

L'ADN de... p.18

## Raphaël LIÉGEOIS, (Candidat) Astronaute

Quoi de neuf dans l'espace p.44

## Un Belge parmi la nouvelle sélection des astronautes de l'ESA

TU CROIS  
QU'ON AURA  
AUSSI DES  
FRÎTES ?

SUPER NOUVELLE  
LES AMIS... UN BELGE VA  
ARRIVER ! ON VA ENFIN  
SE MARRER !

EDIWALL





# ÉDITO



## Résilience, le remède à tout ?

TEXTE: GÉRALDINE TRAN - RÉDAC'CHEF - PHOTOS: ©NADYA SO - STOCK.ADOBE.COM - TITRE, ID PHOTO/VIGNETTE

Nous avons l'immense tristesse de vous faire part de la disparition inopinée de Jean-Claude Quintart, notre «Monsieur Actualités» depuis de nombreuses années. Nos plus sincères condoléances à sa famille et à ses proches.

Sa bonne humeur, sa bonhomie, son enthousiasme, sa conscience professionnelle et sa fidélité nous manqueront...



Les 2 dernières années ont été, pour le monde entier, pour le moins mouvementées. Entre la crise sanitaire de la Covid, qui reste une menace par ces incessants rebonds, la guerre en Ukraine et toute l'horreur qu'elle entraîne pour les populations, les soulèvements en Iran (entre parenthèses: *#LibérezOlivierVandecasteele*), les catastrophes naturelles qui se multiplient... on peut dire que l'actualité mondiale a été anxiogène et a mis nos émotions à rude épreuve. C'est là que le mot «Résilience» fait surface. Saviez-vous d'ailleurs qu'il s'agit initialement d'un terme scientifique qui définit la capacité d'un matériau à résister aux chocs ? Il a ensuite été adopté par d'autres secteurs comme l'informatique (capacité d'un système à continuer à fonctionner, même en cas de panne), l'écologie (capacité d'un écosystème, d'un biotope à se rétablir après une perturbation extérieure) et surtout la psychologie et les sciences sociales pour enfin être admis dans le langage courant, jusqu'à être tatoué sur de nombreuses peaux. Ce mot, plein d'espoir, a été médiatisé lors de la sortie en librairie, en 2002, de l'ouvrage *Un merveilleux malheur* de Boris Cyrulnik, qui évoquait «ces enfants qui ont su triompher d'épreuves immenses et se faire une vie d'homme, malgré tout. Le malheur n'est jamais pur, pas plus que le bonheur. Un mot permet d'organiser notre manière de comprendre

le mystère de ceux qui s'en sont sortis. C'est celui de résilience, qui désigne la capacité à réussir, à vivre, à se développer en dépit de l'adversité». Derrière les 10 petites lettres du mot résilience se cachent des mécanismes salvateurs. On comprend son succès: s'il est un moyen parmi d'autres de défense contre les traumatismes, il est aussi l'une des clés du tant recherché bonheur puisqu'il permettrait de transformer les blessures et les souffrances en énergie reconstructive, voire vitale. Bien sûr, il existe différentes formes; bien sûr, et Boris Cyrulnik le rappelle, «*aucun malheur n'est merveilleux*»; bien sûr tout le monde n'y arrive pas toujours et bien sûr, ce n'est pas ce mot qui va faire oublier les dégâts ou les pertes irréparables que les individus peuvent subir au cours d'une vie. Mais pourquoi pas s'inspirer de ces enfants qui, malgré «tout», sont parvenus à poursuivre et construire leur vie d'adulte, pourquoi ne pas croire en l'idée, finalement extrêmement juste, qu'après la pluie vient toujours le beau temps ? De l'épreuve peut naître une réflexion (pourquoi dois-je autant souffrir ?), une métamorphose (comment puis-je dépasser cette souffrance ?) et un processus de réparation (quels outils ai-je pour être heureux quand même ?). C'est ce que je souhaite à chacun, à son échelle, pour cette année et le temps qu'il nous reste: garder l'espoir que rien n'est écrit car ce qui l'est ne l'est que pour un temps... 



# SOMMAIRE

Le mag scientifique

359

Novembre-Décembre 2022



- 4 **Actualités** • Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 6 **Dossier** • Comme une odeur de renouveau... neuronal !
- 12 **Wall'Innove Tour** • I-Care
- 14 **Technologie** • L'électronique verte
- 18 **L'ADN de...** • Raphaël LIÉGEOIS, (Candidat) Astronaute
- 20 **Internet** • Comment optimiser sa navigation en ligne (partie 2)
- 24 **CurioKids** • Secrets de pharaons
- 30 **Qui est-ce ?** • Rosalind FRANKLIN
- 32 **Société** • Les sportives cirent les bancs
- 36 **Chimie** • À la recherche de l'or noir: une torchère magique !
- 38 **Biologie** • Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 42 **Physique** • Le démon de la physique
- 44 **Espace** • Quoi de neuf dans l'espace ?
- 45 **Espace** • Eaux de surface: en quoi SWOT peut-il changer la donne ?
- 48 **Astronomie** • Petite balade tête dans les étoiles
- 50 **À lire** • À lire avec nos enfants
- 54 **Barje** • On est tous Barje, même *Athena* !
- 55 **Agenda** • À voir, à tester, à cliquer, à lire...

TEXTE : JEAN-CLAUDE QUINTART

PHOTOS : © LUCHSCHENF - STOCK.ADOBE.COM (P.4), © PRODUCTION PERIG - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © BESIX (P.5)

## Belgo-Biotech Valley

**C'**est à force d'efforts répétés que notre région s'est hissée parmi les grandes plateformes mondiales du pharma et du biopharma. Aussi, estiment les responsables du secteur, si nous voulons progresser encore et défendre notre rôle de pionnier, est-il essentiel de maintenir le soutien apporté à nos thérapies biotech de pointe. Des thérapies qui guérissent des pathologies complexes et pour lesquelles nos équipes scientifiques possèdent une expertise unique. De fait, ces dernières années, nous avons développé un savoir-faire d'exception en thérapies cellulaires, géniques et tissulaires: les ATMP (*Advanced Therapy Medicinal Product*), que le belge *TiGenix* a été le premier en Europe à produire, suivi par l'émergence de nombreuses jeunes pousses comme *Bone Therapeutics*, *Cellaion*, *Ceylad Oncology*, etc. Parallèlement se sont ouvertes des plateformes spécifiques de bioproduction (*Contract Development Manufacturing Organizations*) avec des sociétés comme *Catalent*, *Exothera* ou encore *Kaneka Eurogentec*.

Par la richesse de cet écosystème, notre pays attire toujours plus d'investissements stratégiques. Ces dernières semaines, nous avons assisté à la pose de la première pierre par *UCB* d'un nouveau centre de thérapie génique et à Gand, à la construction, en collaboration avec *Janssen Pharmaceutica*, du premier site européen de *Legend Biotech* dédié à la production de thérapies cellulaires, utilisées dans le traitement de certains cancers. Des succès belges qui n'occulent toutefois pas le boom rencontré par les ATMP aux États-Unis et en Asie. «Des régions qui font des avancées très rapides», comme en atteste le dernier rapport de l'*Alliance for Regenerative Medicine*. Bref, si nous ne voulons pas nous retrouver à la traîne, il serait souhaitable que nos autorités continuent de soutenir fermement le secteur et adaptent les cadres légaux aux nouvelles réalités. Pour Frédéric Druck, secrétaire général de *bio.be/essencia*, «L'environnement réglementaire belge et européen n'est pas assez agile. Les avancées biotechnologiques sont trop souvent confrontées à des obstacles légaux qui freinent les innovations

*prometteuses en médecine personnalisée*». Qui souligne également que parmi les défis auxquels nous sommes confrontés réside celui des talents, notre atout le plus important, pour autant que l'enseignement puisse suivre les progrès et garder ses cursus en adéquation avec le quotidien du monde économique et médical.

De son côté, Tineke Van Hooland, Secrétaire générale adjointe d'*essencia*, qui se plaît à qualifier la Belgique de *biotech valley*, confirme que «Nous avons en effet chez nous tous les acteurs nécessaires à la couverture de l'ensemble de la chaîne de valeur des ATMP». Et que forts de cette position, «Nous devons maintenant favoriser la rencontre entre tous ces maillons pour collaborer encore plus et ce, à travers les 3 régions». Enfin, Geoffrey Pot, président de *bio.be/essencia*, note que «Ces 3 dernières années, le secteur a activement collaboré avec les autorités dans le cadre de la plateforme fédérale R&D biopharma, et que le coup d'envoi de l'EU Biotech Campus a conforté le plan de relance, tout ceci avec un focus sur la numérisation et la bioproduction du futur». Aussi estime ce dernier, «Il nous faut continuer sur cette voie et travailler ensemble aux 3 priorités que nous nous sommes fixées: renforcer la position concurrentielle de la Belgique au niveau européen et mondial; développer les talents de demain et soutenir les investisseurs locaux et internationaux dans la concrétisation des factories of the future». <sup>A</sup>

 <https://www.essencia.be/fr>

## Chaire en Intelligence artificielle et médecine digitale

Le lancement de cette Chaire est une première en Belgique et nous le devons à l'UMONS, à l'ULB et au groupe de presse médicale *RMN*. Suite à cette initiative, les futurs médecins des 5 prochaines promotions profiteront d'enseignements spécifiques sur les tenants et aboutissants de l'Intelligence artificielle. «Ce projet est essentiel. Il permettra d'enseigner la science des données et le numérique pour préparer ainsi les médecins de demain. Il est également l'occasion pour l'UMONS de consolider son leadership en intelligence artificielle en santé ainsi que dans le domaine digital», explique Giovanni Briganti, titulaire de la Chaire; qui a développé le cours pour les Bacheliers en médecine à partir de la troisième année et un e-learning en ligne de 5 modules suivi d'un quiz. Dans la foulée, cette même Chaire coordonnera un certificat InterUniversitaire commun ULB/UMONS sur le même thème mais pour tout professionnel en lien avec le monde de la santé et désireux de se rompre aux bases du numérique en santé. 

 <https://web.umons.ac.be/>



## LE CHIFFRE

# 1 milliard

Tel est le montant que s'apprête à investir *UCB* au cours de la prochaine décennie, sur son campus de Braine-l'Alleud. Au programme de ce plan, on notera tout d'abord la construction d'une usine de biotechnologie multi-produits, qui devrait être opérationnelle en 2024. D'un montant de 300 millions d'euros, cette nouvelle unité, moderne, verte et dotée d'une importante intégration numérique, fournira les outils utiles à *UCB* pour lancer et commercialiser les médicaments actuellement en cours de développement clinique ou récemment approuvés. Par la suite, *UCB* se lancera dans la thérapie génique en investissant quelque 200 millions dans de nouvelles installations dédiées à cette discipline. Le site disposera de capacités à la pointe de l'Art et de moyens essentiels au développement analytique et procédés de bout en bout, à la production clinique, au contrôle de la qualité et enfin, à la commercialisation des produits. Ces nouveaux dispositifs renforceront le domaine de la thérapie génique d'*UCB*, concentrés actuellement à Braine-l'Alleud et Leuven en Belgique et Boston et Durham aux États-Unis.

«Ces investissements stratégiques représentent une nouvelle étape dans notre parcours d'innovation, convertissant Braine-l'Alleud en un campus de haute technologie et forte valeur ajoutée», déclare Jacques Marbehand, Global Head of



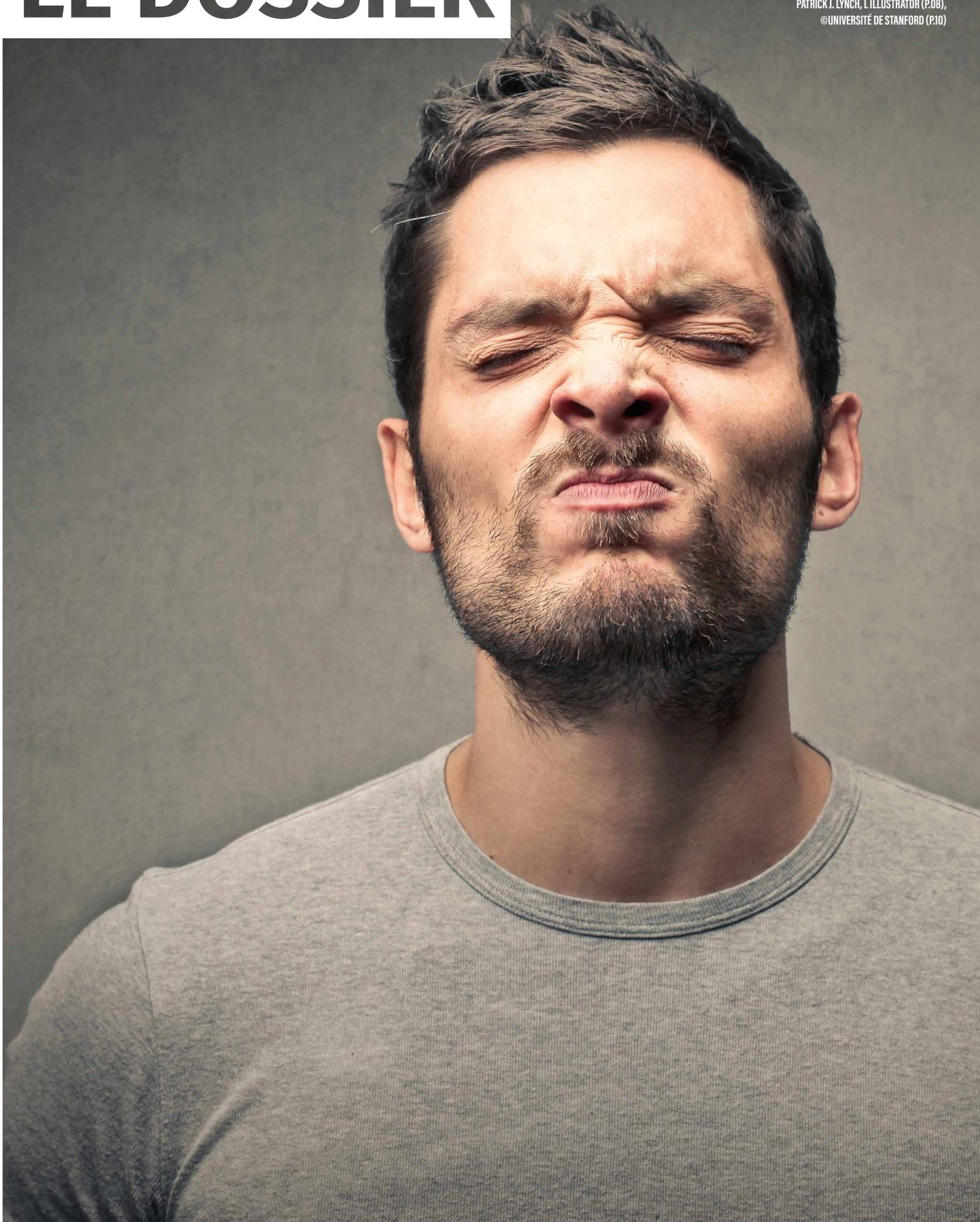
Industrial Operations chez *UCB*. Précisant que «Braine-l'Alleud est devenu un lieu unique qui respire l'innovation à travers toutes ses activités, offrant des possibilités infinies à une multitude de talents».

Créé en 1971, le site de Braine-l'Alleud est l'un des plus grands centres de recherche du Groupe aux côtés de ceux des États-Unis et du Royaume-Uni. Il abrite une communauté florissante et dynamique de quelque 2 065 scientifiques, techniciens, experts en technologie numérique, ingénieurs, de plus de 50 nationalités différentes. Les nouveaux investissements créeront 150 emplois supplémentaires en production biologique et une centaine en thérapie génique. 

 <https://www.ucb.com>

# LE DOSSIER

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT - PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE  
WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE  
PHOTOS: @OLLY - STOCK.ADOBE.COM (P.06),  
PATRICK J. LYNCH, I ILLUSTRATOR (P.08),  
©UNIVERSITÉ DE STANFORD (P.10)



# Comme une odeur de renouveau... neuronal !

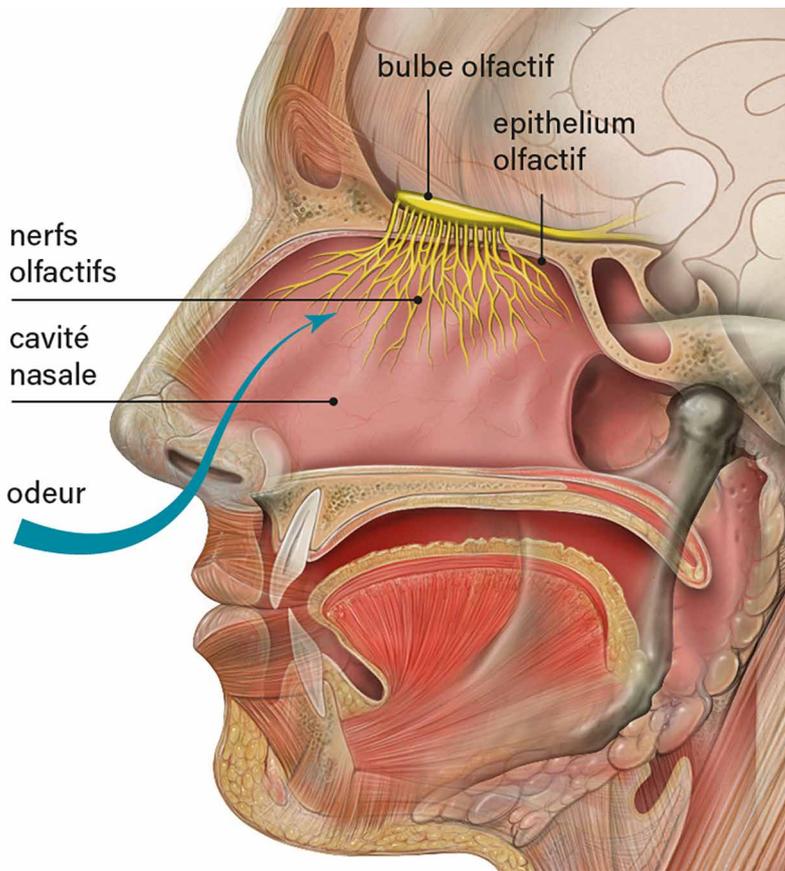
Même si elle semble réduite à l'état de vestige et presque indétectable chez l'être humain, il existe, à l'échelle de l'ensemble des mammifères, une régénération en continu des neurones du bulbe olfactif. Pour en saisir la «mécanique» et l'intérêt fonctionnel, encore faut-il explorer d'abord le fonctionnement du système olfactif lui-même. L'équipe de Gabriel Lepousez, du Laboratoire Perception et Mémoire de l'Institut Pasteur, s'y attelle, avec pour objectif ultime de développer des thérapies de «réparation» de régions du cerveau endommagées à la suite d'une maladie neurodégénérative ou d'un trauma

On a longtemps considéré que les neurones ne pouvaient se renouveler. On sait aujourd'hui que ce principe général connaît quelques exceptions. Au sein de l'espèce humaine, l'hippocampe, structure cérébrale essentielle dans le processus de mémorisation, demeure le siège d'une neurogenèse à l'âge adulte, à telle enseigne que chez un individu de 50 ans, l'ensemble des neurones de la région hippocampique régénérée en continu, le gyrus denté, seraient nés alors que le sujet était adulte. Si le débat n'est pas clos à propos de l'existence d'un phénomène similaire de régénération neuronale dans d'autres régions du cerveau, notamment le bulbe olfactif, des données de plus en plus nombreuses dessinent le profil d'une neurogenèse vraiment très vestigiale et quasi indétectable dans cette structure chez l'Homme. *«Au niveau fonctionnel, on estime que le système olfactif est lui-même assez vestigial chez l'Homme, qui a privilégié la vision au détriment de l'olfaction, et qu'il suffit à remplir, tel qu'il est, la fonction qui lui est dévolue. Sa taille n'est nullement équivalente à celle du système olfactif d'un rongeur ou d'un animal nocturne, par exemple»,* indique le docteur Gabriel Lepousez, chargé de recherche dans le Laboratoire Perception et Mémoire de l'Institut Pasteur, à Paris.

Et d'ajouter: *«Du point de vue anatomique, qui plus est, le développement exceptionnel du cortex humain a fortement éloigné le bulbe olfactif de la zone de production de nouveaux neurones, située au niveau des parois des ventricules latéraux. La distance à parcourir par de nouveaux neurones entre la zone de production et leur destination finale au sein du bulbe olfactif est de plusieurs centimètres chez l'Homme, ce qui nécessite un cheminement théorique de plusieurs années, tandis qu'elle est très courte chez les rongeurs, seulement de quelques millimètres.»*

À l'échelle de l'ensemble des mammifères, il existe 2 régions cérébrales où l'on a observé une neurogenèse en continu: l'hippocampe et le bulbe olfactif, celui-ci éveillant le doute, nous venons de l'évoquer, quant à ses capacités de régénération chez l'être humain. Toutefois, il serait réducteur de se focaliser sur le seul bulbe au sein du système olfactif. Pourquoi ? Parce que ce dernier fait en réalité l'objet de 2 processus de neurogenèse en continu, l'un centré sur les neurones intrinsèques du bulbe olfactif, l'autre, dont on sait qu'il concerne aussi notre espèce, sur la muqueuse olfactive. Cet épithélium, qui se situe au sommet de la cavité nasale, détecte les molécules volatiles en provenance du monde extérieur via les récepteurs





olfactifs présents à la surface des neurones de la muqueuse, lesquels se projettent dans le bulbe. «On considère que la totalité de notre muqueuse olfactive est régénérée tous les 3 à 6 mois, précise Gabriel Lepousez. Sans les cellules souches qui s'acquittent de cette tâche, nous perdriions très rapidement l'odorat sous les attaques quotidiennes des virus, bactéries, polluants et autres toxines qui détériorent la muqueuse.»

## Mille milliards d'odeurs

En 2004, les Américains Richard Axel et Linda Buck ont reçu le prix Nobel de médecine et physiologie pour des travaux pionniers qui se sont traduits par une avancée majeure dans la compréhension de la manière dont fonctionne le système olfactif. Les 2 chercheurs ont résolu une question restée énigmatique jusque-là: celle de l'identité des récepteurs olfactifs et des principes de codage qui permettent de reconnaître et de se souvenir d'un nombre vertigineux d'odeurs différentes. À l'époque, l'assemblée Nobel évoquait le nombre de 10 000 odeurs. Comme le souligne Gabriel Lepousez, de nouvelles estimations repoussent cette limite à 1 000 milliards d'odeurs que nous serions capables de discriminer. Richard Axel et Linda Buck ont identifié et caractérisé pour la première fois une vaste famille de gènes qui codent chacun pour un type de récepteurs olfactifs. À la suite de leurs travaux et de ceux qu'ils ont inspiré à d'autres équipes, on sait que chez

certaines mammifères, tel le rat, le nombre de ces gènes s'élève à environ 1 200, tandis qu'il est de l'ordre de 400 chez l'Homme. Un chiffre significatif puisque l'ensemble des gènes concernés représente quelque 2% de notre génome et code pour 10 à 100 fois plus de capteurs sensoriels différents que les gènes, nettement moins nombreux, impliqués dans les autres sens.

Contrairement à ce que l'on imaginait dans les années 1980, la plupart des récepteurs olfactifs sont relativement peu spécifiques, certains d'entre eux étant à même de fixer plusieurs types de molécules odorantes, un peu à l'image d'une serrure susceptible d'être ouverte par plusieurs clés. Cette non-spécificité permet à un ensemble limité de récepteurs d'offrir au cerveau, par le jeu des combinaisons, la représentation chimique d'un innombrable contingent de molécules odorantes, chacune faisant l'objet d'une combinaison unique d'activations de récepteurs odorants. «Certains récepteurs commencent à être bien caractérisés et l'on sait, du moins en partie, quelles molécules odorantes ils reconnaissent. Leur génétique aussi a été bien décrite. Il apparaît que la famille de gènes qui codent pour ces récepteurs olfactifs est le siège de nombreux polymorphismes», fait remarquer Gabriel Lepousez. Les chercheurs du *Monell Chemical Senses Center* à Philadelphie ont d'ailleurs montré en 2014 qu'en moyenne, 1/3 des 400 récepteurs olfactifs humains diffère entre 2 individus. En résultent des différences fonctionnelles relatives au seuil de détection d'un certain nombre de molécules odorantes. À la variabilité génétique s'ajoutent d'autres paramètres qui influent, eux aussi, sur notre perception des odeurs: entre autres, l'état physiologique de chaque individu (faim versus satiété), son âge, mais aussi son expérience.

## Cartes olfactives

Richard Axel et Linda Buck ont aussi fait 2 découvertes qui permettent de comprendre la logique du codage des odeurs dans le cerveau. D'une part, chaque neurone olfactif exprime un seul des 400 récepteurs olfactifs et d'autre part, tous les neurones olfactifs exprimant le même récepteur convergent en un seul et même point à la surface du bulbe olfactif. Ainsi, en identifiant quelle zone de ce dernier est activée en présence d'une odeur, le cerveau peut connaître indirectement les récepteurs activés et potentiellement les molécules volatiles olfactives présentes dans l'environnement. Le système olfactif fabrique donc une représentation spatiale des odeurs. Chaque «carte olfactive» ainsi établie va ensuite être transmise et analysée dans plusieurs voies divergentes menant notamment au cortex olfactif (ou cortex piriforme) et à l'amygdale.

