même évidence.

Pour les humains, comme pour les singes supérieurs et les oiseaux, l'estimation de la quantité de nourriture disponible passe obligatoirement par le regard. Une faim impérieuse à calmer pour un humain passe, quand le choix est possible, par une assiette bien pleine plutôt qu'à moitié vide. Il en va de même au moins pour nos proches cousins simiens comme l'ont prouvé des expériences validées. Même chose pour des oiseaux auxquels 2 sachets de graines sont présentés; de façon significative, le plus rempli constitue le premier choix.

On a reproduit l'expérience il y a peu avec l'éléphant d'Asie, mais pour la corser quelque peu, on a dissimulé la taille des sacs de graines qu'il lui était possible de renifler. Et à la surprise des expérimentateurs, les sujets contrôlés ont significativement porté, en aveugle, leur choix sur les sacs les plus gros, là encore. Le sens olfactif

de ces pachydermes enrichi - faut-il le rappeler - d'un long appendice nasal particulièrement adapté à la fois à la préhension et à l'olfaction, permettrait aussi de «peser» la quantité d'aliment à saisir et de privilégier celle qui est davantage à sa faveur. Difficile, donc, de «tromper» l'animal sur la quantité.

Dans l'état actuel des connaissances, on peut simplement suspecter que l'olfaction est à ce point sensible qu'elle renseigne sur la quantité des parfums émis au moins par la nourriture. Il n'est toutefois pas interdit de penser qu'elle puisse l'être aussi dans d'autres domaines, comme par exemple pour quantifier le nombre de prédateurs présents bien que cachés.

Les dispositifs d'analyse olfactive restent pour le moment à préciser et à tester. Mais il va de soi, la recherche aidant, qu'on en saura davantage sur le sujet sous peu !

Proc. Natl Acad. Sci USA  
<http://doi.org/c6rr> (2019)



## Père de courtoisie

L'idée qui suit n'est pas neuve: elle a été évoquée il y a longtemps, bien qu'en marge des congrès, dans la perspective de conserver, chez des humains, une fertilité au moins partielle en préalable à un traitement à risque stérilisant. L'idée: injecter des cellules souches testiculaires à préserver dans les glandes génitales d'un «porteur» volontaire, préalablement stérilisé; ce dernier étant le père du malade, par exemple qui vu son âge, ne pouvait plus nourrir de projet légitime de conception. Bon, on a compris qu'il ne s'agit que d'une idée qui a peu de risque de voir le jour chez les humains, contraintes éthiques obligent. Mais chez l'animal ? Dans son cas, l'éthique est davantage sauve. Les techniques ont aussi évolué: plutôt qu'appliquer un lourd traitement stérilisant au futur porteur, il suffit d'«éteindre» chez lui la transcription d'un gène spécialement impliqué dans la production de spermatozoïdes. La méthode désormais bien maîtrisée de *gene editing* (ou Caspr-Cas9) permet de le faire à condition d'avoir au préalable bien identifié le gène à cibler. Et ça, c'est fait aussi. C'est par exemple NANOS2 chez le porc ou DDX4 chez le poulet. Il suffit donc, dans l'ordre, de mettre hors service le gène identifié et lorsque plus aucun spermatozoïde n'est produit par l'animal traité, de lui injecter des cellules souches prélevées chez un reproducteur jugé plus performant; celui qui permettrait par exemple - si le porteur est un taureau - aux vaches inséminées de produire davantage de lait par exemple,

mais pas seulement; il pourrait également leur offrir une meilleure protection contre des pathogènes ou contre les effets d'un environnement à sécheresse persistante. On pense dans ce dernier contexte à une implantation de bétail dans des pays où les conditions environnementales et sanitaires précarisent l'élevage traditionnel.

Le lecteur attentif peut objecter à ce stade qu'on peut arriver à un résultat identique en procédant à de l'insémination artificielle, accessible chez la plupart des espèces d'intérêt économique. C'est vrai; mais chez nous et dans les autres pays occidentaux seulement où les animaux peuvent être maintenus en stabulation forcée pendant le temps nécessaire à la manœuvre. C'est beaucoup moins vrai dans les ranchs américains ou ceux de la Pampa argentine. D'où cette idée d'«enrichir» des mâles potentiellement reproducteurs avec des cellules à performance accrue. Autant le dire, tout cela est déjà en cours de réalisation, en particulier avec des porcs et des poulets. Le taux de reprise des cellules souches n'atteint pas encore le niveau attendu, mais ce n'est sans doute qu'une question de temps et de réglage technique. Il restera tout de même ensuite à obtenir les autorisations de mise en œuvre à grande échelle, dans un contexte où tout ce qui touche de près ou de loin la manipulation du gène a plutôt mauvaise presse chez une part importante des consommateurs potentiels. À chaque étape, son franchissement. <sup>A</sup>

► **Nature, 2019; 567: 292-293**



## De l'origine des osselets

Des 206 os que compte l'humain adulte, il y en a 6 qui ne se manifestent que par leur toute petite taille et leur fonction: ceux qui, dans l'oreille moyenne, transmettent les vibrations du tympan aux structures plus internes: canaux semi-circulaires, cochlée puis nerf auditif. S'ils sont nécessaires à la transmission des sons, ils ont aussi une origine évolutive que des chercheurs essaient de retracer. Un fossile découvert dans le sol chinois pourrait apporter un élément de compréhension quant à l'origine du premier des osselets apparus. Car il n'est pas impossible que les 3 qui contribuent à l'oreille moyenne des mammifères et de l'homme en particulier aient des origines évolutives différentes. Le fossile, appelé «Jeholbaatar kielanae», appartenait à un groupe aujourd'hui disparu mais qui s'est imposé de 160 à 34 millions d'années d'ici avant d'être supplanté par les rongeurs modernes: c'est le groupe des Multituberculés. On en a identifié 200 espèces. Ce que Jeholbaatar présente, c'est la séparation d'un tout petit morceau d'os de la mandibule au niveau de son articulation au crâne; lequel aurait ensuite intégré, avec le temps, ce qui allait devenir l'organe de l'ouïe tel qu'il est connu aujourd'hui. L'hypothèse avancée pour expliquer cette séparation est qu'en changeant d'alimentation, Jeholbaatar aurait gagné une mobilité différente de la mandibule, ce qui aurait favorisé le détachement osseux. Alors que la plupart des autres Multituberculés se nourrissaient d'insectes et de petits invertébrés, celle dont il est question aurait opté plutôt pour un régime végétarien. Reste à voir si l'acquisition d'une mobilité différente de la mâchoire est une conséquence du changement de régime ou si c'est l'inverse. À quelques dizaines de millions d'années de distance, les spéculations restent nombreuses: les vestiges osseux des osselets sur lesquels les études portent demeurent difficiles d'interprétation, surtout quand on sait que les animaux sur lesquels ils restent visibles avaient à peu de chose près la taille des souris actuelles. Le premier osselet de l'oreille moyenne serait donc venu d'ailleurs et ne serait pas apparu de l'ossification d'une structure auriculaire préexistante. Pour ce que l'on croit en savoir aujourd'hui en tout cas... <sup>A</sup>

► **Nature, 2019, 576: 44-45 et 102-105**



Vue de l'intérieur du détecteur proche de *Double Chooz* lors de sa construction (aujourd'hui en cours de démantèlement)

# Les neutrinos se livrent (un peu...)

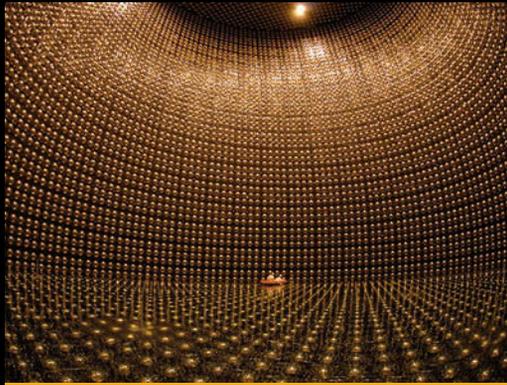
**Aujourd'hui en phase de démantèlement, l'expérience *Double Chooz* vient de publier des résultats remarquables quant à la caractérisation de la troisième oscillation des neutrinos. Pendant ce temps, au Japon, l'expérience *T2K* a révélé de précieux indices d'une différence de comportement entre neutrinos et antineutrinos. Va-t-on bientôt comprendre pourquoi nous existons ?**

TEXTE : HENRI DUPUIS • DUPUIS.H@BELGACOM.NET

PHOTOS : © CEA/IRFU (P.38), © KAMIOKA OBSERVATORY, ICRR (INSTITUTE FOR COSMIC RAY RESEARCH), THE UNIVERSITY OF TOKYO (P.39)

**E**ntendons-nous: le sens de cette question n'est pas philosophique mais matériel. À la naissance de l'univers en effet, matière et antimatière semblent avoir existé en quantités égales. Interagissant entre elles, elles s'annihilent. L'univers aurait donc dû être vide, sans matière, contenant uniquement de l'énergie. Le fait que nous existions, et avec nous toute la matière visible de l'univers, est donc une anomalie qui continue d'intriguer les physiciens: pourquoi la matière l'a-t-elle emporté sur l'antimatière ? Une réponse est sans doute à trouver dans un comportement asymétrique des particules de matière et d'antimatière. Et notamment dans le comportement des neutrinos. Car des défauts de symétrie, les scientifiques en ont déjà constatés, notamment parmi les quarks. Mais cela reste très insuffisant pour expliquer la disparition de l'antimatière. La piste la plus prometteuse restait donc celle des neutrinos.

