

ÉDITO



Nombres d'or

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

5 $2-15=37-37=0$: le décompte est terminé, les vacances peuvent commencer ! Une année civile de 52 semaines moins 15 semaines de congés scolaires = 37 semaines de cours qui se sont écoulées aussi vite que la gestation d'un petit humain ou d'un gorillon. Calculs, chiffres, mesures, formules, théorèmes, lois, équations, problèmes, intégrales... Des petits mots qui n'ont l'air de rien mais qui font (parfois) peur. À moi la première ! Discipline qui a fait de mes dernières années d'études secondaires une hantise et qui a orienté mes études supérieures vers les filières littéraires sans hésitation, les mathématiques sont pourtant l'un des fondements de notre mode de pensée et de vie. C'est une « invention » capitale pour le développement de nos sociétés, de nos habitats, de notre santé... En bref, de tout ce qui nous entoure. C'est peut-être d'ailleurs la seule discipline dont nous ayons absolument tous besoin chaque jour. Pourquoi alors est-elle si souvent mal-aimée ? Non seulement des élèves mais surtout des étudiants en recherche de leur voie. La presse l'a déjà allègrement relayé: le monde de l'enseignement est, depuis plusieurs années, confronté à une pénurie structurelle de professeurs, notamment de maths et de sciences. Comment cela s'explique-t-il ? Déjà, il y a peu de diplômés en mathématiques à proprement parler de manière générale. L'on serait tenté de penser que ceux-là se destinent prioritairement à l'enseignement, sinon pourquoi ne pas avoir fait ingénieur ou physicien ? C'est sans compter l'appel

des sirènes du marché de l'emploi. Les secteurs de l'économie, de la banque, de l'informatique sont eux aussi en grande demande de ce type de profils. Qui se laissent facilement tenter par des conditions d'engagement avantageuses. On l'a appris lors de la visite de la nouvelle expo du *Sparkoh !* sur les métiers du futur: le salaire serait le critère de choix n°1, suivi du taux de flexibilité de l'emploi. Sauf si c'est une vocation dès le départ, choisir l'enseignement, il faut le dire, n'est pas facile. C'est choisir un métier trop peu valorisé, énergivore, exigeant, qui demande empathie, autorité, ténacité et patience. L'enseignant doit pouvoir encaisser que ça ne porte pas toujours ses fruits. Il doit aussi composer avec la politique gouvernementale, la politique des établissements, les directeurs, les élèves mais aussi les parents ! Bref les 15 semaines de congé ne semblent plus suffire à attirer les jeunes diplômés. Des pistes sont à l'étude comme assouplir les exigences au niveau des titres requis, faciliter la mobilité entre l'enseignement et d'autres secteurs d'activités, réservoirs potentiels de professeurs, ou encore encourager les changements de carrière en cours de vie. Car une carrière peut ne pas être linéaire. Vous l'aurez compris, ce numéro fait la part belle aux maths: belles, fascinantes, curieuses, ingénieuses, essentielles... séduisantes ! Nous vous souhaitons un bel été et vous retrouvons en septembre pour de nouvelles «aventures» scientifiques ! **A**

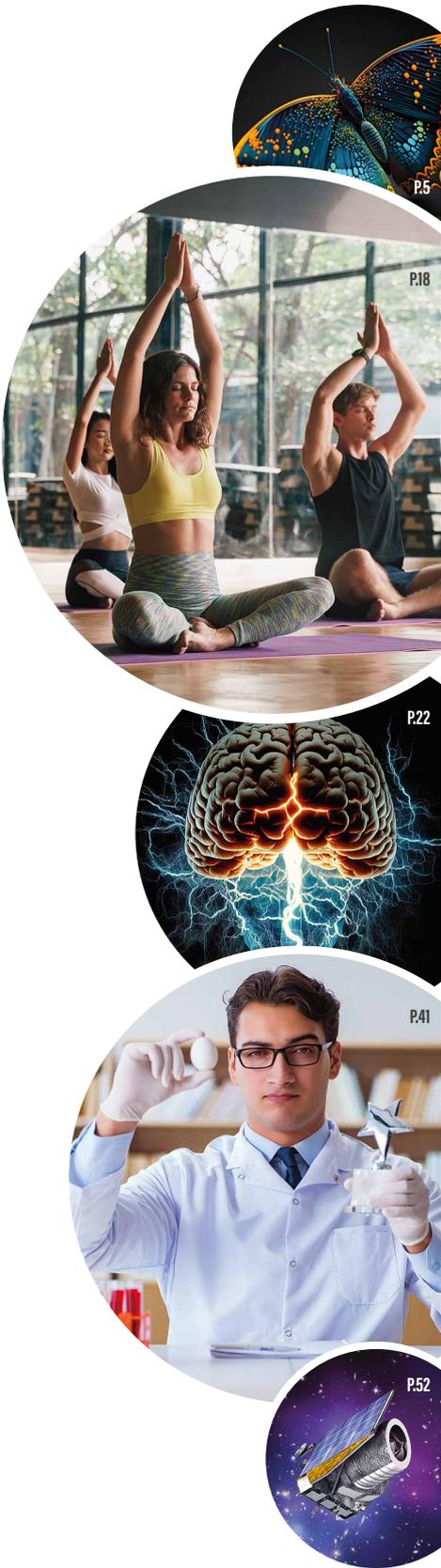


SOMMAIRE

Le mag scientifique

362

Mai-Juin 2023



- 4 **Actualités** • Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Wall'Innove Tour** • Centre européen du cheval
- 12 **Technologie** • La plasturgie circulaire: un secteur d'avenir (2^e partie)
- 18 **Société** • Yoga: une quête contemporaine
- 22 **Dossier** • Cortex préfrontal: un espace de délibération
- 28 **Colombe** • Aussi barje que *Barje*, elle nous partage son regard acéré sur l'actu scientifique
- 29 **Curiokids** • Tour de math-monde
- 33 **Mathématiques** • Mathématiques au féminin: portraits croisés
- 35 **Qui est-ce ?** • Lise Meitner
- 37 **Internet** • Vacances, j'oublie tout, plus rien à faire du tout
- 41 **Chimie** • Le saviez-vous ? Les prix Ig Nobel
- 43 **Biologie** • Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 47 **Physique** • Le petit chat est mort (ou pas)
- 49 **Espace** • Quoi de neuf dans l'espace ?
- 50 **Astronomie** • Petite balade tête dans les étoiles
- 52 **Espace** • *Euclid*, la relativité générale d'Einstein remise en question?
- 55 **À lire** • À lire avec nos enfants
- 59 **Agenda** • À voir, à tester, à cliquer, à lire...

ACTUS



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

PHOTOS : © JANA - STOCK.ADOBE.COM (P.4), © MAELGOA - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © ANTONIODIAZ - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © HARRI - STOCK.ADOBE.COM (P.6)

© RFBSIP - STOCK.ADOBE.COM (P.6), © BVI.EU (P.7), © UNIVERSITAIR ZIEKENHUIS BRUSSEL 2023 (P.7), © ESA (P.8), © HEARTKINETICS (P.8)

L'Europe polluée aux PFAS

Il s'agit de noms imprononçables comme acide perfluorooctanoïque ou acide heptafluorobutyrique. En mars dernier, alors qu'on préférerait les savoir confinés dans des laboratoires plutôt que dans nos sols et notre eau, un collectif de médias européens a publié une enquête d'ampleur révélant la pollution majeure des PFAS (Per et Polyfluoroalkylés) qui sévit en Europe. Entre 2003 et 2023, plus de 17 000 sites ont ainsi été répertoriés avec des niveaux de contamination supérieurs à 10 ng/L, auxquels s'ajoutent près de 21 500 sites présumés contaminés du fait des activités industrielles qui y sont menées, mais sans qu'aucun prélèvement n'y ait été effectué. En outre, l'enquête révèle l'existence de 2 100 points chauds, où la contamination est supérieure à 100 ng/L. Ainsi l'usine 3M à Zwijndrecht, dans la banlieue d'Anvers, serait un des lieux les plus contaminés au monde.

Mais que sont ces PFAS ? Il s'agit de molécules composées de courtes chaînes de carbone-fluor, une des liaisons les plus stables qui existent. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle on les nomme les *forever chemicals*, des polluants éternels qui ne se dégradent pas dans la nature et qui sont probablement là pour des milliers d'années. Une étude de l'Université de Stockholm a d'ailleurs déclaré que l'eau de pluie était désormais impropre à la consommation sur la totalité du globe, après avoir mis en évidence la présence de ces molécules jusque dans les endroits les plus reculés. Il faut dire que ces PFAS sont partout. Présents dans plus de 232 types de produits pour leurs propriétés anti-taches et imperméabilisantes, on les retrouve aussi bien dans des plastiques que des peintures, des textiles, des poêles anti-adhésives ou des implants médicaux. Le Téflon ou le Gore-tex, par exemple, leur doivent tout, mais on en trouve aussi dans des rouges à lèvres ou des cordes de guitare. Au total, des milliers de produits de consommation et du quotidien sont concernés, sans que l'on en connaisse le nombre exact.

Pourtant, les fabricants sont depuis longtemps au courant des dangers sanitaires que causent ces molécules. Car en réalité, les PFAS n'ont fait que remplacer les PFOS (perfluorocane

sulfonates) et les PFOA (acide perfluorooctanoïque), aux propriétés similaires et interdits par la Convention de Stockholm respectivement en 2009 et 2019. Ils ont d'ailleurs été interdits en 2006 aux États-Unis après une série de scandales, comme une pollution au Téflon de la firme *DuPont* en Virginie Occidentale en 1998.

À la lecture des chiffres de contamination recensés, on serait tenté de se dire que quelques nanogrammes par litre, ce n'est pas grand-chose. Mais les spécialistes estiment que des effets sur la santé commencent à apparaître à une concentration de seulement 1 ng/L ! Ces derniers sont largement documentés en cas d'exposition: diminution du poids de naissance des bébés et de leur réponse immunitaire aux vaccins, diminution de la fertilité ou encore augmentation du risque de cancer du sein et de la thyroïde. Les spécialistes estiment entre 52 et 84 milliards d'euros le poids des PFAS pour le système sanitaire européen.

Et la Belgique dans tout cela ? D'après la carte établie par les journalistes, la Flandre semble surexposée tandis que la Wallonie serait largement épargnée, malgré la présence de nombreux sites présumés contaminés. Un seul site de production y est d'ailleurs répertorié contre 9 en Flandre. Mais il y a peu de chances que la pollution ne s'arrête à la frontière. Si la Flandre est surreprésentée, c'est avant tout parce que des contrôles y ont été menés. *Vivaqua*, le gestionnaire de l'eau de Bruxelles, ne sera par exemple tenu de mesurer les PFAS qu'à partir de 2024. Et lors d'une étude menée dans la région de Liège en 2020 sur 242 volontaires, la concentration de PFAS présente dans le sang de ces participants était similaire à celle des autres populations européennes, et plus de la moitié dépassaient les normes sanitaires. ^A

 <http://bit.ly/45Y6fdQ>
<https://foreverpollution.eu/>

L'ACTU DES LABOS

Une nouvelle zone bleue

L'île japonaise d'Okinawa, la Sardaigne en Italie, Nicoya au Costa Rica et Ikaria en Grèce... ce n'est pas la *to-do list* d'un globe-trotter, mais des endroits du monde où les gens vivent plus longtemps que la moyenne. Si longtemps d'ailleurs que la proportion de centenaires y est bien supérieure à nos contrées. On les appellent les zones bleues, de la couleur du feutre qui a servi à délimiter la première zone identifiée en 2000... Elles sont au nombre de 4, ou plutôt étaient. Car le spécialiste de ces zones, Michel Poulain, démographe et professeur émérite de l'UCLouvain, pense en avoir trouvé une cinquième: la Martinique. En 2023, l'île française des Caraïbes comptait près de 400 centenaires, soit le double en proportion par rapport à la métropole. En plus de caractéristiques génétiques communément partagées par les habitants de ces régions, le chercheur met en évidence 7 principes que l'on retrouve dans chacun de ces endroits: se déplacer naturellement, manger sainement, éviter le stress/beaucoup dormir, des liens familiaux robustes, un fort soutien de la communauté, un respect pour la planète et avoir un but dans la vie... **A**

 <https://longevitybluezone.com/the-7-principles/>

Fluo insectes

Éteignez la lumière, et le monde se pare de couleurs nouvelles ! Une équipe internationale de chercheurs menée par l'UNamur et l'UMons a montré que les ailes de nombreux insectes, tels que les cigales ou le sphinx gazé, sont biofluorescentes, c'est-à-dire qu'elles émettent de la lumière sous un éclairage UV. Cette propriété inattendue serait due à la présence de résiline, une protéine qui contribue à la flexibilité des ailes des insectes, mais les chercheurs sont partagés quant à son éventuel rôle dans la communication des animaux. Largement étudiée chez certains poissons et méduses, la biofluorescence serait en réalité beaucoup plus commune qu'on ne le pense. Déjà en 2020, une étude avait conclu que de nombreux amphibiens et salamandres présentaient cette caractéristique, ainsi que les... ornithorynques ! **A**

► Mouchet et al., *Journal of Luminescence*, 2023.