C'est le cortex olfactif qui renferme notre «bibliothèque» d'odeurs, notre mémoire sensorielle olfactive, laquelle joue un rôle crucial dans les processus de discrimination. En effet, c'est par une comparaison avec les odeurs qui y sont stockées que le cortex pourra identifier une odeur perçue par le nez en provenance du monde extérieur - *je la connais, je ne la connais pas, elle appartient plutôt à telle ou telle catégorie*, etc. L'autre chemin emprunté par l'information codée dans le bulbe olfactif aboutit à l'amygdale, centre des émotions et des automatismes qui y sont liés. Avant même d'avoir pu identifier une odeur, nous sommes capables d'émettre un jugement de valeur à son propos. Elle nous plaît ou ne nous plaît pas. *«Cette faculté est contre-intuitive, car les autres sens ne procèdent pas de la sorte*, souligne Gabriel Lepousez. *Prenons le cas de la vision. Ce n'est qu'après avoir identifié un objet que nous nous prononçons sur sa dangerosité éventuelle.»*

Le chercheur précise que certaines odeurs que nous n'avons jamais senties sont préencodées pour induire un rejet automatique. Par exemple, la cadavérine, composé chimique fortement odorant signalant un processus de dégradation des protéines et de putréfaction. Au départ, cette répugnance n'est pas culturelle, mais le fruit d'un précâblage cérébral pour éviter un danger potentiel. La plupart des odeurs sont toutefois apprises et, par le biais de cet apprentissage, sont associées à un contexte, un mot, une saveur, une couleur, etc. C'est à ce niveau que sont engagées d'autres formes de mémoire comme la mémoire épisodique, qui a trait à des événements personnellement vécus, ou la mémoire sémantique, qui concerne notre capacité à verbaliser nos connaissances générales. *«L'information olfactive ne reste jamais cantonnée dans l'amygdale et le cortex olfactif; elle essaime en plus vers d'autres structures associatives»*, indique notre interlocuteur. C'est le cas de l'hippocampe, qui reçoit lui aussi de l'information en provenance du bulbe olfactif et l'intègre à d'autres dimensions - spatiales, temporelles... - de l'événement vécu afin de donner naissance à un souvenir épisodique qui finira, s'il est suffisamment saillant, par être consolidé à long terme dans des structures corticales. Lors de la perception d'une odeur, l'hippocampe permet également d'associer celle-ci au souvenir d'événements passés auxquels elle peut être reliée, fût-ce par un détail et de façon involontaire comme dans l'épisode de la madeleine de Proust.

## Le poids du contexte

La plupart de nos perceptions sont multimodales, un stimulus «pur» est relativement rare dans la nature. Ainsi, la perception de l'odeur d'un fruit s'opère concomitamment avec celle de sa forme,

## L'EMPREINTE CULTURELLE

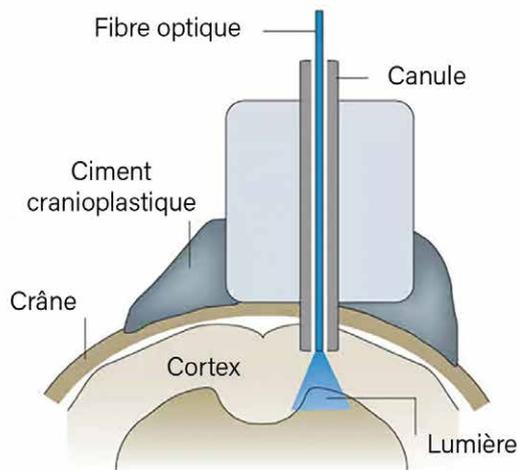
La culture dans laquelle baigne un individu est loin d'être anodine non dans la perception du signal olfactif, mais dans son interprétation. Elle influe à la fois sur les préférences - odeur jugée agréable ou désagréable, notamment - et sur la manière dont est mémorisée l'information olfactive (au moyen de quels mots et en lien avec quel concept, par exemple). Gabriel Lepousez illustre le propos en se référant à une molécule de la famille des esters, le butanoate d'éthyle, qui est présente tant dans la fraise que dans l'ananas. *«Lorsqu'on la fait sentir à un Européen, il dira que ça sent la fraise, tandis qu'une personne originaire d'Asie du Sud-Est ou d'Amérique latine dira qu'elle sent l'ananas. Pourquoi ? Parce que quand ils ont rencontré cette odeur pour la première fois, ils l'ont associée, les uns à la fraise, les autres à l'ananas, et ont mémorisé cette association initiale.»*

Le cas du roquefort ou du parmesan permet, lui, de mettre en lumière la question des préférences induites culturellement. L'odeur de ces 2 fromages contient de l'acide butyrique, une molécule produite par fermentation bactérienne qui est rejetée de façon innée par un bébé. *«Toutefois, dans la culture française, ce risque est "désappris" car au cours de notre éducation gustative, l'odeur du fromage est associée progressivement à l'idée d'un bon aliment ; elle ne fait plus l'objet d'un rejet. Aux États-Unis, cet apprentissage n'a pas lieu. Par conséquent, l'odeur du roquefort ou de parmesan demeure la cible d'un rejet automatique par les jeunes novices américains»*, explique Gabriel Lepousez.

de sa couleur et si nous le mangeons, de sa saveur plutôt sucrée ou plutôt acide, de sa texture, etc. L'apprentissage d'un événement olfactif se réalise toujours en conjonction avec un contexte. On sait par ailleurs que la constitution d'un souvenir épisodique de cet événement et de son contexte est d'autant plus robuste qu'une émotion positive ou négative y est associée. Par sa capacité à agir directement sur l'amygdale, centre des émotions, une odeur facilite l'encodage en mémoire d'un souvenir qui lui est associé. L'odeur possède donc un lien privilégié avec la mémoire.

En plus de son lien étroit avec les centres de la mémoire et des émotions, le système olfactif exerce aussi un contrôle indirect sur l'hypothalamus ainsi que sur les centres du plaisir et de la récompense. *«L'hypothalamus gère entre autres de nombreux processus et états physiologiques internes comme l'appétit, la prise alimentaire et la satiété*, dit Gabriel Lepousez. *De même que certaines odeurs stimulent l'appétit, celui-ci ou notre degré de satiété modifie notre perception des odeurs.»* Une autre région importante dans le domaine de l'olfaction est le cortex orbitofrontal, directement connecté au cortex olfactif. L'IRM fonctionnelle révèle une activation systématique de la région orbitofrontale lors de la perception





L'optogénétique consiste à introduire à la surface d'un neurone un gène qui code pour une protéine photosensible, laquelle rend possible l'activation ou l'inhibition spécifiques de ce neurone par la lumière.



d'une odeur. Ce cortex participe à l'intégration multimodale de l'information, non dans un but mémoriel comme l'hippocampe, mais dans le but de la traiter afin de lui conférer une valence positive ou négative en fonction de l'ensemble des éléments disponibles. S'agissant d'une odeur de citron, par exemple, des données telles que la couleur du fruit ou son acidité seront prises en considération. Le cortex orbitofrontal, en concertation avec l'amygdale, communique avec les centres de la récompense, notamment une région du striatum impliquée spécifiquement dans le traitement de l'information olfactive, le tubercule olfactif, pour établir la valence hédonique (plaisir) d'une odeur.

Enfin, le cortex préfrontal, avec lequel le cortex orbitofrontal est en dialogue permanent, au même titre que l'hippocampe, joue également un rôle clé dans la sphère de l'olfaction et même un rôle ultime, pourrait-on dire. Il orchestre, en l'occurrence, les prises de décision subséquentes à la perception d'une odeur - l'attention sélective portée à cette odeur, la planification d'une action (la savourer, la respirer à pleins poumons, la fuir, s'en protéger...).

## Le scalpel moderne du neurobiologiste

Au sein du Laboratoire Perception et Mémoire de l'Institut Pasteur dirigé par le professeur Pierre-Marie Lledo, Gabriel Lepousez explore le fonctionnement du système olfactif pour mieux cerner comment il perçoit, analyse et mémorise les odeurs, et ce, dans un contexte normal ou pathologique. Cette étape est indispensable à la

mise en œuvre de ce qui constitue son principal objectif: comprendre le rôle fonctionnel des processus de régénération des neurones du bulbe olfactif chez l'adulte. Cette région cérébrale fait office de modèle pour élucider la manière dont se réalise une telle neurogenèse et partant, comment les nouvelles cellules sont générées, comment elles s'intègrent dans un circuit préexistant, comment elles deviennent fonctionnelles et quelles fonctions leur sont dévolues. «*Nous étudions ces processus du point de vue fondamental dans la perspective de dégager les grands principes qui les gouvernent et ensuite, peut-être, de les appliquer en thérapie à des régions du cerveau qui ont été endommagées à la suite d'une maladie neurodégénérative ou d'un trauma*», indique le chercheur.

Les recherches entreprises font appel à des techniques de pointe telles que l'électrophysiologie, la neuroimagerie, la psychophysique mais aussi l'optogénétique, approche révolutionnaire consistant à introduire à la surface d'un neurone cible un gène codant pour une protéine photosensible qui rend possible l'activation ou l'inhibition spécifiques de ce neurone par la lumière. On peut alors observer, contrôler et manipuler son activité en temps réel, et ce, de manière spécifique et réversible. Raison pour laquelle Gabriel Lepousez qualifie l'optogénétique de «scalpel moderne du neurobiologiste». Mais étant donné qu'il implique une action sur le patrimoine génétique, son emploi demeure éthiquement inacceptable chez l'Homme à l'heure actuelle.

La lumière n'influe en rien sur la communication des neurones entre eux, qui est purement chimique et électrique. Aussi la manipulation par

voie optogénétique d'un neurone ou d'une population de neurones reste-elle limitée à ces seules cibles, à l'exclusion de tout autre neurone. «*Cela permet d'engager et d'interroger des circuits avec une très grande précision, d'autant qu'en induisant des modifications dans la fréquence des ondes lumineuses, il est possible de contrôler leur niveau d'activation avec une résolution temporelle de l'ordre de la milliseconde, équivalente à la vitesse de communication entre neurones. De plus, on peut également agir en parallèle sur différents types de neurones, les uns étant conçus pour répondre à la lumière bleue, par exemple, d'autres à la lumière jaune, d'autres encore à la lumière rouge*», commente le neurobiologiste. Avec «qui» et comment les neurones et circuits concernés communiquent-ils ? À quelle fréquence ? Dans quelle mesure telle population neuronale est-elle impliquée dans tel comportement ?... Autant de questions qui peuvent désormais être abordées «au scalpel».

## Banane ou fraise ?

Gabriel Lepousez et son équipe ont entrepris de déterminer l'intérêt fonctionnel, la valeur ajoutée, de la génération de nouveaux neurones appelés à s'implanter dans le bulbe olfactif. Pour résoudre cette question, les neuroscientifiques ont doté ces nouveaux neurones d'une protéine photosensible, les ont activés en apportant à la protéine un flux de lumière via des fibres optiques miniatures et ont ensuite procédé à des enregistrements électrophysiologiques afin d'identifier avec quels neurones partenaires ils entraient en communication. La technique permet également de savoir à partir de quel moment un nouveau neurone commence à transmettre de l'information. Il est apparu que lorsqu'il s'installe dans le système olfactif, il est totalement immature. Mais au bout d'un certain temps, il établit des synapses, des points de contact avec des partenaires. «*Grâce à l'optogénétique, nous avons pu observer qu'il écoute d'abord l'information venant de ses partenaires avant d'interférer avec le réseau. Il doit prendre ses marques, être initialement guidé par l'information qu'il reçoit*», rapporte Gabriel Lepousez.

En outre, l'équipe de l'Institut Pasteur a montré que la stimulation des nouveaux neurones du bulbe olfactif n'a d'effet que quand elle s'effectue sur des cellules encore relativement jeunes. Les chercheurs ont mesuré l'impact d'une stimulation spécifique de ces nouveaux neurones sur une tâche d'apprentissage olfactif. Dans celle-ci, une odeur de banane et une autre de fraise sont présentées aléatoirement, la première donnant lieu à une récompense, la seconde ne rapportant rien. «*Nous nous sommes rendu compte que si nous stimulons les nouveaux neurones alors qu'ils*

**Le système olfactif fabrique une représentation spatiale des odeurs. Chaque «carte olfactive» ainsi établie va ensuite être transmise et analysée dans plusieurs voies divergentes menant notamment au cortex olfactif, notre bibliothèque d'odeurs, et à l'amygdale, qui nous permet d'émettre un jugement de valeur sur une odeur avant même de l'avoir identifiée**

*étaient encore assez jeunes, et seulement dans ce cas, nous accélérions l'apprentissage. Les individus comprenaient plus vite que la récompense allait de pair avec l'odeur de banane lorsque la stimulation était effectuée pendant la perception de l'odeur*», relate Gabriel Lepousez.

Quelle explication donner au phénomène ? Là encore l'optogénétique s'est révélée décisive pour éclairer non seulement les neurones rendus photosensibles, mais aussi les neuroscientifiques. Il s'est avéré que les nouveaux neurones possèdent une plus grande plasticité synaptique que les autres neurones du bulbe olfactif, ce qui leur permet de se connecter avec davantage de partenaires. Grâce à cette propriété, ils favorisent le rapprochement et l'intégration de concepts distants - en l'occurrence, celui d'odeur de banane et celui de récompense. De surcroît, selon les travaux de l'Institut Pasteur, ils apportent une valeur ajoutée à la mémoire à long terme en lui conférant une efficacité plus durable. «*Si nous supprimons expérimentalement les nouveaux neurones au lieu de les stimuler, l'individu se rappelle moins longtemps l'association entre l'odeur de banane et la récompense*», précise Gabriel Lepousez.

Une fraction des nouveaux neurones du bulbe olfactif sont éliminés, ceux qui sont les moins connectés. À une échelle plus globale, cela entraîne que plus le système olfactif est soumis à une information riche, plus il conservera de nouveaux neurones et plus longtemps la mémoire olfactive à long terme demeurera efficiente. S'établit ainsi un cercle vertueux.

Le chemin est encore long vers l'objectif final: être capable de détourner la production de nouveaux neurones vers une zone cérébrale particulière où ils pourraient «repousser» localement, s'intégrer à un circuit auquel ils ne sont pas dédiés en temps normal et y créer de nouvelles connexions. Pour l'heure, il est possible de réorienter expérimentalement, via des facteurs chimio-attractants, un flux de nouveaux neurones vers une région qui n'était pas son lieu de destination initial. Néanmoins, on se heurte ensuite à un double écueil: l'impossibilité actuelle de maintenir les neurones en vie et d'assurer leur connectivité avec le réseau préexistant, cette absence d'intégration étant en réalité la cause de la mort neuronale observée. «*Il y a un manque de permissivité du réseau préexistant, qui n'ouvre pas une fenêtre de plasticité synaptique pour l'acceptation des nouveaux venus*», conclut Gabriel Lepousez. 



# WALL'INNOVE TOUR: arrêt sur I-Care

TEXTE : JACQUELINE REMITS - JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE  
PHOTOS : JANNOON28/FREEPIK + PHOTOMONTAGE (P12), @I-CARE (PP12-13)



## CARTE D'IDENTITÉ

**CRÉATION:** 2004

**SIÈGE SOCIAL:**  
Rue René Descartes 18,  
7000 Mons

**SECTEUR  
D'ACTIVITÉS:**  
Maintenance prédictive  
industrielle

**MEMBRES  
DE L'ÉQUIPE:**  
Près de 700

**CONTACT:**  
065 45 72 14

[leads@icareweb.com](mailto:leads@icareweb.com)  
[www.icareweb.com](http://www.icareweb.com)

## Il était une fois...

L'entreprise *I-Care*, fondée en 2004 à Mons par Fabrice Brion, alors jeune ingénieur, est spécialisée dans la maintenance prédictive industrielle. Celle-ci permet de prévoir la panne d'une machine et de ce fait, de la réparer à temps. Durant ses premières années, la société montoise développe ses compétences en vibration, lubrification, thermographie infrarouge et ultrasons. Un peu plus tard, comptant alors 10 personnes, elle commence à fournir un service de consultance en fiabilité et, de fil en aiguille, finit par répondre à la demande en maintenance d'un acteur majeur du secteur pharmaceutique. En 2007, convaincu que la révolution industrielle 4.0 est en marche, son jeune patron décide d'installer un département Recherche et Développement et de mettre au point sa propre solution d'outil d'analyse de l'Internet industriel des objets. Les activités de la société se développent bien et elle ouvre sa première filiale en Italie. Peu après, la plateforme *cloud* permet à l'entreprise de lancer l'analyse à distance et de mieux répondre aux besoins de ses clients dans le monde entier en leur

fournissant la même qualité de diagnostic sans avoir à supporter des frais de déplacement. En 2010, la société montoise, qui compte désormais 60 personnes, ouvre des bureaux en France, en Pologne et en Allemagne.

Après 7 ans de R&D, *I-Care* dépose un brevet et lance sur le marché son premier produit, un capteur de vibrations sans fil, le *Wi-care*. Un premier contrat est signé au Maroc. La demande pour cette nouvelle technologie est importante et la société ouvre une filiale en Suisse. En 2014, l'entreprise intègre ses propres bureaux au sein du *Parc Initialis* de Mons et prend un tournant important en s'étendant en Australie et en Corée du Sud. Deux ans plus tard, le bureau nord-américain ouvre ses portes à Houston au Texas et l'entreprise signe son premier contrat mondial avec un acteur majeur de l'industrie alimentaire. En 2017, la société wallonne rachète son concurrent néerlandophone pour une fusion stratégique et l'intégration des 2 sociétés dans une nouvelle structure. En 2019, un gros contrat de 4 millions de dollars est signé aux États-Unis avec un important fournisseur d'énergie. Élue *Entreprise de l'année 2020*, suite à un appel d'offres lancé par un groupe américain du secteur agroalimentaire, *I-Care* remporte un important marché pour un groupe américain du secteur alimentaire. Ce contrat de 10 millions d'euros et d'une durée de 3 ans consiste à implémenter sa technologie dans la centaine d'usines du groupe. Cela lui permet d'accélérer le rythme de ses acquisitions à l'étranger et de décrocher de nouvelles opportunités d'affaires.

De nouvelles filiales, au Canada et en Amérique centrale et du Sud, sont ouvertes.

Actuellement, I-Care emploie 700 personnes dans 12 pays d'Europe, d'Amérique et d'Asie. De Mons à Houston, en passant par São Paulo et Louvain, la société wallonne permet de prévoir et d'éviter les pannes dans les usines de fabrication de vaccins et de médicaments, les centrales nucléaires et les éoliennes, les usines de production alimentaire ou les lignes de fabrication de micro-puces. Ses capteurs se retrouvent également sur des monuments emblématiques comme la Tour Eiffel. I-Care a connu une croissance de plus de 35% par an ces 5 dernières années. Elle vient de procéder à une levée de fonds de 50 millions d'euros, menée par un investisseur industriel belge et CPH Bank, avec la participation d'IMBC (société de financement pour PME à Mons), la SRIW (Société régionale d'investissement de Wallonie) et le fonds Amerigo (fonds wallon d'investissement pour les entreprises), et dont 10 millions d'euros ont été injectés il y a quelques mois par des salariés de l'entreprise.

## ...l'envie d'innover

La devise de la société montoise pourrait être «mieux vaut prévenir que guérir». D'ailleurs, son nom I-Care est inspiré de la traduction anglaise de «je prends soin». «Le concept de maintenance prédictive existait déjà aux Etats-Unis et en Europe quand nous nous sommes lancés, précise Fabrice Brion. Nous l'avons poussé plus loin et nous y avons apporté beaucoup de pratique. Je dis toujours que nous sommes des médecins pour machines. Nos stéthoscopes sont l'analyse vibratoire, l'analyse des lubrifiants et la thermographie infrarouge. Notre métier consiste à poser des diagnostics.» Comment ça marche ? Des capteurs sont placés sur de grosses machines industrielles. Ils permettent de détecter à quel moment cette machine risque de se montrer défaillante, les pannes à venir et de remplacer les pièces abîmées avant que la panne survienne. Car l'objectif d'I-Care n'est pas de prédire, mais de prédire avant tout le monde. «Prenons l'exemple du Covid-19. Une fois en Chine, beaucoup ont dit "ça va arriver partout dans le monde". Mais avant qu'il n'arrive en Chine, personne ne l'avait vu venir. C'est la même chose pour les machines. Quand elles sont dans un sale état, c'est facile de prédire qu'il va se passer quelque chose. Mais si on veut le faire correctement, c'est un peu plus compliqué.»

Aujourd'hui, ces capteurs sont placés sur des machines aux 4 coins du monde, en Australie, au Chili, aux États-Unis... et surveillés à distance à Mons. «Nous disposons de toute la chaîne de valeur pour nos clients. Nous fabriquons les

capteurs, développons les logiciels et, sur ces bases, nous réalisons aussi le diagnostic.» Cette surveillance permet à l'industrie de gagner du temps et d'organiser l'arrêt des machines au moment le plus opportun. «Savoir qu'une machine va tomber en panne n'est pas suffisant pour l'industrie moderne. Arrêter une machine pour l'entretenir coûte très cher et plus encore si elle tombe en panne. L'intérêt pour les clients d'I-Care est de pouvoir décider du moment le plus adéquat pour arrêter une machine à temps et d'effectuer des réparations.»

Actuellement, la société est l'un des leaders mondiaux de la santé des machines industrielles. «Le principal domaine dans lequel nous travaillons est ce qu'on appelle le process, l'agroalimentaire, le secteur pharmaceutique, la chimie, la pétrochimie. Nous travaillons aussi beaucoup dans le secteur de l'énergie, aussi bien les centrales nucléaires que l'éolien, et dans le secteur de l'industrie lourde (cimenteries, carrières, aciéries, etc.). Un secteur en plein développement actuellement est celui des infrastructures (chemins de fer...). Nous recevons de plus en plus de demandes. On n'est pas prophète dans notre pays, mais on l'est dans d'autres.» I-Care est active à 60% à l'exportation et n'arrête pas de grandir grâce à sa technologie innovante. En outre, la maintenance prédictive est un secteur à fort potentiel. «Notre ambition est de recruter un millier de travailleurs, de multiplier notre chiffre d'affaires par 5 et de devenir le numéro 1 mondial dans le secteur de la maintenance prédictive dans les 5 ans. Cela paraît fort ambitieux, mais il faut savoir que les études de marché disent que notre secteur va être multiplié par 4 dans les 5 prochaines années.» A



## QUI EST FABRICE BRION, CEO D'I-CARE ?

Mais comment ce jeune ingénieur d'alors 24 ans a-t-il eu l'idée lumineuse

de créer une entreprise spécialisée dans la maintenance prédictive ? De ses études ! «J'ai effectué mon mémoire sur l'intelligence artificielle appliquée à la maintenance prédictive, alors que ce domaine était encore largement inexploré, et avec le leader mondial d'alors, la société Emerson, se souvient-il. Y travailler pendant 2 ans m'a permis de faire mes armes un peu partout dans le monde et de découvrir ce qui se faisait de bien et de moins bien.» Né en 1979 à Saint-Ghislain d'un père garagiste et d'une mère enseignante, Fabrice Brion, outre son diplôme d'ingénieur industriel, détient aussi un master en Innovative Management de la Faculté polytechnique de Mons. Passionné de mécanique automobile, et plus particulièrement de véhicules anciens, mais également de Formule 1, le chef d'entreprise aime s'inspirer du monde automobile tant d'un point de vue mécanique que stratégique. Il n'hésite pas, encore aujourd'hui, à plonger les mains dans le cambouis.



# L'électronique verte

**L'électronique est-elle en train de vivre une seconde, et discrète, révolution ? De nos téléphones à nos voitures, le silicium règne en maître sur le domaine des semi-conducteurs, ces matériaux cruciaux pour notre monde moderne. Mais depuis quelques années, la chimie organique vient bousculer cette puissante industrie, avec la ferme intention de faire valoir ses nombreux avantages**

TEXTE : THIBAUT GRANDJEAN - GRANDJEAN.THIBAUT@GMAIL.COM

PHOTOS : © ALIPKO - STOCK.ADOBE.COM (P.14), © ADOBE STOCK (P.15), © AGC AUTOMOTIVE EUROPE (P.16), © ASCA (P.16), © HEOLE (P.16), JASON ALLEN/MIDJOURNEY (P.17)

Le 8 décembre 2000 à l'Université de Stockholm, le Pr Alan Heeger conclut son discours de réception du prix Nobel de chimie par une curieuse formule: «*Je suis convaincu que nous sommes à l'aube d'une révolution de l'électronique plastique.*» Trente ans plus tôt, et avec ses 2 confrères, les Prs. Mc Diarmid et Shirakawa, le chercheur a démontré que, sous certaines conditions, des polymères pouvaient être conducteurs d'électricité. Autrement dit, des molécules constituées d'un assemblage de carbone, oxygène, hydrogène et tous les atomes de la chimie du vivant pouvaient soudain rivaliser avec des métaux dans le transport d'électrons.

Leurs recherches ont donné le coup d'envoi à l'étude des propriétés conductrices et semi-conductrices des molécules organiques à travers le monde. «*L'électronique organique présente en effet d'immenses avantages par rapport à l'électronique classique,* déclare Guillaume Schweicher, chercheur qualifié FNRS et qui travaille actuellement sur le transport de charges au sein de matériaux organiques à l'ULB. *Nous sommes capables de synthétiser des composés sur-mesure avec un coût de production relativement faible grâce, entre autres, à des températures ne dépassant pas les 150 °C. De plus, ce sont des composés à la fois faciles à obtenir à partir de biomasse et solubles, ce qui permet de les déposer directement sur un substrat, et de les retraiter beaucoup plus facilement par la suite.*»

Dans les années 1990, les travaux commencent à porter leurs fruits avec la fabrication des OLED, des diodes électroluminescentes à base de matériaux organiques. Présentes aujourd'hui dans les écrans de nombreux smartphones, elles demeurent très étudiées, comme au sein du centre de recherche montois *Materia Nova*. «Le principe consiste à insérer entre 2 électrodes une couche de matériaux organiques, présentant des niveaux électroniques adéquatement choisis, précise Jérôme Cornil, directeur de recherches FNRS à l'UMons. Sous l'effet d'une différence de potentiel, on injecte alors des électrons au niveau de la cathode et on en retire du côté de l'anode. Les électrons et les trous se déplacent ensuite pour converger vers la couche organique et lorsqu'ils se recombinent, l'énergie ainsi créée se dissipe sous la forme d'un photon.»