Particules élémentaires très légères, horriblement difficiles à détecter, les neutrinos sont de 3 types (saveurs): électroniques, muoniques et tauïques. On a observé depuis plus de 20 ans (c'était déjà grâce au détecteur japonais Kamiokande) qu'ils avaient la propriété de se transformer au cours de leur trajet: ils changent de saveur passant d'un mu à un tau puis à un électronique et ainsi de suite. Un comportement cyclique appelé oscillation. Et il en va de même pour les antineutrinos. Enfin, presque, et c'est là tout le problème (ou toute la chance des physiciens). Car



Le cœur du détecteur Super-Kamiokande au Japon

la collaboration T2K (*Tokai to Kamioka* du fait que les neutrinos produits par un accélérateur situé à Tokai sont étudiés dans le gigantesque détecteur de Kamioka, situé à 300 km) vient précisément de déceler une asymétrie importante avec certes une signifiante statistique qui n'est pas encore suffisante mais cela n'a pas empêché la revue *Nature* de consacrer sa couverture du 16 avril dernier à cet exploit sous le titre évocateur de *The mirror crack'd* (1).

Les résultats publiés aujourd'hui n'ont pas été obtenus lors d'une récente et unique expérience. Mais bien au bout de l'analyse de 10 années de données. Dix années au cours desquelles le détecteur aura détecté... 90 neutrinos et 15 antineutrinos. D'où la remarque sur la signifiante statistique. Cela n'empêche pas les chercheurs d'être certains à 95% de leurs résultats, qu'on peut donc considérer comme une bonne indication. Pour parler d'un fait, d'une découverte, il faudrait atteindre une confiance de 99,999%. Ce sera sans doute pour la fin de la décennie.

Les chercheurs ont donc produit des neutrinos et des antineutrinos de saveur muonique dans un accélérateur puis ont détecté une petite fraction de ceux-ci dans le détecteur Super-Kamiokande (50 000 tonnes d'eau dans une ancienne mine à 1 000 m de profondeur). Ils ont ainsi repéré ceux des neutrinos (antineutrinos) qui ont oscillé, c'est-à-dire ont pris la saveur électronique. Résultat ? Les neutrinos oscillent plus fréquemment que les antineutrinos. Il semblerait qu'il y aurait même une asymétrie maximale entre les comportements des deux particules.

## Et le $\theta_{13}$ ?

Voici bientôt 10 ans (*voir Athena n° 269*), nous relations le démarrage de l'expérience *Double Chooz*, appelée ainsi car elle se déroulait à l'aide de 2 détecteurs de neutrinos placés dans les environs de la centrale nucléaire de Chooz, dans

les Ardennes françaises, à 2 pas de la frontière. Expérience qui avait pour but de mieux comprendre l'oscillation des neutrinos. Si la probabilité des oscillations dépend à la fois de la distance parcourue (donc du temps écoulé depuis l'émission), du carré des masses et de l'énergie avec laquelle le neutrino a été émis, la fréquence des oscillations dépend de 3 paramètres appelés «angles de mélange» et notés  $\theta_{12}$ ,  $\theta_{23}$  et  $\theta_{13}$  (à prononcer tête un-deux, etc.). Ces paramètres caractérisent en effet la proportion de mélange entre les 3 types de neutrinos. L'expérience *Double Chooz* avait pour but de mesurer avec précision  $\theta_{13}$ , le dernier de ces paramètres qui résistait encore aux chercheurs.

Les 2 détecteurs de Chooz ont été mis à l'arrêt début 2018 et sont aujourd'hui en cours de démantèlement. Mais l'analyse des données s'est poursuivie et vient de déboucher sur une publication dans *Nature Physics* en avril dernier (2). Les 2 premiers angles de mélange, les 2 premiers types d'oscillations ont été assez rapidement mis en évidence de manière irréfutable, notamment au Kamiokande. Mais le troisième a longtemps résisté. *Double Chooz* a obtenu une première évidence expérimentale, mais pas assez significative. C'est finalement une expérience chinoise qui l'a obtenue. Mais il restait à améliorer la précision de l'angle, chose faite aujourd'hui grâce à *Double Chooz* qui vient d'en publier le résultat. De l'avis des chercheurs, il s'agit là d'une prouesse technique qui ne pourra pas être égalée en l'état actuel de l'art, résultat d'améliorations techniques qui a permis de multiplier par 2,5 la sensibilité des détecteurs. Mais pourquoi une telle quête ?

Tout d'abord, il restait encore une inconnue à propos du nombre des neutrinos. En effet, les modèles ne prévoient pas le même flux de neutrinos que ceux mesurés dans les expériences. Certains ont alors imaginé l'existence d'un quatrième neutrino qui expliquerait cette différence. Mais les nouvelles valeurs de  $\theta_{13}$  balaient cette hypothèse: les neutrinos n'ont que 3 saveurs.

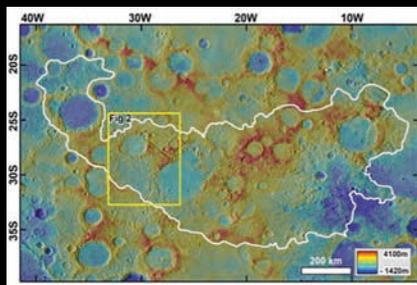
Ensuite, et c'est ici que nous rejoignons l'expérience japonaise citée ci-avant, la valeur de  $\theta_{13}$  et la précision sur cette valeur sont importantes pour déterminer l'amplitude et la précision des violations de symétrie entre neutrinos et antineutrinos. Et les valeurs déterminées à *Double Chooz* viennent corroborer avec un grand degré de certitude que la violation de symétrie chez les neutrinos est bien plus importante que chez les quarks. Un début d'explication sans doute au fait... que vous pouvez lire votre magazine ! A

(1) *Constraint on the matter-antimatter symmetry-violating phase in neutrino oscillations*, The T2K collaboration, *Nature* volume 580

(2) *Double Chooz  $\theta_{13}$  measurement via total neutron capture detection*, Double Chooz Collaboration, *Nature Physics*, published online 20 avril 2020

# À la Une du cosmos

TEXTE : YAËL NAZÉ · YNAZE@ULIEGE.BE ·  
HTTP://WWW.ASTRO.ULG.AC.BE/NEWS



La température élevée de Mercure aide à faire sortir du sol des radicaux hydroxydes, qui forment alors de l'eau qui se condense ensuite en glace dans les cratères polaires. En parallèle, l'analyse de terrains craquelés démontre qu'il y avait là des volatiles par le passé: ces volatiles souterrains ont été chauffés par le magma et se sont sublimés, quittant la planète ou se recondensant dans des zones froides. Ces terrains chaotiques ne viennent donc pas de tremblements de terre liés à un impact, mais s'apparentent aux terrains chaotiques martiens.

PHOTO: MESSENGER



Trop vite ! Peu d'étoiles se forment dans NGC1300, et on ne comprenait pas pourquoi: des simulations numériques suggèrent que ce soit dû à des collisions trop rapides entre nuages de gaz.

PHOTO: HST



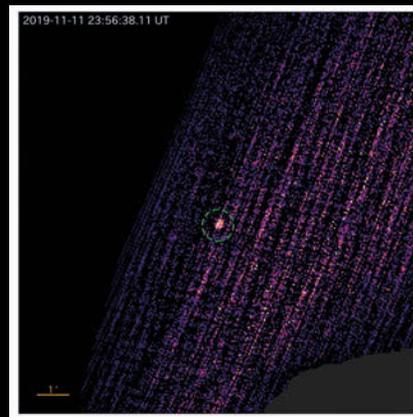
La galaxie OJ 287 abrite l'un des plus gros trous noirs connus - plus de 18 milliards de fois la masse du Soleil. Autour de lui tourne un trou noir de 150 millions de masses solaires. Le télescope spatial *Spitzer* a pu observer le flash se produisant lorsque les 2 compères sont au plus près dans leur orbite, ce qui a permis de confirmer la symétrie des trous noirs (théorème de calvitie).