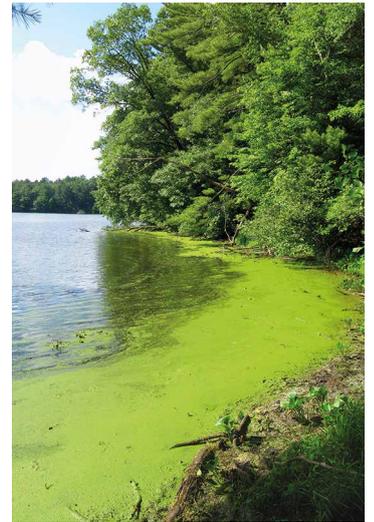
(Re) Trouver le goût

C'est une découverte étonnante qu'a réalisée une équipe de chercheurs de l'ULB. Alors qu'ils cartographiaient les cellules présentes à la surface de l'œsophage chez la souris, ils ont eu la surprise de trouver des cellules avec des fonctions bien différentes. Il s'agissait en réalité de bulbes gustatifs, comme ceux que l'on trouve majoritairement au niveau de la langue et qui nous servent à différencier les goûts sucré, salé, acide et amer, ainsi que l'umami japonais. Si les bulbes œsophagiens présentent la même composition cellulaire que leurs confrères de la langue, ils expriment néanmoins moins de récepteurs, ce qui les rend probablement moins sensibles. Plus curieux, il semblerait que ces structures soient issues de cellules souches œsophagiennes alors qu'on les pensaient unipotentes, c'est-à-dire capables de se différencier en un seul type cellulaire. Des études supplémentaires seront nécessaires pour comprendre la fonction de ces bulbes. **A**

► Vercauteren Drubbel et al., *Science Advances*, 2023

Les plantes, des alliées contre la nitrification des sols

Les engrais utilisés massivement dans l'agriculture sont surtout fabriqués à base de nitrates et d'ammonium, des composés azotés nécessaires à la croissance des plantes. Mais le surplus de nitrates, une fois lessivé par les eaux de pluie et d'arrosage, se retrouve dans les cours d'eau et les nappes phréatiques. Cet excédent est notamment à l'origine de la prolifération des algues vertes, qui asphyxient les milieux aquatiques en pompant tout l'oxygène. Une équipe de chercheurs de l'ULiège et de l'ULB a lancé une vaste étude d'identification de plantes visant à diminuer la nitrification des sols. En effet, si l'ammonium est converti par les bactéries du sol en nitrates, les racines de certaines plantes sont capables d'émettre des composés inhibant cette transformation, contribuant ainsi à garder l'azote dans le sol sous forme d'ammonium. En plus de limiter la pollution de l'eau, cela permettrait également de diminuer les apports en engrais azotés, ainsi que l'émission de protoxyde d'azote, un puissant gaz à effet de serre relargué lors du processus. ^A



► Jàuregui I. et al., *New Phytologist*, 2023

En Bref

Dans les cellules et une fois synthétisées, les protéines se replient en 3 dimensions à l'aide d'autres protéines dites chaperonnes. Bien que ces dernières aient été abondamment étudiées, une équipe de l'UCLouvain vient de mettre en évidence une nouvelle venue, CnoX, qui forme un complexe avec la protéine GroEL, et fonctionne comme un « plugin » de contrôle qualité redox.

► Dupuy et al., *Cell*, 2023



Une équipe de l'ULB a mis en évidence une nouvelle protéine, dénommée RHOJ, impliquée dans la résistance de certains cancers à la chimiothérapie. Cette dernière a pour but de provoquer des dommages irréversibles à l'ADN des cellules tumorales, entraînant leur mort. Mais RHOJ active des mécanismes de réparation de l'ADN, ce qui leur permet de survivre. Cette découverte ouvre des perspectives importantes pour le développement de nouvelles thérapies ciblant le gène RHOJ.

► Debaugnies M. et al., *Nature*, 2023

L'ULiège prend part au projet européen RESILEX qui vise à améliorer la résilience et la durabilité de toute l'industrie du silicium en Europe. Ce matériau semi-conducteur, crucial pour la fabrication des panneaux solaires comme des puces électroniques, nécessite des traitements particulièrement gourmands en ressources avant d'être utilisé. De plus, son extraction minière est, quant à elle, particulièrement polluante, et son recyclage encore balbutiant. Ce programme vise à apporter des solutions dans toutes ces dimensions.

 www.resilex-project.eu/

Fendre l'armure de *Brucella*

Si la brucellose a quasiment disparu dans nos contrées, c'est une maladie qui continue à faire des ravages dans les troupeaux de bovins, ovins, et caprins du bassin méditerranéen ou d'Amérique latine, provoquant notamment des avortements chez les animaux contaminés. Causée par la bactérie *Brucella* et transmissible à l'humain, elle est, en Europe, une maladie à déclaration obligatoire, qui s'exprime par une fièvre et peut entraîner des complications articulaires et neurologiques chroniques. Bien que sa découverte date du 19^e siècle, *Brucella* est encore très étudiée car son mécanisme pathogène reste mal connu. L'unité de recherche en Biologie des Microorganismes de l'UNamur vient de mettre en lumière un processus inédit dans la synthèse de la membrane extérieure de la paroi bactérienne. Majoritairement composée de lipopolysaccharides, ces molécules comprennent l'antigène O nécessaire à la bactérie pour infecter son hôte. En identifiant et localisant les protéines responsables dans le transport de ces antigènes, les chercheurs ont fait un pas décisif dans le développement de molécules capables d'entraver la reproduction de la bactérie. ^A

 <https://newsroom.unamur.be/fr/actualites/de-nouveaux-indices-pour-percer-l-armure-de-brucella>

► Servais et al., *Nature Communications*, 2023

L'ACTU DES ENTREPRISES

Lever de soleil sur l'apnée du sommeil

La start-up belge *Sunrise* vient d'obtenir un financement de 17 millions d'euros et l'aval de la FDA (*Food & Drug Administration*) afin de se développer aux États-Unis. Fondée en 2015, la jeune pousse namuroise a développé un dispositif médical destiné à détecter plus facilement les syndromes de l'apnée du sommeil. Ce syndrome correspond à des pauses répétées dans la respiration au cours du sommeil, qui sont dues à un affaissement des voies respiratoires supérieures et bloque ainsi le passage de l'air. Sous-diagnostiquée, cette pathologie ne peut normalement être détectée qu'avec une polysomnographie en milieu hospitalier. L'astuce de *Sunrise* consiste en un simple capteur d'à peine 3 grammes qui se fixe sur le menton et envoie sur un smartphone des informations sur les mouvements de la mandibule, où sont fixés les muscles du pharynx. Si elle bouge, cela signifie que le cerveau tente de tonifier ce dernier afin de désobstruer les voies aériennes. Près d'un milliard de personnes dans le monde seraient concernées par cette pathologie. 

 <https://www.hellosunrise.com/>

De l'IA dans les médicaments

Un nouveau parc wallon des sciences du vivant va s'implanter à Wavre à l'horizon 2025. Baptisé *Quantum Biospace*, il aura la particularité d'accueillir des sociétés biopharmaceutiques utilisant l'intelligence artificielle dans la recherche de nouveaux médicaments. À l'heure actuelle, le temps moyen de développement d'une nouvelle molécule est de 8 à 10 ans. Grâce aux algorithmes, ce dernier pourrait être considérablement réduit, que ce soit dans la recherche de l'optimum de la dose efficace sans que la molécule ne devienne trop toxique, dans le recrutement de patients pour des essais cliniques, grâce notamment aux données accumulées par la génomique, ou encore dans l'analyse des immenses quantités de données produites par ces études. Dès aujourd'hui, l'IA est déjà utilisée en recherche pharmacologique, notamment en réalisant des tests de toxicité numériques plutôt que sur des animaux. 



Place à la supermicrochirurgie

L'UZ Brussel devient le premier hôpital du Benelux à se doter d'un robot de micro et supermicrochirurgie. Il permet de travailler sur des structures comme les nerfs, les vaisseaux sanguins ou lymphatiques ne dépassant pas 0,8 mm de diamètre ! Le nouveau robot réduit les mouvements de la main du chirurgien d'un facteur 20, en filtrant les tremblements même minimes. En travaillant avec plus de précision, ces robots chirurgicaux permettent de réduire les lésions tissulaires et accélèrent le rétablissement des patients. 

 <https://www.uzbrussel.be/>



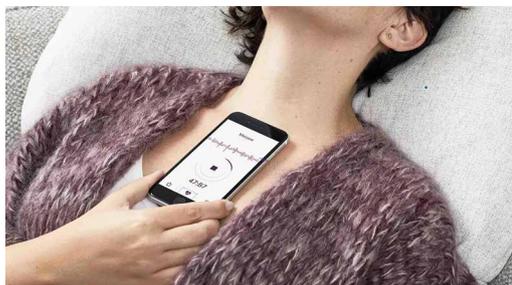
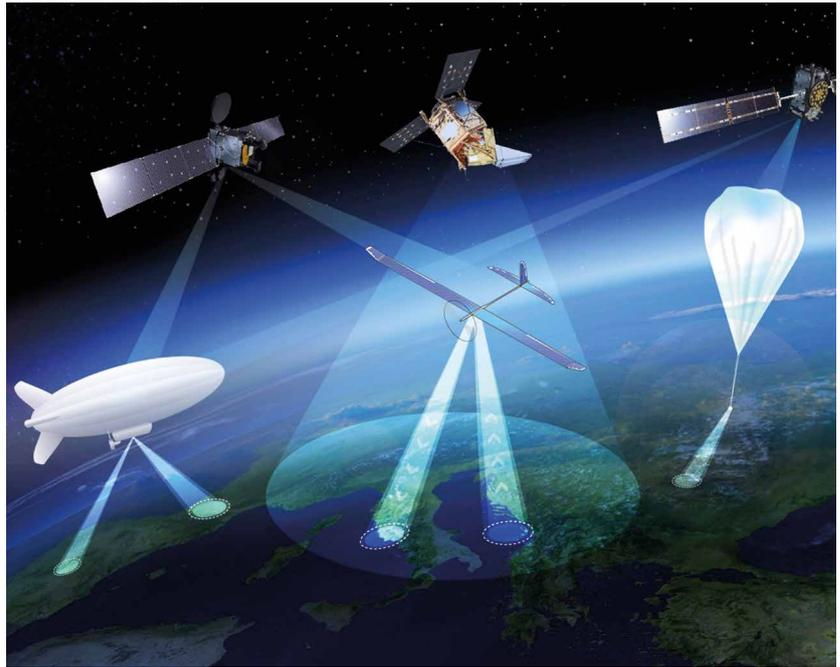
Enfin un planétarium en Wallonie