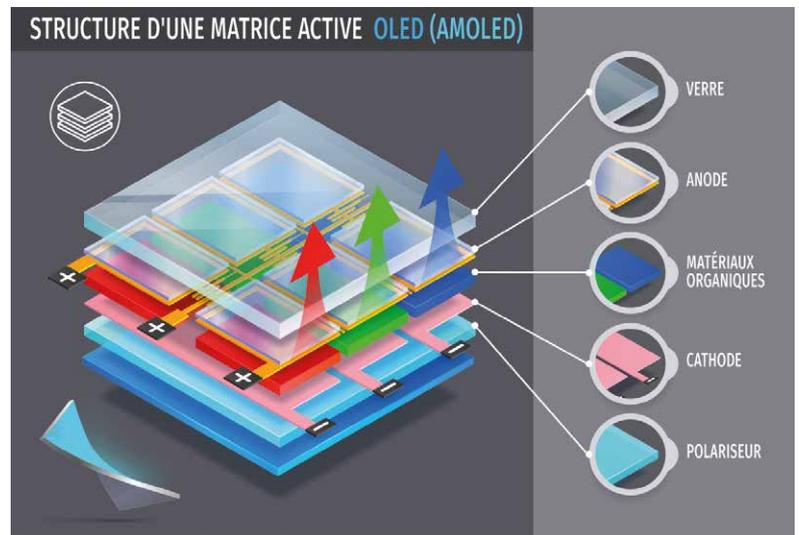
En utilisant des molécules qui émettent à des longueurs d'onde précises, on peut alors générer n'importe quelle couleur. Sur le papier, cela semble d'une simplicité déconcertante. Mais dans la réalité, les obstacles sont nombreux. «Rares sont les composés qui émettent beaucoup de lumière, révèle Jérôme Cornil, et l'énergie du couple électron-trou se dissipe plutôt sous forme de chaleur. Loin des 3 couches théoriques, les systèmes actuels comptent 7 à 8 couches, et sont le fruit de plusieurs générations» (voir illustration ci-contre).

## Un futur brillant

Les écrans OLED présentent de nombreux avantages par rapport à leurs concurrents, à commencer par l'épaisseur du dispositif, d'à peine 100 nanomètres. L'angle de vue est également meilleur, puisque la lumière est émise par la couche organique elle-même, et non par un rétroéclairage. Mais c'est grâce à ses capacités de flexibilité que cette technologie marquera sans doute une rupture dans les années à venir. *Samsung* commercialise depuis quelques temps déjà des smartphones pliables, et *LG* vient de présenter un écran de TV futuriste qui s'enroule sur lui-même. Une prouesse obtenue grâce à la flexibilité de l'organique, bien que les chercheurs s'interrogent encore sur les performances à long terme de ces dispositifs.

«Pour être stables, les molécules organiques doivent être protégées du milieu extérieur, raconte Pascal Viville, Project Manager en électronique organique à *Materia Nova*. Il faut donc les encapsuler dans un matériau qui soit à la fois souple et très peu perméable à l'air comme à l'humidité, sans compter les électrodes qui sont encore actuellement composées de matériaux cassants.» Les recherches dans ce domaine se poursuivent,

mais de l'aveu même des 2 chercheurs, les contraintes actuelles pour la mise sur le marché d'une OLED sont telles qu'elles sont réservées à quelques grandes entreprises.



Plus simplement, les OLED pourraient, dans un futur proche, changer la façon dont nous éclairons nos intérieurs. «La souplesse et la légèreté des matériaux permettent de les intégrer dans des textiles architecturaux, comme les rideaux ou des papiers peints, ou entre 2 couches de verre, explique Pascal Viville. Il existe beaucoup de travaux, notamment en collaboration avec le secteur du transport, automobile ou ferroviaire, afin d'intégrer des éléments éclairants dans différentes pièces de l'habitable, ou afficher des informations directement dans le pare-brise (voir photo 1, p. 16).»

**Il est crucial pour notre avenir d'investir dans le solaire, qui est la seule ressource suffisamment abondante pour couvrir l'ensemble de nos besoins énergétiques**

## Une ombre au tableau

Au moment même où les recherches sur les OLED commencent à aboutir, d'autres laboratoires travaillaient sur des dispositifs organiques fonctionnant rigoureusement en sens inverse: exciter des électrons grâce à la lumière du Soleil, pour accroître leur mobilité et ainsi générer de l'électricité. Mais pendant longtemps, les résultats n'ont pas été à la hauteur des attentes. «Rapidement après leurs débuts en 1992, les rendements ont stagné aux alentours de 10%, loin en-dessous des cellules à silicium, se souvient Jérôme Cornil. Mais depuis 3 ou 4 ans, une nouvelle famille de





1. AGC et EyeLights ont uni leurs forces pour présenter un pare-brise à réalité augmentée au CES 2022

2. Arbre solaire design élaboré par la société ASCA® solar modules

3. Garder un œil sur votre rythme cardiaque ou votre glycémie grâce à un t-shirt, le futur de l'organique électronique passera aussi par des textiles intelligents

matériaux a vu le jour, et les rendements sont montés en flèche pour atteindre les 20% !» De quoi, peut-être, pouvoir enfin concurrencer les panneaux photovoltaïques au silicium, qui sont loin d'être la panacée. «En réalité, le silicium absorbe peu la lumière du soleil, comparé aux molécules organiques qui couvrent l'ensemble du spectre visible, révèle Jérôme Cornil. Cela oblige à créer des couches de plusieurs microns et alourdit les panneaux solaires, qui ne peuvent donc être installés que sur les toits. De plus, ils sont fragiles, cassants, et la production comme la maintenance coûtent très cher.»

## Cultiver la lumière

Depuis plusieurs années, les chercheurs de *Materia Nova* œuvrent donc au développement de ces nouvelles cellules solaires organiques. Légères et souples, les couches actives de ces cellules peuvent être déposées, via des solutions, sous la forme de couches très fines ou imprimées comme des journaux. «Il y a quelques temps, nous avons présenté un prototype de sac solaire, sourit Jérôme Cornil en présentant un sac en bandoulière avec des bandes rouges orangées sur la surface, ce qui permettait de charger son téléphone tout en marchant. Il a servi de preuve de concept, et aujourd'hui, le but est d'aller vers du photovoltaïque directement intégré au bâtiment: sur les murs, les cages d'ascenseur, les fenêtres... Et même en intérieur, où les performances du silicium sont très médiocres.»

Pour l'instant, les cellules organiques présentent encore quelques défauts, avec des problèmes de stabilité sur le long-terme, et des rendements qui chutent lorsque la surface est trop importante. «Actuellement, il est plus facile de produire de petits modules en séries, reconnaît Pascal Viville. Mais ce n'est pas forcément un inconvénient. Ils sont peu coûteux, faciles à produire et donc à remplacer par les sociétés de maintenance. Même si les rendements n'atteignent jamais ceux du silicium, cela sera largement compensé par les

surfaces exploitables. On voit même arriver des parcs solaires, où les cellules sont produites en longs rouleaux imprimés !»

Cette exploitation sera sans doute plus aisée grâce aux recherches parallèles menées en design dans d'autres laboratoires. «On sait aujourd'hui que de nombreux foyers renâclent à installer des panneaux photovoltaïques à cause de l'esthétisme, regrette Pascal Viville. Or, avec l'organique et les technologies d'impression et de patterning, on peut créer de très jolis motifs, ou des fenêtres en forme de vitraux.»

Les chercheurs en sont convaincus: le solaire représente l'avenir, et leur technologie y contribuera. «Le silicium photovoltaïque est une technologie très mature, très bien maîtrisée, et il serait présomptueux de chercher à le concurrencer, admet Jérôme Cornil. Mais il existe de nombreuses niches où l'organique pourrait facilement le supplanter. Au final, il est crucial pour notre avenir d'investir dans le solaire, qui est la seule ressource suffisamment abondante pour couvrir l'ensemble de nos besoins énergétiques.»

## Processeurs et processus

Les semi-conducteurs organiques pourraient-ils aller encore plus loin, jusqu'à remplacer les processeurs de nos ordinateurs, qui deviendraient alors aussi souples et solides qu'une feuille de plastique ? «Lorsque les premiers transistors organiques ont vu le jour dans les années 2000, certains y ont cru, raconte Guillaume Schweicher. Mais aujourd'hui les vitesses de transport de charge, c'est-à-dire la vitesse à laquelle les électrons transitent à l'intérieur des matériaux, restent toujours inférieures de plusieurs ordres de grandeur à celles du silicium.»

Des performances stagnantes, qui expliquent pourquoi les industries se désinvestissent actuellement des recherches sur la question. Pour autant, le chercheur, qui planche



actuellement sur le sujet, ne ferme pas la porte à de futurs processeurs organiques. Pour Guillaume Schweicher, «*Les possibilités en chimie organiques sont extrêmement nombreuses, et il suffit souvent de trouver le bon composé. Mais même en n'atteignant qu'un dixième des performances du silicium, les applications de l'organique seraient d'ores et déjà multiples.*» On se dirigerait alors vers des matériaux complémentaires. Charge au silicium d'opérer les hautes performances de calcul, où la vitesse est cruciale, tandis que l'organique pourrait se loger dans des niches où le silicium n'est guère fonctionnel. «*L'organique présente l'avantage d'être à la fois flexible, et de disposer d'une bonne biocompatibilité*, indique Guillaume Schweicher. *On peut dès lors l'intégrer dans des vêtements intelligents, et piloter divers biosenseurs par exemple.*»

Pour l'électro-chimiste, le premier défi consiste d'abord à augmenter les performances des composants organiques. «*Actuellement, le problème se situe dans les modes de vibrations, inhérents à tout matériau, mais qui perturbent le passage des électrons d'une molécule à une autre*, détaille Guillaume Schweicher. *Une fois ce problème résolu, nous pourrions nous attaquer aux résistances de contact, afin que les transistors fonctionnent comme un interrupteur avec le temps de réponse le plus minimal possible.*» 

Plus d'infos sur [www.materianova.be](http://www.materianova.be)  
Toutes les références peuvent être obtenues auprès de [grandjean.thibault@gmail.com](mailto:grandjean.thibault@gmail.com).

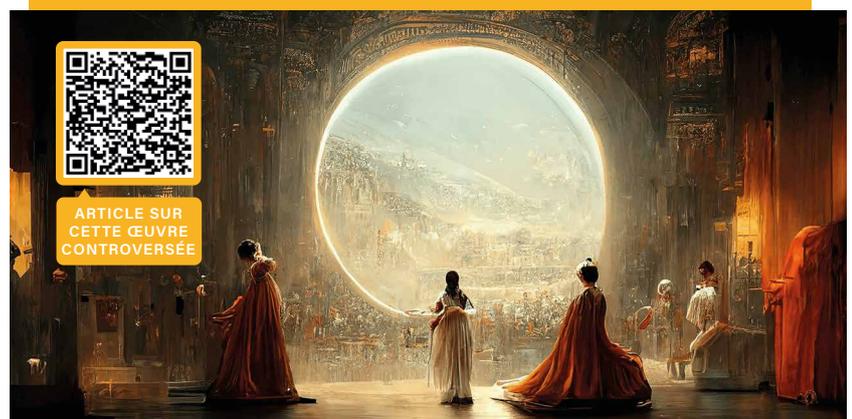
## TECHNO-ZOOM

«**D**ans un trou vivait un hobbit»: c'est par cette phrase que commence *Le Hobbit* de Tolkien, et il est difficile de sous-estimer la puissance évocatrice de ces quelques mots. Et si cette force de l'imaginaire n'était plus l'apanage des seuls humains ? Mieux encore, si vous pouviez désormais donner vie aux idées qui vous viennent, sans avoir aucun don pour le dessin ? Depuis quelques mois, de nouvelles «*intelligences artificielles*» génératrices d'images sont accessibles à tous sur Internet. Elles se nomment *Midjourney*, *Stable Diffusion*, ou encore *Dall E-2*, et elles ont la particularité de créer une image à partir d'un texte de votre imagination, dans un style qui peut aller de la gouache à l'hyperréalisme, avec des résultats stupéfiants. À quoi ressemblerait une ville peuplée de monstres aquatiques ? Comment De Vinci aurait-il imaginé un vaisseau spatial ? Tout est permis !

Alors comment ça marche ? En réalité les machines n'imaginent pas vraiment. Elles sont entraînées à reconnaître des objets, des animaux et des paysages via des banques d'images. Une fois ce travail effectué, elles sont capables de suivre vos instructions en extrapolant, c'est-à-dire en créant une image unique qui est une sorte de compilation de tout ce qu'elle a emmagasiné.

Gratuits au départ, ces algorithmes deviennent ensuite payants pour ceux qui souhaitent les utiliser de manière plus intensive, avec différents niveaux de raffinement et de nombreux sites regorgent de tutoriels pour prendre en main ces nouveaux outils. Il est important de noter que toutes les images que vous créez ne peuvent pas être effacées et sont visibles par tous les utilisateurs de la machine.

Tout en répondant à vos désirs, ces nouveaux algorithmes posent également de nombreuses questions. Qui peut en effet envisager les conséquences de ces machines sur la création artistique ou le travail d'illustration ? Sommes-nous à l'aube d'une nouvelle manière de faire de l'art ?



ARTICLE SUR  
CETTE ŒUVRE  
CONTROVERSÉE

L'œuvre d'art générée par l'IA *Midjourney*, «*Théâtre d'Opéra Spatial*», remporte le 1<sup>er</sup> prix à la *Colorado State Fair*



<https://midjourney.com>  
<https://stablediffusionweb.com>  
<https://openai.com/dall-e-2>

# L'ADN de... Raphaël LIÉGEOIS (Candidat) Astronaute



Recto

## Astronaute, c'est une vocation que vous avez depuis tout petit ?

Oui et non. Je dirais que c'est plus un rêve qu'une vocation car une vocation, ça voudrait dire que je me serais toujours dit que ça arriverait. Or j'étais tout à fait conscient qu'il était peu probable que je devienne un jour astronaute. Je n'ai donc pas construit ma vie autour de la réalisation de ce rêve. Mon papa m'a transmis très tôt le goût des maths. Je me suis naturellement orienté vers les sciences et le métier d'ingénieur civil parce j'aimais les sciences, puis le génie biomédical grâce à l'ouverture de ce nouveau master lorsque j'étais en bachelier. J'ai choisi les sciences et l'étude du cerveau par passion et non dans le seul but de devenir astronaute.

## Comment devient-on (candidat) astronaute ?

La première condition est d'avoir un master en sciences (médecine, biologie, chimie, physique, mathématiques...) ou d'être pilote

à l'armée. Puis de connaître l'anglais et une autre langue si possible. Donc c'est assez ouvert. Ensuite, il faut postuler lorsqu'il y a un appel ! Le processus de sélection est évidemment assez long: de mars 2021 jusqu'au 23 novembre dernier, donc environ 18 mois. Pour résumer, cela se passe en 6 étapes: **1** une lettre de candidature et de motivation (1 300 candidats sur 22 500 poursuivent); **2** une journée de tests psycho-techniques à Hambourg (1 300 => 400); **3** tests psychologiques au Centre des Astronautes de Cologne (400 => 100); **4** une semaine de tests médicaux à Toulouse (100 => 50); **5** une interview devant diverses personnes clés (50 => 25); **6** une interview devant le Directeur général de l'Esa. À la fin, 17 candidats ont été retenus en tant que astronautes de carrière ou réservistes.

## Vous travaillez actuellement en tant que chercheur en neurosciences à l'École Polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), mais quelle est votre journée-type ?

Ce qui est bien, c'est que je n'en ai pas. Une partie de mon temps est consacrée aux réunions avec les étudiants pour travailler sur leurs projets. Une autre, aux expériences avec l'IRM (Imagerie par résonance magnétique) ou l'EEG (Électro-encéphalogramme). J'écris aussi du code pour analyser les données, je rédige des articles scientifiques et communique sur mes travaux. Cependant, dès avril 2023, j'entame la formation d'astronaute à temps plein au Centre des Astronautes à Cologne.

## Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ?

J'ai assez vite été attiré par les maths puis les sciences parce que je me suis rendu compte qu'elles nous permettaient de comprendre et d'améliorer le monde. Je les trouve utiles bien sûr mais aussi amusantes et belles. Un exemple qui m'a marqué, c'est la suite de Fibonacci, un mathématicien italien du 13<sup>e</sup> siècle. Elle commence par 1-1-2-3-5; le nombre suivant est la somme des 2 précédents. Cette suite

a des liens avec plein de choses comme le nombre de pétales de la plupart des fleurs, le nombre d'or, l'homme de Vitruve... C'est passionnant !

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

Je pense que ce sera certainement de trouver un équilibre entre vie professionnelle et vie de famille. Ce sera un vrai challenge car même en dehors des expéditions spatiales, nous serons amenés à beaucoup voyager. Nous prenons cela comme une opportunité que nous allons essayer de vivre en famille.

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

Pour moi, chaque projet de recherche qui arrive à terme, c'est à dire qui aboutit à un article scientifique, est une réussite. Je suis fier des projets d'étudiants, originaux ou ambitieux en terme de masse de données, auxquels j'ai pu contribuer. Et

de chaque collaboration avec l'un ou l'autre scientifique. Il n'y a pas un projet spécifique que je pourrais ressortir plus qu'un autre.

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

Bien sûr, il ne faut jamais perdre ses rêves de vie mais il ne faut pas non plus, je pense, partir de l'idée que c'est l'unique voie possible. D'autant qu'il existe de nombreux facteurs qu'on ne maîtrise pas. Si j'avais eu une densité osseuse trop basse par exemple, ma candidature n'aurait pas été retenue. Certains ont été éliminés alors qu'ils sont en bonne santé. Le plus précieux conseil serait de d'abord trouver sa voie et de faire ce que l'on aime avec passion. J'étais très heureux d'être chercheur en neurosciences et j'aurais continué avec le même enthousiasme. Une chose est sûre, pour devenir astronaute, il est impératif d'être très motivé, d'avoir le goût de l'aventure et un certain sens de l'exploration et de la communication. 



Raphaël Liégeois

ÂGE : 34 ans

SITUATION FAMILIALE :  
Marié, 2 enfants

PROFESSION : Ingénieur,  
chercheur en neurosciences  
et candidat astronaute

FORMATION : Secondaires  
générales à l'Athénée Royal  
de Namur. Ingénieur civil  
en génie biomédical à  
l'ULg. Master en physique  
fondamentale à l'Université  
Paris-Sud Orsay. Doctorat en  
neurosciences à l'ULg.

Verso

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

Il y a quelques siècles, j'aurais choisi navigateur parce que c'est un métier d'exploration et de connaissances scientifiques. C'était finalement un métier assez ressemblant à l'exploration spatiale. Aujourd'hui, je dirais journaliste ou grand reporter pour aller à la rencontre des gens, donner la parole à ceux qui ne l'ont pas.

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

Voyager dans le temps, pas spécialement pour changer les choses mais je serais curieux par exemple de me retrouver dans un forum romain ou au départ de l'expédition de Magellan.

### Je vous offre un auditoire...

Déjà, peu importe le public tant qu'il est intéressé, que l'on peut interagir, discuter, échanger. J'aurais envie surtout de parler de la beauté des sciences, montrer qu'elles peuvent être amusantes, en plus d'être utiles. C'est la pierre angulaire de ma carrière.

### Je vous offre un laboratoire...

Il y a encore beaucoup de choses à comprendre sur la nature du monde qui nous entoure, sur les origines du système solaire, de la Terre et le Big Bang.

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

La capsule Orion du projet Artemis, envoyée autour de la Lune. C'est un projet ultra ambitieux, qui va mener à de nombreuses découvertes. On peut en être fiers puisqu'elle est à moitié européenne. Au-delà de l'aspect financier, nous avons une véritable expertise qui a su rassurer les Américains sur le fait de nous prendre comme partenaires. C'est un

vaisseau spatial qui va, je pense, nous faire vibrer dans la décennie à venir, voire plus loin.

### Je vous offre un voyage...

Un voyage vers l'ISS (la Station spatiale internationale), ce serait déjà extraordinaire. S'il y a «plus», comme la Lune ou plus loin encore, là ce serait vraiment la cerise sur le gâteau !

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

Si c'est quelqu'un de disparu, je dirais Magellan. Son tour du monde est sûrement une des plus grandes aventures, un des plus grands exploits de l'Histoire de l'Humanité. Il a duré 3 ans, il ne savait pas où il allait, le tout dans des conditions extrêmes. J'aimerais qu'il me raconte où il a puisé sa force. Sinon, dans les vivants, ce serait Elon Musk pour savoir comment il envisage le futur et la conquête spatiale.

### La question «a priori»: astronaute, c'est pas vraiment un métier, ça se résume à quelques semaines en apesanteur...

Être astronaute, c'est quand même 20 ans de carrière. Il faut savoir que la formation de base dure environ 1 an et demi. La formation à une mission spécifique dure entre 2 et 3 ans. La mission elle-même est de plus ou moins 6 mois avant le débriefing qui se prolonge sur 6 mois à 1 an. Grosso modo, on arrive à 5 ans par mission. Si l'on compte 2 missions (c'est la moyenne sur le temps d'une carrière d'astronaute), nous voilà à 10 ans. Entre les missions, on ne chôme pas non plus. On participe à des conférences, des programmes de vulgarisation scientifique, au développement des vaisseaux spatiaux (comme Thomas Pesquet pour Artemis), à l'amélioration des procédures... 

En savoir



<https://www.programmes.uliege.be/cocon/20222023/formations/bref/A2UBI001.html>



[https://www.esa.int/About\\_US/Careers\\_at\\_ESA](https://www.esa.int/About_US/Careers_at_ESA)



PARTIE 2

# Comment optimiser sa navigation en ligne

TEXTE : JULIE FIARD - JFI@EASI-IE.COM

HTTP://WWW.EASI-IE.COM • HTTP://WWW.TWITTER.COM/EASI\_IE • HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/EASI.EXPERTSDUWEB

ILLUSTRATIONS : VINCE - VINCENT\_DUBOIS@ME.COM



ARTICLE en ligne

Dans le n° 358, nous abordions quelques astuces pour optimiser sa navigation en ligne grâce au navigateur Web: le principal dispositif permettant d'accéder aux informations diffusées par Internet. Ici, nous resterons précisément dans l'environnement de *Google Chrome*. Soyez rassurés sur le fait que quasi tous les navigateurs dignes de ce nom possèdent les fonctionnalités que nous abordons ici. Elles sont simplement parfois présentées différemment. Une recherche rapide dans votre navigateur favori vous mènera facilement vers la fonction recherchée. Maintenant que vous avez découvert un certain nombre d'outils afin d'optimiser l'utilisation de votre navigateur et votre navigation: passons aux choses sérieuses !

## Votre navigateur

Ordinateur, tablette, téléphone portable: voici à peu près les 3 dispositifs que nous utilisons au quotidien pour accéder à Internet. Sur chacun, nous utilisons un navigateur. Et si celui-ci pouvait être paramétré de la même manière sur tous vos appareils ? Voici comment procéder:

1. Créez un compte *Google* en vous rendant sur ce lien <https://myaccount.google.com>. Si vous possédez déjà une adresse email *Gmail*, celle-ci vous permet d'accéder à votre compte *Google* en cliquant sur «se connecter à un compte existant». Si vous n'en avez pas, vous



peuvent utiliser une autre adresse email pour créer votre compte.

2. Activez la synchronisation des paramètres du navigateur sur tous vos appareils. Pour ce faire, assurez-vous que le navigateur *Chrome* est ouvert. Pour cela, il vous suffit d'ouvrir un onglet de recherche. En haut à droite, cliquez sur la pastille de votre profil, puis sur le raccourci pour la synchronisation qui s'y trouve. Une autre façon de faire est de cliquer sur les 3 points alignés verticalement, puis sur «Paramètres».
3. Cliquez ensuite sur «Services Google/ Synchronisation», puis sur «Gérer les contenus que vous synchronisez». Par défaut, tout est synchronisé. Vous avez alors la possibilité de choisir les options de votre navigateur que vous souhaitez retrouver sur chacun de vos appareils en cliquant sur «Personnaliser la synchronisation». Vous avez le choix de laisser toutes les fonctionnalités se synchroniser ou non. Si vous ne souhaitez pas de synchronisation globale, nous vous conseillons de synchroniser seulement les favoris, les extensions, les paramètres et les mots de passe.

#### ⚠ ATTENTION

Ne vous connectez à votre compte *Google* que sur des appareils qui vous appartiennent, et non des appareils publics ou partagés. Si vous y êtes obligé, assurez-vous bien alors de vous déconnecter et de ne pas avoir enregistré votre mot de passe.

## LE MUST HAVE DES EXTENSIONS CHROME

Une extension est une application qui s'ajoute au navigateur afin de lui apporter une fonction supplémentaire. Toutes les extensions sont disponibles via le *Chrome Web Store*: <https://chrome.google.com/webstore>. Sélectionnez celle que vous souhaitez installer et cliquez sur «Ajouter à Chrome». Pour l'utiliser, cliquez sur son icône, à droite de la barre de recherche. Ainsi, au lieu d'avoir à ouvrir chaque fois le logiciel dont vous avez besoin en ligne, les extensions *Chrome* vous donnent un accès direct aux fonctionnalités nécessaires.

- **Adblock Plus**: bloqueur de publicités gratuit  
<https://bit.ly/2lIXMdT>  
En activant cette extension, vous surfez sans publicités agaçantes, vous évitez le suivi et le malware.
- **Lecteur Postlight**: élimine toutes les distractions qui empêchent de lire une page.  
<https://bit.ly/3OlgJG5>  
En ne laissant que du texte et des images pour une vue de lecture claire et cohérente sur chaque site.
- **Language Tool**: correcteur orthographique et grammatical  
<https://bit.ly/3gOfx7p>  
Permet de vérifier les fautes d'orthographe et de grammaire de vos textes.
- **Similar sites**  
<http://bit.ly/43H3zr>  
Cette extension permet de trouver des pages Web similaires à celles que vous consultez.
- **Chrome Remote Desktop**  
<https://bit.ly/2ESkXZU>  
Permet d'établir une connexion à distance avec un autre ordinateur et/ou de partager votre écran avec d'autres utilisateurs.