PHOTO: NASA - VUE D'ARTISTE



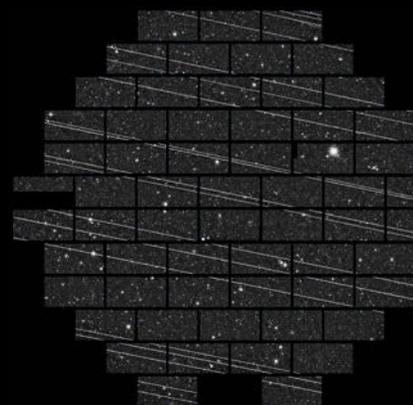
L'inspection des données magnétiques recueillies par *Voyager 2* en 1986 lors du survol d'Uranus montrent une brève anomalie. On pense que la sonde a traversé un «plasmaïde», une bulle engendrée par le champ magnétique planétaire et contribuant à l'évaporation de l'atmosphère dans l'espace. D'autre part, il semble se confirmer que la forte inclinaison de l'axe de la planète soit dû à une collision...

PHOTO: VOYAGER



Pas prévu ! Le *Dark Energy Survey* a découvert... 139 objets trans-neptuniens aux confins de notre système solaire, alors que la sonde *OSIRIS-REx* a découvert... une éruption du trou noir de MAXI J0637-430 en observant l'astéroïde Bennu !

PHOTO: OSIRIS-REX



Vous avez peut-être vu ces groupes de satellites *StarLink* passer dans le ciel... L'impact probable de telles constellations sur les observations astronomiques menées au Chili (ESO) sera «modéré» car on devrait pouvoir éviter certaines zones contaminées avec un horaire bien pensé. Par contre, les télescopes faisant des suivis du ciel risquent d'être «sévèrement affectés» (avec entre un tiers et la moitié des poses perturbées). En plus, l'essai de satellite *Starlink* noirci n'est pas très bon, avec une réduction de brillance très modeste.

PHOTO: IAU



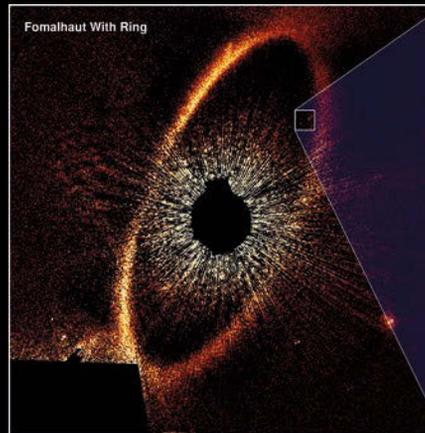
Interstellaire, la suite ! ❶ Les comètes C/2019 Y4 (Atlas) et Borisov se fragmentent... Cette dernière comète, interstellaire, présente des gaz inhabituellement riches en monoxyde de carbone, suggérant une formation loin de son étoile-hôte. ❷ À noter qu'un groupe de 19 objets de notre système solaire appelés «centaures» serait d'origine interstellaire, selon l'analyse de leur orbite. Ils auraient été capturés par notre Soleil au début de la formation de notre Système. ❸ L'astéroïde interstellaire 'Oumuamua avait une forme très particulière, allongée - cela pourrait être dû à un passage très près de son étoile, les forces de marée stellaire l'ayant fragmenté et étiré...

PHOTO: HST



La superrotation de l'atmosphère vénusienne serait liée à un effet thermique - en tout cas près de l'équateur. Cette atmosphère possède aussi des couches de différentes compositions: la concentration en azote est ainsi plus élevée à 60-90 km d'altitude que près de la surface...

PHOTO: MESSENGER



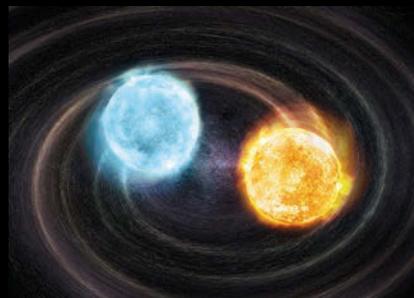
Un objet semblait tourner autour de l'étoile Fomalhaut: une planète ? En fait non, car il se délite... Il s'agit probablement d'un nuage de débris provenant d'une collision de planètes.

PHOTO: HST



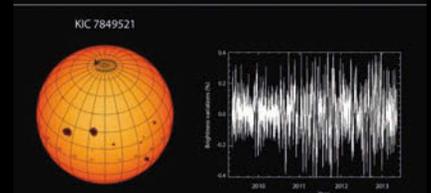
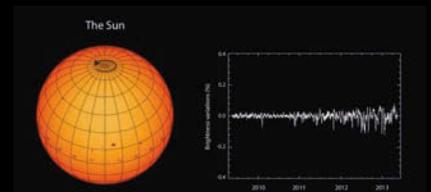
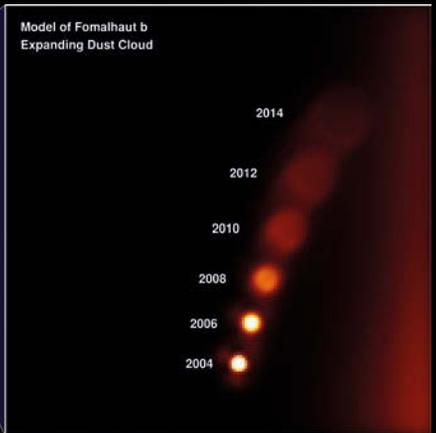
Une étude des amas globulaires de la Voie Lactée basée en partie sur les données de Gaia indique que beaucoup d'entre eux proviennent de 5 galaxies naines absorbées par notre galaxie il y a des milliards d'années.

PHOTO: ESA



Le système J2322+0509 possède 2 cadavres de soleil si proches que la période de révolution n'est que de 20 minutes...

PHOTO: M. WEISS - VUE D'ARTISTE



Le Soleil se distingue de ses consœurs par une activité beaucoup plus réduite. Peut-être traverse-t-il simplement une longue phase de tranquillité ?

PHOTO: MPS



Lune... Alors que l'USGS publie une carte complète de notre satellite à l'échelle 1:5 000 000, des images de la sonde LRO révèlent d'étranges zones dépourvues du régolithe omniprésent ailleurs. Il s'agirait de la signature d'un processus tectonique toujours actif que l'on attribue à un violent impact datant de l'aube du Système solaire.

PHOTO: NASA/GSFC/USGS

EN LIGNE





Cosmodrome de Baïkonour (Kazakhstan) où un lanceur de type *Semyorka* a envoyé le vaisseau *Soyouz MS-16* vers l'ISS, avec à son bord 2 cosmonautes de *Roscosmos* et un astronaute de la *Nasa* (avril 2020)

# Quoi de neuf dans l'espace ?

Il y a 50 ans, la Russie spatiale connaissait son principal échec face au programme américain *Apollo*. Au sein de ce qui s'appelait l'Union Soviétique, elle avait fait la course en tête dans la conquête du monde spatial en s'octroyant les grandes premières: satellites artificiels, sondes lunaires, cosmonautes autour de la Terre. Elle s'était ainsi dotée d'une industrie fort secrète des systèmes spatiaux, qui lui permet encore de venir en aide au potentiel américain... pour la station spatiale internationale

TEXTE: THÉO PIRARD | PHOTO: NASA/Victor Zelentsov

**M**ais ce savoir-faire en matière de lanceurs et satellites, qui fait partie de l'héritage du régime communiste soviétique, n'a plus le punch d'antan. La créativité est pourtant toujours là avec des projets qui ne manquent pas pour que Moscou relance le volet des activités spatiales.