L'*Eurospace Center* de Transinne accueillera enfin le premier planétarium de Wallonie, et le 4^e en Belgique. Sous un dôme de 16 mètres de diamètre, il sera doté d'un système de projection laser très stable permettant des contrastes importants, avec des couleurs vives et des noirs très profonds. L'utilisation d'une qualité d'image 6K, voire 8K, est envisagée ainsi que des films en 3D. Deux types de contenus seront projetés: un logiciel de simulation astronomique avec une description de la voûte étoilée par un spécialiste et des films composés de vues réelles ou virtuelles d'objets, ou encore de personnes ayant participé à l'odyssée spatiale. Prévu pour une capacité de 150 spectateurs, l'édifice devrait ouvrir ses portes en 2024. 

 www.eurospacecenter.be

Haps-Olument

Que le S.O.S. provienne d'un avion ou d'un skieur pris dans une avalanche, le signal est capté par le réseau de satellites COSPAS-SARSAT. Développé en pleine guerre froide au cours des années 1970, ce réseau est le fruit d'une coopération internationale. Il s'est bien sûr enrichi depuis grâce à de nouveaux satellites plus performants, notamment du GPS américain et de ses équivalents européens et russes, GALLILEO et GLONASS. Aujourd'hui, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) participe au déploiement d'un réseau de nouvelle génération. Mais il s'agit cette fois de HAPS pour *High Altitude Pseudo Satellite*. Ces plateformes ne sont pas des satellites spatiaux mais des ballons, ou des avions sans pilote, qui volent à une altitude comprise entre 18 et 30 km, et qui constitueront une sorte de chaînon manquant entre les satellites et les drones. La société *M3 Systems Belgium* a participé à un essai très concluant. Les plateformes ont joué le rôle d'un satellite à plus basse altitude, offrant ainsi une meilleure liaison radio et donc une localisation plus précise, y compris dans des conditions atmosphériques dégradées. **A**



Heartkinetics aux USA

La spin-off de l'ULB créée en 2019 va rejoindre le programme d'accélération dédié aux nouvelles technologies de la très prestigieuse *Clinic Mayo*, aux États-Unis. En utilisant un smartphone comme un stéthoscope, couplée à un service d'IA dans le *cloud*, l'application développée par la start-up permet d'enregistrer à la fois les rythmes cardiaque et respiratoire, ainsi que le volume d'éjection du ventricule afin de détecter le plus précocement possible les signes d'un dysfonctionnement du cœur. Cette technologie a initialement été développée depuis l'espace, afin de permettre aux astronautes de l'ISS de monitorer leur activité cardiaque en toute autonomie. **A**

<https://heartkinetics.com/>

En Bref

En février 2022, la Wallonie lançait une vaste concertation concernant l'avenir des 550 000 ha de forêts wallonnes. Ces «Assises de la Forêt» ont abouti à 74 résolutions concrètes qui serviront de base à l'élaboration d'une stratégie forestière régionale. Ces propositions doivent garantir l'accessibilité, l'exploitation et la valorisation des forêts, tout en rendant la forêt plus résiliente aux conséquences du changement climatique.

La Haute École Albert Jacquard de Namur et la Haute École Charlemagne à Gembloux ouvrent dès septembre 2023 un bachelier conjoint de design en packaging durable, unique en Belgique. Il permettra aux étudiants de se pencher sur de nouvelles solutions liées aux éco et biomatériaux, tout en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie, depuis la production jusqu'à la dégradation.

<http://www.green-pack.be/>

Une petite révolution est en cours en Europe dans le monde des brevets. Depuis le 1^{er} juin, tout dépôt de brevet à l'Office Européen des Brevets (OEB) couvrira l'invention dans l'ensemble du territoire européen, sans être obligé de le faire valider dans chaque État, avec les spécificités administratives et les coûts de traduction que cela implique aujourd'hui. Une simplification bienvenue pour l'ensemble des entreprises européennes.

Bruxelles réfléchit à l'installation d'éoliennes urbaines. Du fait de leur architecture, les villes disposent souvent de canyons urbains, où l'air s'engouffre en permanence. De plus, la capitale présente l'avantage d'être soumise à un vent qui souffle régulièrement dans la même direction. Différentes de celles installées à la campagne ou en mer, les pales des éoliennes urbaines sont placées verticalement. Également plus petites, elles peuvent développer une puissance de 1 500 W.

INTERVIEW

Développer le pompage-turbinage

Lauréat du *HERA Award for Future Generations* dans la catégorie IT, Pietro Favaro, aspirant FNRS à l'UMons, propose d'utiliser des réseaux de neurones pour optimiser une ancienne technologie de stockage d'énergie, le pompage-turbinage.

En quoi consistent les stations de pompage-turbinage (SPT) ?

Les stations comportent 2 bassins remplis d'eau à des altitudes différentes, reliés par un conduit où se trouve une turbine. Lorsque l'eau s'écoule vers le bassin inférieur, elle entraîne la turbine qui, couplée à un alternateur, produit de l'électricité. À l'inverse, lorsqu'on pompe l'eau vers le haut, on utilise de l'énergie, qui se retrouve ainsi stockée sous la forme de ce volume d'eau en amont.

Quel est l'intérêt de ces stations ?

L'éolien et le solaire développés actuellement sont des sources intermittentes. Or, nos modes de vie requièrent une source d'énergie continue. Les SPT permettent de stocker facilement de l'énergie lors des pics de production, et de la relarguer la nuit ou les jours sans vent. C'est une technique moins problématique que l'hydrogène. Elle est aussi moins trendy actuellement...

Quel est le rôle des réseaux de neurones dans cette solution ?

Aujourd'hui, tout producteur d'énergie doit

soumettre à l'avance une proposition de quantité d'électricité qu'il est prêt à fournir pour chaque heure de la journée du lendemain. Or, cette prédiction est très complexe avec les stations, car chacune a ses caractéristiques propres. Les réseaux de neurones permettent de finement modéliser ses capacités de stockage et de production d'énergie, et d'utiliser les SPT au maximum de leurs capacités.

Ce type d'installation dépend du relief, ce qui n'est guère compatible avec le plat pays...

Une seule existe effectivement en Belgique, en région liégeoise. Mais il est tout à fait possible aujourd'hui de les multiplier en tirant parti des nombreuses mines et carrières abandonnées de Wallonie, et installer le bassin d'aval en souterrain. De telles solutions existent dans la littérature scientifique. Ces SPT pourraient alors être gérées par des communautés d'énergie locales, et ainsi rendre aux citoyens une certaine maîtrise de leur énergie. 



<https://hera.futuregenerations.be>
<https://www.nant-de-drance.ch/la-centrale>

DATA

1 SUR 10

C'est la proportion de femmes qui souffre d'endométriose en Belgique, d'après une enquête menée par *Partenamut*. Cette pathologie gynécologique inflammatoire chronique est liée à la présence de tissu semblable à la muqueuse utérine en dehors de l'utérus. Particulièrement invalidante, elle provoque de nombreux symptômes, comme des douleurs importantes à la fois pendant les rapports sexuels et pendant les règles, ainsi que des troubles gastro-intestinaux, neurologiques et urologiques. De plus, 30 à 50% des femmes atteintes par cette pathologie ont également des problèmes de fertilité. Or, il s'agit d'une maladie encore trop peu reconnue en Belgique. Une prise en charge interdisciplinaire, incluant les aspects sexologiques et psychologiques, serait nécessaire, avec un meilleur remboursement des thérapies alternatives et l'octroi d'un congé spécial, par exemple.



COUP D'CRAYON

VINCE - VINCENT_DUBOIS@ME.COM

La canicule de l'été dernier l'a encore démontré: dans un monde où les vagues de chaleur sont appelées à se multiplier, les citadins étouffent au milieu du bitume. De plus, cette artificialisation des sols est également responsable d'une diminution du niveau d'eau au sein des nappes phréatiques, en l'envoyant rejoindre les égouts au lieu de la laisser s'infiltrer dans le sol. La Flandre est particulièrement concernée, elle qui est une des régions les plus bétonnées d'Europe. Sachant qu'une rangée de pavés remplacée par un arbre a autant d'effet que 5 climatiseurs, elle a donc lancé en mars dernier un championnat d'arrachage de dalles. À l'issue du concours, le 31 octobre, la Commune qui aura arraché le plus de pavés pour les remplacer par de la verdure sera déclarée championne. Tous les citoyens peuvent participer, moyennant bien sûr une autorisation. Alors à vos pieds-de-biche !



WALL'INNOVE TOUR: arrêt sur le CENTRE EUROPÉEN DU CHEVAL

TEXTE : JACQUELINE REMITS • JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE
PHOTOS : JANNOONO28/FREEPIK + PHOTOMONTAGE (P.10), © J.-P. LEJEUNE (P.11)

pour les Jeux Olympiques de Tokyo en 2021. Le vice-champion du monde de jumping, Jérôme Guéry, est wallon.»

Le Centre européen du Cheval a été créé en 2000 à l'initiative du Gouvernement wallon. Il promeut le cheval comme un «élément de vie et d'identité du milieu rural» via la recherche équine dans les domaines de la locomotion, l'élevage, la reproduction et la sélection, ou via le sport, le tourisme et la formation. Il accompagne les éleveurs dans la valorisation de leurs jeunes chevaux en proposant un encadrement scientifique et sportif aux cavaliers et chevaux dans le début de leur phase de travail. Les missions de R&D sont menées à bien par l'équipe du Centre et grâce à des collaborations avec d'autres partenaires, équipes de recherche issues des universités belges ou étrangères, et d'autres laboratoires sélectionnés en fonction des protocoles à réaliser et de leurs spécificités propres. En plus des autorités wallonnes et de la Province du Luxembourg, le Centre collabore étroitement avec l'ULiège et la Ligue Équestre Wallonie-Bruxelles (LEWB). Il accueille toute l'année des étudiants belges et étrangers pour des stages d'observation, de formation et la réalisation de mémoires. Il collabore avec des écoles dans le domaine des métiers du cheval, de l'agronomie, de la maréchalerie, des auxiliaires de soins et, bien sûr, de la médecine vétérinaire.

Quant au cluster *Equisfair*, basé à Mont-le-Soie et reconnu par la Région wallonne, il a été à l'initiative de 8 sociétés actives dans la filière équine et compte actuellement 65 membres.



MONTLESOIE

Il était une fois...