## Vos favoris

Favori, bookmark ou signet sont les 3 expressions qui désignent les pages Web possédant une URL que vous souhaitez conserver pour les consulter plus tard ou régulièrement, sans avoir à taper l'adresse dans votre navigateur. Sur le navigateur *Chrome*, il est très facile d'enregistrer et gérer vos favoris. En haut à droite, cliquez sur les 3 points alignés verticalement, puis sur «Favoris» et ensuite, sur «Gestionnaire de favoris». Ou, tout simplement, tapez la recherche rapide suivante dans la barre de recherche du navigateur: <chrome://bookmarks>.





La page affiche la liste de tous vos favoris, comme vous pouvez le constater, en cliquant de nouveau sur les 3 points alignés verticalement à droite de l'écran. Il est possible de les trier par nom, d'en ajouter, d'ajouter un dossier, d'importer et d'exporter des favoris. Sur la gauche de l'écran s'affichent les dossiers dans lesquels vous pouvez les classer. Si aucun dossier ne s'affiche, c'est que vous n'en avez pas encore créé.

Il est évident que vous n'allez pas vous rendre dans le gestionnaire de favoris à chaque fois que vous souhaitez conserver une URL. Lors de votre navigation, quand vous souhaitez enregistrer un site pour plus tard, il vous suffit de cliquer sur la petite étoile se trouvant à l'extrémité droite de la barre de recherche. Une fenêtre apparaît alors et l'étoile devient bleue. À ce moment-là, vous avez la possibilité de changer le nom du favori. Le nom

qui apparaît par défaut est celui du site ou de la page que vous souhaitez enregistrer. Vous avez également la possibilité d'enregistrer votre favori dans un dossier spécifique ou en sélectionnant «Autres» ou «Choisir un autre dossier», ou d'en créer un nouveau.

Toutes les fonctionnalités liées aux favoris (les modifier, les supprimer, les déplacer,...) peuvent être gérées dans la page du gestionnaire: <chrome://bookmarks>. Pour y accéder, cliquez sur les 3 points alignés verticalement à droite de chaque favori. Pour les déplacer, il suffit également de les glisser-déposer.

#### 💡 ASTUCE

Vous avez pu remarquer que certains de vos favoris s'affichent directement sous la barre de recherche, ce qui est très pratique car il suffit de cliquer dessus pour y accéder. Pour afficher le ou les favoris que vous souhaitez sur la barre de favoris, cliquez sur les 2 petites flèches situées à droite de la barre. La liste des favoris apparaît alors, sélectionnez-en un et glissez/déposez-le là où vous voulez qu'il s'affiche. Usuellement, les favoris seront classés par ordre d'importance et d'utilisation de gauche à droite, du plus important au moins important. Vous pouvez également glisser directement un dossier contenant plusieurs favoris.

Attention ! Une page Web peut facilement changer d'URL. Si en cliquant sur un de vos favoris vous tombez sur une page 404 (erreur la plus fréquente), ne paniquez pas tout de suite. Dans un premier temps, assurez-vous de consulter le site Web à la racine. C'est à dire, si vous avez enregistré en favori l'adresse URL suivante: <http://athena-magazine.be/magazine/le-magazine-n358/comment-optimiser-sa-navigation-en-ligne0> et qu'une erreur s'affiche, il est possible que la page que vous cherchez précisément ait été déplacée. Rendez-vous alors à la racine du site en supprimant tout ce qui se trouve après le domaine «.be», c'est à dire <http://athena-magazine.be>, afin de vous assurer que le site fonctionne toujours et re-définissez un favori sur la nouvelle URL. Si le site n'existe plus, supprimez alors le favori. La plupart du temps, un favori est un site et non une page Internet. Il est courant d'utiliser les favoris pour répertorier des sites, à la différence des onglets qui eux servent à répertorier des pages (voir précédent article publié dans le n° 358).

## Vos mots de passe

Savez-vous à peu près combien de mots de passe vous gérez au quotidien ? Quelle est votre

méthode à vous ? Les noter dans un carnet ? Prendre des photos du carnet au cas où vous perdriez le carnet ? Perdre le carnet ? Changer de mot de passe à chaque fois que vous vous connectez parce que vous avez perdu le carnet et les photos ? Votre navigateur peut vous être d'une grande utilité pour gérer vos mots de passe. Lors de votre navigation, quand vous vous connectez sur un site qui nécessite un accès sécurisé avec email et mot de passe, le navigateur vous demande si vous souhaitez enregistrer votre mot de passe. Comme pour les favoris, il existe un raccourci à taper dans votre navigateur pour accéder au gestionnaire de mots de passe: **chrome://settings/passwords**.

#### \* Comment gérer vos mots de passe:

À l'occasion d'une connexion sur un site sécurisé, rentrez vos identifiants. Le navigateur *Chrome* ouvre alors une fenêtre vous proposant d'enregistrer le mot de passe lié au site sur lequel vous venez de vous connecter. Pour enregistrer votre mot de passe il vous suffit de cliquer sur «Enregistrer».

Pour gérer vos mots de passe et accéder aux paramètres du gestionnaire, connectez-vous sur **chrome://settings/passwords**. Sur cette page, vous allez trouver tous les mots de passe que vous avez préalablement enregistrés, la possibilité de les visionner en cliquant sur l'œil, de les copier, les modifier ou les supprimer. Vous pouvez y ajuster les paramètres qui conviennent à votre utilisation, comme le fait que le navigateur vous propose d'enregistrer les mots de passe ou encore la connexion automatique aux sites pour lesquels un mot de passe est enregistré. Très intéressante également, l'option «Vérifier les mots de passe», qui vous permet de savoir s'ils sont suffisamment

sécurisés. Si ce n'est pas le cas, n'hésitez pas à les modifier.

#### ASTUCE

Si vous êtes à court d'imagination pour créer vos mots de passe, *Google Chrome* peut vous aider. Sur un site Web sur lequel vous devez créer un compte: faites un clic droit sur la zone de saisie du mot de passe et cliquez sur «Suggérer un mot de passe sécurisé» puis sur «Générer un mot de passe». *Chrome* vous en propose un aperçu. Pour confirmer, cliquez sur «Utiliser le mot de passe suggéré». Terminez la création de votre compte. Le mot de passe est automatiquement enregistré dans le gestionnaire de mots de passe.

Mise au point: il n'est pas rare de lire ou d'entendre qu'il n'est pas recommandé d'enregistrer vos mots de passe sur votre ordinateur. Ici, vous êtes dans l'environnement de votre navigateur et non de votre ordinateur, sur lequel vous vous êtes connecté avec vos propres paramètres. Sans cet accès sécurisé à votre navigateur, il n'est pas possible d'accéder à vos mots de passe. Pour encore plus de sécurité, vous pouvez choisir de vous déconnecter de votre navigateur après chaque utilisation en cliquant sur votre profil, tout en haut à droite, puis sur «Se déconnecter». Il faudra dès lors vous reconnecter à chaque utilisation de votre navigateur pour retrouver vos paramètres.

Partez à la découverte d'autres extensions, il en existe des milliers. N'hésitez pas à tester et à prendre en main ces nouvelles fonctionnalités. Faites-nous part également des extensions que vous avez adoptées au quotidien en nous envoyant un mail à **contact@easi-ie.com**. 





curiokids

# Secrets de pharaons

Quand tu penses à l'Égypte, tu vois certainement les pyramides, des statues de Dieux à tête d'animal, des pharaons, des peintures de rois et de reines, des hiéroglyphes ou des momies. Autant de traces du passé qui prouvent combien cette civilisation était «géniale»

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE - INFO@CURIOKIDS.NET

PHOTOS: © MERYDOLLA - STOCK.ADOBE.COM (P.24), © YURII - STOCK.ADOBE.COM (P.25), © SICULODOC - STOCK.ADOBE.COM (P.25), © SCANPYRAMIDS (P.25), BROOKLYN MUSEUM (CC-BY) (P.26), © THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM (CC BY-NC-SA 4.0) (P.26), MUSÉE DU CAIRE (P.27), © STOCK.ADOBE.COM (P.27), D'APRÈS JEAN-CLAUDE GOLVIN, ARCHITECTE, ARCHÉOLOGUE, ILLUSTRATEUR (P.28), © THERESA MOUNT - STOCK.ADOBE.COM (P.29), © NOEL - STOCK.ADOBE.COM (P.29), © STOCK.ADOBE.COM (P.29)

ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT

**S**on histoire débute entre 3100 et 3200 avant Jésus-Christ avec Narmer, le roi Scorpion. Pendant 3 000 ans, l'Égypte se développe et prospère au bord du Nil, au nord-est de l'Afrique. En plus des constructions, dont certaines sont encore visibles aujourd'hui, les Égyptiens sont les inventeurs de nombreux objets du quotidien, encore employés aujourd'hui. Papier, encre, dentifrice, miroir, voici quelques exemples que tu connais bien. Cette culture du monde antique a pu prospérer grâce à l'accumulation de ses connaissances et à leur transmission.

Mathématiques, astronomie, médecine, agriculture, architecture, ingénierie et construction sont autant de domaines dans lesquels ils ont excellé... si bien que les scientifiques d'aujourd'hui travaillent encore à percer leurs secrets. Remontons le temps et partons à la découverte de cette civilisation incroyable.

## Un peu d'histoire...

L'Égypte ancienne était l'une des plus grandes et des plus puissantes civilisations du monde. Sa naissance, sous la forme d'un Empire, remonte à 3 millénaires avant Jésus-Christ. Elle prendra fin en 31 avant Jésus-Christ avec l'invasion des Romains. C'est grâce au Nil, 2<sup>e</sup> plus long fleuve du monde, que cette civilisation a pu se développer aussi bien. En effet, les Anciens Égyptiens l'exploitent pour **irriguer** leurs cultures. Un procédé très malin qui permet de «mouiller» les sols et de les fertiliser. Ainsi enrichis, ils produisent de grandes quantités de nourriture, ce qui est vital dans cette partie désertique de la planète. Ils étaient à ce point experts que les Grecs et les Romains copieront cette technique pour leurs cultures. Mais ce n'est pas tout. En plus d'être source de vie, le Nil leur servait aussi de moyen de transport pour commercer d'une ville à l'autre ou transporter les gros blocs de pierre destinés à la construction d'immenses édifices comme les temples et les pyramides.

## Des génies en innovation

### Le dentifrice et la brosse à dent

Les Égyptiens étaient très attentifs à leur hygiène personnelle et à leur apparence. Aussi, ils inventaient de nombreux outils et objets que nous utilisons encore 5 000 ans plus tard. Par exemple: le peigne, les ciseaux, le maquillage, le parfum et bien sûr, le dentifrice et la brosse à dent. Tout comme nous le faisons aujourd'hui, les Égyptiens utilisaient le dentifrice pour nettoyer leurs dents, les garder blanches et rafraîchir leur haleine. Cependant, leur dentifrice ne ressemblait en rien à celui que tu utilises. Les premières pâtes à dents développées entre -5000 et -3500 av. J.-C. étaient une poudre composée de coquilles d'œufs brûlés, de cendres de sabots de bœuf, de **myrrhe** et de pierre ponce. Cette poudre formait une pâte au contact de la salive. Sa composition était étudiée pour éliminer la plaque dentaire. Heureusement, sa recette a évolué au fil du temps, notamment grâce aux Grecs et aux Romains, qui ont incorporé des plantes aromatiques comme la menthe poivrée, un ingrédient encore employé de nos jours. Aujourd'hui, tout le monde peut se procurer du dentifrice, mais durant l'Antiquité égyptienne, ce produit d'hygiène bucco-dentaire était réservé à la classe riche, donc aux pharaons et à la noblesse.



### Le papyrus

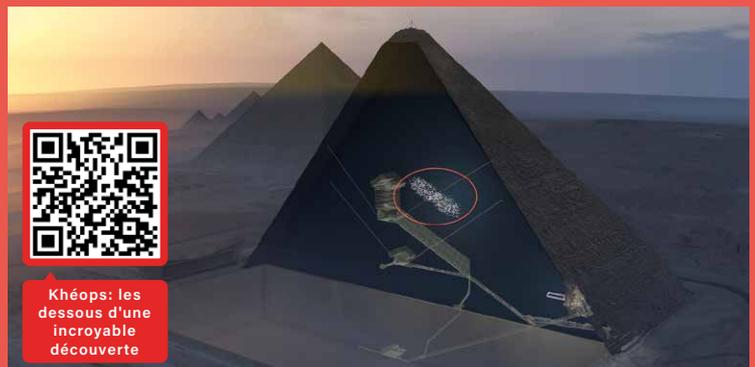
Aujourd'hui, tu lis ton magazine *Athena* imprimé sur du papier, qui fait partie de ton quotidien. Tu le retrouves comme support de tes cours à l'école, à la base des livres et BDs, des billets de banque, des magazines et même des publicités. Ce papier moderne est fabriqué à partir d'une pâte composée de fibres de cellulose extraites du bois. À l'époque de l'Égypte antique, le papier tel que tu le connais n'existait pas. Or, il était aussi important pour eux de garder une trace écrite des transactions commerciales ou d'informations importantes. Graver la pierre est une tâche fastidieuse et c'est un matériau lourd à transporter. Il leur fallait donc une solution efficace, facile à l'emploi et légère. C'est là qu'ils eurent l'idée de créer du papier à partir des tiges du papyrus, un roseau qui pousse sur les bords du Nil. Pour créer le papier, ils éliminaient les extrémités, la couche externe, pour ne garder que le cœur de la plante. Cette partie blanche était coupée en fines lamelles qui étaient ensuite tissées. Ce papier très fin, très coûteux à fabriquer et donc très précieux, était majoritairement employé pour les textes religieux. À ce propos, savais-tu que le mot «papier» venait du mot «papyrus»? Ça te paraît sûrement évident maintenant !



### Le truc de ouf !

Voir à travers les murs des pyramides avec des particules cosmiques, c'est possible ?

En 2017, les scientifiques découvrent une cavité immense, longue de 30 m, dans la pyramide de Khéops. Comment ont-ils fait ? Ils ont employé une technique de radiographie capable de détecter les cavités cachées à l'intérieur des matériaux. On appelle cette technique la «radiographie à muons». Quel nom bizarre ! Tout comme les rayons X permettent de voir à l'intérieur de ton corps, la radiographie muonique permet de «voir» à l'intérieur de la matière. Les **muons** sont des particules élémentaires infiniment petites et capables de traverser les objets. Ces particules se forment dans la haute atmosphère. Ils naissent de la rencontre des rayons cosmiques envoyés par le Soleil avec les molécules composant notre atmosphère. Chaque minute, ton corps est traversé par des centaines de muons. Quand ils traversent un matériau, ils interagissent avec lui et ralentissent ou changent de direction. Les scientifiques utilisent des détecteurs de muons pour savoir s'il y a une cavité ou si le matériau est plein. Cette technologie est particulièrement intéressante pour étudier les volcans ou les pyramides avec un plus haut degré de précision que les techniques plus courantes.



Khéops: les dessous d'une incroyable découverte





## Le calendrier

Le premier calendrier correspondant à une année de 365 jours a aussi été inventé par les Égyptiens. Tout a commencé il y a 5 000 ans. À cette époque, ils employaient 2 calendriers. Un calendrier lunaire pour leurs rituels et fêtes religieuses et un calendrier solaire pour tout ce qui relève de la vie de tous les jours. Basé sur les saisons, il se révèle très pratique et précis pour les activités agricoles.

Le calendrier égyptien, bien qu'il comporte 365 jours, diffère un peu du nôtre. En effet, dans l'Égypte ancienne, une semaine comporte 10 jours, un mois équivaut à 3 semaines de 10 jours et 4 mois couvrent une saison. Une année de leur calendrier correspond ainsi à 3 saisons et 5 jours saints. Tu l'as compris, ce calendrier compte donc 13 mois alors que le nôtre en comporte 12. Durant les 5 jours saints de ce 13<sup>e</sup> mois, les Égyptiens célébraient les anniversaires des dieux. Beaucoup d'entre eux étaient donc en congé pour les festivités. Mais pourquoi des semaines de 10 jours ? Le calendrier a été conçu en fonction de la position des étoiles dans le ciel. On appelle «décans» les étoiles désignées par les astronomes égyptiens pour observer leurs **levers héliaques** successifs à chaque décade, c'est-à-dire tous les 10 jours. Il existait 36 décans de 10 jours. Voilà comment les semaines de 10 jours apparaissent.

Ce calendrier était très important car toute la stratégie agricole reposait sur celui-ci. Pour bien le comprendre, il te faut savoir que le Nil était en crue (c'est une augmentation soudaine du niveau d'un cours d'eau) tous les étés. Cette crue apporte un limon noir qui fertilise (enrichit) les terres. Grâce à lui, les populations pouvaient cultiver l'ensemble des denrées alimentaires dont ils avaient besoin. Grâce au calendrier solaire, ils savaient à quelle période le Nil était en crue et donc à quel moment semer et récolter.



Ce miroir égyptien par exemple, en alliage d'argent et de cuivre, date d'environ 1400 av. J.-C.

## Le miroir ?

On ne sait pas si les Égyptiens sont les premiers à avoir créé le miroir, mais il est certain qu'ils l'employaient car des vestiges vieux de 5 000 ans ont été retrouvés sur plusieurs sites archéologiques. Ceux-ci sont fabriqués à partir d'un métal appelé le bronze. Le bronze est un **alliage**, autrement dit, un mélange d'au moins 2 métaux. Pour le bronze, il s'agit du cuivre et de l'étain. Leur miroir avait une forme sphérique, pour représenter le dieu du Soleil: Amon Rê. Sa surface était polie jusqu'à obtenir une surface réfléchissante sur laquelle ils pouvaient observer leur reflet. Le manche était composé de bois, de métal ou d'ivoire. Aujourd'hui, nos miroirs sont constitués d'une plaque de verre recouverte d'une fine couche d'aluminium ou d'argent, qui assure une réflexion totale de la lumière. Une couche finale à base de plomb ou de cuivre est appliquée pour rendre nos miroirs opaques (on ne voit pas au travers) et protéger la surface réfléchissante de l'oxydation de l'air. On n'imagine pas toute la technique cachée derrière un objet simple !



## Le selfie du jour



### Thot, Dieu de la Science

La science, ou du moins, la connaissance et la compréhension du monde, est bien ancrée en Égypte antique, au point qu'il y avait même un Dieu des sciences et de la magie. Son nom est Thot. C'est un dieu mystérieux à qui on attribue de nombreuses fonctions. Il est représenté avec une tête d'ibis, un oiseau possédant un bec long et fin. Selon les croyances égyptiennes, Thot est à la base des cycles de la Lune. Il est donc aussi un Dieu du temps, en plus d'être le dieu de l'intelligence et l'inventeur de l'écriture. Il est dit que c'est lui qui prenait des notes lors des réunions entre Dieux. Avec des connaissances sans limite, il est le dieu des sciences et des mathématiques. Cela fait de lui l'inventeur des poids et des mesures, des plans géométriques ou de la séparation des parcelles agricoles. Il détient aussi toutes les formules magiques. La légende raconte que Thot aurait consigné tous ses secrets dans un texte caché dans les temples anciens, pour partager son savoir avec les hommes.

## ACTU science:

### Formule chimique

La bière est un breuvage alcoolisé qui fait la réputation de la Belgique. Partout dans le monde, tu entendas parler des merveilleuses bières belges. Tu seras étonné d'apprendre que les Égyptiens de l'Antiquité fabriquaient déjà de la bière. Ce breuvage faisait partie intégrante de leur régime alimentaire, au même titre que le pain. Chaque famille (essentiellement les femmes) avait sa recette et produisait sa propre bière. Tandis que les brasseries fabriquaient la bière pour la haute société. Cette boisson est fabriquée en faisant chauffer de l'eau et des céréales. Ce mélange est ensuite fermenté grâce à des bactéries pour obtenir le résultat final. Les brasseries en produisaient d'immenses quantités. La plus vieille brasserie, découverte en 2021 près d'Abydos (dans le Sud du pays), date de 3100 av. J.-C. D'après les chercheurs, elle pouvait produire environ 22 400 litres à la fois !!! La bière était ensuite stockée dans des amphores car tu t'en doutes, il n'y avait pas de bouteilles en verre à l'époque. Considérée comme une source d'énergie dans la vie de l'au-delà, elle était aussi déposée en offrande funéraire et accompagnait les morts dans leur dernier voyage.

Sculpture d'une  
brasseuse de  
l'Ancien Empire  
découverte dans la  
Nécropole  
de Gizeh  
(Musée du Caire)



### LE SAVAIS-TU ?

Les pharaons épousaient leur sœur et cela n'avait rien de choquant dans l'Égypte ancienne. Mais pourquoi faisaient-ils cela ? Pour garder leur «sang pur» comme dans Harry Potter ? Pas vraiment ! Les rois aimaient montrer qu'ils étaient différents des hommes et se proclamer fils de Dieu. Aussi, ils faisaient tout pour se rapprocher des dieux en prenant leur apparence et en adoptant leur mode de vie. Ils reprenaient par exemple des symboles comme le sceptre, synonyme de pouvoir, et une fausse barbe pour ressembler un peu plus à Osiris. Dans leur manière de vivre aussi, ils s'inspiraient des dieux. En se penchant sur la mythologie égyptienne, on découvre que Chou épouse sa sœur Tefnout. De même, Osiris épouse sa sœur Isis, et Seth épouse sa sœur Nephthys. Les rois faisaient du coup la même chose. De plus, à l'époque on ignorait que la reproduction entre frères et sœurs apportait des dégénérescences, autrement dit, des malformations physiques et des déficits mentaux. Ainsi, le Pharaon Thoutmosis II épousa sa demi-sœur, la célèbre Hatchepsout. Le bien connu Toutânkhamon épousa aussi sa demi-sœur Ankhnesamon. Cette tradition s'est perpétuée jusqu'à Cléopâtre, un siècle avant Jésus-Christ, qui épousa d'abord son frère Ptolémée XIII puis son autre frère Ptolémée XIV qu'elle fit assassiner pour régner seule.

## Les chats étaient-ils vraiment des animaux sacrés en Égypte ?

Les chats, ces petits félins domestiqués que nous aimons tant, occupent une place importante dans la société égyptienne. Avec les chiens, les chats sont les animaux de compagnie les plus répandus car ils étaient considérés comme des porte-bonheurs. Ils étaient à ce point adorés qu'à leur mort, leur maître se rasait le crâne et les sourcils en signe de deuil, qui se poursuivait jusqu'à la repousse des sourcils. Cependant, ils n'étaient pas pour autant sacrés comme on aurait tendance à le croire.

À la basse époque, c'est-à-dire de -660 à -330 av. J.-C, l'Égypte était gouvernée par des rois étrangers et rarement par des pharaons. À cette époque, les animaux, dont le chat, se sont vu attribuer un statut particulier et sont devenus sacrés mais pas dans tout l'Empire, uniquement dans certaines villes. Les chats étaient ainsi vénérés dans les villes de Boubastis (l'actuelle Tell Basta) et de Memphis. Ces 2 villes vénéraient la même déesse: Bastet, la déesse à tête de chat de la famille et de la fécondité. Dans ces villes, il était donc interdit de les tuer ou de les maltraiter. Seuls les prêtres pouvaient les momifier pour s'attirer les faveurs de la déesse. Ailleurs dans le pays, les chats n'étaient pas sacrés. De même, sous le règne des pharaons égyptiens, le chat n'a jamais été considéré comme un animal sacré.





## Les pyramides, des défis d'architecture

Les pyramides, certainement les symboles les plus célèbres d'Égypte, sont des monuments vieux de plusieurs millénaires. Ce qui est incroyable, c'est de pouvoir encore les observer aujourd'hui. Et cela, nous le devons à l'ingéniosité des architectes et «ingénieurs» égyptiens.

Les pyramides du site de Gizeh, non loin de la capitale Le Caire, sont les plus connues et les plus grandes. Elles figurent parmi les 7 Merveilles du Monde. Les recherches archéologiques et scientifiques ont pu mettre au jour de nombreux secrets jusqu'alors bien gardés par les architectes de l'Antiquité. La grande Pyramide de Gizeh, appelée aussi la Pyramide de Khéops, a été construite 2 500 ans avant la naissance du Christ. Pendant plus de 3 500 ans, elle fut le plus grand monument jamais construit

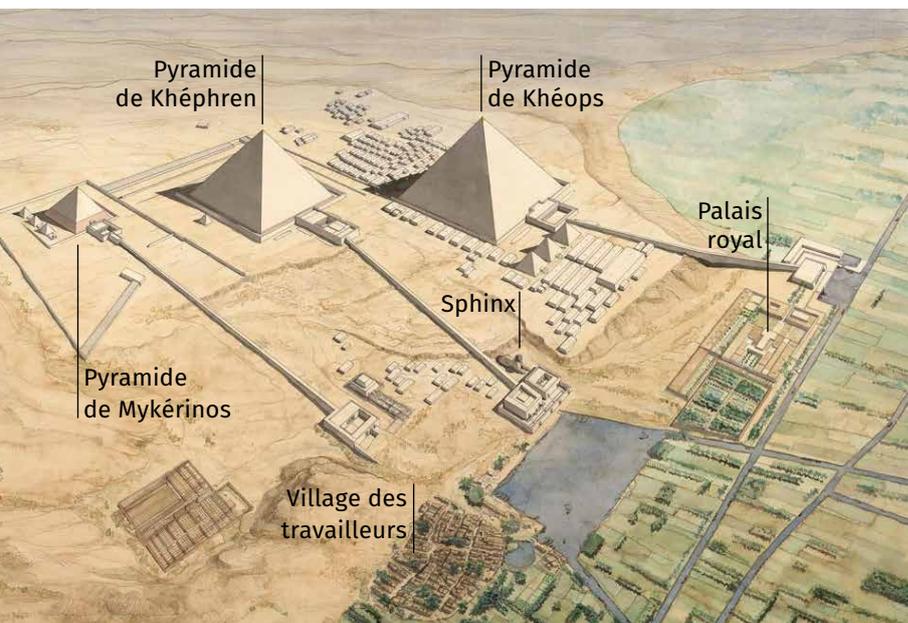


par les hommes. Jusqu'à la construction de la Cathédrale de Lincoln en Angleterre, en 1311.