## Quels atouts possède la Russie pour un retour en force sur la scène spatiale ?

Moscou continue avec succès d'exploiter les acquis techniques des années 50 et 60, qui lui ont permis de marquer de son empreinte l'odyssée du cosmos: les lanceurs du type *Soyouz* et les vaisseaux habités du même nom, la famille *Proton* pour lancer d'importants modules, des sondes d'exploration, de gros satellites d'applications. Ainsi sont nés et ont grandi les principaux acteurs russes de la cosmonautique russe: *Energia*, *Khrounichev*, *Energomash* et *Lavotchkine* à Moscou, *Progress* à Samara, *Reshetnev* à Krasnoyarsk (Zheleznogorsk). Cette infrastructure militaro-industrielle, qui a connu ses heures de gloire jusque sur la Lune et Vénus, entend tirer parti de son savoir-faire dans de nouvelles ambitions de l'agence spatiale russe *Roscosmos*. Mais le financement d'initiatives coûteuses se heurte aux disponibilités budgétaires, lesquelles dépendent de l'exploitation des richesses du sous-sol, principalement des revenus du pétrole.

## L'industrie russe des systèmes spatiaux n'est-elle pas une intéressante source de revenus ?

Après l'implosion en 1991 de l'Union Soviétique, les États-Unis et l'Europe ont cherché à tirer parti de l'expertise unique de cette industrie. La Nasa a voulu coopérer pour les vols habités de longue durée à bord du complexe orbital *Mir*, dans la perspective de l'*Iss* (*International Space Station*). Lockheed Martin a créé la compagnie *Ils* (*International launch services*) pour concurrencer *Ariane 5* avec la fusée *Proton*. Il y a la fourniture de moteurs-fusées russes pour équiper les lanceurs américains *Atlas V* et *Antares*.

L'Esa s'est intéressée à certaines missions de ses astronautes, tandis que *Arianespace* voulait commercialiser des services avec le lanceur *Soyouz*. Ce qui a amené les Russes à prendre pied au Centre spatial guyanais avec l'*Els* (*Ensemble de lancement Soyouz*). L'exploitation de la station spatiale internationale dépend largement de *Roscosmos* pour la fourniture des systèmes *Soyouz* (visites d'équipages) et *Progress* (ravitaillements réguliers), qui prennent leur envol de l'emblématique cosmodrome de Baïkonour, enclavé dans la République du Kazakhstan.

## Le souffle d'un renouveau de la Russie dans l'espace est annoncé... depuis que le Président Poutine est au pouvoir. À quoi s'attendre durant les prochaines années ?

Le symbole de ce renouveau spatial russe est le cosmodrome implanté à Vostotchny, au sud de l'Extrême Orient (Est de la Sibérie). Mise en service lors d'un premier lancement *Soyouz* le 28 avril 2016, cette nouvelle infrastructure doit faire en sorte que la Russie dépende de moins en moins du site historique de Baïkonour. Son extension, notamment avec un pas de tir pour les puissantes fusées *Angara* (réalisées par l'entreprise *Khrounichev*), fut ralenti par un sérieux problème de détournement de fonds publics. Ce qui est dramatique en Russie pour son programme dans le Cosmos, c'est le manque d'intérêt des jeunes pour les métiers de l'espace et le peu d'engouement des investisseurs pour le business lié au *New Space*. 4

## MAIS ENCORE...

### Impact économique de la pollution spatiale

L'OCDE (*Organisation de Coopération et de Développement Économiques*) vient de publier une étude (1) sur la viabilité à long terme des activités dans l'espace: elle met l'accent sur les vulnérabilités socio-économiques des débris spatiaux en constante augmentation et tire la sonnette d'alarme sur les risques accrus de collisions sur orbite. Des mesures de gestion du trafic orbital s'imposent, qui passent par une surveillance constante de tous les objets, petits et grands, autour de la Terre, constate l'étude. «Les techniques d'enlèvement actif de débris sont à divers stades d'essai, faisant intervenir des acteurs tant privés que publics. Mais les questions juridiques liées à la propriété des débris, à la responsabilité civile et au financement à long terme des opérations sont loin d'être résolues.» S'intéressant à la problématique de la pollution spatiale, la Commission Européenne analysait en 2018-19 la faisabilité de la mission *European RemoteDebris*. Pour l'heure, elle doit faire face à d'autres priorités... terrestres.

### Lanceur lourd chinois pour une station et Mars

Le 5 mai dernier, Pékin a testé la version CZ-5B de son lanceur *Longue Marche* nouvelle génération. Ce lancement, qui a eu lieu depuis le Wenchang sur l'île de Hainan, a permis de mettre à l'épreuve le prochain vaisseau des taïkonautes: en partie réutilisable, celui-ci doit servir au programme chinois de station spatiale et pour des missions d'exploration lointaine. La station devrait voir le jour en 2022. Par ailleurs, dès le 23 juillet, une CZ-5 servira à expédier la sonde *Huoxing-1/Tianwen-1* et un micro-rover vers la Planète Rouge. À noter que le 1<sup>er</sup> étage (20 t) de la puissante *Longue marche 5*, après avoir survolé Los Angeles et New York, est rentré dans l'atmosphère en faisant tomber des débris en Côte d'Ivoire, dont les habitants ont cru que le ciel leur tombait sur la tête...

### Le confinement observé depuis l'espace

Les satellites *Sentinel* du programme *Copernicus*, réalisés par l'industrie européenne pour l'ESA, démontrent chaque jour leur capacité de suivre l'évolution de l'environnement terrestre. À l'heure de la pandémie COVID-19 et du confinement qu'elle a entraîné en Chine, puis en Europe, ils ont pu se rendre compte de changements dans le paysage et surtout, dans l'atmosphère. Ainsi la chute de la mobilité dans les villes et la réduction des activités industrielles ont pu être mises en évidence par l'instrument *Tropomi* (*Tropospheric monitoring instrument*) du satellite *Sentinel-5P* en orbite depuis octobre 2017. Ses mesures des concentrations de dioxyde d'azote ont montré une baisse significative de la pollution. Comme quoi, les systèmes spatiaux sont désormais incontournables pour bien se rendre compte du changement climatique à l'échelle globale. Les pollueurs, constamment épiés par des satellites, n'ont qu'à bien se tenir.

<sup>(1)</sup> Cette étude de 63 pages est disponible sur le site de l'ESA (*European Space Agency*) qui a contribué à sa rédaction avec la fourniture de données.



Vue d'artiste du *Human Landing System*, proposé à la Nasa par la société de Jeff Bezos, *Blue Origin*

# Quel retour humain sur notre satellite naturel ?

Voici un demi-siècle, la Lune était à la Une. En pleine Guerre froide, les 2 grandes puissances de l'époque - les États-Unis (système capitaliste) et l'Union Soviétique (régime communiste) -, se sont disputés l'Astre des Nuits

TEXTE: THÉO PIRARD - THEOPIRARD@YAHOO.FR  
PHOTO: © BLUE ORIGIN

**D**ans les années 60, le Cosmos, avec la Lune comme cible emblématique, fut un enjeu politique et technologique. Le 25 mai 1961, le Président John Kennedy (1917-1963) annonce au Congrès américain: «*Je crois que cette nation doit s'engager à tenir le pari*

*suivant: avant la fin de la décennie, faire arriver un Homme sur la Lune et le faire revenir sain et sauf sur Terre*». Le compte à rebours est lancé: à peine 104 mois pour réussir l'exploit historique et tout était à faire ! En 1961, aucun astronaute américain n'avait encore effectué un tour de la Terre à bord de la frêle capsule *Mercury*...

Le programme *Apollo*, qui prend forme en 1962, dépend de la disponibilité du lanceur lourd *Saturn V* développé sous l'autorité de l'ingénieur allemand Wernher von Braun (1912-1977). En décembre 1968, le 3<sup>e</sup> vol de cette fusée géante permet aux 3 astronautes de la mission *Apollo-8* d'effectuer 10 orbites autour de la surface lunaire.

Le 20 juillet 1969, l'Homme est sur la Lune ! Les astronautes Neil Armstrong (1930-2012) et Buzz Aldrin sont les premiers humains à fouler le sol lunaire. Il a fallu seulement 98 mois pour que soit tenu l'engagement de feu le Président Kennedy. À une époque où il n'y avait pas d'ordinateur portable, pas de fax ni d'Internet... De 1969 à 1972, 6 expéditions ont permis à 12 astronautes de travailler sur le sol sélène; lors des 3 dernières, les marcheurs lunaires s'y sont déplacés en rover électrique. Aujourd'hui, alors qu'on dispose de moyens informatiques performants, on est bien en peine de planifier le retour de Terriens sur leur satellite naturel.