La Wallonie, terre de chevaux. La filière équestre wallonne est un secteur de poids en constant développement. Son importance peut être illustrée tant par le nombre de chevaux, de cavaliers, de compétitions que par les flux financiers engendrés par leur entretien et leur valorisation. «Nous comptons 135 000 chevaux sur notre territoire, soit 1 cheval pour 28 personnes, commence Jean-Philippe Lejeune, directeur du Centre européen du Cheval et chercheur. N'oublions pas non plus les quelque 6 750 emplois directs et indirects créés par le secteur qui pèse près de 1,15 milliard d'euros chaque année. Nous n'avons pas à rougir de notre réputation à l'international. Nous étions la 3^e nation «fournisseuse» de chevaux

CARTE D'IDENTITÉ

CRÉATION: 2000

SIÈGE SOCIAL:
Mont-le-Soie, 1
6690 Vielsalm

**SECTEUR
D'ACTIVITÉS:**
Recherche équine
et centre équestre

**MEMBRES
DE L'ÉQUIPE:**
8

CONTACT:
080 21 65 56

info@montlesoie.be
 www.montlesoie.be

...l'envie d'innover

Avec une convention-cadre de la Région wallonne, le Centre de Mont-le-Soie propose aux éleveurs et aux acteurs de la filière équine wallonne différents services et programmes pour les accompagner dans le développement de leurs activités. Il soutient le *Stud-book* du cheval de trait ardennais. Cet organisme de sélection enregistre les naissances de poulains, les généalogies et les documents d'identité des chevaux, en vue, notamment, de la sélection des étalons reproducteurs. «*Nous avons une mission d'accompagnement dans la lutte spécifique contre l'une des maladies pouvant toucher les chevaux de trait, une maladie de peau, le lymphœdème progressif des membres.*»

Chez les chevaux lourds, le Centre continue de s'intéresser à l'apparition spontanée d'ostéoarthrose juvénile et communique auprès des éleveurs sur la morphologie recherchée et l'importance d'un diagnostic précoce pour pouvoir orienter la sélection des futurs reproducteurs. «*L'arthrose des chevaux de trait, qui se constate habituellement chez les individus âgés de toutes espèces, peut apparaître chez des sujets jeunes en croissance. Ce qui peut hypothéquer l'avenir d'un cheval car elle pourrait provoquer des boiteries. Le cheval serait alors réformé de manière précoce, alors que la carrière sportive d'un cheval peut aller jusqu'à 20 ans.*» Chez les chevaux de selle, de sport, la maladie existe aussi. «*Il en va de même avec d'autres lésions du système locomoteur. Pour ces chevaux, nous avons développé une approche préventive avec des suivis de la locomotion afin de l'optimiser.*»

Toujours dans le cadre des missions confiées par la Région wallonne, le Centre mène, en collaboration avec la Faculté de médecine vétérinaire et le Centre de l'oxygène, R&D de l'ULiège, un programme de recherche sur les pathologies orthopédiques du développement chez le cheval de sport. «*Ces recherches portent principalement sur l'ostéochondrose disséquante, à savoir des kystes ou des fragments dans les articulations. Actuellement, un doctorant de l'ULiège, détaché à Mont-le-Soie, travaille sur l'ostéoporose disséquante de chevaux en croissance.*» Avec une incidence de plus de 30% des jeunes chevaux du sport, cette maladie peut se révéler fortement invalidante et compromettre leur carrière sportive, ce qui entraîne de grandes pertes financières aux éleveurs. Depuis quelques années, le Centre propose, avec l'accord du vétérinaire traitant, un dépistage de l'ostéochondrose disséquante aux éleveurs wallons en leur offrant la possibilité de réaliser un contrôle radiologique sur leurs poulains de 6 mois à 2 ans.

L'année 2023 est particulièrement rythmée par le projet *EUNetHorse*, premier projet agricole européen de R&D dédié aux équins et coordonné par l'*Institut Français du Cheval et de l'Équitation (IFCE)*. Son objectif est d'établir en 4 ans un réseau actif multi-acteurs européen (éleveurs, conseillers, formateurs, chercheurs, etc.) en France, au Portugal, en Espagne, en Belgique, en Allemagne, en Roumanie, en Pologne, en Finlande et en Suisse. Celui-ci vise à augmenter la résilience et la performance de leurs exploitations équines face aux crises environnementales, sociales, sanitaires, économiques ou politiques. De quelle manière ? En diffusant largement les pratiques, outils et solutions qui améliorent leur résilience et leur performance socioéconomique, le bien-être et la santé des animaux dans les exploitations, la durabilité environnementale du secteur et son intégration au sein du monde agricole.

La préservation génétique et biotechnologique de la reproduction, l'optimisation des conditions d'élevage du cheval en Wallonie ou encore la valorisation des jeunes chevaux sont également au programme de l'année 2023. Le *Centre européen du Cheval* ambitionne de maintenir un budget annuel avoisinant le million d'euros répartis en recettes propres et en missions de recherche et développement et d'accompagnement de la filière sur base d'une future convention-cadre à conclure et qui courrait jusqu'en 2025. Le secteur équin en Wallonie mérite cette valorisation, ainsi que la pérennisation de ses activités. **4**



QUI EST JEAN-PHILIPPE LEJEUNE, DIRECTEUR ?

Né dans le Pays de Herve, Jean-Philippe Lejeune est diplômé docteur en médecine vétérinaire de l'Université de Liège en 2000. Il effectue sa thèse de doctorat à Mont-le-Soie. «*Elle portait sur l'arthrose juvénile du cheval de trait.*» Depuis lors, il est resté fidèle à Mont-le-Soie, en tant que chercheur d'abord, puis à la gestion et la direction à laquelle s'ajoute aujourd'hui la coordination des activités en collaboration avec Didier Serteyn, l'administrateur délégué de l'asbl. «*Je reste spécialisé dans le domaine locomoteur du cheval et la prévention des maladies, des atteintes du système locomoteur.*» Quelques heures par semaine, il travaille à l'animation du cluster *Equisfair*. Durant ses loisirs, le directeur du Centre du cheval redevient cavalier et éleveur amateur. «*De temps en temps, je fais naître un poulain dans mes écuries, en région liégeoise.*» Pas de doute, «*ma vie, c'est 200% cheval !*».



2^e partie

La plasturgie circulaire: un secteur d'avenir

Dans l'édition précédente du magazine, nous examinons de plus près l'atome de carbone et ce qui en fait un élément si particulier et jusqu'à présent indispensable à la fabrication de plastique. Continuons notre périple et, toujours grâce aux experts présents à la journée du 7 octobre dernier «*Circular Design in Plastics: vers la Plasturgie Circulaire*», focalisons-nous maintenant sur les techniques de recyclage du plastique et la circularité de cette industrie en pleine transformation qu'est la plasturgie. À vos sacs PMC !

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

PHOTOS: © MIHA CREATIVE - STOCK.ADOBE.COM (P.12), SOURCE: HELEN MC ARTHUR FOUNDATION,

RÉADAPTATION NÉO-ECO (P.13), © FOTOFUERST - STOCK.ADOBE.COM (P.14),

© KIMICH_NATALI - STOCK.ADOBE.COM (P.14), © KOODOU (P.15)

Chaque année, si tous les individus sur Terre se comportaient comme les Belges en 2022, les ressources que la planète peut régénérer en un an seraient épuisées le 26 mars, donc en à peine 84 jours. On parle du «jour du dépassement de la Terre» ou «*Earth Overshoot Day*» en anglais. Ce jour, à l'échelle de la planète, tombait le 28 juillet en 2022, contre le 22 août en 2020. 1969 a été la dernière année pendant laquelle la Terre «suffisait». Même si certains pays sur le globe sont moins gourmands que d'autres, nous vivons à crédit. Cela est dû à nos modèles économiques principalement linéaires: trop de ressources sont extraites et trop de déchets sont produits. Il faut donc repenser notre façon de faire en extrayant moins de ressources et en les utilisant de manière plus efficace, mais aussi en produisant moins de déchets et en les revalorisant via la réinjection dans le cycle suivant. C'est ce que prône l'économie circulaire. Pour rappel, le cycle de vie d'un produit est l'ensemble des étapes par lesquelles passe un produit, de la conception jusqu'à la fin de vie.

Le meilleur déchet est celui qui n'existe pas. Certes, mais pas évident au quotidien... Que faire pour s'en approcher ? Adopter une conduite anti-gaspillage reposant sur les «3R». Les voici, par ordre de l'importance qui devrait leur être accordée, appliqués aux plastiques:

- **Réduire:** une diminution ou une absence pure et simple de fabrication et/ou de consommation implique une diminution des déchets produits. En tant que consommateur, il faut se demander si le produit que l'on désire tant nous

sera vraiment utile. Et en tant que fabricant si le produit répond à un besoin réel. La sobriété et la simplicité sont donc des alternatives très efficaces à l'économie circulaire pour atteindre un modèle de consommation durable.

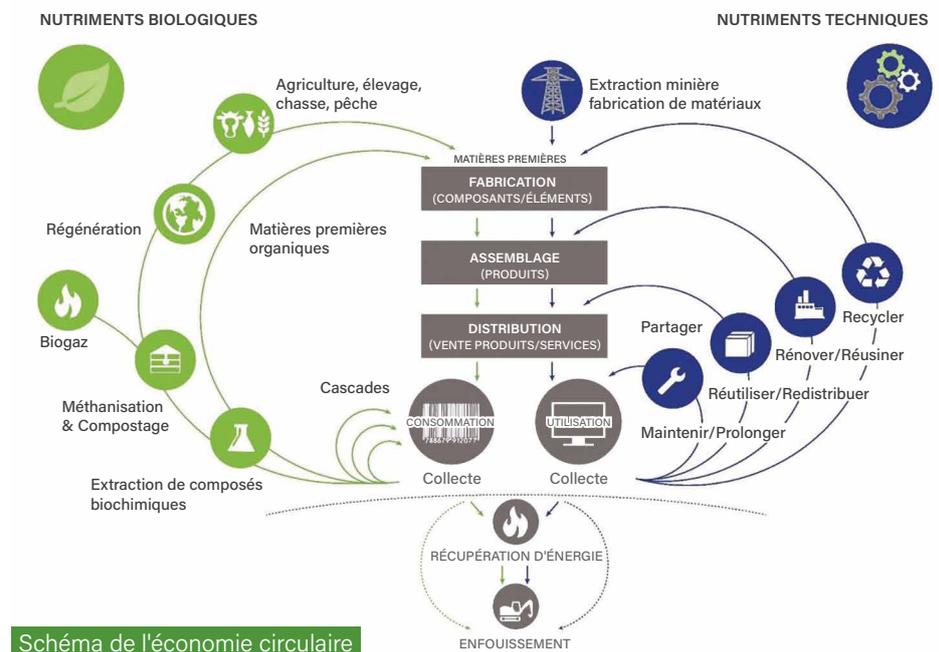
- Réutiliser:** les déchets plastiques sont issus de produits ayant une durée de vie ou durée d'usage très variable. Dans le domaine des textiles, la *fast fashion* a considérablement réduit cette durée. Dans la construction, c'est plus raisonnable avec une moyenne qui tourne autour de 35 ans. Mais majoritairement, la durée de vie d'un produit est inférieure à 5 ans. Il faut donc mettre en place de nouvelles pratiques qui allongent cette durée afin de retarder un nouvel achat (et une nouvelle production) et augmenter la circularité. Par exemple, entretenir son matériel afin qu'il dure plus longtemps et le réparer quand il est défectueux si c'est applicable et faisable. On peut aussi penser de façon plus collaborative: emprunter, louer, échanger, revendre ou encore donner sont des pistes à considérer. Les fabricants ou fournisseurs de services ont également un rôle à jouer afin d'augmenter la durabilité et de diminuer l'obsolescence, qu'elle soit programmée ou culturelle, des produits et applications. Il est possible de remplacer la vente d'un bien par la vente de son usage comme les vélos ou voitures partagés, ou encore de se mettre à l'écoconception en augmentant la réparabilité, la recyclabilité ou encore la qualité d'un produit.
- Recycler:** les plastiques peuvent être réutilisés dans le cycle suivant, d'où le verbe «recycler». Ce thème étant un élément fondamental de l'économie circulaire, il est abordé en détail ci-après.