Contrairement aux idées reçues, les ouvriers n'étaient pas des esclaves. Des «graffitis» retrouvés à l'intérieur de la Grande Pyramide indiquent plutôt qu'ils travaillaient sous les ordres d'un «patron», comme à l'époque du Moyen-Âge. Ils étaient d'ailleurs payés pour leur travail. Pour construire ces immenses pyramides, il fallait des milliers d'ouvriers. Grâce aux fouilles menées aux abords des pyramides, des villes entières d'ouvriers regroupant des «casernes» pour les loger, ont été découvertes.

Construire les pyramides était un travail très difficile et dangereux. Les pierres taillées pesaient en moyenne 2,5 tonnes chacune, le poids d'un éléphant. Tu te rends compte ?! À cette époque, il n'y avait pas de grues ou d'autres équipements de **manutention**. Comment les transportaient-ils alors ? Là aussi, des documents et peintures murales délivrent des indices. Les ouvriers concevaient des traîneaux qu'ils faisaient glisser sur du sable mouillé. Mais cela reste un travail particulièrement lourd. Il fallait énormément de force.

Si les Pyramides sont encore debout aujourd'hui, c'est grâce à différents éléments. Tout d'abord, les pierres étaient en granite. Ce type de pierre absorbe moins l'eau, prévenant ainsi l'érosion (usure) au cours du temps. En plus, elles étaient parfaitement taillées pour réduire les joints au maximum et étaient collées avec un mortier incroyablement efficace (et plus durable que le nôtre) développé à partir d'ingrédients locaux. Les Égyptiens de l'Antiquité étaient donc des **pionniers** en matière de construction et sacrément doués en science des matériaux.



### BIG DATA

**6 650**

C'est la longueur du Nil en kilomètres

**70**

C'est le nombre de jours requis pour momifier un être humain

**2,3 millions**

C'est le nombre de blocs de pierre composant la Grande Pyramide de Gizeh

**500 000 t**

C'est la quantité de mortier employée pour la Grande Pyramide

**265 kg**

C'est la quantité nécessaire de natron, qui désigne un carbonate naturel de sodium, requise pour assécher le corps d'un être humain dans un procédé de momification.

## LE P'TIT DICO



**Irriguer** : Arroser les champs en creusant des rigoles profondes dans lesquelles l'eau de la rivière pénètre pour humidifier les terres.

La **Myrrhe** est une sorte de pâte produite par l'arbre à myrrhe, apprécié des Égyptiens qui exploitaient ses essences pour fabriquer du parfum.

**Muons** : ce sont des particules élémentaires qui se forment suite à la rencontre de rayons cosmiques et des particules de l'atmosphère. Ils sont 200 fois plus lourds que les électrons.

**Lever héliaque** : au fil des jours, le Soleil change de position, permettant aux étoiles qu'il cachait d'être à nouveau visibles. Le lever héliaque d'une étoile est le premier jour où celle-ci redevient visible à l'Est dans les lueurs de l'aube, juste avant le lever du Soleil.

**Alliage** : produit métallurgique résultant de l'incorporation à un métal d'un ou de plusieurs éléments chimiques (métalliques ou non).

**Manutention** : action de manipuler, déplacer des marchandises, des colis ou des documents vers un autre lieu.

**Pionnier** : personne qui est la première à se lancer dans une entreprise, une expédition.

**Dépouille** : c'est le corps humain après sa mort ou la peau d'un animal mort.

## POURQUOI ET COMMENT MOMIFIAIT-ON LES MORTS ?

Les Égyptiens croyaient à la vie après la mort. Aussi, ils voulaient préserver leur corps pour l'au-delà. Or, tu sais que les corps des êtres vivants se décomposent après leur décès. Pour éviter cela, les Égyptiens procédaient à la momification: une technique mise au point pour protéger la **dépouille** de la décomposition. Et on peut dire qu'ils sont maîtres en la matière. La preuve, c'est que tu peux encore observer des momies vieilles de 4 000 ans dans certains musées. Mais comment ça marche la momification ?

Il ne suffit pas d'être un prêtre pour momifier un corps. Il convient de connaître l'anatomie humaine également. Cela se passe en plusieurs étapes successives:

- 1 Le corps était entièrement lavé. Pour cela, les Égyptiens utilisaient l'eau du Nil.
- 2 Ils extrayaient le cerveau avec un crochet passé dans les narines. À l'époque, le cerveau n'était pas reconnu comme un organe important. Ils retiraient ensuite les autres organes internes à l'exception du cœur. On appelle cette étape l'«éviscération». Chaque organe était ensuite conservé dans un vase appelé «canope».

de repousser les insectes et masquer les odeurs.

- 5 Il était emballé dans des bandelettes de lin. Un travail minutieux réalisé par les prêtres.
- 6 Les prêtres introduisaient le défunt momifié dans un cercueil somptueux avant d'être placé dans un sarcophage. Il ne faut pas le confondre avec le cercueil: c'est une cuve destinée à recueillir un cadavre ou un cercueil. Il est le plus souvent sculpté dans la pierre et placé au-dessus du sol ou parfois enterré.

Vases canopes



Sarcophage et sa momie



Comme tu peux le découvrir, la momification est un procédé long de 70 jours et très coûteux. Seules les personnalités riches telles que les rois ou les nobles pouvaient se permettre un tel rituel funéraire. 



- 3 La dépouille une fois «vide» était remplie de lin, un tissu absorbant, et recouverte de sel durant 50 jours. Ce sel, appelé «natron», servait aussi à absorber l'humidité. Durant cette étape, le corps s'asséchait totalement et restait ainsi reconnaissable.

- 4 Le corps était couvert de parfum et autres huiles parfumées à base de myrrhe, d'encens, de cannelle et autres épices afin

au alors: un rouleau de papier toilette, et hop!



## TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec Curiokids: «Décoder les messages avec un filtre rouge»

SCANNE-MOI





# Qui est-ce ? Rosalind FRANKLIN

TEXTE : JACQUELINE REMITS • JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE  
PHOTOS : LABORATOIRE DE BIOLOGIE MOLÉCULAIRE DU MRC/CARTE D'IDENTITÉ

de jeunes réfugiés juifs fuyant l'Allemagne et l'Europe de l'Est. En 1938, suite à mes brillants résultats scolaires, j'obtiens une bourse universitaire que mon père m'oblige à céder à un réfugié. Cela ne m'empêche pas d'entrer au *Newnham College*, appartenant à l'Université de Cambridge, pour étudier la chimie. J'y obtiens ma licence en 1941. J'entre alors à l'Université elle-même sous la supervision d'un professeur de chimie, qui ne montre aucun enthousiasme envers l'éducation des filles. Même s'il reconnaît mon potentiel, il n'est pas encourageant. Déçue de cette expérience, je rejoins l'*Association britannique de recherche sur l'utilisation du charbon* pour y poursuivre mes travaux. Trois ans plus tard, j'obtiens mon doctorat à Cambridge pour mes recherches sur la porosité du charbon qui permettent de les classer et de déterminer leur intérêt industriel, notamment pour la production de carburants et de masques à gaz. Après la Guerre, en 1947, j'ai l'opportunité d'entrer au *Laboratoire central des services chimiques* à Paris où je me forme à la cristallographie (ou diffractométrie) aux rayons X. Je me sers de ces nouvelles connaissances pour poursuivre mes recherches sur le charbon. De retour à Londres en 1951, j'intègre le département de biophysique du *King's College*. C'est là que je commence à consacrer mon temps aux recherches sur la structure de l'ADN. Je travaille avec un doctorant, Raymond Gosling, et le physicien Maurice Wilkins. Au fil du temps, mes travaux me permettent de réfuter les modèles d'ADN déjà établis par Maurice Wilkins et de les améliorer.

## Je suis...

**P**ionnière de la biologie moléculaire. Je vois le jour dans une famille juive de la bourgeoisie anglaise, à Notting Hill, un quartier de Londres, et suis 2<sup>e</sup> d'une fratrie de 5 enfants. Mon père est un banquier marchand et ma mère femme au foyer. Curieuse et passionnée par les sciences dès mon enfance, j'ai la chance d'intégrer, à 11 ans, le *St Paul's Girls' School*, l'un des seuls établissements de Londres où la physique et la chimie sont enseignées aux filles. À 15 ans, je décide de devenir une scientifique. À cette époque, la science est un domaine réservé aux hommes, dans lequel il est très difficile pour une femme de faire carrière. Mon père tente de me décourager, persuadé que l'enseignement supérieur n'est pas accessible aux filles. Mes parents, très actifs socialement, s'impliquent dans l'accueil



### CARTE D'IDENTITÉ

**NAISSANCE:** 25 juillet 1920,  
Londres (Royaume-Uni)

**DÉCÈS:** 16 avril 1958,  
Londres (Royaume-Uni)

**NATIONALITÉ:** Britannique

**SITUATION FAMILIALE:**  
Célibataire sans enfant

**DIPLÔME:** Physique-chimie  
à l'université de Cambridge

**CHAMPS DE RECHERCHE:**  
Chimie, cristallographie,  
biologie moléculaire,  
génétique

**DISTINCTIONS:** Prix Louisa  
Gross-Horwitz (2008)

## À cette époque...

L'année où j'obtiens mon doctorat en physique-chimie, en 1945, le 11 février, une conférence réunit le Président américain Franklin Roosevelt, le Premier ministre britannique Winston Churchill et le Président du Conseil des ministres de l'URSS Joseph Staline, à Yalta en Crimée. La victoire des Alliés semblant alors acquise en Europe, l'objectif est de se mettre d'accord sur les projets de restructuration de l'Europe après la Guerre. Mais elle n'est pas finie dans le Pacifique. Le 9 août, le Président américain Harry Truman (Roosevelt est décédé en avril) ordonne de lancer une bombe atomique sur Hiroshima et Nagasaki, au Japon. En 1952, l'année où je découvre la structure de l'ADN, le roi d'Angleterre Georges VI décède. Sa fille aînée Elizabeth est appelée à lui succéder. Le 2 juin 1953, à 27 ans, Elizabeth II est couronnée à Westminster.

## J'ai découvert...

La structure à double hélice de l'ADN (acide désoxyribonucléique). J'ai été la première à prendre une photo de sa structure par cristallographie. En 1952, au terme d'une centaine d'heures d'expositions aux rayons X, Raymond Gosling et moi avons vu apparaître, sur le cliché 51, les 2 hélices de la molécule de l'ADN, que j'ai nommées A et B. Ainsi, en 1953, je suis arrivée à la conclusion que les 2 conformations de l'ADN présentaient cette structure. Je les ai décrites dans des articles scientifiques. J'ai formulé cette découverte dans un rapport qui n'a pas été publié. En parallèle de mes travaux, Maurice Wilkins a poursuivi ses recherches, de même que James Watson et Francis Crick à l'université de Cambridge. Ces derniers se sont largement appuyés sur mes découvertes et celles de Wilkins pour construire un modèle moléculaire de l'ADN.

En mars 1953, à cause de la mésentente avec mes collaborateurs, j'ai été contrainte de quitter le *King's College* et mes travaux sur l'ADN (désormais aboutis) pour le *Birckbeck College*. Là, je me suis servie de la technique de la cristallographie sur les virus, principalement sur le virus de la mosaïque du tabac. J'ai découvert la structure en hélice de ce virus à ARN (acide ribonucléique). En 1957, suite à une demande de fonds de recherche faite à l'*Institut national de la santé* aux États-Unis, j'ai reçu une subvention de 10 000 livres pour une période de 3 ans, soit la plus grosse somme jamais reçue au *Birckbeck College* à cette époque. J'ai entamé des collaborations avec des laboratoires aux États-Unis qui ont permis d'entreprendre des travaux sur le virus de la poliomyélite.

De leur côté, en avril de la même année, Watson et Crick publient dans la revue *Nature* leur modèle de la structure de l'ADN. Ni Maurice Wilkins ni moi ne sommes mentionnés parmi les auteurs, seulement dans les remerciements. **A**

## SAVIEZ-VOUS QUE...

En 1956, le diagnostic tombe: Rosalind Franklin est atteinte d'un cancer de l'ovaire, conséquence probable de ses expositions aux rayons X. En 1958, elle est sollicitée pour monter un modèle en 3 dimensions de la structure du virus de la mosaïque du tabac destiné à être exposé au pavillon des sciences de l'Exposition universelle de Bruxelles. Le modèle, constitué de balles de ping-pong et de poignées de bicyclettes en plastique, y sera présenté à partir du 17 avril 1958, soit le lendemain du décès de la scientifique, à moins de 38 ans. Entièrement dévouée à son travail, elle ne s'est jamais mariée et n'a pas eu d'enfant.

En 5 ans, elle a publié 17 articles scientifiques sur la structure des virus et son groupe de recherche a établi les bases de la virologie structurale. Un de ses collègues, Aaron Klug, a reçu le prix Nobel en 1982 pour son travail sur la structure des virus qu'il avait réalisé en partie avec elle.

Elle est morte sans savoir que le fruit de ses recherches vaudra à James Watson, Francis Crick et Maurice Wilkins, de recevoir le prix Nobel de physiologie ou médecine en 1962 pour « leur » découverte de la structure de l'ADN. Elle reste la grande oubliée de ce prix. Seul Maurice Wilkins la cite dans son discours, soulignant que sa collaboration avec la chimiste fut précieuse. Un prix Nobel ne pouvant alors être attribué à titre posthume (la mesure sera instaurée en 1974), ni à plus de 3 personnes, elle n'a pas fait partie des lauréats. Des années plus tard, Francis Crick a admis qu'elle avait été très proche de résoudre, seule, le problème de la structure de l'ADN.

Plus tard, des voix se sont élevées pour clamer que Rosalind Franklin avait manqué de reconnaissance pour ses recherches inlassables et sa contribution scientifique importante parce qu'elle était une femme. Ces 40 dernières années, elle a reçu de nombreux hommages posthumes. Des pavillons d'universités, des instituts de recherche et des prix portent son nom, de nombreuses statues à son effigie ont été érigées.

En 2008, elle a reçu, à titre honorifique posthume, le prix Louisa Gross-Horwitz, remis depuis 1967 par l'Université Columbia, à un chercheur ayant apporté une contribution remarquable à la recherche fondamentale dans les domaines de la biologie et de la biochimie.

Un prix Rosalind-Franklin a été créé en 2003 par la *Royal Society*.

Le rover martien *Rosalind-Franklin*, de conception européenne, qui devait s'envoler en septembre 2022 vers Mars, reste sur Terre pour une durée indéterminée, l'Agence spatiale européenne ayant décidé de suspendre sa collaboration avec la Russie en charge du lancement et de l'atterrissage sur la Planète rouge de l'astromobile.



# Les sportives cirent les bancs

À chaque Coupe du monde, le football masculin est surmédiatisé. Le sport est-il vraiment une affaire d'hommes ? Les athlètes féminines ne sont pourtant pas rares. Mais les stéréotypes sont légion. Et les sportives manquent cruellement de reconnaissance, de médiatisation et de rémunération. Analyse

TEXTE: ANNE-CATHERINE DE BAST - ATHENA@SPW.WALLONIE.BE

PHOTOS: ©ALEX - STOCK.ADOBE.COM (P.32), HALFPOINT - STOCK.ADOBE.COM (P.33), ©BELGA PHOTO STIJN AUDDOOREN (P.34), ©VIAR PRO STUDIO - STOCK.ADOBE.COM (P.35)

Les klaxons et les supporters se font plus discrets que d'ordinaire. La faute à l'hiver. Ou aux stades climatisés et à usage unique, aux milliers d'ouvriers morts sur les chantiers, aux conditions de travail déplorables, aux soupçons de corruption... C'est indéniable: l'image du Qatar a déteint sur celle de la Coupe du monde de football. Mais il en fallait plus pour ternir la motivation des aficionados du ballon rond... L'événement tant attendu aux 4 coins de la planète, le Saint des Saint, a bel et bien eu lieu !

En Belgique, quoi qu'il arrive, le foot reste le sport numéro 1. Que ce soit en termes de retransmission télévisée ou d'inscriptions dans les clubs sportifs, il a toujours la cote. Du moins quand il s'agit de sportifs masculins... Car les compétitions féminines, on en parle moins. Voire pas du tout. Une question de performance, de biologie, de culture, d'éducation, de motivation ? Pourquoi le sport est-il moins populaire auprès de la gent féminine ? Peut-être parce que justement, il est moins médiatisé. Pourquoi d'ailleurs ? Comme souvent, au-delà de l'aspect physique, le point de vue sociétal entre en jeu... «*Dans la pratique sportive, dès le plus jeune âge, il existe des différences entre la participation des filles et celle des garçons*», indique Géraldine Zeimers, professeure de management du sport à la faculté des sciences de la motricité de l'UCLouvain. *Cette différence augmente avec l'âge. En 2020, on comptait 31% de femmes et 69% d'hommes inscrits dans un club sportif en Fédération Wallonie-Bruxelles. Malgré*

une égalité de la population, l'écart au niveau d'une pratique sportive est important !»

## Des stéréotypes du passé

Les garçons ont tendance à aller plus facilement vers un sport comme le foot. Quant à la danse, elle est considérée comme une discipline de filles. Pourquoi ? Comme beaucoup d'autres aspects, cette représentation ressort d'une construction sociétale qui repose sur des stéréotypes. «Ce sont des pratiques héritées du passé, difficiles à changer. Nous portons le fruit de cet héritage, explique Géraldine Zeimers. Historiquement, le sport a été créé par des hommes pour des hommes. Les femmes en étaient écartées. Lorsqu'elles ont été autorisées à en faire, le cadre était bien défini, sous certaines conditions comme le huis-clos ou le port de certaines tenues peu pratiques, mais esthétiques. Elles avaient accès à des sports qui ne mettaient pas à mal l'image qu'on voulait promouvoir de la femme. Contrairement à des sports comme le foot, considérés comme plus virils et qui permettaient de mettre en évidence la virilité.»

Le football restera d'ailleurs interdit aux femmes jusque dans les années 70. Et même si depuis, leur condition dans la société a évolué en termes d'autonomie et d'indépendance, l'écart ne s'est pas complètement résorbé. «On a du mal à dépasser les barrières. Dans les clubs, les familles, écoles, il y a encore des idées reçues tenaces qui renforcent ces difficultés à permettre une participation égalitaire en matière de sport.» Les stéréotypes ont décidément la peau dure...

Pourtant, de l'autre côté de l'Atlantique, le football est un sport... féminin. Et là aussi, le succès du «soccer», l'autre nom du football, tire ses explications dans l'Histoire. «Aux États-Unis, c'est une loi pour l'égalité des chances qui est à l'origine de l'intérêt des filles pour le soccer, indique Boris Jidovtseff, professeur au département des sciences de la motricité de l'Université de Liège. Il n'existe pas de football américain féminin. Or pratiquer ce sport est un excellent moyen d'obtenir une bourse permettant d'aller à l'université. Les États-Unis ont développé le soccer pour donner aux filles des moyens de faire des études. Cela a fonctionné, à tel point qu'ils ont aujourd'hui la meilleure équipe de foot féminin du monde ! Ce succès donne envie aux petites filles de faire du foot, c'est valorisant pour elles.»

Le soccer serait donc un «sport de filles» ? Force est de constater que peu d'hommes le pratiquent outre-Atlantique. «On peut imaginer que lorsqu'un sport est identifié à un genre, on a plutôt tendance à le pratiquer ou non en fonction de notre propre

## LES SPORTIFS, TOUJOURS PLUS FORTS QUE LES SPORTIVES ?

Au-delà de l'aspect culturel, les hommes et les femmes ne sont pas capables des mêmes performances. «La différenciation est due aux hormones, indique le Pr Jidovtseff. La testostérone est à la base des différences physiques et comportementales. La différence qu'on peut voir dans les compétitions est liée à la base hormonale qui vient impliquer un développement musculaire permettant d'atteindre les performances.» C'est biologique: les hommes ont plus de force, plus de puissance. Leur morphologie leur permet de manière absolue d'être plus performants dans un grand nombre de domaines physiques. «Mais il y a des nuances... La souplesse, par exemple, est meilleure chez les femmes. Quand on regarde les qualités d'endurance, les hommes sont de prime abord plus performants, mais plus la distance augmente, plus la différence se réduit. Il n'y a pas que le physique qui peut expliquer cette diminution de la différence, le mental joue également un rôle. La performance est multifactorielle: biomécanique, neuromusculaire, mentale, métabolique...»

Sur le plan physique, c'est la poussée de croissance de la puberté qui accentue cette différence entre homme et femme. Avant la puberté, les différences sont faibles. Il est d'ailleurs très courant de voir des filles plus rapides que les garçons dans des épreuves de vitesse.



genre, précise le Pr Jidovtseff. Aux États-Unis, les garçons font plus facilement du football américain, considéré comme plus viril. Ils vont peut-être faire du soccer, mais ils ne vont pas se sentir renforcés dans leur identité masculine. Dans le choix de la pratique d'un sport, il y a des facteurs culturels très forts. L'exemple du foot est interpellant.»





## Un manque de visibilité médiatique

Dans les médias, certains sports sont plus visibles que d'autres. Et dans presque tous les cas, ce sont les performances des hommes qui attirent les regards et les caméras. Mais des efforts sont consentis... On a vu les matchs des *Red Flames*, l'équipe nationale féminine de foot, lors du Championnat d'Europe de foot féminin, retransmis sur la RTBF en juillet dernier. Le tennis féminin occupe les ondes depuis des années lors des tournois du Grand Chelem. Les exploits athlétiques de Nafissatou Thiam sont suivis de près par les journalistes. De plus en plus, les performances sportives des femmes occupent l'antenne, c'est indiscutable. Mais on est loin d'une répartition égalitaire, surtout lorsqu'on voit la part du lion que se taille une discipline comme le football masculin dans les médias. *«C'est la question de la demande et de la consommation, analyse Boris Jidovtseff. On retrouve un intérêt médiatique envers le sport et les performances chez les hommes. Les femmes regarderaient peut-être plus un sport pratiqué par des femmes, mais ce n'est pas sûr... Tout cela, c'est économique: si des millions de personnes regardent, les compétitions sont diffusées, il y a des sponsors et de l'argent.»*

À la société de mettre des balises pour éviter les excès. Car les choix politiques peuvent influencer les tendances. *«On l'a vu aux États-Unis: la décision prise a permis de changer complètement les pratiques sportives. C'est un raisonnement logique: plus de médiatisation apporte plus de sponsors, et donc plus de professionnalisation. Cela permet l'émergence de stars, ce qui donne plus d'envie de faire ce sport. L'approche égalitaire serait plus pertinente, mais elle doit répondre à l'offre et à la demande. Ce qu'on voit aujourd'hui dans les médias, ce sont les performances. La victoire est valorisante, et la compétition fait référence à un modèle plus masculin.»*

Pour Géraldine Zeimers, cela va beaucoup plus loin: la médiatisation joue un rôle prépondérant dans la transmission des stéréotypes. *«La société évolue, mais les discriminations persistent. Par exemple, les garçons occupent beaucoup d'espace dans les cours de récréation. Il est temps qu'elles soient ouvertes à tous, et à tous les sports. Émanciper grâce au sport permet de casser des stéréotypes. Certains garçons vont se rendre compte qu'il y a des filles plus fortes qu'eux. Cela remet leurs idées reçues en question. Pourquoi le foot serait-il masculin par essence ?»*

Reste qu'une fille qui ambitionne de jouer au foot dans la cour de récré rencontrera toujours plus



Les Red Flames, équipe nationale belge, célébrant leur victoire.

de difficultés qu'un garçon, au même titre qu'un garçon qui souhaite faire de la danse. Et cela se ressent sur la motivation... *«C'est lié à la manière dont le sport est pensé, et à son accessibilité, ajoute l'enseignante. Mais il ne faut pas partir du principe que les filles sont moins motivées à faire du sport, cela ne doit pas être une raison pour dire qu'elles ne veulent pas en faire. Tout est lié à des raisons plus générales. Il n'est pas normal que les enfants, filles et garçons, n'aient pas les mêmes possibilités de faire du sport.»*

## Argent, politique et mentalité

À l'heure actuelle, on compte 35% de sportives sous contrat Fédération Wallonie-Bruxelles pour 65% d'hommes. Quant aux salaires, aux primes et aux indemnités, ils ne sont pas égaux non plus. *«La différence de rémunération repose sur le fait que les salaires en Belgique restent inégaux, avec un écart de 9,2% de moyenne, précise Géraldine Zeimers. La société a tendance à considérer que la performance sportive d'une athlète est moindre que celle d'un athlète. Les courses féminines et masculines n'ont en général pas lieu en même temps, elles ne sont pas mises en évidence de la même manière. Et par manque de visibilité, les sponsors ne suivent pas... Une sportive pratiquant une discipline peu médiatisée, comme par exemple le triathlon, va avoir beaucoup de difficultés à sortir du lot. De plus, les sponsors leurs proposent des contrats différents. Il est arrivé que certaines marques rompent le contrat de*



*leurs athlètes parce qu'elles étaient enceintes... Il commence à y avoir du changement, mais les écarts restent flagrants, tant au niveau de la médiatisation que de la rémunération.»*

Globalement, les femmes sont moins représentées à tous les niveaux, qu'on parle de sportives, de fédérations, d'entraîneuses ou de préparatrices physiques. Par exemple, les femmes ne sont que 29% dans les conseils d'administration. Pour faire évoluer les choses, il serait donc nécessaire de favoriser la diversité dans les instances, y assurer une représentation plus égalitaire. *«Ce n'est pas typique à la Belgique, le même écart est visible au niveau international, constate le Pr Zeimers. Mais certains pays font des efforts. Ils imposent des quotas dans les CA, mènent des campagnes de sensibilisation. Cela a pour conséquence une amélioration dans la prise de décision. Quand un CA est plus égalitaire et mixte, les décisions sont différentes.»*

Ici aussi, pour Géraldine Zeimers, il ne faut pas partir du principe que les femmes ne sont pas intéressées à siéger dans ces instances. Mais plutôt réfléchir à ce qui les empêche d'y assister, comme des raisons familiales ou le fait que des administrateurs plus anciens ne soient pas prêts à céder leur place. *«C'est un enjeu plus large qui dépasse le monde du sport. Il faut investir et considérer qu'il peut y avoir un retour sur investissement. C'est un enjeu de santé publique et de société. Si on veut une société juste, il faut dépasser ces barrières, se remettre en question et combattre ces stéréotypes.»*

## TENUE CORRECTE EXIGÉE ! CORRECTE, C'EST À DIRE ?

**J**oue-t-on mieux au beach volley lorsqu'on porte un bikini ? Est-on plus performante quand on joue en blanc ? Cela fait un moment que les sportives tirent la sonnette d'alarme: les tenues inconfortables les pénalisent dans la pratique de leur sport. Et contre toute attente, il n'est pas si simple de faire évoluer les mentalités. *«Ce sont les fédérations qui définissent les tenues officielles des sportifs et sportives, indique le Pr Géraldine Zeimers. Il suffit de regarder qui se trouve dans les instances... Il n'y a que peu de femmes représentées. Et les uns et les autres ne réfléchissent pas à la question de la même manière.»*

Les sportives vivent un paradoxe difficile à gérer: elles ont besoin de médiatisation. *«Et il faut parfois jouer des codes pour être médiatisées, et donc jouer sur l'hypersexualisation. Mais ce ne sont pas des tenues qui permettent une meilleure performance. On n'a pas besoin d'être en culotte pour faire du beach volley ! C'est plus agréable d'être bien équipée, plutôt que d'être la plus sexy sur le terrain.»*

Depuis toujours, les tenues sportives des femmes sont peu adaptées, à l'image de ces joueuses de tennis qui portaient autrefois un corset. Dans certains cas, elles doivent s'équiper comme les hommes car rien n'a été prévu pour leur morphologie. *«Quand elles ne doivent pas porter des tenues hypersexualisées pour faire de l'audience, s'exclame l'enseignante. La danse, le tennis, le patinage artistique... Dans ces disciplines, les sportives ont des tenues qui mettent plus en évidence le corps pour le sexualiser que pour les performances sportives. Mais parfois, même si elles ne sont pas d'accord, ces femmes doivent oser s'opposer à leur fédération. Ce n'est pas simple !»*

En 2018, la joueuse de tennis française Alizé Cornet s'était vu sanctionnée d'un avertissement pour avoir brièvement enlevé son t-shirt pour le remettre à l'endroit. Faut-il préciser que les joueurs, eux, changent de t-shirt sur le court sans que personne ne sourcille. Autre exemple: en 2021 aux Championnats d'Europe de beach handball, les joueuses norvégiennes ont écopé d'une amende de 1 500 euros pour avoir refusé de jouer en bikini. Cela a créé un tel tollé qu'elles ont fini par obtenir gain de cause: exit le bikini, le débardeur ajusté et le short tout de même «court et serré» sont désormais autorisés... (Très) petit pas par petit pas mais on avance...