## Un couple lunaire dès 2024...

Le 26 mars 2019, à quelques semaines de la célébration des 50 ans de la «première» d'*Apollo-11*, le vice-président Mike Pence annonçait le retour des Américains sur la Lune dans les 5 années à venir: dès 2024, à la fin d'un possible second mandat du tandem Trump-Pence... Il s'agira d'envoyer un homme et une femme dans une région du Pôle Sud du satellite naturel. La *Nasa* (*National Aeronautics & Space Administration*) était chargée de donner un sérieux coup d'accélérateur à la nouvelle exploration lunaire par des astronautes. Tel est l'objectif du programme *Artemis* officialisé en mai 2019. À noter que dans la mythologie grecque, qui inspire beaucoup de noms dans l'odyssée de l'espace, la déesse Artémis est la sœur jumelle d'Apollon.

Avec *Artemis*, proposé à une coopération internationale (Europe, Japon, Canada, Australie), il s'agira de faire mieux que dans les années 60. En à peine 67 mois, il faudra mettre au point les systèmes clés qui permettront aux Américains d'être de nouveau présents, en toute sécurité, à la surface sélène: le lanceur lourd, un vaisseau d'exploration lointaine, l'atterrisseur lunaire, un avant-poste autour de la Lune. Mais cet ambitieux ensemble de 4 éléments présente des inconnues quant à la disponibilité des moyens techniques et des ressources financières. Surtout que le calendrier très tendu pour leur mise au point ne peut souffrir d'aucune anicroche.

- La puissante fusée *SLS* (*Space Launch System*) est en chantier depuis 2011 avec un 1<sup>er</sup> lancement qui aurait dû avoir lieu fin 2017 ! Basée sur les propulseurs cryogéniques et solides du *Space Shuttle* (navette spatiale), sa première version, dite *Block 1*, sera capable de satelliser jusqu'à 95 t en orbite basse. Son développement par la *Nasa* et *Boeing* a souffert d'un manque de management efficace et a nécessité plus de temps et d'argent. Il sera lancé du pad 39B réaménagé du Cape Canaveral. Lors de son vol d'essai, annoncé pour novembre 2021, le *SLS* servira à tester le premier vaisseau *Orion*, dit *MPCV* (*Multi-Purpose Crew Vehicle*): il s'agira de la mission *Artemis-1* en mode automatique, sur une trajectoire entre Terre et Lune.
- *Orion* (26 t) est une capsule partiellement réutilisable dont *Lockheed Martin* est maître d'œuvre. C'est un vaisseau conique de type *Apollo* pouvant emmener jusqu'à 6 astronautes pour des vols lunaires. Sa grande particularité est d'être équipé d'un module de service *made in Europe*: réalisé à Brême par *Airbus Defence & Space*, cet *ESM* (*European Service Module*) est

dérivé de celui de l'*ATV* (*Automated Transfer Vehicle*) qui, à 5 reprises, a permis le ravitaillement automatique de l'*ISS* (*International Space Station*). Ainsi les astronautes de la *Nasa* effectueront leurs prochaines expéditions autour de la Lune grâce à un système européen de propulsion. La première sera *Artemis-2* programmée pour 2023: *Orion* avec un équipage de 4 astronautes doit effectuer 2 survols de notre satellite naturel. Pas de mise en orbite lunaire comme ce fut le cas d'*Apollo-8* en décembre 1968.

## Le New Space aux aguets

- Le *HLS* (*Human Landing System*) est un véhicule qui servira à l'aller-retour d'au moins 2 astronautes près du Pôle Sud de la Lune. Ce sera l'objectif complexe de la mission *Artemis-3* prévue fin 2024... à condition qu'on soit sorti de la pandémie du COVID-19. Le vaisseau *Orion* doit être de la partie d'après le scénario actuel de la *Nasa*. Le 30 avril dernier, celle-ci choisissait 3 teams industriels pour financer leurs propositions de concepts *HLS* dans un partenariat public-privé. Issus du monde des affaires spatiales, dit du *New Space*, ils ont obtenu des contrats d'études pour une durée de 10 mois: \$ 579 millions pour le team *Blue Origin* (Jeff Bezos), \$ 253 millions pour l'équipe *Dynetics-Sierra Nevada* (avec la participation de *Thales Alenia Space*), \$ 135 millions pour *SpaceX* (Elon Musk) qui développe le lanceur réutilisable *Starship*.
- Le *Lunar Gateway* consistera en une petite station habitée autour de la Lune, mais ce projet, qui ne paraît pas nécessaire pour le retour d'astronautes sur notre satellite naturel, n'est plus considéré comme un élément prioritaire: sa mise en œuvre est attendue pour la seconde moitié de la décennie. L'industrie européenne est appelée à jouer un rôle dans cet élément: avec *Airbus Defence & Space* et *Thales Alenia Space*.

## La grande inconnue chinoise

Sous le nom d'*Artemis Accords*, la *Nasa* vient de définir un cadre juridique intergouvernemental qui doit remplacer le Traité de la Lune ratifié dès 1967. Élaboré unilatéralement par le Département d'État américain et son *National Space Council*, *Artemis Accords* définit 10 principes pour un avenir spatial en toute sécurité, pour la paix, dans la prospérité. Il est question de transparence, d'interopérabilité, de protection du patrimoine (comme les sites explorés lors du programme *Apollo*), de «déconfliction» des activités, de l'exploitation commerciale des ressources dans l'espace comme de la gestion des débris spatiaux. Il s'agit surtout de sauvegarder les intérêts de l'entreprise privée dans l'industrialisation du milieu spatial.

La Chine, qui s'affirme comme puissance dans l'espace, est concernée par la proposition américaine *Artemis Accords*. En 2007, Pékin a démarré le *Clep* (*Chinese Lunar Exploration Program*) de sondes lunaires *Chang'e*. Les 2 dernières se sont posées sur notre satellite naturel en décembre 2013 et 2018 et y ont débarqué chacune un micro-rover *Yutu*. *Chang'e-4* continue avec succès la grande «première» d'explorer un site de la face cachée. À la fin de cette année, on aura l'ambitieuse mission *Chang'e-5*, grâce au lanceur *Longue Marche 5*: la *Cast* (*China academy of space technology*) va tenter la collecte d'échantillons (jusqu'à 2 kg) du sol sélène et leur retour sur Terre dans une capsule. Trois autres sondes sont planifiées durant cette décennie. Les Chinois se montrent assez discrets sur les préparatifs d'une exploration lunaire par des équipes de taïkonautes. 🇨🇳

# À lire avec nos enfants

TEXTE: LUCIE CAUWE · LUCIE.CAUWE@GMAIL.COM  
PHOTOS: ANDREA PIACQUADIO/PEXELS

## L'humain La vie



*Tout nu ! Le dictionnaire bienveillant de la sexualité*, textes de Myriam Daguzan Bernier, illustrations de Cécile Gariépy, Éditions du Ricochet, 256 pages, 22 euros.

De «Adolescence» à «Zones érogènes», voici un dictionnaire venu du Québec, mais dont les informations pratiques (adresses, sites) ont été actualisées pour l'Europe. Cet épais bouquin, fort agréablement illustré, entend aborder tous les thèmes de la sexualité, y compris les plus récents, les plus interdits, sans tabou ni jugement. L'auteure, journaliste en matière de sexualité, l'a conçu selon l'ordre alphabétique. Cela permet de chercher une réponse à une question qu'on se pose ou de se balader au gré des pages. De nombreux renvois à d'autres entrées rendent la lecture riche. L'auteure aborde quasiment tout. Les seins, les sexes, les maladies, la coupe menstruelle, mais aussi le changement de sexe ou le viol. À chaque entrée, elle explique le sujet, sans langue de bois, en fournissant les informations qu'elle aurait sans doute souhaité trouver quand elle était jeune. Ce guide pratique agréablement mis en page aborde aussi des pistes liées, comme celle du consentement, du respect, toujours dans l'optique de mieux se connaître soi et de mieux connaître l'autre afin de mieux être ensemble.

Pour les ados  
(et les enfants, et les adultes).



*À propos de la vie*, de Christian Borstlap, Éditions Casterman, collection *Les albums Casterman*, 48 pages, 15,95 euros.

Encore un album venu du Québec ! Celui-ci raconte sous forme de conte et en images extrêmement esthétiques et symboliques comment est arrivée la vie. Il prolonge le questionnement en donnant plusieurs réponses sur «*ce qu'on sait vraiment à propos de la vie*». Inventives et réfléchies, les illustrations en teintes douces nous présentent la reproduction, la perception, la respiration, le mouvement, les sens, la digestion... La survie et ses modes opposés sont également abordés, ainsi que la taille des vivants, leur forme, le destin et la fin. Un conte pour réfléchir qui conclut que «*la vie des uns est liée à la vie des autres. Nous sommes interdépendants !*»

Et parce que la vie est si précieuse, l'éditeur a planté 50 arbres à Epernay, en Champagne-Ardenne. De façon à rendre à la nature ce qu'il lui a emprunté lors de la fabrication de ce livre.