Circularité des plastiques

À ce jour et sans trop grande surprise, le cycle de vie des plastiques est rarement circulaire. Si l'on souhaite réduire l'exploitation des ressources, c'est pourtant bien vers cela qu'il faut se diriger. Afin de quantifier l'aspect circulaire de la fabrication d'un produit, d'un procédé en particulier ou d'une activité, il existe des outils comme le très populaire *Material Circularity Indicator* (indicateur de circularité des matériaux) ou MCI, développé par la *Fondation Ellen MacArthur* prônant l'économie

circulaire à travers le monde et étant d'ailleurs LA référence dans le domaine. Compris entre 0 et 1, il dépend des matériaux utilisés pour fabriquer un produit et de sa fin de vie. Il mesure le degré de circularité, la note de 1 ou 100% étant le graal et très difficile à atteindre. Par exemple, aucune «nouvelle» matière première ne doit être utilisée pour fabriquer le produit et ce dernier doit être recyclé à 100% en fin de vie. Car attention, ce n'est pas parce qu'un produit est recyclable qu'il est forcément recyclé !

Le MCI ne tient cependant pas compte de l'impact environnemental et doit donc absolument être combiné à une Analyse du Cycle de Vie (ACV), outil d'aide à la prise de décision et à l'évaluation de la pertinence de la démarche circulaire. Car qui dit circulaire, ne dit pas forcément économie de ressources, ni bénéfique pour l'environnement: un produit peut être très circulaire et potentiellement recyclable un bon nombre de fois tout en ayant un impact désastreux sur l'environnement ! Il est donc indispensable de tenir compte, de la façon la plus objective possible, de l'impact de tous les procédés impliqués qui doivent être inventoriés et décortiqués afin d'obtenir, pour chacun d'entre eux, tous les flux de matière et d'énergie. En adoptant une approche holistique, l'ACV permet de quantifier des impacts tels que destruction de la couche d'ozone, changement climatique, disparition des ressources, écotoxicité, toxicité humaine... et d'établir un diagnostic des performances environnementales d'un produit tout au long de son cycle de vie. La fin de vie et le recyclage sont également passés au crible: collecte et transport des déchets, utilisation d'additifs (stabilisants, pigments...),





1



2

1. Les matériaux recyclables récoltés peuvent être compressés, après tri notamment, par une presse à balles. Il s'agit d'un compacteur de déchets qui forme des blocs rendant les matériaux plus faciles à recycler et à transporter.

2. En recyclant le plastique des bouteilles que nous utilisons au quotidien, il est possible de produire divers tissus en fibres synthétiques tels que le polyester.

consommation d'énergie, résidus du procédé... sont autant de paramètres à considérer.

Recyclats & recyclage

Avant toute chose, les déchets plastiques doivent être collectés en quantité suffisante et acheminés jusqu'au lieu de traitement. Ils doivent ensuite être triés (ex: selon leur couleur), réduits en taille (ex: par broyage) et débarrassés des contaminants tels que papier, aluminium ou nourriture. Après ce prétraitement, on obtient de la matière première dite «secondaire» ou «recyclat» qui peut être composé d'un seul ou de plusieurs matériaux plastiques. Il existe 3 types de recyclat:

- **Post-industriel:** généré par la production industrielle, il peut s'agir de pièces comportant des défauts ou encore de composants étant hors spécifications. Au vu de sa pureté après collecte, ce recyclat est le plus simple à réinjecter dans un cycle, étant souvent composé d'une seule et unique matière. L'industriel, en utilisant ces déchets, réalise une économie évidente.
- **Post-production pré-consommateur:** ce recyclat provient du transformateur et consiste en des chutes d'usinage ou de coupe par exemple. Il est relativement propre car il n'est pas encore passé entre les mains du consommateur. Malgré cela, sa pureté est variable car il peut être composé d'une seule ou de plusieurs matières.
- **Post-consommateur:** ce type de recyclat provient des poubelles des particuliers et des industries: objets de consommation, emballages ménagers ou industriels... Sa pureté est extrêmement variable. Il est souvent composé de plusieurs matériaux et peut contenir, en plus du plastique, des encres, des pigments, des fibres..., ou encore avoir été contaminé par d'autres matériaux (aliments, peinture...).

Vient ensuite le recyclage à proprement parler selon différentes techniques dont les suivantes:

- **Recyclage mécanique par extrusion:** procédé de transformation en continu qui permet à un matériau plastique se présentant sous forme de granulés ou de poudre, par un apport de chaleur qui le fait fondre et la rotation d'1 ou 2 vis sans fin qui le comprime, de donner une forme spécifique (tuyaux, film...) au plastique sortant. La plupart des thermoplastiques (famille de plastiques qui, de manière réversible, fondent quand ils sont chauffés et durcissent à nouveau quand ils sont refroidis) peuvent être recyclés par extrusion.
- **Recyclage physique par dissolution:** procédé qui dissout le polymère cible sans en modifier la structure chimique grâce à un solvant spécifique. Cela permet d'éliminer les contaminants. Ensuite, en ajoutant un non-solvant à la solution contenant le polymère cible, ce dernier est précipité. Il se sépare du solvant, devient solide et se dépose au fond du récipient. Ce précipité est récupéré et séché.
- **Recyclage chimique:** technique qui altère la structure chimique des polymères, il peut s'agir, entre autres, de dépolymérisation par enzymes, protéines capables de dégrader certains plastiques en cassant la chaîne polymère, ou de pyrolyse qui consiste à chauffer le plastique à une certaine température en l'absence d'oxygène afin d'obtenir notamment des hydrocarbures (composé contenant exclusivement du carbone et de l'hydrogène) pouvant être utilisés comme carburant.

À méditer

Ce qui est certain c'est qu'il ne faut pas rêver: une circularité parfaite n'est pas un objectif réaliste !

De plus, le contexte actuel de capitalisme et de croissance à tout prix ne semble pas (encore ?) rimer avec économie circulaire. Les paramètres générationnel, éducationnel, culturel, sociétal et géopolitique (par exemple: comment partager les ressources de la planète si on limite leur utilisation ?) entrent également en ligne de compte et peuvent constituer des freins ou des catalyseurs à l'échelle locale comme à l'échelle mondiale. En tout cas, en Belgique, si 2022 signait l'ère de la compréhension des enjeux de la chaîne de valeur du plastique pour les entreprises wallonnes, 2023 devrait être l'année de l'action via le renforcement de la compétitivité grâce au *Circular Design*. Quant à 2024, elle rimera avec capitalisation: les objectifs seront de poursuivre les efforts entrepris et de mettre en place un environnement durable et favorable aux entreprises actives dans la plasturgie circulaire. Il faudrait probablement aller encore plus loin et remettre en question l'usage que nous faisons du plastique et son utilité, quel que soit le confort qu'il peut apporter... Comme a dit Sylvie Meekers, directrice générale de *Canopea*, une ONG active dans l'accélération de la transition écologique solidaire, lors de son exposé de clôture de la journée «*Circular Design in Plastics*», il est probablement grand temps de passer du statut de consommateur au statut de «consomm'acteur» responsable si ce n'est déjà fait... 

TECHNO-ZOOM

La lampe multifonction *Synergy* par *Kooduu*, une marque *Lifestyle* d'inspiration nordique et d'origine dano-hollandaise, pourrait être l'accessoire phare de votre été. Cette lampe LED dimmable (4 intensités différentes) ne se contente pas d'illuminer vos soirées, elle est aussi dotée d'une enceinte connectée via Bluetooth et cerise sur le gâteau, fait office de porte-bouteille ou de seau à glace pour garder le petit vin blanc au frais. Dotée d'une batterie rechargeable et d'une poignée, elle s'emporte partout. Existant en 3 tailles, elle peut être associée à d'autres lampes *Synergy* ou enceintes *Kooduu* pour une expérience sonore plus «immersive» et une ambiance plus festive lors de l'immanquable barbecue du week-end.



PLUS D'INFOS

QUELQUES CHIFFRES

Selon *Plastics Europe*, l'association européenne des plasturgistes en Europe, et son rapport «*Plastics - the facts 2021*», la demande totale en plastique par les industries qui le transforment s'élevait à 49,1 mégatonnes sur le marché «EU27+3» (les 27 membres de l'EU + Norvège, Suisse et Royaume-Uni). Six pays représentent à eux seuls 70% de cette demande qui ne tient pas compte du plastique recyclé. Il s'agit, dans l'ordre d'importance, de l'Allemagne, de l'Italie, de la France, de la Pologne, de l'Espagne et du Royaume-Uni. La Belgique, adjointe au Luxembourg, arrive en 7^e position. En ce qui concerne l'utilisation finale du plastique, le marché de l'emballage commercial et industriel l'emporte avec 40,5%. Il est suivi par celui de la construction avec 20,4% et celui de l'automobile avec 8,8%.

Toujours dans les pays EU27+3, 29,5 mégatonnes (contre 24,5 en 2006) de déchets plastiques post-consommateurs ont été récoltés, dont 34,6% ont ensuite été recyclés, 42% valorisés à travers la récupération d'énergie

(ex: incinération) et 23,4% mis en décharge (en surface ou enfouis). Si l'on regarde les tendances relevées par le rapport entre 2006 et 2020, on constate que le recyclage et la valorisation énergétique augmentent, alors que la mise en décharge diminue. Ce dernier point est positif, l'impact environnemental d'une telle démarche étant non négligeable. La récupération énergétique devrait également diminuer si l'on veut éviter de produire du CO₂. L'idéal est bien entendu le recyclage, mais pas n'importe comment. Le recyclage valorisant ou surcyclage (*upcycling* en anglais) est à privilégier par rapport au recyclage dévalorisant, aussi appelé décyclage ou souscyclage (*downcycling*). Dans le premier cas, le recyclat est transformé en matériaux ou produits de qualité supérieure, d'utilité plus importante et/ou à plus haute valeur environnementale. Dans le second cas, c'est le contraire: le recyclat est transformé en sous-produit du produit initial et/ou de basse valeur ajoutée ou d'utilité moindre. Il est également possible de recycler un matériau afin d'en faire un produit qui aura la même utilité que le produit dont il est issu, par exemple une bouteille en plastique qui redevient une bouteille en plastique.

Éliminatoires: 17 janvier 2024

Demi-finales: 21 février 2024

Finale: 24 avril 2024

Proclamation: 18 mai 2024



FÉDÉRATION
WALLONIE-BRUXELLES

49^e
édition

Mathématique
OMB
Olympiade Belge

omb.sbpm.be

Date limite des inscriptions

Pour les élèves: 22 novembre 2023

Pour les écoles: 24 novembre 2023



www.sbpm.be



olympiades

biologie · chimie · physique

www.olympiades.be



POUR LES ELEVES de 4^e, 5^e, 6^e secondaire
technique et générale



INSCRIPTIONS jusqu'au 6 décembre 2023
via les professeurs de sciences sur www.olympiades.be



EPREUVES ET FORMATIONS COMPLEMENTAIRES



PROCLAMATION 22 mai 2024



PASSEPORT pour:
Kazakhstan
Arabie saoudite
Géorgie
Luxembourg



“ **POUR ALLER AU BOUT
DE SON EXCELLENCE** ”





Yoga: une quête contempo- raine

Né en Inde il y a plusieurs millénaires, le yoga connaît aujourd'hui un succès croissant et mondial. En Belgique, 5% de la population le pratique régulièrement. Ni tout à fait un sport, ni simplement une technique de bien-être, le yoga est une pratique holistique, qui tente d'aligner l'esprit et le corps, et pour certains un véritable «chemin de vie». Pourvu qu'il ne soit pas entièrement récupéré par la logique capitaliste du «travail sur soi» pour mieux produire et s'adapter...