En parallèle, peut-être est-il temps de faire évoluer la forme actuelle du sport, qui valorise la victoire plutôt que la pratique. *«Le sport est un bon moyen de bouger, d'être en mouvement, bien dans peau», conclut Boris Jidovtseff. Sa représentation actuelle, orientée sur la victoire, ne répond pas aux besoins de bon nombre de personnes. «Dans le sport, on retrouve la compétition, mais on peut aussi retrouver un besoin fondamental de partager quelque chose, une dimension sociale. Il y a un changement dans les pratiques qui doit être développé et répondre à un besoin. Avoir des outils de valorisation qui ne sont pas liés à la performance.»* Reste à voir si les sponsors sont également prêts à se remettre en question. **A**



Premier puits de pétrole commercial au monde situé à Titusville (Pennsylvanie)

# À la recherche de l'or noir : une torchère magique !

Le pétrole est cette huile visqueuse qui a résulté de la dégradation de la matière organique vivante dont la Terre était remplie voilà plusieurs centaines de millions d'années. Il s'agit d'un mélange inflammable contenant d'innombrables hydrocarbures différents, lequel provient d'affleurements naturels, mais aussi de puits forés selon une technique inventée depuis belle lurette par les Chinois...

TEXTE : PAUL DEPOVERE - DEPOVERE@VOO.BE

PHOTOS : PENNSYLVANIA HISTORICAL AND MUSEUM COMMISSION, DRAKE WELL MUSEUM, TITUSVILLE, PENN (P.36)

À l'origine, ce pétrole permettait notamment de réaliser le calfatage (étanchéification) des bateaux, de momifier des cadavres, de confectionner du feu grégeois (mélange de salpêtre, de soufre et de bitume capable de brûler sur l'eau), voire de traiter certaines pathologies. Bien des siècles plus tard, au début des années 1850, un certain George H. Bissell, avocat en exercice à New York, apprit que le pétrole était extrêmement abondant en Pennsylvanie. Il se dit qu'on pourrait, en le distillant, récupérer la fraction appelée kérosène afin de l'employer en tant que combustible éclairant pour les lampes à huile (baptisé «pétrole lampant»), lesquelles étaient à cette époque alimentées par de l'huile de baleine. Après s'être assuré auprès de Benjamin Silliman Jr., professeur à l'Université Yale (1), de la possibilité de transposer la distillation du pétrole à l'échelle industrielle, il s'associa avec Jonathan G. Eveleth (avocat issu de l'Université Harvard) pour fonder la *Pennsylvania Rock Oil Company* (2). C'est finalement l'entrepreneur Edwin L. Drake qui produisit, le 27 août 1859, les premiers barils de pétrole à partir de sa tour de forage (derrick) à Oil Creek, près de Titusville (voir photo de titre). Ceci déclencha une véritable ruée vers l'or «noir», la région se couvrant d'une multitude de puits de pétrole. On considère actuellement George Bissell comme étant le «père de l'industrie pétrolière américaine», son associé Eveleth ayant perdu la vie à seulement 40 ans.

## Un tour de magie imprévu

Un très important gisement de gaz naturel fut découvert à Dexter, au Kansas, en 1903. Afin de fêter cette prospérité économique exceptionnelle qui s'offrait à eux, les habitants de la localité voulurent solennellement allumer la torchère avant de coiffer le puits, mais leurs gerbes de foin en feu furent en réalité chaque fois éteintes par le gaz. Ce comportement bizarre attira l'attention de quelques géologues présents à cette festivité, lesquels firent parvenir au département de chimie de l'Université du Kansas un échantillon de ce curieux gaz issu des profondeurs du sol. Et, en fait, les analyses révélèrent la présence prépondérante d'azote (inflammable) avec seulement 15% de méthane (gaz naturel), mais aussi près de 2% d'hélium (issu du grec *helios*: soleil, car il n'était censé exister que dans notre Soleil), ce qui était remarquable.

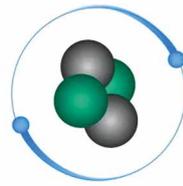
Par la suite, d'autres échantillons de gaz naturel riche en hélium furent découverts, ce qui permit aux États-Unis de devenir le premier producteur mondial de ce gaz noble qu'on ne peut plus qualifier de rare. Découvrir la présence notoire d'un tel gaz sur Terre, en quantités inépuisables, enthousiasma les savants du monde entier. Celui-ci fut employé dès la Première Guerre mondiale comme gaz inerte capable d'assurer en toute sécurité la sustentation des ballons captifs, puis de dirigeables (3). L'isotope 4 de cet élément fut également à l'origine de découvertes exceptionnelles en physique fondamentale, notamment dans le domaine du froid (4).



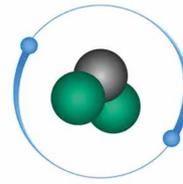
Le dirigeable C-7  
de la marine américaine

## Exploitation minière de l'hélium-3 lunaire

Si l'isotope 3 de l'hélium (composé de 2 protons et 1 neutron) est très peu abondant sur Terre, il est en revanche apparu dès les premiers instants de l'Univers et il intervient toujours dans la production colossale d'énergie par fusion nucléaire qui caractérise les étoiles (voir *Athena* n° 353). Par ailleurs, on estime qu'au moins 100 000 tonnes



Hélium-4  
2 protons, 2 neutrons



Hélium-3  
2 protons, 1 neutron

Les 2 isotopes stables de l'hélium sur Terre: l'hélium-4, très majoritaire, et l'hélium-3

d'hélium-3 ont été déposées dans la poussière lunaire par les vents solaires. Enfin, il s'avère que cet isotope pourrait servir de carburant efficace pour réaliser la fusion nucléaire sur Terre dès le jour où cette technique sera fonctionnelle. Voilà pourquoi la Chine envisage très sérieusement d'envoyer bientôt une équipe de taïkonautes sur la Lune afin d'y prélever et de rapporter cet isotope si abondant et accessible. Au vu des potentialités disponibles dans une simple tonne d'hélium-3, il est permis d'espérer que la production d'énergie propre sur la Terre sera enfin résolue ! (4)

(1) Il fut le premier à identifier dans le pétrole un certain nombre de fractions intéressantes parmi lesquelles le gaz naturel, l'éther de pétrole, l'essence, le kérosène, le gazole et le bitume. L'essence, considérée à cette époque comme un produit peu utile, ne servait que de détachant. Mais tout cela changea avec l'invention (par G. Daimler et C. Benz) des moteurs à combustion interne fonctionnant avec de l'essence, voire avec du gazole (sous l'égide de R. Diesel, disparu tragiquement lors d'une traversée de la mer du Nord). Cette demande de plus en plus pressante de carburants pour automobiles se traduira d'ailleurs par la mise au point de diverses techniques de craquage et de reformage des fractions plus lourdes du pétrole afin d'augmenter les rendements en produits valorisants.

(2) «Rock Oil» (huile de roche) désigne en français le pétrole, qui lui-même dérive du latin médiéval «petroleum» (huile de pierre).

(3) Le premier dirigeable gonflé à l'hélium fut le C-7 de la marine américaine, inauguré en 1921. Quant au LZ-129 Hindenburg, construit par la firme allemande *Zeppelin* pour assurer le transport transatlantique de passagers et dont la sustentation avait dû (en raison de l'embargo militaire des Américains) être assurée par de l'hydrogène au lieu d'hélium, il explosa le 6 mai 1937 lors de son atterrissage à Lakehurst dans le New Jersey. Ceci mit fin à ce moyen de déplacement.

(4) Lorsqu'on refroidit l'hélium-4, dont le noyau contient 2 protons et 2 neutrons, à très basse température (en dessous de 2,17 kelvins), ce liquide, plutôt que de se solidifier, subit une transition de phase et devient superfluide. Dénué de toute viscosité, il n'oppose alors plus aucune résistance à l'écoulement. De ce fait, lorsqu'on le place dans un récipient ouvert, on constate qu'il s'en échappe en remontant la paroi interne dudit récipient. L'hélium est la seule substance connue à ce jour capable d'exister sous 2 phases liquides différentes.



# BIO NEWS

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

PHOTOS : ©MAX PLANCK INSTITUTE OF ANIMAL BEHAVIOR/BARBARA KLUMP (P.38),

©MASTER1305 - STOCK.ADOBE.COM (P. 39), ©KICHIGINI9 - STOCK.ADOBE.COM/BIOZOOM (P.39),

©FOTOPOGLEDI - STOCK.ADOBE.COM (P.40), ©MONTREE - STOCK.ADOBE.COM (P.41),

©ALTITUDEVISUAL - STOCK.ADOBE.COM (P.41)

Le cacatoès est décidément bien ingénieux, surtout lorsqu'il s'agit de se nourrir.

## Le cacatoès et la boîte à ordures

On sait à quel point les animaux peuvent être déterminés et malins pour accéder à des sources de nourriture. Les rats-laveurs ouvrent les poubelles, les ours aussi. On a également vu des sangliers et des renards qui, à la faveur des confinements du passé ou des grèves des éboueurs, ont gagné les villes au mépris de la présence d'humains (médusés), n'hésitant pas au passage à modifier leur rythme nyctéméral. Les oiseaux ne sont pas en reste. On a pu observer, il y a des décennies déjà, les mésanges londoniennes venir se délecter au petit matin du lait déposé en bouteille sur le pas des portes. Non seulement perçaient-elles l'opercule d'aluminium pour avoir accès au breuvage nutritif, mais elles faisaient aussi la différence - grâce à la couleur de la protection métallique - entre un lait entier et un autre écrémé. On peut être une mésange un tantinet voleuse, mais avoir le souci de sa ligne !

Un des derniers exemples bien documentés en date est celui du cacatoès à crête jaune. Comme d'autres Psittacidés

(y compris chez nous), il n'hésite pas à fréquenter bruyamment les villes où il se reproduit et se met en quête de tout ce qui peut le nourrir. Mais en Australie où il vit, comme en tant d'autres endroits, les ordures domestiques sont déposées dans de grands bacs à couvercle le long des voiries. Les conteneurs unifamiliaux, hauts de plus d'1 m et à section carrée, ont un couvercle bien adapté et finalement assez lourd si on le met en relation avec la taille d'un oiseau, soit-il de la taille du cacatoès. Qu'à cela ne tienne: celui-ci a mis au point une stratégie qui lui permet de grimper sur la marge supérieure de la poubelle, près d'un des angles extérieurs, de saisir le bord du couvercle de son bec puissant et de reculer petit à petit vers l'arrière, ce qui a pour effet de lever progressivement ledit couvercle qui finit par basculer sur la face arrière. À lui les matières organiques fraîchement déposées !

Ce qui est le plus surprenant, c'est que non seulement la méthode commence à prendre de l'extension sur la Côte Est australienne, mais qu'elle connaît déjà des variantes régionales, certains de ces spécialistes ouvre-poubelles ayant apporté leur petit perfectionnement «maison». L'intelligence animale, souvent considérée comme réduite par les humains, a encore bien des choses à nous démontrer ! 

► **Science 2021; 373: 456-460**

## Culture, économie et fécondité

L'information n'a, semble-t-il, guère éveillé les médias lorsqu'elle a été diffusée il y a quelques mois: le taux de natalité en Inde est passé sous la barre de 2 et se situe plus exactement à la valeur, exceptionnelle pour le pays, de 1,8. Qu'est-ce que cela signifie ? Simplement que depuis peu, les couples indiens ont en moyenne moins de 2 enfants. Pour info, au cours des années 60, la valeur était proche de 6 ! On sait que depuis cette époque, des efforts d'information ont été consentis et que des campagnes de stérilisation volontaire, tant des hommes que de femmes, ont même été mises sur pied, agrémentées d'un incitant financier. Ces campagnes n'ont toutefois eu qu'un temps en raison de leur impopularité.

Quelles ont alors été les motivations qui ont mené les couples à avoir moins d'enfants aujourd'hui ? Les réponses sont simples tant elles sont évidentes: éducation, accès à des moyens contraceptifs, chute de la mortalité infantile et augmentation des moyens financiers. Si 35% des Indiennes ne savent toujours ni lire ni écrire, il s'agit des plus âgées. Au cours des années 60, elles étaient 90% dans le cas. Plus généralement scolarisées et dotées de moyens financiers qu'auparavant, les Indiennes peuvent aussi accéder à un métier, ce qui offre à leur couple un niveau de vie meilleur et retarde l'âge de la première conception. Ce seul paramètre éducatif aurait contribué pour près de moitié à la réduction de fécondité. La réduction drastique de la mortalité a, depuis quelques dizaines d'années de progrès médical, également permis que chacun des enfants conçus ait les meilleures chances de vivre. Si 241 naissances sur 1 000 étaient suivies d'un décès rapide de l'enfant en 1960, elles ne sont plus que 34 aujourd'hui; 34 de trop, sans doute, mais on mesure aussi le progrès accompli.

Résultat: la population du pays, depuis peu, n'atteint plus le taux de doublement de 2,1 enfants par couple. Cela signifie que si la tendance se poursuit et surtout s'accroît, la population de ce pays-continent va diminuer plutôt qu'augmenter et que l'âge moyen devrait s'accroître.

Une telle tendance n'est pas isolée et est même généralisée dans tous les pays industrialisés. La fécondité moyenne en Belgique est proche de 1,6, il est de 1,8 encore en France, mais



n'est plus que de 1,2 ou 1,3 dans des pays comme l'Espagne et l'Italie. Les Chinois, longtemps contraints à n'avoir qu'un enfant, sont aujourd'hui incités à en avoir un deuxième. Mais les couples, qui ont dorénavant accès à l'économie de marché et à ses avantages, n'en veulent pas. La fécondité ne dépasserait pas 1,7 dans la Chine d'aujourd'hui. À ce rythme, la population mondiale que des prévisionnistes persistent à voir augmenter, ne pourra que diminuer. Au Japon, 50% de la population aurait déjà plus de 50 ans. Moins de naissances associé à une augmentation de l'espérance de vie font que l'on s'achemine insensiblement vers une population mondiale vieillissante qui fera, forcément, encore moins d'enfants. Cela posera d'autres problèmes qui sont déjà bien connus aujourd'hui: il y aura moins d'actifs avec davantage de personnes âgées à charge; à moins de les faire travailler de plus en plus longtemps. Bref: un problème chasse l'autre. À chaque génération ses soucis... 

► **Science, 2021; 374: 14722-1423**



## BIO ZOOM

Comme une oasis en plein désert, le Cenote Angelita est un point d'eau bien caché dans la jungle de la Province du Yucatan (Mexique). Spot prisé des plongeurs, il l'est tout autant des scientifiques. Pourquoi ? Il cache une rivière sous-marine ! Ses eaux sont composées de 3 couches principales méromictiques (qui ne se mélangent pas). En-dessous de ses 25 m d'eau douce se trouve une couche de sulfure d'hydrogène: 3 m d'épaisseur d'un composé toxique, généré par la décomposition des débris organiques. Cette interface brumeuse est la zone où l'eau douce et l'eau salée se rencontrent (= halocline). L'eau douce de la partie supérieure d'Angelita «flotte» ainsi sur une colonne d'eau salée plus dense, issue de l'océan. La nature est merveilleuse !

## Quel est le secret de longévité des coraux du Golfe Persique ?

La survie des coraux en butte au réchauffement des mers et océans est souvent pointée par ceux qui envisagent leur disparition inéluctable. C'est vrai qu'il existe des récifs morts, suite à un réchauffement trop rapide des eaux locales. Mais il y en a qui résistent: ceux du Golfe Persique par exemple. Ce golfe, aujourd'hui relié à la mer d'Arabie au niveau du détroit d'Oman, était jadis une mer intérieure. Mais à l'occasion de la fonte des glaces née de la fin de la dernière glaciation de Würm (il y a 10 000 ans environ), le niveau des mers et océans s'est élevé d'une hauteur estimée à 132 m, ce qui a permis aux eaux de la mer d'Arabie de se déverser dans la mer intérieure... avec les bouleversements que l'on imagine pour la faune locale. Toutes les espèces n'ont sans doute pas survécu, force est de constater que des coraux sont toujours présents, 10 000 ans plus tard. Il n'en fallait pas plus pour mener des généticiens à étudier le génome de l'un d'entre eux, *Platygyra daedalea*, afin de mieux cerner ses aptitudes génétiques et épigénétiques à résister à un réchauffement, les eaux du golfe culminant aujourd'hui à 37 °C.

L'objectif, on l'aura compris, est d'identifier un moyen de maintenir en place des massifs coralliaires qui ont tendance aujourd'hui, comme au large de l'Australie, à souffrir de la hausse des températures. En inoculant à des polypes prélevés sur place les variants géniques tolérants à la chaleur ? C'est probablement l'idée. Mais on n'en est pas là. On peut également rappeler qu'en marge de l'intolérance, les polypes peuvent voyager au gré des courants et passivement couvrir des distances estimées à 1500 km par an. Sur leur parcours, rien n'interdit qu'ils trouvent des conditions idéales à leur prolifération. On peut également rappeler que les atolls ne sont autres que des îles qui se sont effondrées sous le poids des madrépores littoraux. Certes, le processus a été long mais les coraux qui se sont lentement enfoncés se sont adaptés à ce changement environnemental. On ne le répètera jamais assez: le vivant est dynamique. Au moins avec une tolérance propre à chaque espèce. L'épigénétique est une adaptation permanente aux conditions de vie qui modulent l'expression des gènes de façon sans doute aléatoire, mais qui peut aussi s'avérer favorable. Pour les coraux comme pour le reste. Au final, nous sommes conditionnés par l'environnement peut-être autant que par les gènes. L'adaptation est donc un processus permanent. Autant s'en souvenir. 

► *Science* 2022; 375: 155



## Du plastique océanique

La problématique des matières plastiques et de leur accumulation dans les mers et océans est d'occurrence plutôt récente dans les médias, lesquels ont permis d'emblée de réaliser toute la démesure de la chose. Produites «pour notre plus grand bien» sans doute, ces matières qui ont de nombreux avantages ont aussi l'inconvénient de ne pas se dégrader rapidement. Cela participe aussi souvent aux propriétés attendues. Résultat: une accumulation considérable là où on ne les attend pas et où elles peuvent provoquer toutes sortes de désagréments et dégâts.

La première intention est souvent de porter le regard vers les pays émergents, producteurs potentiellement importants de ces matières encore peu recyclées. Il est clair qu'ils sont contributeurs, au prorata de l'importance des populations utilisatrices mais aussi de la longueur des zones littorales.

Et les pays industrialisés ? La plupart ont mis en place un réseau de collecte et, souvent, de recyclage. Est-il efficace pour autant ? Ce n'est pas toujours vérifié. Pour exemple: les États-Unis. On imagine aisément que cette immense fédération d'États a depuis longtemps mis en place toutes les dispositions qui permettent de réduire l'impact environnemental des déchets de tous ordres. Certes la surface est-elle considérable, la population importante et la longueur des côtes sans équivalent, mais on est surpris de la contribution de ce pays à la pollution par les matières plastiques. Il est tout simplement le plus gros pollueur mondial. Il est probablement aussi le plus gros producteur avec 42 millions de tonnes en 2016. Et quelle est la part estimée des rejets qui se retrouvent dans les océans ? Deux millions de tonnes, soit le quart de tout ce qui s'y retrouve chaque année, le plus souvent apporté par le vent. Ce constat alarmant a été dressé par une commission qui émane des Académies nationales des sciences, de médecine et d'ingénierie du pays lui-même. La conclusion est donc toute simple: la collecte et le recyclage sont à l'évidence



## Un monde d'en-haut

On l'ignore souvent, parce qu'elles ne sont pas trop diversifiées sous nos climats, 10% environ des plantes sont des épiphytes. Cela signifie qu'elles poussent sur les branches d'arbres auxquelles elles ne prélèvent rien. Il ne s'agit donc pas de parasites comme le gui, bien (trop ?) présent chez nous. Leur plus grande diversité se retrouve dans les forêts équatoriales où les espèces concernées constituent une strate élevée de la végétation. C'est là que poussent les épiphytes appartenant aux groupes des plantes supérieures. On y identifie de nombreux taxons, comme celui des Broméliacées ou des Orchidées que les amateurs de plantes d'intérieur connaissent bien.

Si elles ne s'alimentent pas à partir du réseau de canaux de la plante-hôte, de quoi vivent-elles ? De la lumière déjà, comme toutes les plantes supérieures. Placées à plusieurs mètres, et souvent même à plusieurs dizaines de mètres plus haut que le sol, elles y ont un accès favorisé. Pour le reste - et notamment pour les oligoéléments - elles le trouvent dans le produit de dégradation de mousses et autres petits épiphytes qui poussent sur les branches à leur pied et cela semble leur suffire. C'est vrai que ces végétaux-là ont rarement une taille importante à maintenir et à faire croître. Elles ont aussi développé un sens important de l'économie: les orchidées qui en font partie en apportent une preuve permanente. Leurs feuilles, en particulier, sont épaisses, ce qui témoigne d'une rétention d'eau majorée mais aussi de nutriments; de quoi alimenter la vie pendant les jours de conditions difficiles. Elles sont aussi capables de se «nourrir» de ce que l'air humide apporte. Elles vivent donc de peu, mais à suffisance. En ce sens, ce sont de véritables modèles d'autotrophie et



d'économie. Dans les forêts équatoriales, elles constituent même un monde à part, suspendu et riche, où vit une faune qui leur est inféodée et qui ne vit que là. Chez nous, les épiphytes sont dans leur quasi-totalité des lichens. S'ils manquent de couleurs et de diversité morphologique, ils ont en revanche un intérêt écologique: ils constituent de bons bio-indicateurs de la qualité de l'air. C'est déjà ça. Et la mer n'est pas en reste non plus: là, ce sont les algues qui constituent le support de cette vie additionnelle. Bref: la vie végétale sait se trouver des niches opportunes qui leur permet d'œuvrer, par les adaptations nécessaires, à la diversité et à la richesse du vivant. A

► *J. Ecol.* 10.1111/1365-2745.13802

«grandement insuffisants». La recherche d'une stratégie globale a été demandée pour au moins identifier les voies (ou filières) par lesquelles ces plastiques se retrouvent dans les mers et océans.

C'est là que l'on peut se rendre compte aussi qu'un pays comme le nôtre a depuis bien longtemps pris des dispositions auxquelles les Américains envisagent seulement de réfléchir: retrait des sachets en plastique «jetables» et autres. Un constat est fait, une intention est manifestée. Il reste maintenant à trouver les moyens de mettre en application des méthodes efficaces de réduction d'une pollution trop visible. Réduire à terme la problématique d'un quart constituerait une avancée déjà énorme. A

► *Science* 2021; 374: 1302



# Le démon de la physique

L'expérience de pensée du démon de Maxwell vient d'être réalisée à l'échelle macroscopique. Mais le deuxième principe de la thermodynamique continue à poser question

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

PHOTOS : © OLGA KAZANOVSKAIA - STOCK.ADOBE.COM (P.42), HTKYM/WIKI, CC-BY-SA-3.0-MIGRATED, CC-BY-2.5 (P.42),

© ANTOINE NAERT/ENS DE LYON (P.43)

On dit parfois que les physiciens sont de grands enfants. Les expériences de pensée dont ils sont friands (Einstein lui-même y avait recours) illustrent sans doute ce propos. Car dans une expérience de pensée, il faut gommer momentanément la réalité et faire comme les enfants qui, voulant se débarrasser d'une contrainte trop importante ou d'un obstacle à leur jeu, s'écrient: «*On disait que...*» C'est exactement ce que l'un des plus célèbres d'entre eux, James Clerk Maxwell, a dû s'écrier un jour de 1867: *on disait que...* Il existe un petit démon capable d'interagir avec les particules microscopiques; il est assis sur une boîte composée de 2 compartiments (A et B) séparés par une porte, chacun contenant au départ des particules rapides et lentes. Le démon a la capacité d'ouvrir ou fermer cette porte sans faire intervenir de source d'énergie externe. Il se met alors à répartir les particules (par exemple les molécules d'un gaz) entre les 2 compartiments en fonction de leur vitesse, cherchant à isoler par exemple les plus rapides dans le compartiment B, les plus lentes dans le A.