À partir de 5 ans.



*Moi et mes 5 sens*, *Moi et le vent*, *Moi et mes émotions*, textes de Clémence Sabbagh, illustrations de (dans l'ordre) Margaux Grappe, Marie Poirier et Liuna Virardi, *Plume de Carotte*, livres-accordéons à déplier, 8 euros.

Nouvelle collection que «Les savoirs des petits», dédiée aux 4-6 ans, parce qu'on peut se frotter aux sciences dès le plus jeune âge. Agréablement illustrés, ces livres-objets en accordéon proposent une double lecture. Au recto, une histoire en 7 volets, sur un seul dessin en frise. Au verso, des explications, des fiches d'activités, des jeux. «Moi et mes 5 sens» aborde l'ouïe, le toucher, la vue, le goût et l'odorat à travers l'histoire de Rosalie qui se réveille dans le noir. «Moi et le vent», avec son inventaire des vents, approche notamment les mouvements de l'air et la force du vent. «Moi et mes émotions» se situe dans le domaine psychologique.

À partir de 4 ans.



## La planète L'écologie



*Maman, Papa, il y avait qui avant moi ?*, texte de Thierry Lenain, illustrations de Stéphanie Marchal, Père Castor/Flammarion, 32 pages, 9,50 euros.

Parce que la réflexion des enfants n'est pas nécessairement celle des adultes, cet album, à la frontière entre fiction et documentaire, a la bonne idée d'aborder la question de l'humanité et du vivant à l'envers de l'habitude. En général, on part du big bang pour arriver à aujourd'hui. Ici, c'est l'inverse. Au début du livre, la petite Sofia interroge ses parents: «*Il y avait qui, avant moi ?*» Papa et Maman lui expliquent ses grands-parents, ses arrière-grands-parents... La petite est insatiable et réinterroge constamment ses parents: «*Et avant eux ?*» Ce qui permet aux adultes de remonter aux temps les plus anciens, et même celui où il n'y avait pas encore d'humains sur la Terre. À Sofia qui veut encore en savoir plus, ils répondent: «*Au tout début, avant tout ça, il y avait un immense trou noir. Mais personne ne sait vraiment ce qu'il y avait dedans.*» À cet endroit de cet album très joyeusement illustré, la fiction reprend ses droits.

À partir de 5 ans.



*J'agis pour ma planète*, textes d'Emmanuelle Ousset, illustrations de Pierre Caillou, Père Castor/Flammarion, 32 pages, 8 euros.

Parce qu'il n'est jamais trop tôt pour apprendre à être actif afin de préserver l'environnement, cet ouvrage bien pensé envisage l'écologie à hauteur d'enfant, au fil de ses activités habituelles. Un état des lieux pointe d'abord les richesses à préserver, dont l'eau et l'air évidemment. Ensuite, l'ouvrage passe en revue différentes questions: l'énergie, ses sources et ses utilisations, la pollution, le réchauffement du climat. Chaque fois, il donne des pistes de gestes utiles, même pour les enfants, ne pas aller à l'école en voiture, réparer les vêtements, utiliser une gourde, éteindre les pièces dont on sort et les appareils quand on ne les utilise pas, etc. Il offre aussi des informations sur des sujets comme la pâte à tartiner qui menace les orangs-outans, les espèces animales qui disparaissent, l'alimentation réfléchie, le réutilisable et le recyclage. Parce qu'il n'est jamais trop tôt pour bien commencer.

Pour tous à partir de 4 ans.



*L'or bleu des Touaregs*, de Donald Grant, Seuil Jeunesse, 40 pages, 13,90 euros.

Réédition bienvenue d'un album paru en 2009 aux éditions du Sorbier qui alertait déjà alors sur le bouleversement de vie des Touaregs que générerait le réchauffement climatique. Onze ans plus tard, les choses n'ont sûrement pas évolué dans le bon sens. On prend conscience de leur détresse au fil de l'histoire d'Amzin, 7 ans et demi. Son père est le chef de la caravane. Les Touaregs sont nomades, on le sait, et ont besoin de ces voyages pour vivre. Le jeune narrateur nous partage son mode de vie habituel mais surtout les bouleversements dans sa famille: leurs animaux ne trouvent rien à manger à cause de la sécheresse et sont vendus. Les siens sont obligés de s'installer en ville et d'y travailler. Là, hélas, l'eau manque aussi. Jusqu'au jour où naît l'idée de creuser le puits plus profondément. Cela marche ! Amzin et les siens deviennent cultivateurs, le temps de se refaire un peu d'argent, puis reprennent la route. De très belles illustrations en pastels rehaussés de peinture donnent encore plus de force aux propos du jeune narrateur.

À partir de 5 ans.

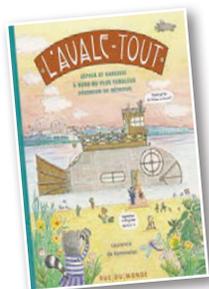
## La planète L'écologie



*Écologie, 40 militants pour la planète*, textes d'Elisabeth Combres, illustrations de Véronique Joffre, *Gallimard Jeunesse*, collection «Bam !», 96 pages, 9,90 euros.

La collection «Bam !» a pour ligne d'aborder divers thèmes à travers 40 portraits d'hommes et de femmes de légende dans le sujet. Pas étonnant que ce soit Greta Thunberg qui soit en couverture du volume qui traite d'écologie. Elle est aussi le 40<sup>e</sup> portrait du documentaire, fort bien écrit et agréablement illustré, suivant l'ordre chronologique. Logiquement donc, il s'ouvre avec Henry David Thoreau, qui vécut seul 2 ans (1845-1847) dans une cabane au Massachussets. On a plaisir d'y croiser des noms connus comme René Dumont (candidat écologiste à l'élection présidentielle française), Raoni (chef indien alertant sur la déforestation en Amazonie), Dian Fossey (sauveuse des gorilles), Wangari Maathai (prix Nobel de la paix 2014 pour son combat contre la déforestation), Naomi Klein (livres sur le climat) et de retrouver leur parcours mais aussi de découvrir toute une série d'hommes et de femmes qui ont moins été sous les feux des médias. L'homme politique japonais Tanaka Shozo, le philosophe de l'écologie Arne Naess, la dissidente chinoise Dai Qing, la militante écologiste américaine Lois Gibbs et d'autres encore. Une mine verte.

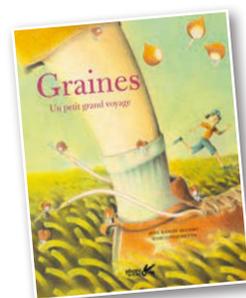
À partir de 8 ans.



*L'Avale-tout, Zéphyr et Narcisse à bord du plus fabuleux dévoreur de détritius*, de Laurence de Kemmeter, *Rue du Monde*, 48 pages, 22,90 euros.

Ce grand format signé d'une auteure-illustratrice belge raconte sous forme de bande dessinée la mission de «L'Avale-tout», un drôle de bateau en forme de poisson qui a pour mission de sillonner cours d'eau et étangs afin d'en retirer les détritius. À bord, Zéphyr la grenouille, Narcisse le canard et tout un équipage d'animaux partent pour leur 36<sup>e</sup> mission, baptisée «Propreté absolue». On voit ce qu'ils récoltent, les déchets de la Grande-Ville, bouteilles, sacs plastiques, pneus, machines usagées, jouets cassés ! Après avoir nettoyé la rivière et le marais, ils iront apporter tout ça à Recycle City afin que ces objets aient une seconde vie. Pollution, recyclage donc, mais ce n'est pas tout, car Zéphyr et Narcisse ont aussi une mission secrète: récolter des graines afin de les transformer ensuite en bombes à graines et de fleurir toute la ville jusque dans ses moindres recoins. Voilà un album joliment construit, plein de péripéties qui apprend une foule de choses et incite à ne pas rester inactif.

Pour tous à partir de 6 ans.



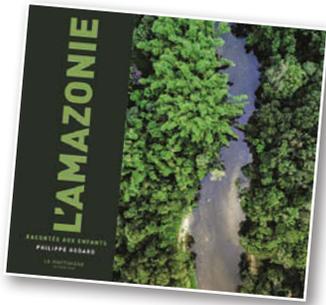
*Graines, un petit grand voyage*, textes de José Ramon Alonso, illustrations de Marco Pachetta, traduit de l'espagnol par Julien Alcaraz, *Plume de Carotte*, 60 pages, 18 euros.