TEXTE: JULIE LUONG · JULUONG@YAHOO.FR

PHOTOS: @SORRAPONGS - STOCK.ADOBE.COM (P.18), @VICTOR KOLDUNOV - STOCK.ADOBE.COM (P.19), @MARCOS - STOCK.ADOBE.COM (P.20), @FIZKES - STOCK.ADOBE.COM (P.21)

Pendant longtemps, le yoga a traîné une réputation de pratique alternative réservée à des femmes entre 20 et 40 ans un brin excentriques: au mieux on s'en moquait, au pire on s'en méfiait. «J'ai commencé dans les années 80 et le yoga était alors fréquemment considéré comme une secte. J'ai même été surveillée par la police», se souvient Huguette Declercq, présidente de l'ABEPY, Association Belge des Enseignants et des Pratiquants de Yoga. Mais les temps ont changé: aujourd'hui, le yoga est entré dans la routine du chef d'entreprise, de la jeune femme engagée, du senior dynamique, des parents débordés et même des enfants. À travers le monde, il y aurait entre 250 et 300 millions de pratiquants de yoga. On estime que quelque 5% des Belges le pratiqueraient régulièrement et que 10% l'auraient déjà essayé.

Les formations pour devenir professeur de yoga connaissent elles aussi un succès retentissant et les reconversions ne sont pas rares. Dans les grandes villes, les «studios» de yoga se multiplient, drainant un public plus jeune, plus branché, plus sportif et plus mixte. Sans compter les comptes Instagram dédiés et tout le «lifestyle» associé à la pratique: méditation, alimentation saine, vêtements de sport... En ce sens, et même si la vague du yoga avait déjà commencé à déferler, le covid et les confinements successifs ont joué un rôle de catalyseur. «D'un côté, le covid a provoqué une recherche accrue de sens, d'intériorité et de l'autre, il y a eu cette forte mobilisation des profs

de yoga, avec des cours qui se donnaient en extérieur et qui ont permis à des personnes qui n'avaient jamais eu accès au yoga de s'y essayer», explique Isabelle Chatel de la Fédération Belge d'Hébertisme et de Yoga (FBHY).

Au-delà de la santé

Un succès en partie lié aux préoccupations contemporaines autour de la santé. «Le fait que le monde scientifique se soit ouvert aux bienfaits du yoga a joué un grand rôle dans l'engouement», résume Isabelle Chatel. Au cours des dernières années, de nombreuses études scientifiques se sont en effet penchées sur les atouts santé du yoga, qu'il s'agisse de ses bénéfices sur l'équilibre, la souplesse, le renforcement musculaire, la santé cardiaque, le système immunitaire ou la gestion de la douleur. Selon certaines études, le yoga aurait également des effets positifs sur le stress, les troubles du sommeil et certains symptômes anxiodépressifs. Aujourd'hui, le concept de «yoga thérapie», défendu en Belgique par l'association *Yoga in Healthcare*, promeut d'ailleurs la recherche scientifique sur le yoga et l'intégration du yoga dans le système de santé belge. Dans une perspective de médecine intégrative, centrée sur le patient et la multidisciplinarité, de nombreux médecins et professionnels de santé se forment eux-mêmes au yoga.

«Beaucoup de gens se mettent au yoga parce que le médecin leur a dit que c'était bien, relève Huguette Declercq. Mais en général, ces personnes viennent à quelques cours et puis arrêtent, tout simplement parce que la démarche ne vient pas d'eux.» D'autres, arrivés au yoga par hasard ou curiosité, auront le déclic et ne repartiront plus, explique pour sa part Isabelle Chatel: «Ils viennent pour se sentir mieux, mais une fois qu'ils sont là, ils se rendent compte que le yoga, ce n'est pas seulement être assis sur un tapis !»

Le terme «yoga» recouvre aujourd'hui essentiellement la pratique du hatha yoga ou «yoga de l'effort» qui allie des postures corporelles, des exercices de respiration et de la méditation. Cette pratique comprend elle-même de nombreuses déclinaisons - yin yoga, ashtanga, vinyasa, Iyengar, Kundalini, Bikram yoga... - avec des formes de yoga tantôt très dynamiques, tantôt centrées sur la respiration et les mantras. Il y en a donc pour à peu près tous les goûts, sans restrictions liées à l'âge, aux caractéristiques ou performances physiques... «Chacun vient au yoga avec le corps qu'il a et chacun travaille sa posture et ses mouvements correctement, jusqu'où son corps le lui permet. Il est donc totalement faux de dire qu'il faut être souple pour faire du yoga !,

insiste Huguette Declercq. Dans le yoga, on voit si le corps accepte de changer et s'il ne change pas, cela n'a pas d'importance. L'important, c'est d'accepter qui on est, ses limites et c'est cette acceptation qui est parfois difficile...»

Ainsi le yoga ne peut-il se résumer à une pratique sportive, pas plus qu'à une pratique spirituelle: corps et esprit y ont partie liée. «C'est un travail holistique, un tout», résume Isabelle Chatel. On peut partir du corps et de la respiration pour avoir accès à l'apaisement mental et s'ouvrir à une dimension plus large, rejoindre un état méditatif. Certains praticiens entrent alors dans une dimension beaucoup plus intime par rapport à leur corps.» Impossible également de classer le yoga dans les activités «bien-être» au même titre qu'un sauna ou un massage... «La détente et le calme ne sont pas les premiers objectifs du yoga, mais ce sont des effets que l'on obtient de toute manière», résume Huguette Declercq.

Chemin de vie

Marie Kock, autrice de *Yoga, une histoire-monde (La Découverte, 2019)*, estime pour sa part qu'on fait toujours du yoga pour autre chose que ce que l'on croit ou ce que l'on veut bien dire... À son sens, c'est un élargissement de la conscience, une dimension spirituelle que le pratiquant recherche plus ou moins explicitement. «Cette philosophie du yoga, même dans ses versions déjà digérées et adaptées aux esprits occidentaux pour être séduisante, vient combler un manque: celui de la promesse d'une transcendance, développe Marie Kock. Le yoga sous-entend, même dans ses formes les plus laïques, les plus débarrassées du vocabulaire mystique, la possibilité d'une spiritualité. D'une spiritualité légère, moins encombrante qu'une religion, et personnalisable à l'envi.»



Huguette Declercq voit quant à elle dans le yoga une «véritable thérapie non verbale», capable d'engendrer des changements de vie significatifs. «Les gens ne savent pas toujours ce qu'ils viennent chercher: ils le découvrent par la pratique. Si les gens viennent dans le but de bien vivre, c'est déjà très bien mais cela peut aussi déboucher sur une démarche beaucoup plus philosophique, la recherche d'un autre mode de vie, etc.», explique-t-elle. C'est également l'opinion d'Isabelle Chatel, venue au yoga après un événement de vie douloureux et qui avait alors la sensation de «tourner en rond en thérapie». Burn-out, maladie, séparation: il n'est pas rare que la découverte du yoga ait lieu à un moment de bascule. «Pour moi, le yoga est un chemin de vie, une rencontre de soi avec soi, poursuit Huguette Declercq. Avec le yoga, on se rend compte qu'il ne faut pas aller chercher les choses à l'extérieur mais en soi. Cela permet aux gens de se trouver, de devenir maître de leur mental car c'est le mental qui nous crée beaucoup de soucis: nous nous faisons des films, nous avons peur...» Isabelle Chatel souligne également la grande autonomie offerte par le yoga: le professeur donne des outils mais le pratiquant peut rapidement réaliser des exercices seul et en ressentir les bienfaits à la maison. Une autonomie qui rassure de tout excès de mainmise et qui préserve aussi les finances puisque le yoga peut progressivement se pratiquer en dehors des cours payants.

Une quête de libération

À l'origine, le yoga nourrissait pourtant des objectifs sans lien avec la santé, le bien-être ou l'épanouissement. Comme le rappelle Zineb Fahsi dans *Le Yoga, nouvel esprit du capitalisme* (Éditions Textuel, 2023), le yoga a d'abord été conçu comme une «quête de libération».

Au milieu du 1^{er} millénaire avant notre ère, la religion védique - religion des classes dirigeantes du sous-continent indien - véhicule une vision positive de l'existence. «En contrepoint de cette vision optimiste de l'existence humaine, se développe aux alentours du 6^e siècle avant notre ère, dans des petits groupes d'ascètes aux marges de la société védique comme les bouddhistes et les jaïns, l'idée que la condition humaine ordinaire est par essence misérable, précaire et donc souffrante», explique l'auteur. L'enjeu est donc de se libérer de cette souffrance en sortant du cycle des renaissances par des techniques méditatives qui seront plus tard au cœur du yoga. «La voie de libération tracée par ces premiers pratiquants est ainsi une voie éminemment ascétique, qui tourne le dos au monde.» Dans les premiers temps du yoga, il ne s'agissait donc nullement d'accéder à une meilleure existence ici et maintenant ou de se réaliser en tant qu'individu, mais de renoncer à l'action et aux désirs, sur base d'une conception résolument pessimiste de la vie sur terre.

Contre-culture

Deux millénaires plus tard, le yoga mondialisé est pourtant devenu tout au contraire une voie de développement personnel et presque une promesse de bonheur. Le tournant majeur se situe dans les années 60, sous l'impulsion d'une contre-culture fascinée par les spiritualités asiatiques, perçues comme un contrepoint vital aux maux de la modernité occidentale, rationaliste et matérialiste. Au pied de l'Himalaya, la petite ville de Rishikesh - considérée aujourd'hui comme la capitale mondiale du yoga - voit débarquer les *Beatles* qui s'initient à la méditation transcendante. Des maîtres yogis venus d'Inde partent quant à eux s'installer sur la côte ouest des États-Unis, actant la mondialisation du yoga.

Ironiquement, selon la règle qui veut que le capitalisme parvienne toujours à digérer sa propre critique, le yoga et la méditation sont désormais prônés, comme le pointe Zineb Fahsi, «par de grands hebdomadaires économiques comme *Challenges*, des ouvrages de management, et les directions des ressources humaines» dans le but d'améliorer la productivité et la performance des travailleurs. «En valorisant le travail sur soi au détriment du changement social, la discipline se fait aujourd'hui l'ambassadrice volontaire ou involontaire d'une certaine vision du monde, qui fait notamment porter aux individus la responsabilité de composer avec les exigences extrêmes du capitalisme contemporain par le recours à des "techniques de soi", neutralisant par là même toute réflexion systémique et toute tentative de remise en question du système économique lui-même», estime l'auteur.

Le yoga en entreprise : un détournement à des fins de productivité ?





RECONNAISSANCE ET DÉRIVES SECTAIRES

En France comme en Belgique, le métier de professeur de yoga n'est pas une profession reconnue. «Aujourd'hui, n'importe qui peut afficher sur sa porte qu'il est professeur de yoga», résume Huguette Declercq. Les 3 fédérations officielles belges - ABEPY, FBHY et YFNB (NL) - reconnaissent pour leur part les professeurs «500 heures», c'est-à-dire les professeurs qui ont suivi une formation de minimum 500 heures sur 4 années. «Mais la mode est désormais de partir 4 semaines en Inde et de revenir professeur de yoga. Ce sont les formations "200 heures" que nous ne reconnaissons pas actuellement», précise la présidente de l'ABEPY.

Porte d'entrée

Au-delà de ce flou réglementaire, le yoga est par ailleurs identifié comme une porte d'entrée vers certaines dérives sectaires, comme l'a signalé en France le rapport 2021 de la Miviludes (Mission interministérielle de vigilance et de lutte contre les dérives sectaires), faisant état d'une augmentation des signalements de dérives sectaires dans les domaines de la santé et du bien-être. En 2020, le yoga et la méditation avaient fait l'objet de 160 signalements, soit plus du double qu'en 2017. «Le yoga n'est certainement pas une secte, mais ce qui est vrai c'est que dans les sectes, il y a des cours de yoga !», raconte Huguette Declercq. Dans ces cas, comme le souligne la Miviludes, yoga et méditation peuvent être associés à des soins (magnétisme, hypnose, sophrologie, médecine ayurvédique, etc.), à des techniques de développement personnel (communication non violente, pensée positive, etc.) ou encore à des systèmes de croyance (astrologie, chamanisme, énergies vibratoires, etc.).