Fort bien direz-vous, mais quel intérêt et quelle portée a l'exploit (car c'est est un !) de notre

démon ? Pour cela, plongeons-nous dans le contexte de l'époque. La révolution industrielle due au charbon et à la vapeur bat son plein et les scientifiques de l'époque cherchent à convertir au mieux la chaleur en mouvement, celui d'un piston ou d'une turbine par exemple. Ils s'aperçoivent que s'ils veulent convertir le mouvement chaotique qui règne dans la vapeur d'eau dans une direction définie, un mouvement ordonné (dans un piston par exemple), il faut que les gaz soient maintenus à des températures différentes dans deux systèmes afin que les particules de vapeur se déplacent dans une direction précise (et ce sera toujours du chaud vers le froid, comme ils l'observent). Si la température est la même partout, les particules de vapeur se déplacent de manière totalement aléatoire et donc ne poussent pas le piston dans une direction précise. Ils découvrent ainsi le 2<sup>e</sup> principe de la thermodynamique: sans apport d'énergie extérieure, la chaleur circule toujours d'une zone chaude vers une zone froide. C'est quelque chose de très intuitif, que nous observons tous les jours: à chaleur ambiante, les glaçons mis dans de l'eau vont fondre et l'ensemble prendra la température ambiante. Et surtout, ce ne sera

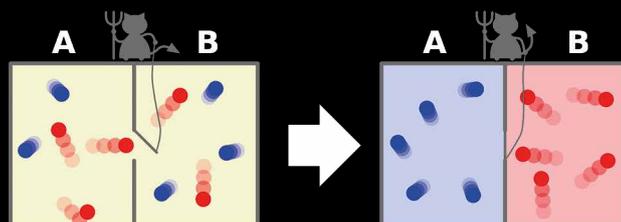


Schéma de l'expérience de pensée du démon de Maxwell. Les particules bleues, les moins agitées, sont les plus froides.

jamais l'inverse: l'eau du verre ne va jamais geler... sauf si on place le tout dans le congélateur, ce qui signifie fournir beaucoup d'énergie externe au système. Nos ancêtres avaient ainsi découvert quelque chose de fondamental: il existe dans la nature des processus dits irréversibles, qui ne peuvent se dérouler que dans une seule direction, celle du temps. La fonte des glaçons dans votre verre distingue nettement le passé du présent.

## Pas de viol

Pourquoi Maxwell a-t-il cherché à imaginer une expérience où ce principe serait pris en défaut ? Car c'est bien de cela qu'il s'agit: les différences de vitesse des molécules ne sont en effet autre chose que des différences de température. Rappelons en effet que la mesure d'une température est la mesure de l'agitation moyenne (vitesse) des molécules (atomes) d'un corps. Plus ces vitesses sont lentes, plus c'est froid; plus c'est agité, plus c'est chaud. Au départ d'un gaz de température uniforme dans l'ensemble des 2 compartiments, le démon a réussi à constituer 2 régions de températures différentes, une chaude et une plus froide. Donc un moteur thermique (la chaleur va à nouveau pouvoir s'écouler dans une direction, du chaud vers le froid). Ce qui n'est pas possible au départ d'un système unique de température homogène selon le 2<sup>e</sup> principe de la thermodynamique. Si Maxwell et des générations de physiciens après lui se sont pris la tête pour imaginer cette expérience et plus encore pour la réaliser en vrai, c'est bien sûr parce que c'est le fonctionnement normal de la science: si un énoncé a prétention à être une loi universelle, il faut le nier, le mettre à l'épreuve, vouloir sans cesse démontrer qu'il est peut-être faux. Et jusqu'à aujourd'hui, leur verdict a été clair: en fait, l'expérience de Maxwell ne viole pas le 2<sup>e</sup> principe, notamment parce que pour trier les particules, le démon devrait être plus froid que le gaz. Donc le conteneur de gaz de départ n'aurait pas une seule température homogène. Et lorsqu'on réalise vraiment l'expérience, qu'en est-il ?

## Mystérieuse entropie

Antoine Naert et ses collègues du Laboratoire de physique de l'École Nationale Supérieure de Lyon viennent de publier (1) les résultats d'une nouvelle tentative, réalisée à l'échelle macroscopique cette fois, ce qui en fait la nouveauté. Dans leur dispositif, les scientifiques français ont remplacé les molécules de gaz qui rebondissent au hasard par des billes d'acier, elles aussi en mouvement aléatoire. Elles viennent donc frapper une lame rotative dans toutes les directions. Quand la lame tourne sous le choc des billes, elle produit du courant mais uniquement (et c'est là

l'astuce) si elle tourne dans une direction particulière, par exemple dans le seul sens des aiguilles d'une montre; c'est l'équivalent du tri effectué par le démon. Ce courant peut ensuite actionner un moteur. En apparence, on a donc bien un mouvement chaotique qui est transformé en mouvement ordonné. Mais selon l'auteur de l'expérience, ce n'est pas le cas car si les billes sont à une certaine température, les composants qui convertissent le mouvement des billes en rotation de la lame sont à une autre température ! À nouveau donc le système initial n'est pas à une température unique homogène. Le 2<sup>e</sup> principe tient bon.



Mais s'il est autant vérifié, c'est sans doute aussi pour une autre raison. Le 2<sup>e</sup> principe est en effet lié à l'une des grandeurs les plus mystérieuses de la physique: l'entropie. Qui définit l'état d'un système thermodynamique, sa capacité à échanger de la chaleur, donc un travail, avec le milieu extérieur. Ou plutôt son incapacité car plus cette grandeur est élevée, plus l'énergie est dispersée, homogénéisée (comme dans nos expériences précédentes) et donc moins utilisable pour produire un travail (actionner un piston dans un moteur par exemple). Et c'est bien ce que nous dit le 2<sup>e</sup> principe: il y a toujours tendance à homogénéisation des températures, la chaleur s'échange toujours du chaud vers le froid et jamais l'inverse, donc l'entropie a toujours tendance à croître. Un système isolé tend toujours vers un état d'équilibre définitif. Et il en va ainsi de tout système isolé. Si vous versez une goutte de lait dans les  $10^{24}$  molécules d'une tasse de café, le lait va immédiatement se mélanger au café plutôt que de rester sous forme de goutte, séparée du reste. Car l'entropie du système café + lait ne peut que croître, évoluant vers l'arrangement le plus stable, qui demande le moins d'énergie. Et c'est sans appel, le système ne retournera pas vers sa configuration antérieure (sauf à fournir de l'énergie): le lait ne va jamais reformer une goutte dans le café. a

(1) *Human-Scale Brownian Ratchet: A Historical Thought Experiment, Phys. Rev. Lett.* 129 - Published 15 September 2022.



Le Wallon Raphaël Liégeois succède à Dirk Frimout et Frank De Winne

## Pourquoi les astronautes ne sont-ils sélectionnés que tous les 10 ans ?

Jusqu'à ce jour, l'Agence spatiale européenne n'a recruté des astronautes qu'à 5 reprises: en 1978, 1992, 2002, 2009 et 2022. Lors de la précédente campagne de sélection, 8 413 personnes avaient candidaté, contre pas moins de 22 589 en 2021. L'engouement est donc énorme, notamment en raison de la rareté du processus. Pourquoi si peu ? Deux facteurs font que l'Esa déclenche un recrutement: l'âge moyen du corps d'astronautes européens qui avance nécessairement, et les opportunités de vols négociées avec les agences spatiales. En effet, pour l'Esa, sélectionner des astronautes est un problème de rendement. L'organisation ne peut en effet pas se permettre, comme son homologue américaine la Nasa, de faire voyager hommes et femmes en orbite par ses propres moyens. Ainsi, l'Europe ne peut envoyer ses astronautes dans l'espace que grâce à des collaborations avec les agences spatiales américaine, russe et chinoise. Une campagne de sélection étant particulièrement onéreuse, inutile donc pour l'Esa de recruter et de former des candidats auxquels elle ne sera pas en mesure d'offrir un ticket pour l'espace...

## Qui sont les nouvelles recrues 2022 ?

Le Belge Raphaël Liégeois a fait des études d'ingénierie biomédicale à l'Université de Liège, Centrale Paris et à l'Université Paris-Sud Orsay. Il enseigne aujourd'hui les neurosciences à l'Université de Genève et à l'Institut polytechnique de Lausanne. À 34 ans, Raphaël Liégeois est pilote de ballon à air chaud et de planeur, et amateur de poésie. Avec son épouse, il a d'ailleurs parcouru la planète pendant plusieurs mois, de Singapour à la Belgique, pour rencontrer des poètes d'Asie et d'Europe ! L'astronaute belge a été sélectionné aux côtés de la Française Sophie Adenot, première femme pilote d'essai d'hélicoptères qui dénombre plus de 3 000 h de vol à son compteur. Deuxième femme sélectionnée, Rosemary Coogan est originaire d'Irlande du Nord. Elle est officier de réserve

# Quoi de neuf dans l'espace ?

**L'Agence spatiale européenne (Esa) a dévoilé en novembre sa nouvelle promotion d'astronautes, pas moins de 13 ans après la précédente sélection. Deux femmes et 3 hommes, dont un Belge, ont été choisis après un an et demi d'épreuves intellectuelles et physiques intenses. Plus de 22 000 candidats ont postulé, contre 8 500 en 2009. C'est seulement la cinquième fois que l'Esa recrute des astronautes depuis 1978**

TEXTE: FLEUR OLAGNIER • FLEUR.OLAGNIER@GMAIL.COM  
PHOTO: SEBASTIAAN TER BURG (CC BY 2.0)

dans la Marine britannique et docteur en astronomie. L'Espagnol Pablo Alvarez Fernandez, le Suisse Marco Sieber et le Britannique John McFall, amputé d'une jambe et premier «parastronaute» de l'histoire, viennent compléter cette promotion. Enfin, pour la première fois, l'Esa a créé un «corps de réserve» qui regroupe 11 astronautes, 5 femmes et 6 hommes, pouvant prétendre à de nouvelles occasions de vols pas encore planifiés et moins longs.

## Quelles sont les missions qui les attendent ?

Tout comme les 7 astronautes européens déjà en activité, parmi lesquels le Français Thomas Pesquet, les nouvelles recrues vont dans les mois qui viennent se rendre dans la station spatiale internationale pour y mener des expériences scientifiques et des opérations de maintenance. Biologie, physique, médecine, neurosciences, botanique... Les 5 astronautes fraîchement nommés vont travailler sur différents domaines en situation d'apesanteur. Mais la destination que tous convoitent, c'est la Lune. En effet, dans le cadre du programme d'exploration lunaire Artemis, dont le premier volet a eu lieu fin 2022, certains astronautes européens auront la chance de voler en orbite autour de la Lune, possiblement en 2024, et peut-être de fouler le sol lunaire dès 2025. 



# Eaux de surface : en quoi SWOT peut-il changer la donne ?

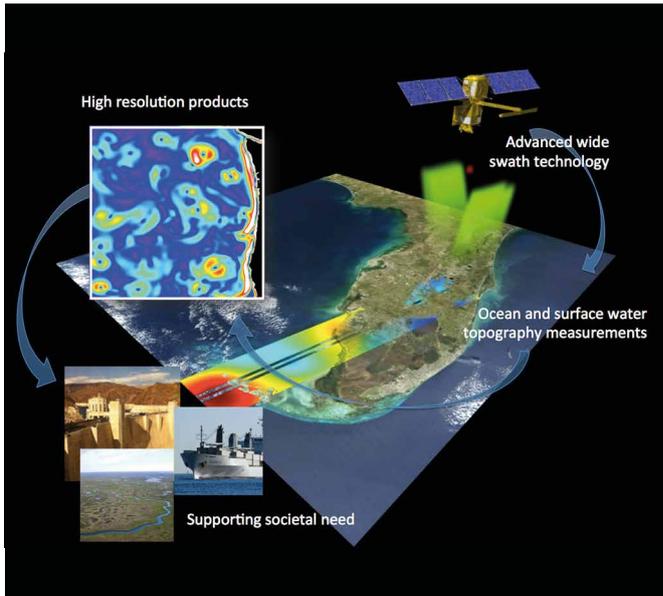
**Son lancement est prévu courant décembre. Il devrait bousculer notre connaissance du cycle de l'eau sur Terre... Le satellite d'observation SWOT a été développé par le Cnes et la Nasa pour sonder pas moins de 90% des eaux de surface de notre planète. Cet altimètre de précision va mesurer le niveau des lacs, rivières, fleuves et océans, dans le but de mieux quantifier les ressources en eau devenues critiques et d'améliorer les modèles climatiques. Alors, dans le détail, comment SWOT compte-t-il révolutionner l'hydrologie ?**

TEXTE: FLEUR OLAGNIER • FLEUR.OLAGNIER@GMAIL.COM  
PHOTOS: NASA (P.45), SWOT/NASA (P.46), NASA (P.47)

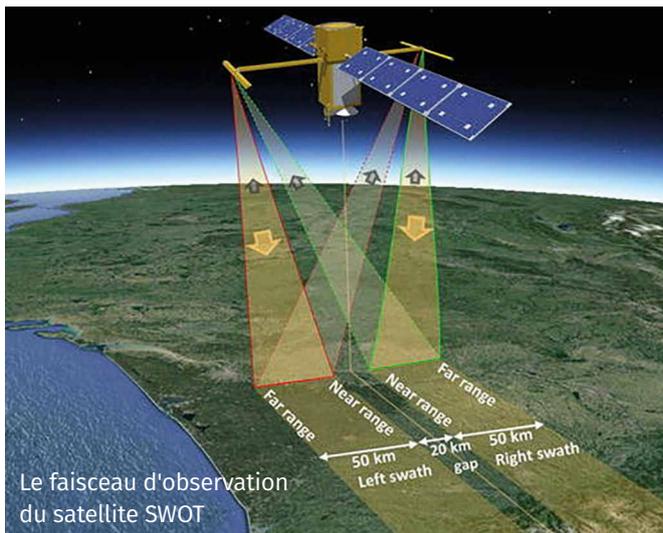
**I**l est une science qui peut être qualifiée de vitale de nos jours plus que jamais: l'hydrologie. La discipline regroupe à la fois hydrologie continentale et océanographie. La compréhension du cycle de l'eau sur Terre, et en particulier des échanges entre la mer, l'atmosphère, la surface de notre planète et le sous-sol, est cruciale dans la gestion des ressources en eau, d'autant plus au vu du changement climatique.

C'est pourquoi le Centre national d'études spatiales français (Cnes) et l'agence spatiale américaine (Nasa) collaborent depuis 2014 au développement de la mission *Surface Water Ocean Topography* ou SWOT. Ce satellite d'observation de la Terre, dont le lancement est prévu ce mois de décembre, est le dernier né d'un programme d'altimétrie satellitaire démarré dans les années 1980. L'objectif de ce programme, et plus particulièrement de SWOT ? Mesurer niveau, largeur et pente d'eau des lacs et cours d'eau, estimer le débit des principales rivières qu'ils forment, et déterminer de manière très précise et à fine échelle le niveau et les courants des océans.





La technologie avancée à large bande de SWOT permet d'améliorer les mesures de la topographie des océans et des eaux de surface.



## «Boucher les trous»

Les satellites d'altimétrie *TOPEX/Poseidon*, *Jason*, *Sentinel 6*, *SARAL/AltiKa* ou encore *Haiyang* enregistrent depuis plus de 30 ans des séries de données sur le niveau de la mer et des cours d'eau. «Chacun de ces satellites a une couverture spatiale et temporelle différente. En moyenne, 10 jours sont nécessaires pour passer en revue la totalité du globe, mais avec des "trous" parfois de plusieurs centaines de kilomètres entre les traces au sol de chaque satellite», décrypte Rosemary Morrow, enseignante-chercheure, physicienne au *Conseil National des Astronomes et Physiciens* français (CNAP) et responsable SWOT pour les compétences océanographiques. «SWOT complètera ces données avec une résolution spatiale fabuleuse. Au lieu d'extrapoler les "trous" par des calculs, on va venir "boucher ces trous" avec de vraies mesures».

Une fois SWOT en orbite, il faudra environ 20 jours au satellite et à ses prédécesseurs pour couvrir la totalité du globe (lacs, rivières, fleuves, zones côtières, océans), mais cette fois-ci avec une précision inédite. «Avant on ne voyait que les grandes structures à grande échelle. SWOT va nous amener ce qui manque: la variabilité à court terme et sur une plus petite échelle spatiale», appuie Aida Alvera Azcarate, chercheuse à l'Université de Liège en télédétection des océans. Gulf Stream, El Niño... Ces phénomènes bien connus à grande échelle pourront désormais être analysés dans le détail.

## Des terres à l'océan

Grâce à SWOT, les océanographes seront capables d'observer toutes les structures plus petites que 50 km. Il sera ainsi possible d'étudier les marées avec précision et de surveiller les courants et les tourbillons. On trouve des courants et des tourbillons partout à la surface de la Terre et ils ont un impact énorme sur le fonctionnement des océans. «On sera en mesure d'observer des courants de petite échelle qui sont très énergétiques. À ces courants, sont associés des transports horizontaux et verticaux de chaleur, carbone, nutriments, polluants, contaminants, etc. à travers le globe», détaille Nadia Ayoub, chargée de recherche du *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) au *Laboratoire d'Études en Géophysique et Océanographie Spatiales* (LEGOS) à Toulouse, et spécialiste de l'océan côtier. Localiser ces éléments fournira une meilleure compréhension et anticipation du rôle des courants océaniques dans la répartition des écosystèmes. On va pouvoir quantifier les flux d'eau du continent vers l'océan. Ce sera un travail main dans la main des océanographes avec les hydrologues continentaux. En combinant cela avec d'autres données ou des modèles, nous pourrons quantifier les flux de matière, étudier l'érosion et l'évolution des côtes, analyser les pollutions - comme par exemple la dispersion dans l'océan côtier de contaminants apportés par les rivières, tels que les nitrates et phosphates dus aux activités agricoles».

En outre, SWOT rendra possible la mesure précise du dénivelé de la surface de la mer, et le calcul des courants associés à ces pentes. Toutes ces données seront complétées par les mesures d'autres satellites sur la température de l'eau, la couleur de l'eau, les vagues ou encore le vent.

## Passer à travers les nuages

Aida Alvera Azcarate travaille notamment avec des satellites qui mesurent la couleur de



Les ingénieurs intègrent des parties distinctes du satellite SWOT en une seule dans une salle blanche de *Thales Alenia Space* à Cannes, en France.

l'océan (de plus en plus vert en fonction de la quantité de chlorophylle contenue dans le phytoplancton, NdlR) et sa température. Or, lorsqu'un nuage passe, les instruments de mesure de la température par exemple, sont incomplets, et il faut interpoler ces «trous». «*La longueur d'onde dans laquelle travaille SWOT permettra de passer à travers les nuages, et ainsi de combler les vides pour compléter mes cartes de température*», détaille la chercheuse de l'ULiège.

Parallèlement à l'océanographie, l'hydrologie continentale qui étudie les lacs, les rivières et les fleuves, bénéficiera aussi grandement de l'arrivée de SWOT. «*Nous allons être capables de couvrir 65% des stocks d'eau dans les moyens et les grands lacs, quand seulement 15% des stocks des lacs mondiaux sont quantifiés aujourd'hui. C'est une révolution !*» s'enthousiasme Rosemary Morrow. «*On aura ainsi un état des lieux ultra précis des stocks d'eau douce et de la variation de ces stocks à la surface de la Terre, quand avant on ne pouvait prendre en compte que les grandes structures*», précise Nadia Ayoub.

## Révolutionnaire

«*SWOT est bien un satellite révolutionnaire dans son domaine. Nous attendions ses données depuis de nombreuses années, partage Aida Alvera Azcarate. Au final, toutes ces nouvelles mesures permettront de mieux connaître l'océan et d'améliorer nos modèles climatiques et de simulation du niveau de la mer à haute résolution*». Rosemary Morrow de compléter: «*On ne peut pas savoir si les modèles actuels sont bons tant qu'on n'y inclut pas les petites structures ! Ainsi, SWOT nous aidera à les valider ou les invalider*».

Outre l'utilisation directe des données de SWOT pour étudier les courants, mesurer les niveaux des cours d'eau et vérifier les modèles, une utilisation indirecte rendra aussi possible l'établissement... de prévisions. «*Nous allons faire tourner nos modèles et assimiler les données aux fines échelles de SWOT. On pourra alors, de la même façon que des prévisions météo, anticiper l'évolution des courants océaniques*», conclut Nadia Ayoub. 

## MAIS ENCORE...

### Artemis décolle enfin

Le premier volet du nouveau programme d'exploration lunaire de la Nasa, *Artemis 1*, a enfin décollé. La capsule *Orion* a été lancée dans l'espace mi-novembre par la méga-fusée SLS. Le vaisseau n'était pour l'instant habité que de mannequins, mais devrait emporter des astronautes autour de la Lune dès 2024, et sur la surface lunaire l'année suivante. *Orion* a passé environ 6 jours en orbite autour de la Lune et réalisé un survol à moins de 130 km de la surface avant d'amerrir dans l'océan Pacifique. Ce tout nouveau vaisseau a parcouru plus de 2,2 millions de kilomètres et battu le record de distance pour une capsule habitable, en s'aventurant à plus de 432 000 km de notre planète, plus loin que les missions *Apollo*. *Artemis 1* a permis de vérifier que le véhicule est sûr pour un futur équipage, et de tester la résistance du bouclier thermique. Le plus grand jamais construit, ce bouclier a supporté lors de la réentrée dans l'atmosphère terrestre une température égale à la moitié de celle de la surface du Soleil, soit 2 800 °C !

### SpaceX lance son Starlink militaire et top secret

Début décembre, SpaceX a discrètement dévoilé *Starshield*, la version spécifiquement militaire de son réseau de satellites et de ses matériels. Le client de ce nouveau réseau ? Le Pentagone et les agences gouvernementales américaines telles la CIA ou la NSA. Le but est de fournir un «réseau satellitaire sécurisé» pour répondre aux besoins de la sécurité nationale, des États-Unis dans un premier temps. Peu de détails sont connus hormis ces 3 objectifs: l'observation de la Terre - dont on connaît l'importance militaire - les communications et l'envoi à la demande de plateformes satellitaires.

### Aerospacelab élue «Scale-up de l'année»

La société brabançonne, spécialisée dans la fabrication de petits satellites, a reçu début décembre le prix de «Scale-up francophone de l'Année» 2022 décerné par le cabinet EY. Basée à Mont-Saint-Guibert depuis 2018, *Aerospacelab* prévoit de construire à Charleroi une «méga-usine» qui permettra de fabriquer 2 satellites par jour, soit environ 500 par an. L'usine devrait être opérationnelle début 2025 et sera la plus grande du genre en Europe. La scale-up veut ainsi devenir un acteur à part entière du *new space*, en proposant des satellites standardisés et à bas coût.

# À la Une du cosmos

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



Le brocoli, ainsi que d'autres plantes et micro-organismes, émettent des gaz pour les aider à expulser les toxines - le bromométhane notamment. Les scientifiques pensent que ces gaz pourraient constituer une preuve irréfutable de la présence de vie sur d'autres planètes. Dans le même ordre d'idée, d'autres modélisations suggèrent que le gaz hilarant ( $N_2O$ ) devrait aussi être considéré comme une biosignature...

IMA : UN BROCOLI ?



Situé dans le petit Nuage de Magellan, l'amas d'étoile appelé NGC346 a été observé par le télescope *Hubble* à 11 ans d'intervalle, ce qui a permis de détecter de petits mouvements. Il semble que les étoiles soient en train de spiraler vers le cœur de l'amas.

CRÉDITS: HST



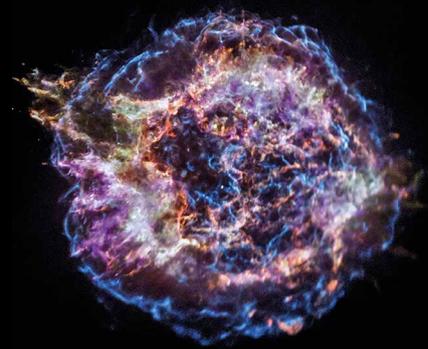
Dans les images du JWST, la binaire WR140 est entourée de structures emboîtées. Il s'agit de poussières nées dans l'interaction entre les vents d'une étoile massive évoluée et d'une étoile massive moins proche de sa fin, mais seulement quand les 2 étoiles sont proches. Ces rapprochements se produisent tous les 8 ans, créant donc une multiplication de coquilles en expansion...

CRÉDITS: JWST



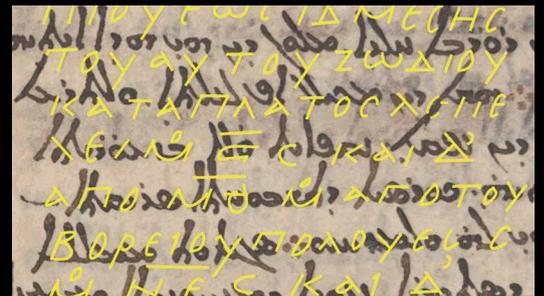
La sonde *InSight*, en fin de vie, a encore fourni des observations intéressantes, notamment d'ondes sismiques et acoustiques liées à plusieurs impacts. Elle a aussi « sondé » le sous-sol: pas de glace jusqu'à trois cents mètres sous la sonde, différences entre la croûte sous l'atterrisseur et celle située plus loin, présence de magma sous-jacent (et donc volcanisme martien encore actif).