Qui n'a pas fait germer des graines de haricot sur un bout d'ouate ? Ou calé un noyau d'avocat sur un fond de bouteille ? Mais si on allait plus loin ? Cet ouvrage part de l'histoire du jeune Américain Johnny Appleseed, Johnny Pépin-de-Pomme, qui a semé les pépins des pommes qu'il mangeait partout où il passait, créant même des pépinières d'arbres fruitiers lors de la conquête de l'Ouest. Il invite chacun à devenir un «Pépin-de-Pomme». Et à cette fin, il dispense de manière très agréable un nombre incroyable d'informations sur les graines. Quel prodige d'humilité et de force que ces dernières ! Qu'elles soient minuscules comme de la poussière ou aussi grosses qu'un ballon de football. On en suit toute une série dans leurs particularités et dans leurs voyages pour trouver l'endroit idéal, car les graines ne restent pas toujours sur place. L'auteur évoque également l'utilité des graines pour l'homme, nourriture, huile, coton, etc. Un documentaire aussi fouillé qu'accessible et passionnant.

À partir de 7 ans.



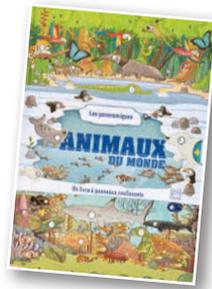
## Les animaux



*L'Amazonie racontée à tous*, de Philippe Godard, De La Martinière Jeunesse, 72 pages, 14,50 euros.

Une foule de photos plus belles et plus impressionnantes les unes que les autres, une trentaine de sujets fort bien évoqués sur double page, ce magnifique documentaire est un hommage à l'Amazonie dont l'écosystème est, on le sait, grandement menacé. Les jeunes seront sensibilisés à ce que l'on risque bien de perdre si on ne fait rien. La forêt amazonienne est la plus grande forêt pluviale de la planète, un des écosystèmes les plus anciens et les plus riches. On y dénombre 60 000 espèces de plantes, 2 000 espèces d'oiseaux, autant de poissons, 400 sortes de mammifères, dans parler des innombrables amphibiens et insectes, ni des espèces qui n'ont pas encore été découvertes. Comment accepter que le poumon vert de la planète soit détruit ou simplement menacé ? Cet ouvrage nous y entraîne, de haut par des vues aériennes, mais aussi au plus près grâce à de très nombreuses photos à couper le souffle.

À partir de 8 ans.



*Animaux du monde*, textes de Camilla de la Bédoyère, illustrations de Brendan Kearney, traduit de l'anglais par Claire Allouch, Éditions Quatre Fleuves, 22 pages à coulisses, 15,90 euros.

Pas d'introduction dans cet album cartonné dont la particularité est que chacune des pages coulisse, offrant une vision panoramique du lieu visité. Cinq milieux naturels sont successivement présentés: la forêt amazonienne, la grande barrière de corail, la forêt boréale, l'Arctique et la savane africaine. Comme c'est un livre destiné à éveiller la curiosité des jeunes enfants, il y a des dizaines d'animaux à identifier dans chaque sujet même si les végétaux ne sont pas oubliés. Un texte introductif et de brèves légendes donnent de courtes indications et un jeu de cache-cache est chaque fois proposé. Si les dessins permettent de reconnaître aisément les animaux, ils ont la particularité de présenter tous les animaux avec de gros yeux, coquetterie de l'illustrateur. L'album est tout en cas spectaculaire, invite à l'observation grâce aux véritables scènes de théâtre qui le composent.

À partir de 5 ans.



*Les animaux*, textes de Lucy Brownridge, illustrations de Natasha Durley et *L'espace*, textes de Lucy Brownridge, illustrations de Victoria Fernandez, adaptations françaises par Casterman, Casterman, collection «Mon doc à gratter», 18 pages cartonnées, 13,95 euros.

Terminons avec ces documentaires plus ludiques puisqu'il faut gratter à l'aide du stylet fourni l'encre d'une partie des dessins pour révéler le sujet qu'ils cachent. *Les animaux* sont répartis par zone géographique, forêt amazonienne, grande barrière de corail, savane africaine, forêt canadienne, etc. En tout, ce sont 50 animaux qui sont à gratter, en plus de ceux qui apparaissent dans les images. Pas mal pour en découvrir déjà une bonne série. *L'espace* est décliné en différents chapitres comme le big bang, le système solaire, objectif Lune, vaisseau spatial. Ici les grattages sont un peu plus difficiles, galaxies, planètes et astéroïdes mais aussi éléments d'une fusée, phases de vie d'une étoile. De quoi approcher le sujet par l'expérience et les tâtonnements.

À partir de 6 ans.

«Un enfant qui lit sera un adulte qui pense»

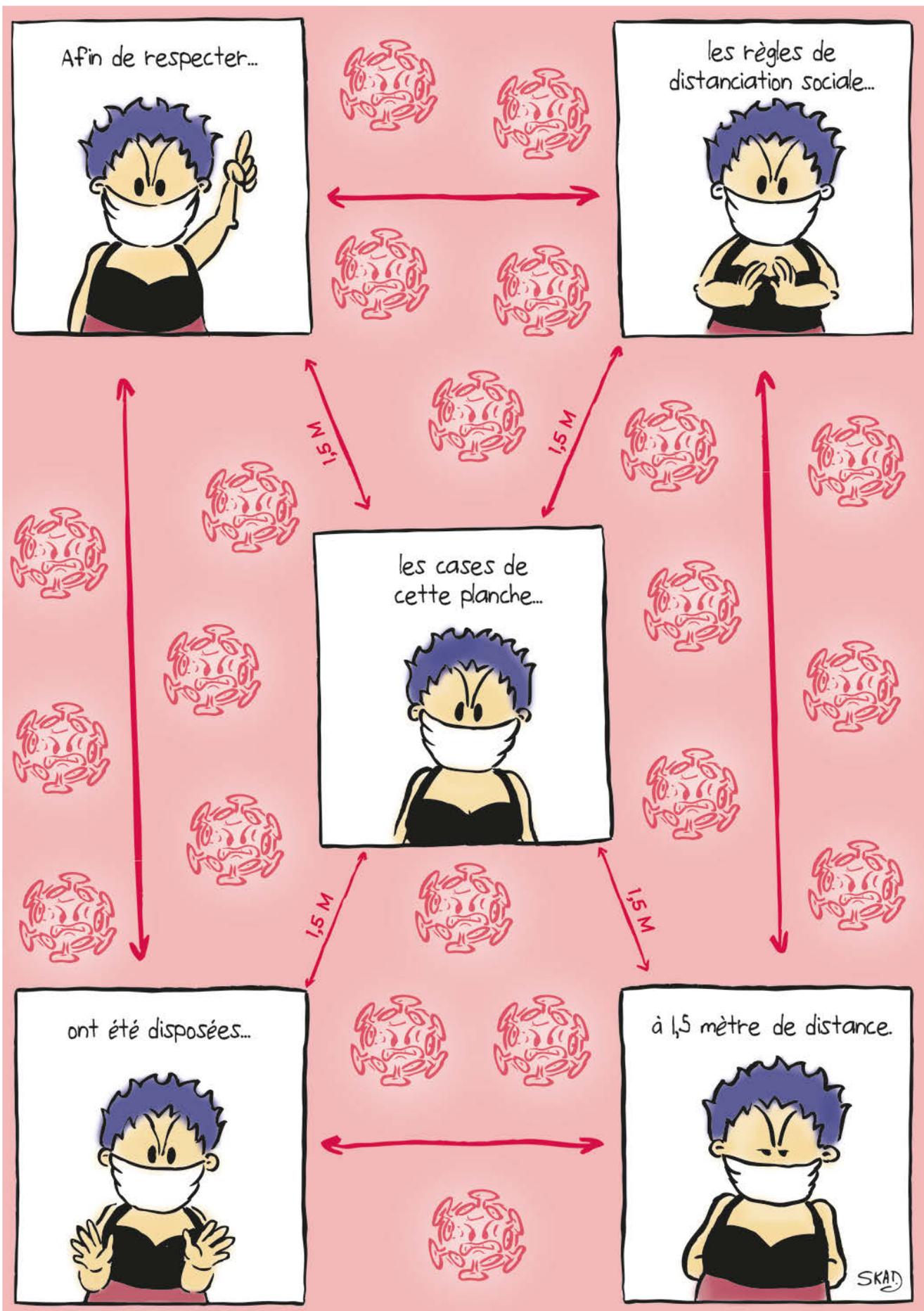
Flore Vasseur, écrivain

Un enfant à qui la lecture ouvrira les portes d'un monde bien plus grand que celui qu'il imagine...