La frontière entre approches alternatives et dérives sectaires n'est pas toujours simple à tracer mais certains signaux doivent alerter: manipulation mentale, dépendance économique, rupture avec l'environnement et les proches, atteintes à l'intégrité physique, rejet des soins médicaux... Bien souvent, dans l'emprise sectaire, la victime se sent «happée» dans un tourbillon qui la prive de sommeil, de temps de réflexion et de contacts avec l'extérieur au profit d'un gourou et d'un but prétendument supérieur. Tout le contraire de ce que prône le yoga contemporain, discipline de la modération et du recentrement, de l'autonomie et des limites.

Détournement spirituel

Pour Huguette Declercq, ce paradoxe n'en est pas un: «pour être bien avec les autres, il faut d'abord être bien avec soi, avance-t-elle. Si la personne est bien avec elle, elle va s'ouvrir, être beaucoup plus accueillante pour les autres quels qu'ils soient, et beaucoup moins critique. Beaucoup de gens sont perdus quand ils sont seuls, mais si vous allez vers les autres pour vous guérir, comment voulez-vous que ça fonctionne ?» Le premier piège serait probablement de penser que ce travail sur soi a une fin et qu'il n'est pas, comme le rappelle Marie Kock, «le travail de toute une vie». Le deuxième serait de renvoyer l'individu à un sentiment de toute-puissance, ignorant des déterminismes sociaux et de la possibilité politique de les combattre. Le troisième serait de voir dans le yoga une opportunité de «spiritual bypass», ce «détournement spirituel» identifié par la psychologie comme l'un des pièges de la méditation et des spiritualités new age, et qui consiste à refouler ses émotions négatives (colère, tristesse, sentiment d'injustice...) sous couvert de supériorité spirituelle. Une illusion de contrôle qui finit parfois par se retourner en fatalisme et en déni.

Elle-même professeure de yoga, Zineb Fahsi n'entend pas pour autant se détourner d'une pratique millénaire, aussi riche et protéiforme qu'en constante évolution. Mais elle encourage à une approche éclairée du yoga et prône en ce sens «un yoga qui ne servirait pas à endurer et à se conformer avec le sourire aux exigences de la société capitaliste néolibérale, qui ne servirait pas à masquer ses conséquences désastreuses sur le plan social et environnemental, mais qui aiderait à bâtir de nouveaux imaginaires et de nouveaux rapports à soi et au monde, plus émancipateurs et plus justes.» 



LE DOSSIER NEUROLOGIE

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT - PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE
WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE
PHOTOS: ©EMANUEL CORSO - STOCK.ADOBE.COM (P.22),
©R. LEVY (P.24), ©ITA_TINTA - STOCK.ADOBE.COM (P.27)

Cortex préfrontal: un espace de délibération

Le cortex préfrontal peut être considéré comme notre cortex le plus noble. Dès que la nouveauté, le changement ou la complexité pointent le bout du nez, c'est à lui de prendre les choses en main

Situé derrière le front, le lobe frontal du cerveau renferme 3 entités: le cortex préfrontal, le cortex prémoteur et le cortex moteur primaire. Le premier est un support cardinal de processus cognitifs de haut niveau, les fonctions exécutives. Ces dernières nous permettent d'adapter notre comportement aux situations nouvelles ou complexes, celles pour lesquelles ne peuvent suffire les routines d'action, les comportements automatiques accomplis de façon essentiellement inconsciente comme, par exemple, quand nous pédalons à vélo en ligne droite. Le cortex préfrontal, qui constitue la partie antérieure du lobe frontal, représente à lui seul environ un tiers du volume cérébral chez l'Homme. Imposante structure donc, il apparaît comme l'orchestrateur de notre pensée consciente.

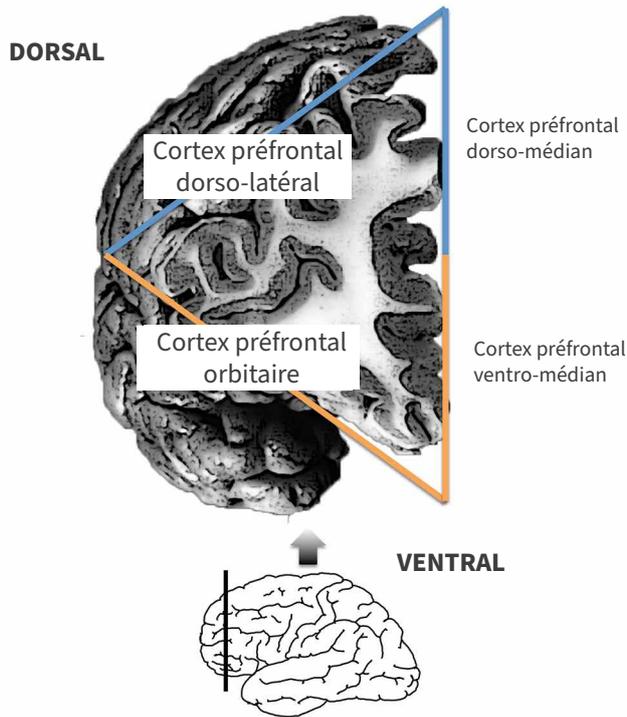
Les fonctions exécutives sont multiformes, ainsi que le soulignait en 1997 Patrick Rabbit, de l'Université de Manchester. Tantôt elles concourent à la formulation d'un but, à la planification et au choix des séquences de comportement à adopter pour l'atteindre, à la comparaison de l'efficacité de différentes stratégies, à la mise en œuvre du plan sélectionné jusqu'à son accomplissement final, à son amendement éventuel en cas d'échec. Tantôt elles participent à la recherche consciente d'informations spécifiques en mémoire ou à l'allocation des ressources attentionnelles permettant le passage d'une séquence de comportement à une autre mieux en phase avec les exigences de l'environnement. Tantôt encore elles coordonnent la réalisation simultanée de 2 tâches, font obstacle à la mise en œuvre de comportements automatiques et inappropriés, détectent des erreurs et les corrigent. Toujours selon Rabbit, les fonctions exécutives contribueraient également au maintien de l'attention soutenue sur de longues périodes de temps. De la sorte, elles rendraient possible

l'exercice d'un contrôle élevé sur le déroulement de séquences de comportements prolongées.

Comme le rappelle Richard Levy, professeur de neurologie à la Sorbonne, directeur de l'*Institut de la mémoire et de la maladie d'Alzheimer* à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière et chef du laboratoire FRONTlab à l'*Institut du cerveau (ICM, Paris)*, il est donc question, entre autres, de planification, de manipulation mentale d'informations, d'inhibition, de flexibilité, d'abstraction, d'élaboration de règles ou encore de résolution de problèmes. En collaboration avec des structures postérieures du cortex cérébral appartenant aux lobes pariétaux et temporaux et avec les ganglions de la base, structures enfouies dans la profondeur des hémisphères cérébraux, le cortex préfrontal fait office d'orchestrateur de la pensée dans la mesure où il active les comportements volontaires utiles et bloque les comportements automatiques et inappropriés. Pour y arriver, il convoque différents outils de la pensée, tels que la mémoire et le langage par exemple. Richard Levy résume la situation par le biais d'une image: «*Le cortex préfrontal n'est pas une structure qui crée une musique, mais qui l'orchestre pour qu'elle soit en harmonie avec le but poursuivi.*» Toutefois, le neuroscientifique rappelle aussitôt que le cortex préfrontal n'est pas seulement un chef d'orchestre, mais également le support de comportements inédits nécessaires pour répondre à des situations nouvelles, complexes ou changeantes. Il est alors au service de la créativité de la pensée.

Un tampon entre perception et action

Si nous étions sans cesse confrontés à des situations invariantes, des comportements purement automatiques suffiraient à nous permettre de



répondre aux sollicitations de notre environnement - je perçois, j'agis. En l'absence de cette invariance, la mise en œuvre de comportements volontaires s'avère indispensable et nous oblige à sortir de la boucle perception-action qui engendre les comportements automatiques. Le rôle du cortex préfrontal est de s'immiscer entre les 2 éléments de la boucle afin de faire intervenir entre eux des représentations mentales qui vont moduler une action volontaire. Il crée donc un «espace de délibération» grâce auquel la décision que nous allons prendre ne sera pas fondée uniquement sur l'information perçue dans l'environnement immédiat, qu'il soit exogène (informations en provenance du monde extérieur) ou endogène, comme lorsqu'on éprouve des sensations de faim ou de soif. Ainsi, un homme d'affaires qui négocie un contrat ne quittera pas ses interlocuteurs pour aller manger une pizza ou un hamburger même si son estomac crie famine. Ses fonctions exécutives inhiberont théoriquement l'action inappropriée que son envie du moment pourrait le pousser à entreprendre. Pour ce faire, elles pourront convoquer des représentations mentales ayant trait, par exemple, aux convenances sociales, à la nécessité d'avancer dans la discussion pour obtenir la signature de l'autre partie, à des souvenirs de négociations antérieures qui s'étaient bien ou mal terminées, etc. Sorte d'espace tampon entre la perception et l'action, l'espace mental de délibération permet d'activer à la fois des représentations multiples du passé et des représentations prospectives, de les manipuler et d'anticiper les conséquences futures de nos décisions.

En collaboration avec des structures postérieures du cortex cérébral appartenant aux lobes pariétaux et temporaux et avec les ganglions de la base, structures enfouies dans la profondeur des hémisphères cérébraux, le cortex préfrontal fait office d'orchestrateur de la pensée.

Sur la base d'études de patients présentant des lésions au niveau des lobes frontaux, il fut initialement suggéré que l'ensemble des fonctions exécutives siégeaient dans le seul cortex préfrontal. Il est apparu par la suite que leur substrat neuroanatomique est plutôt un réseau cérébral très distribué dans lequel le cortex préfrontal est certes crucial, mais pas isolé. En outre, pour l'accomplissement des tâches qui lui incombent en tant que pièce maîtresse d'un espace de délibération appelé à sous-tendre l'élaboration et le contrôle des comportements volontaires adaptés, le cortex préfrontal est connecté à différentes structures impliquées respectivement dans l'intégration des perceptions sensorielles, la mémoire, les émotions, l'homéostasie ou encore la préparation et l'exécution des mouvements.

Sur le plan anatomique, si l'on observe les 2 lobes frontaux (gauche et droit) comme si l'on pouvait voir derrière le front, chaque lobe apparaîtrait comme un triangle dont la base (ou «plancher») est posée sur les orbites (voir figure ci-dessus). Cette zone dite «ventrale» est constituée elle-même de 2 sous-régions: les cortex orbitaire et ventro-médian. Le sommet du triangle, où se rejoignent les 2 côtés, est la zone dite «dorsale», elle aussi constituée de 2 sous-régions: les cortex dorso-latéral et dorsomédian. Classiquement, les conséquences cliniques des lésions du cortex préfrontal varient grandement selon que la partie touchée est le sommet ou la base du cortex préfrontal. Dans le syndrome dorsal, qualifié aussi de syndrome cognitif, ce sont l'élaboration de la pensée abstraite et l'organisation de l'action qui sont affectées. Il s'agit de déficits purement cognitifs, relatifs à des opérations rationnelles «froides» touchant par exemple le raisonnement par analogie, le jugement, la planification ou la mémoire de travail. «Je parlerais d'"opérations froides" pour la prise de décision», précise le professeur Levy. Dans le syndrome ventral (ou syndrome comportemental), on assiste au contraire à des troubles relatifs aux aspects affectifs et motivationnels du comportement, lesquels peuvent concerner les conduites, les relations sociales et l'humeur. Parlons ici de «cognition chaude».