CRÉDITS: INSIGHT



❶ On connaît des exoplanètes autour d'étoiles diverses, mais on vient seulement de dénicher les premières (des géantes gazeuses) autour d'étoiles massives. Ces étoiles sont si chaudes que la formation de planète n'était pas vraiment considérée comme possible. D'où viennent les objets observés, alors ? En fait, elles proviendraient d'un vol: les étoiles les auraient prises à des astres moins massifs. ❷ D'autre part, ces étoiles massives finissent leur vie en supernova, des événements jugés imprévisibles jusqu'ici: il semble désormais que certains astres éjectent énormément de matière dans l'année qui précède leur décès officiel - un chant du cygne cosmique, en quelque sorte...

CRÉDITS: CHANDRA



Retour en arrière ! L'analyse de textes historiques a fourni quelques découvertes: ❶ l'étoile Bételgeuse était jaune-orange il y a quelques millénaires, et aurait rougi depuis; ❷ les variations de la rotation de la Terre sont désormais mieux connues grâce à l'identification de 5 éclipses solaires au Moyen-Orient entre les 4<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> siècles; ❸ un morceau du catalogue d'Hipparque a été retrouvé dans un manuscrit réutilisé du monastère S<sup>te</sup> Catherine du Sinaï.

CRÉDITS: U. ROCHESTER/LAZARUS PROJECT/K.T. KNOX/E. ZINGG



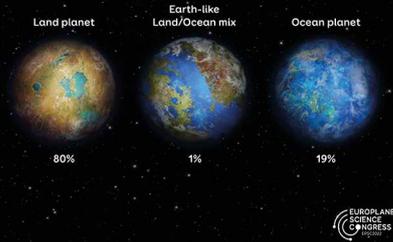
La sonde *DART* s'est écrasée sur Dimorphos, une petite lune de l'astéroïde Didymos. La sonde a raccourci la période orbitale de Dimorphos d'une demi-heure, bien plus que les 10 minutes attendues; cela serait dû à l'importante éjection de débris lors de l'impact. Tout cela valide cette technique de protection contre les astéroïdes menaçants (dont on vient encore de grossir le nombre).

CRÉDITS: DART



Faut-il changer notre théorie de la gravité ? Deux études vont dans ce sens, l'une analyse la distribution et la morphologie de galaxies naines dans l'amas du Fourneau, l'autre concerne les amas d'étoiles dans notre Galaxie. Les observations seraient compatibles avec les prédictions d'une autre théorie, baptisée *MOND* et fort controversée. Le débat n'est certainement pas clos !

CRÉDITS: ESO



Eau planétaire !? Une analyse d'exoplanètes autour de soleils rouges conclut que, vu leur faible densité, de nombreuses planètes pourraient contenir de grandes quantités d'eau - jusqu'à autant d'eau que de roche. Cette eau ne serait pas en surface mais plutôt souterraine. En parallèle, de nouveaux modèles exoplanétaires suggèrent que 80% des exoplanètes de taille terrestre seraient recouvertes de continents et non d'un océan ou d'un mélange eau/terre comme ici.

CRÉDITS: EUROPLANET



De la vie sur Mars ? D'un côté, il semble que des bactéries pourraient survivre près de la surface beaucoup plus longtemps qu'on ne pensait. De l'autre, si les conditions primitives ont pu permettre un monde souterrain grouillant de vie, ces formes de vie simples auraient alors tellement modifié l'atmosphère qu'elles auraient déclenché une période glaciaire extrême et... se seraient éteintes.

CRÉDITS: UAE HOPE



BONUS en ligne



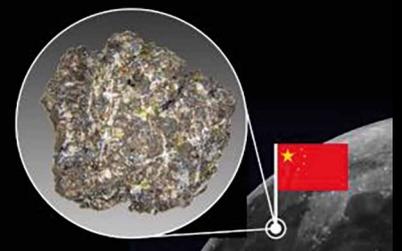
Le cryovolcanisme de Charon suffirait à expliquer le dépôt de méthane responsable de la teinte rougeâtre de son pôle Nord.

CRÉDITS: NEW HORIZONS



Les données du télescope *Gaia* montrent que les parties externes de notre Voie Lactée oscillent, à cause du frôlement, il y a des centaines de millions d'années, par la galaxie naine du Sagittaire. En parallèle, une autre étude montre que la distribution galactique des étoiles et celle de leurs cadavres diffèrent, et pas qu'un peu !

CRÉDITS: NASA - VUE D'ARTISTE



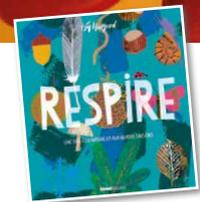
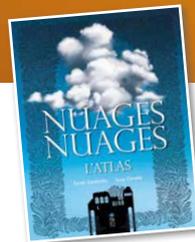
Les échantillons de la sonde *Chang'e 5* apportent des détails sur le volcanisme lunaire: détection de 4 couches de lave dues à des éruptions différentes à l'endroit de la collecte, âge de ce volcanisme revu à la baisse (2 milliards d'années seulement, à cause de la composition locale du manteau).

CRÉDITS: CHANG'E5

# À lire avec nos enfants

TEXTE: LUCIE CAUWE · LUCIE.CAUWE@GMAIL.COM  
PHOTOS : © DROBOT DEAN · STOCK.ADOBE.COM (PP.50-51),  
DESIGNED BY JCOMP/FREEPIK (PP.52-53)

## La Terre



*L'eau et Le vent*, textes d'Anna Skowronska, illustrations d'Agata Dudek et Matgorzata Nowak, traduction du polonais par Lydia Waleryszak, Albin Michel Jeunesse, 72 p., 18,90 euros.

Approche très visuelle similaire pour ces 2 grands formats revisitant des thèmes connus grâce à une mise en scène vivante et ludique. Comme quoi, un bon dessin vaut souvent mieux qu'un long discours. Ainsi les pourcentages de proportions d'eau qui accompagnent les silhouettes de notre environnement: 70% pour l'être humain comme pour le lapin, 80% pour notre cerveau et même 10% pour une dent ! Les doubles pages suivantes examinent les états de l'eau et ses localisations. Elles nous emmènent ensuite aux quatre coins du monde puis expliquent différentes problématiques liées, aussi bien la collecte des déchets en mer que la culture du riz ou les grandes catastrophes. Démarche analogue mais moins géographique dans le volume sur le vent, cet air en mouvement, dont les particularités, formation, utilisation, diversité, sont traitées de façon très intéressante.

À partir de 7 ans.

*Nuages, nuages, l'atlas*, textes de Sarah Zambello, illustrations de Suzy Zanella, traduction et adaptation de l'italien par Philippe Godard, Saltimbanque Editions, 80 p., 16,90 euros.

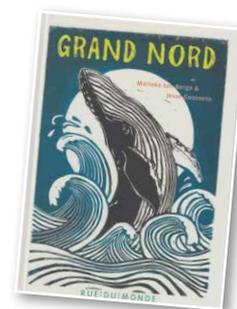
Cirrus, cumulus, stratus... Au mieux, on sait que ce sont des noms de nuages. Mais lesquels ? Et au fond, qu'est-ce qu'un nuage et comment se forme-t-il ? Une fois ces notions étudiées, cet ouvrage aux tons bleus très esthétiques se propose de mettre un peu d'ordre dans nos connaissances des nuages. En fait, il en existe dix familles, subdivisées chacune en 15 espèces mais les nuages se partagent aussi en variétés. C'est compliqué mais les très nombreuses et splendides illustrations permettent de vraiment mieux comprendre de quoi il retourne. Efficace, cet inventaire de tous les nuages existants dans le ciel incite à lever régulièrement le nez vers le ciel et à se laisser porter par les références littéraires, mythologiques et artistiques qui complètent les données scientifiques. Magnifique !

Pour tous.

*Respire, une ode à la nature et aux quatre saisons*, textes et illustrations de Tim Hopgood, traduction de l'anglais par Frédérique Fraisse, Glénat Jeunesse, 128 p., 16,90 euros.

Ouvrez les yeux, le nez, la bouche, les oreilles et goûtez la nature au fil des saisons. Touchez-la, appréciez-la, laissez-vous gâter par elle. Telles pourraient être les injonctions de ce documentaire superbement illustré qui, de saison en saison, nous emmène dehors et nous incite à nous reconnecter à ce qui nous entoure. Chaque fois, des expériences sont proposées, parfois culinaires. Surtout, de nombreuses planches sur doubles pages rassemblent une foule d'informations précieuses. Les oiseaux qui chantent au printemps à l'aube, les insectes qui dansent en été, les feuilles mortes à l'automne, les différentes pommes de pin en hiver... En réalité, tout ce qui compose notre environnement quotidien et qu'on ne voit plus assez, qu'on connaît souvent mal et que l'auteur nous encourage à (re)découvrir.

À partir de 6 ans.



## La Nature

**Pop-up forêt**, textes de Fleur Faugey, pop-ups de Bernard Duisit, illustrations de Tom Vaillant, *La Martinière Jeunesse*, 25 euros.

Spectaculaire album que celui-ci qui nous mène au cœur de la forêt pour l'admirer sous toutes ses coutures. Ses pages accueillent 5 pop-ups grandioses et une foule d'informations. On y visite différentes forêts du monde. Chacune est l'occasion d'expliquer un aspect des arbres, organismes vivants comme on l'oublie parfois. Le rôle des racines et des feuilles dans une forêt de chez nous, propice aux pique-niques et autres activités. La forêt équatoriale amazonienne bien entendu, absorbant 14% du CO<sub>2</sub> de la planète et accueillant tant d'animaux rares. Le rôle essentiel des champignons pour les arbres. Mais aussi les métiers de la forêt, les arbres à records, le peuple Korowai en Papouasie qui vit dans les arbres, l'arbre mythologique scandinave Yggdrasil... Un album pour s'émerveiller devant les prodiges techniques des compositions en relief et tout simplement devant la beauté des arbres.

Pour tous, à partir de 6 ans.

**Les extraordinaires aventures du ver de terre**, textes et illustrations de Noemi Vola, traduction de l'italien par Marie Lorient, *Nathan*, 256 p., 21,99 euros.

Même si Charles Darwin l'a fait, qui penserait qu'on puisse publier aujourd'hui un livre de 250 pages sur le ver de terre ? Un ouvrage certes de moyen format, un ouvrage certes illustré. Un vrai traité d'histoire naturelle néanmoins sous sa couverture rose, couleur qui revient dans beaucoup de dessins et colorie la tranche. Un panorama complet des lombrics, infatigables creuseurs de galeries, animaux mal aimés et méconnus s'il en est, dont les informations scientifiques sont d'autant plus percutantes qu'elles sont présentées avec une bonne dose d'humour. Il existe 7 000 espèces de vers de terre auxquelles on peut ajouter les individus grimés en personnages célèbres par l'auteure. Cette dernière explique avoir un jour vu un ver de terre coupé en deux continuer à vivre en deux morceaux. D'où une foule de notes et de questions, assorties d'autant de doutes, une notion tout aussi scientifique. Un documentaire OVNI très séduisant.

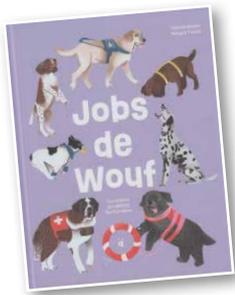
Pour tous, à partir de 7 ans.

**Grand Nord**, textes de Jesse Goossens, illustrations de Marieke ten Berge, traduit et adapté du néerlandais par Catherine Tron-Mulder, *Rue du Monde*, 88 p., 21 euros.

Magnifiquement illustré de gravures aux couleurs polaires, ce documentaire venu des Pays-Bas est consacré à la faune du Grand Nord et rien qu'à celle-là. Mais il y en a des espèces qui vivent là. Mammifères, oiseaux, poissons, 35 animaux en tout sont racontés sur des doubles pages fort agréablement composées. Une grande gravure en situation, un croquis, un résumé scientifique et des textes vifs, agréables à lire, présentant leurs particularités. À noter qu'ils sont tous écrits à la première personne du singulier, à destination des enfants sans pour autant bêtifier, mais captant immédiatement leur attention. Les plus connus, renne, baleine, phoque, loup, pingouin etc., sont accompagnés d'autres habitants du Grand Nord à découvrir, hyperoodon, lapopède, glouton, pygargue, eider, starique... Un documentaire très intéressant mêlant art, mots et science.

À partir de 7 ans.

## La Nature



*Jobs de Wouf, ces chiens qui aident les humains*, textes de Valeria Aloise, illustrations de Margot Tissot, *Helvetiq*, 104 p., 19,90 euros.

En langage courant, un «métier de chien», c'est un boulot dur, souvent ingrat et difficile et sans limite horaire. Les deux auteures de ce documentaire renversent l'idée pour nous présenter 32 métiers de chiens, de vrais chiens. On va découvrir 35 espèces canines avec leurs particularités et 32 chiens qui travaillent avec, ou pour, des humains. Une longue histoire que celle des chiens et des humains ! Plus de 15 000 ans. Passées les présentations d'usage viennent les chapitres «jobs», avec chaque fois leurs représentants à 4 pattes, des plus connus aux plus insolites, en passant par ceux qui sont plus discrets ou tout simplement oubliés. Un sujet très original fort bien traité par les textes passionnants d'une folle de chiens et mis en remarquables images (à l'ordinateur) par une artiste qui n'en a jamais eu. Si on connaît le chien policier ou le chien de traîneau, on peut être surpris par le sauveteur en mer ou le protecteur de musée.

À partir de 8 ans.



*Fluidothèque*, textes et illustrations de Berta Páramo, traduction de l'espagnol par Charlotte Botrel, *La Partie*, 152 p., 18,90 euros.

Saisissant par son titre, son sujet et le traitement qu'il en propose, ce moyen format broché agréablement épais a bien mérité sa mention spéciale «Première œuvre» à la Foire internationale du livre pour enfants de Bologne ce printemps. Néologisme, *Fluidothèque* se propose d'étudier le corps humain par le prisme des fluides corporels qui diffusent, chacun à sa manière, l'eau qui compose la plus grande part d'un organisme. Ces fluides qui peuvent être des liquides, des gaz, du caca... sont indispensables à la vie. Un traitement graphique particulièrement dynamique permet de bien comprendre la notion de fluide, d'abord dans ses généralités, ensuite dans ses particularités (caca, larmes, morve, pipi, salive, sang, sueur, autres). L'humour est au rendez-vous pour mieux expliquer les différents processus biologiques, selon plusieurs niveaux de lecture, permettant une lecture à des âges différents. Une surprise et une réussite.

Pour tous, à partir de 6 ans.

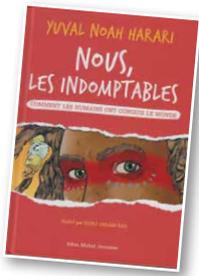


*C'est sale ! La grande histoire de l'hygiène*, textes de Monika Utnik-Strugata, illustrations de Piotr Socha, traduction du polonais par Lydia Waleryszak, *La Martinière Jeunesse*, 220 p., 21 euros.

Voilà plus qu'un album documentaire, une véritable encyclopédie sur l'histoire de la saleté, et son corollaire, celle de l'hygiène, à travers les siècles et le monde. Être propre est une notion à géométrie éminemment variable. Sinusoïdale même au fil des siècles. Très largement illustré avec de sacrées pointes d'humour, cet épais grand format nous emmène de l'Égypte ancienne aux fusées contemporaines, en passant par la Rome antique, grande spécialiste des conduites d'eau, les historiques hammams turcs et les bains publics du Moyen-Âge. Sont aussi bien abordées l'hygiène personnelle que la salubrité publique, l'usage du savon et du dentifrice que les différents essuie-fesses. On voyage dans le monde et dans le temps, on découvre des usages, leur histoire et leur technique, le tout servi par des illustrations grand format agréablement raffinées.

Pour tous, à partir de 8 ans.

## Les humains



*Nous, les indomptables*, textes de Yuval Noah Harari, illustrations de Ricard Zaplana Ruiz, traduction de l'anglais par Florence Hertz, Albin Michel Jeunesse, 168 p., 19,90 euros.

On se rappelle du best-seller pour adultes «*Sapiens, une brève histoire de l'humanité*», également adapté en bande dessinée. Son auteur, Yuval Noah Harari, se lance dans un projet à destination des jeunes. Il veut leur faire lire l'histoire de l'humanité comme si elle était un roman ! Un roman illustré plutôt puisqu'il s'est doté d'un dessinateur espagnol. Le premier des 4 tomes prévus, à raison d'un par an, sort en même temps en anglais et en français. Le ton est vif, piquant, entraînant, faisant par exemple remarquer que nous sommes terriblement puissants, capables du meilleur comme du pire. «*Les êtres humains doivent apprendre à connaître leurs capacités et à les utiliser avec sagesse*», écrit-il. Ses propos sont agréablement didactiques, incitant à comprendre plutôt qu'à apprendre. Ce nouveau concept documentaire, fort plaisant, impose toutefois qu'on lise tout le texte du début à la fin. Pas de picorage possible sous peine de ne plus rien comprendre aux propos de l'auteur qui va d'une idée à l'autre, établissant des liens fort intéressants. Comme dans un roman, finalement.

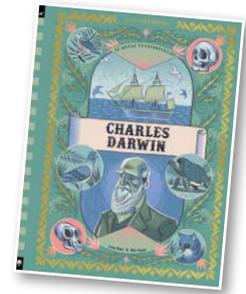
Pour tous, à partir de 10 ans.



*30 héros qui changent le monde*, textes de Claire Le Nestour, illustrations d'Emmanuelle Halgand et *30 aventuriers du ciel*, textes de Sophie Bordet-Pétilion, illustrations d'Emmanuelle Halgand, Paulsen Jeunesse, 136 p., 19,90 euros.

Où en serait-on si des hommes et des femmes n'avaient œuvré toute leur vie pour le progrès et la recherche ? Classés par ordre alphabétique, ayant vécu principalement au XX<sup>e</sup> siècle, pas toujours assez connus, 30 de ces héros, 15 femmes, 14 hommes et un pseudonyme, figurent dans cet épais documentaire illustré dont chaque chapitre suscite l'envie de lire. Quelques exemples. «Tim Berners-Lee, le père du Web», «Abdou Moumouni Dioffo, le génie solaire du Niger», «Hedy Lamarr, star du bricolage» (dont le wi-fi), «Youyou Tu, un remède contre le paludisme» (la plante artemisia), «Rosalind Franklin, l'oubliée de l'ADN»... Autant de génies aux inventions déterminantes. L'autre volume décline la même approche dans ce qui concerne le ciel. Avion, planeur, deltaplane, montgolfière, navette spatiale côté technique, sauvetage de migrants en mer, alerte sur le réchauffement climatique, pilotage virtuose côté missions, pour ne citer que quelques thèmes. Des destins décoiffants.

À partir de 10 ans.



*Le monde extraordinaire de Charles Darwin*, textes d'Anna Brett, illustrations de Nick Hays, traduction de l'anglais par Emmanuel Gros, Little Urban, 64 p., 25 euros.

Ce grand format bien épais très largement illustré de façon moderne et fort agréable apparaît bien structuré pour appréhender l'homme qu'a été Charles Darwin (1809-1982) et ce qui lui a permis d'établir en 1859 sa théorie sur «L'origine des espèces», l'une des plus audacieuses de son époque. Les 29 chapitres balayent les découvertes du scientifique mort il y a pile 140 ans. Formation, pensées de son temps, premières découvertes et... sa grande idée selon laquelle les espèces qui survivent ne sont pas les plus fortes ou les plus intelligentes mais celles qui s'adaptent le mieux aux changements. On imagine la révolution qu'entraîna à l'époque une telle théorie ! Les chapitres suivants la détaillent de manière fort intéressante, utilisant les mots nécessaires qui, quand ils sont difficiles, sont marqués d'un astérisque renvoyant à un glossaire final. Cette somme d'informations, très bien soutenues par les illustrations percutantes, explique aussi tout ce que les connaissances et les recherches actuelles doivent au génial scientifique britannique passionné par la nature.

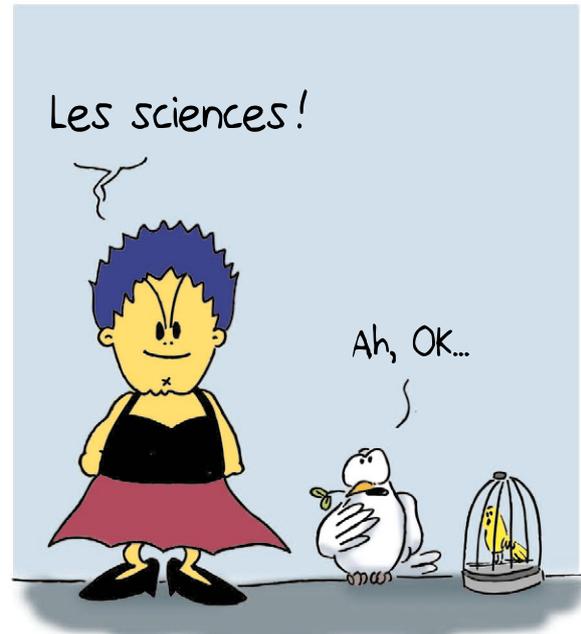
À partir de 8 ans.

*Un enfant qui lit  
sera un adulte qui pense*

Flore Vasseur, écrivain

# LES AVENTURES DE BARJE

©SKAD 2022

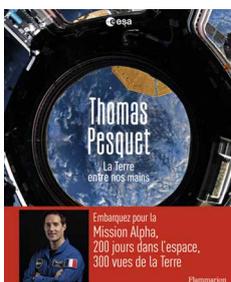


SKAD!

Alsy



## À LIRE



# AGENDA

Le mag scientifique

• CHARLEROI, NAMUR, LOUVAIN-LA-NEUVE, BRUXELLES  
(Du 24/01 au 4/03)

### Lichens GO !

Connaissez-vous les lichens ? Ces organismes symbiotiques ont des secrets à vous révéler sur l'air que vous respirez. Le projet de science participative *Lichens GO !* vise à évaluer la qualité de l'air par le recensement des lichens en milieu urbain. Pour parvenir à cet objectif, Yannick et Hugo, les 2 chercheurs à la tête de ce projet, ont besoin de l'aide des citoyen-ne-s pour acquérir un maximum de données en Wallonie. À travers cet atelier formatif, vous apprendrez comment appliquer le protocole de bioindication et à reconnaître les différentes espèces de lichens. Que vous soyez particulier ou enseignant-e, rejoignez-nous et devenez acteurs et actrices de la recherche scientifique !

<https://www.sciences.be/lichens-go/>

• BRUXELLES (Jusqu'au 27/01)

### ESPACE & VOUS

Avec le soutien d'*Innoviris*, le Département *Infosciences* de l'ULB vous propose ce spectacle didactique organisé autour de la conquête spatiale et de son impact sur votre quotidien. Au travers d'expériences réalisées sur scène par 3 comédiens, vous serez amenés à découvrir de manière ludique, les principes de fonctionnement d'une multitude d'applications développées pour des missions spatiales et ayant atterri dans votre quotidien de manière insoupçonnée. De la lunette de Galilée à l'expansion de l'univers en passant par le décollage des fusées et les effets du vide, de la fabrication des miroirs de télescope au recyclage de l'air dans la station spatiale internationale en passant par la synthèse du Nylon, nous vous embarquons jusqu'à la Lune et au-delà...

<https://sciences.brussels/agenda/espace-vous>

• LIEGE (8/02)

### Ciné-Science: La Planète des Singes

En clôture du Darwin Day 2023, journée de célébration internationale dans le domaine des sciences et des humanités qui coïncide avec le jour de naissance de Charles Darwin (1809), (re)découvrez le film «*La planète des singes*» de Franklin J. Schaffner (1968) à travers le regard de chercheur-es en évolution humaine et Christophe Mavroudis, spécialiste du cinéma de genre.

[https://www.rejouisciences.uliege.be/cms/c\\_17337489/fr/la-planete-des-singes](https://www.rejouisciences.uliege.be/cms/c_17337489/fr/la-planete-des-singes)

### LA TERRE ENTRE NOS MAINS

Thomas Pesquet - Éditions Flammarion

Mers, fleuves, îles, déserts, montagnes, villes... D'avril à novembre 2021, depuis la Station spatiale internationale, Thomas Pesquet a photographié notre planète sous toutes ses facettes. Des clichés spectaculaires et fascinants de la mission *Alpha*, pour la première fois réunis dans un livre, qui nous font prendre conscience de la fragilité de la Terre et de l'absolue nécessité de la protéger. Un vibrant hommage aux merveilles de la nature. Un plaidoyer magistral pour une prise de conscience collective face aux bouleversements climatiques. Pour ne rien gâcher: les droits d'auteur de cet ouvrage sont reversés aux *Restos du Cœur*.

### ATHENA 359 Novembre-Décembre 2022

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, obtenir gratuitement plusieurs exemplaires ou modifier vos coordonnées, contactez-nous !

#### PAR COURRIER

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

#### PAR TÉLÉPHONE

au 081 33 44 93

#### PAR COURRIEL À L'ADRESSE

[athena@spw.wallonie.be](mailto:athena@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 (P) • 2736-5875 (N)

#### COLLABORATEURS

Lucie Cauwe, Anne-Catherine De Bast, Jean-Michel Debry, Paul Depovere, Henri Dupuis, Julie Fiard, Thibault Grandjean, Philippe Lambert, Laetitia Mespouille, Yaël Nazé, Fleur Olgagnier, Jean-Claude Quintart, Jacqueline Remits

#### DESSINATEURS

Peter Elliott, SKAD, Vince

#### RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

Jean-François HEUSE

Inspecteur général

#### ÉDITRICE RESPONSABLE

Isabelle QUOILIN

Directrice générale

#### COUVERTURE

Première

Crédit: © Olivier Saive

Quatrième

Crédit: © Fotopogledi - stock.

adobe.com

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



An underwater photograph of a coral reef. The central focus is a large, rounded, brain-like coral (Diploria labyrinthiformis) with a complex, maze-like pattern. Surrounding it are various other coral species, including branching and table corals, in shades of yellow, orange, and brown. The background is dark blue, suggesting depth.

## **Visitez nos sites**

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

## **Rejoignez-nous sur**

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