Bonnes lectures !

# LES AVENTURES DE BARJE

©SKAD 2020 - www.barje.be





# AGENDA

Le mag scientifique

• JUILLET-AOÛT 2020  
En Wallonie

## Stages d'été CAP SCIENCES

Après des semaines de confinement, les petites têtes blondes devraient pouvoir à nouveau découvrir le monde. Espérons-le. Si vous êtes en quête de nouvelles idées d'activités pour occuper vos enfants de 5 à 12 ans pendant les vacances d'été, ne cherchez plus, *Cap Sciences* vole à votre secours avec des stages instructifs et ludiques. Durant toute la semaine, votre enfant vivra d'incroyables moments en réalisant des expériences palpitantes. Il aura, par exemple, la chance d'intégrer une brigade de la police scientifique, de découvrir les secrets de super-héros célèbres ou encore de programmer des robots malicieux. Que vous habitiez à Bruxelles, Louvain-la-Neuve, Wavre, Namur, Liège ou ailleurs en Wallonie, il y a toujours de chouettes stages *Cap Sciences* près de chez vous ! Les inscriptions sont ouvertes.

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

• JUILLET-AOÛT 2020  
Charleroi

## Corps-Lanta et Aliment'action

Tu as l'âme d'un-e aventurier-e ? Corps-Lanta est fait pour toi ! Rejoins-nous pour vivre des heures d'expériences scientifiques et d'épreuves sportives variées et originales ! Lors de tes expérimentations, tu découvriras et comprendras la machine exceptionnelle qu'est ton corps et par le sport, tu constateras tout ce que celui-ci est capable de réaliser ! Si tu préfères cuisiner et bouger en même temps, passe à l'action dans notre laboratoire afin de découvrir les réactions présentes dans de nombreuses recettes ! Et après avoir fait le plein d'énergie, essaye-toi à divers sports d'équipe originaux. Durant 5 jours, tu découvriras également des techniques culinaires parfois surprenantes telles que la lacto-fermentation, des boissons à base de kéfir mais aussi comment recycler tes déchets alimentaires et économiser de l'énergie dans ta cuisine. Exceptionnellement cette année, les stages s'adresseront uniquement aux enfants de 8 à 12 ans.

 <https://www2.ulb.ac.be/ccs-nouveau/activites-stagesete.html>

# À LIRE

S.O.S. SAIVE OUR SOUL  
Olivier SAIVE - SAIVE CARTOON

Comme tout le monde, notre illustrateur Olivier Saive, a été surpris par l'ampleur de la pandémie du Covid-19 et le confinement qui a été imposé. À sa manière, il souhaitait participer à l'effort collectif qui s'est mis en place pour faire face à ce défi mondial. Avec humour, il s'est donc lancé dans la publication de cartoons quotidiens sur les réseaux sociaux. L'objectif, en toute humilité: faire sourire et aider les gens à prendre du recul par rapport à cette période angoissante et destructrice. À la demande de nombreux internautes et même si l'édition n'est pas vraiment son job, il a accepté d'en faire un recueil. Voilà comment est né «S.O.S.» ! Si vous voulez garder des traces de cette période inédite à travers de chouettes cartoons, n'hésitez pas à lui envoyer directement un mail pour commander le bouquin dédié ! Commande: [saivecartoon@mac.com](mailto:saivecartoon@mac.com)



## ATHENA 347 Mai-Juin 2020

Tiré à 22 250 exemplaires, *Athena* est un magazine de vulgarisation scientifique édité par le Département de la Recherche et du Développement technologique du SPW Recherche.

Place de la Wallonie 1, Bât. III - 5100 JAMBES  
N° Vert du SPW: 1718 •  [www.wallonie.be](http://www.wallonie.be)

### Abonnement (gratuit)

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

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

PAR TÉLÉPHONE  
au 081 33 44 97

PAR COURRIEL À L'ADRESSE  
[luc.wiart@spw.wallonie.be](mailto:luc.wiart@spw.wallonie.be)

Distribution en Belgique uniquement.

Rejoignez-nous également sur  
 [www.athena-magazine.be](http://www.athena-magazine.be)  
 <http://athena.wallonie.be>  
 [Facebook.com/magazine.athena](https://Facebook.com/magazine.athena)

RÉDACTRICE EN CHEF  
Géraldine TRAN  
Ligne directe: 081 33 44 76  
[geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)

GRAPHISTE  
Nathalie BODART  
Ligne directe: 081 33 44 91  
[nathalie.bodart@spw.wallonie.be](mailto:nathalie.bodart@spw.wallonie.be)

IMPRESSION  
db Group.be  
Boulevard Paepsem, 11A à 1070 Bruxelles

ISSN 0772 - 4683

COLLABORATEURS  
Lucie Cauwe, Virginie Chanry,  
Anne-Catherine De Bast, Jean-Michel Debry,  
Paul Depovere, Henri Dupuis, Julie Fiard,  
Philippe Lambert, Yaël Nazé, Théo Pirard,  
Jean-Claude Quintart, Jacqueline Remits,  
Nadine Sahabo

DESSINATEURS  
Olivier Saive, SKAD, Vince

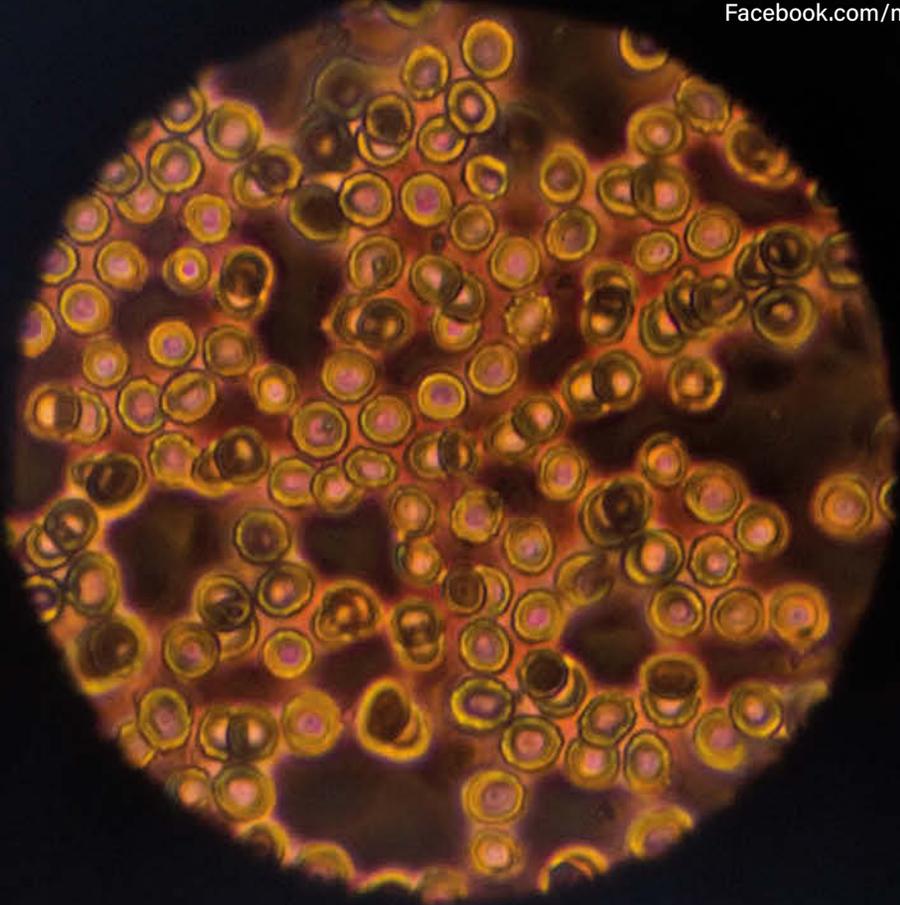
ÉDITRICE RESPONSABLE  
Isabelle QUOILIN  
Directrice générale

COUVERTURE  
Première  
Crédit: Alexandr Nikulin/Pexels

Quatrième  
Crédit: ThisIsEngineering/Pexels

Toute reproduction totale  
ou partielle nécessite  
l'autorisation préalable  
de la rédactrice en chef.



A circular microscopic view of numerous cells, likely yeast or bacteria, showing distinct cell walls and internal structures. The cells are densely packed and appear to be in various stages of growth or division. The background is dark, making the illuminated cells stand out.

## *Visitez nos sites*

<http://athena-magazine.be>  
<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)