Cette scission entre les parties hautes et basses du cortex préfrontal s'avère néanmoins assez théorique, entre autres parce qu'il existe de multiples interactions entre ces 2 grands ensembles. Le responsable du laboratoire FRONTlab prend l'exemple d'un champion d'échecs qui jouerait de façon inappropriée lors d'une compétition internationale du fait que son système cognitif (dorsal) très performant pâtirait d'un système affectif ou motivationnel (ventral) inadapté qui lui interdirait de contextualiser la situation.

Une fluidité contrariée

Le cortex préfrontal doit également être appréhendé à travers une hiérarchie postéro-antérieure. Plus on chemine des régions caudales (postérieures) vers les régions rostrales (antérieures), plus les processus mentaux sont élaborés et conscients. Les lésions du cortex préfrontal rostral donnent lieu à une désorganisation subtile des comportements dans des situations complexes, bien que l'évaluation neuropsychologique classique soit souvent normale. *«Le comportement de ces patients semble être spécifiquement inadapté dans des situations non structurées, lorsqu'il existe plusieurs façons possibles de se comporter, lorsque l'environnement ne dicte pas le comportement ou quand 2 tâches ou plus doivent être alternativement engagées»*, expliquaient Richard Levy et Emmanuelle Volle, chercheuse à l'ICM, dans un article publié dans la revue *Médecine/Sciences*.

Deux modèles principaux de cette hiérarchie postéro-antérieure ont été proposés en 2007: le modèle d'abstraction des représentations de l'action dû à David Badre et Mark D'Esposito, de l'Université de Californie à Berkeley, et le modèle en cascade du contrôle cognitif, né des travaux d'Étienne Koechlin et Christopher Summerfield, chercheurs de l'Inserm au Département d'études cognitives de l'École normale supérieure (Paris). Les 2 modèles placent le cortex préfrontal rostral au sommet de la hiérarchie postéro-antérieure. Comme l'écrivent Emmanuelle Volle et Richard Levy, le modèle d'abstraction des représentations de l'action postule *«une organisation hiérarchique du cortex préfrontal latéral (aspects cognitifs) en fonction du niveau d'abstraction des représentations mentales guidant la sélection de l'action»*. En bref, plus le traitement de l'information fait appel à l'abstraction, plus il a lieu vers l'avant du cortex préfrontal.

La thèse du modèle en cascade du contrôle cognitif est que la hiérarchie dans le recrutement des différentes régions préfrontales est fonction de la quantité des informations dont

UN COCKTAIL EXPLOSIF

Dès lors que le cortex préfrontal est central pour le contrôle du comportement et pour les interactions sociales, quel peut être l'impact de son mauvais fonctionnement sur l'émergence, chez un individu, de l'agressivité et de la violence ? Ainsi que le rappelle le professeur Levy, la genèse de l'agressivité et de la violence est multifactorielle et il convient dès lors de se montrer très mesuré quand on s'interroge sur les liens entre des comportements hautement antisociaux et des lésions, dysfonctionnements ou anomalies structurelles et développementales du cortex préfrontal, les notions de morale et de responsabilité étant au cœur du débat.

Que sait-on ? Tout d'abord que les lésions des régions orbitaires du cortex préfrontal induisent des modifications affectives et émotionnelles pouvant entraîner des délits via 2 mécanismes principaux: la levée d'inhibition (non-respect des barrières sociales et impulsivité) et le manque d'empathie. *«Le défaut d'inhibition et le manque d'empathie construit sur la théorie de l'esprit tracent le sillon d'un comportement «froid» sociopathe»*, dit Richard Levy, avant d'aborder un deuxième aspect, celui des nombreuses études menées en Europe du Nord, au Canada et aux États-Unis auprès de vastes populations de délinquants emprisonnés. *«Ces recherches, qui reposaient sur des mesures du fonctionnement et de la structure anatomique du lobe frontal, ont fait apparaître que certains comportements sociopathiques de prisonniers étaient corrélés, entre autres, avec un hypométabolisme des régions ventrales du cortex préfrontal, voire même avec une diminution de volume de ces régions»*, rapporte-t-il.

Un aspect psychodynamique doit également être mis en exergue. Des travaux élémentaires chez le rat puis chez l'Homme, et ensuite des études de psychiatrie, se sont intéressés à la construction des comportements violents, en particulier lorsqu'ils sont impulsifs. Ces recherches ont montré les conséquences négatives de la conjonction, tôt dans la vie, d'un ensemble de 3 types de facteurs de risque qui, réunis, peuvent ensemencer le champ de la violence. Facteurs génétiques: par exemple, un déficit en sérotonine, dont la production est en partie génétiquement déterminée. Facteurs environnementaux: par exemple, avoir été un enfant battu par son père ou être né d'une mère dont l'alcoolisme a pu retentir sur la formation du fœtus. Ces 2 facteurs, combinés à des expériences de vie défavorables - par exemple, prendre régulièrement le dessus lors de bagarres dans la cour de récréation à l'école - peuvent construire un «cocktail» explosif de la violence comme constitutive de la vie d'une personne. *«Quand les chercheurs leur présentaient des images violentes - d'égorgement, etc. -, les enfants cumulant ces 3 facteurs de risque activaient moins que les sujets contrôles l'amygdale et certaines régions du cortex préfrontal ventromédian. Plus tard, ces structures qui étaient en hypométabolisme durant l'enfance peuvent s'avérer moins développées à l'âge adulte chez les personnes violentes que chez des sujets "normaux"»*, souligne le chercheur de l'ICM. En filigrane se cachent les questions délicates de la récurrence des actes délictueux, mais aussi de la prévention dans la petite enfance.

Le cortex préfrontal doit être appréhendé à travers une hiérarchie postéro-antérieure. Plus on chemine des régions caudales (postérieures) vers les régions rostrales (antérieures), plus les processus mentaux sont élaborés et conscients. Les lésions du cortex préfrontal rostral donnent lieu à une désorganisation subtile des comportements dans des situations complexes.

il faut tenir compte pour décider d'une action et du lien temporel entre ces informations et cette action. «*La gestion d'informations plus nombreuses et/ou plus éloignées dans le temps recruterait des régions plus antérieures*», dit Richard Levy. Les informations lointaines, surtout si elles sont nombreuses, sont particulièrement sujettes à des disruptions temporelles, à des ruptures qui entravent la fluidité de leur écoulement comme des obstacles contrarieraient l'écoulement des eaux d'un fleuve. Les administrer est d'autant plus complexe. Aussi de nombreuses disruptions dans la succession des informations à prendre en considération dans notre espace mental de délibération avant de définir une action seraient-elles associées à l'activation des régions les plus antérieures du cortex préfrontal. «*Les modèles de Badre et D'Esposito, d'une part, et de Koechlin et Summerfield, d'autre part, se rejoignent en ce sens qu'ils postulent tous les 2 que plus on va vers l'avant du cortex préfrontal, plus les informations traitées sont complexes*», précise le professeur Levy.

Des associations à distance

Selon le chercheur de l'ICM, il est très probable, de surcroît, que les parties les plus antérieures du cortex préfrontal soient des supports clés de la créativité. Celle-ci implique que l'on soit à même de créer ou de recréer des liens sémantiques, c'est-à-dire de signification, de sens, entre des informations qui, au départ, sont peu liées ou ne sont pas liées l'une à l'autre. Car le processus créatif n'aboutit pas à l'émergence de solutions ex nihilo. Au contraire, la cognition créative s'enracinerait dans la capacité à former des associations à distance entre des concepts existants - un tableau de Rembrandt et une brosse à dents, par exemple.

Dans ce contexte, la mémoire sémantique, celle de nos connaissances générales sur le monde (1),

revêt une importance primordiale. Ce constat a éveillé un modèle de la hiérarchie postéro-antérieure du cortex préfrontal qui attribue aux régions les plus rostrales la faculté de créer ou de recréer des liens entre des concepts sémantiquement très éloignés. Prenons le cas d'une information A et d'une information B qui ne sont pas directement reliées par un «nœud» sur le plan sémantique et qui ne peuvent dès lors se rejoindre qu'après être passées par un grand nombre de nœuds - de carrefours de la pensée, pourrait-on dire. «*Les informations A et B n'étant pas naturellement ou automatiquement liées l'une à l'autre, il y a une disruption sémantique entre elles. On rejoint ici une idée très proche de celle de la disruption temporelle présentée dans le modèle en cascade du contrôle cognitif, de Koechlin et Summerfield. Une hypothèse est que les structures très antérieures du cortex préfrontal permettent de créer ou de recréer des liens aussi bien entre des informations temporelles qu'entre des informations sémantiques qui, dans les 2 cas, n'en ont pas ou en ont peu*», déclare le professeur Levy.

Les modèles centrés respectivement sur l'abstraction, sur la quantité et la temporalité des informations et sur la créativité ont comme précurseur commun le modèle plus ancien de la mémoire de travail, qu'ils sont venus enrichir. Le rôle dédié à l'espace de délibération précédemment évoqué semble parfaitement en phase avec le concept de mémoire de travail, celle-ci ayant pour fonction le maintien temporaire, la manipulation et l'utilisation de représentations mentales jusqu'à la réalisation d'une action en cours d'élaboration.

Une barre de fer

Le professeur Levy insiste sur le fait que toutes les pathologies qui touchent le système nerveux central sont susceptibles d'affecter directement ou indirectement le cortex préfrontal.

Il existe 2 grands types de lésions focales non dégénératives du lobe frontal. Primo, la rupture d'anévrisme au niveau de l'artère communicante antérieure qui relie les 2 artères cérébrales antérieures. S'ensuit une irruption de sang dans la partie orbitaire du lobe frontal, ce qui entraîne l'apparition du syndrome frontal ventral se manifestant par des troubles des affects et de la motivation. Secundo, le méningiome, tumeur bénigne se développant à partir des méninges. Lorsqu'il comprime la partie orbitaire du cortex préfrontal, les patients, dont le Q.I. est pourtant normal, éprouvent des difficultés à prendre des décisions opportunes dans la vie quotidienne. En général, ils présentent également un changement de personnalité à l'instar de Phineas Gage, ouvrier des chemins de fer du Vermont



- et cas prototypique - dont l'avant du cerveau fut transpercé par une barre de fer de 3 cm de diamètre le 13 septembre 1848. Homme aimable et moralement irréprochable jusque-là, Gage devint irascible, grossier et asocial.

Dans les maladies neurodégénératives, la démence frontotemporale débute dans sa forme principale par des troubles insidieux du comportement appelés à s'aggraver, dus à une atteinte de la partie basale orbitaire du cortex préfrontal. Surviennent alors des déficits dans l'inhibition comportementale, les rapports sociaux, la motivation et les comportements alimentaires. Ainsi, certains patients, désinhibés, en viennent à manger compulsivement de larges portions de nourriture, à uriner en public, à aborder tout un chacun de manière plus que familière, etc. Les lésions s'étendent ensuite aux régions latérales du cortex préfrontal, engendrant des syndromes cognitifs (déficiences dans l'élaboration de la pensée abstraite, le raisonnement, le jugement...), puis à des régions plus postérieures telles que les lobes temporaux, avec pour conséquences des troubles du langage, des connaissances sémantiques ou de la mémoire. La maladie d'Alzheimer, elle, n'est pas exempte d'atteintes frontales qui se révèlent parfois précocement. Elles concernent le cortex préfrontal latéral et se traduisent dès lors par des syndromes cognitifs. «Un symptôme relativement précoce de la maladie d'Alzheimer est l'anosognosie, trouble dans lequel une personne atteinte d'une maladie ou d'un handicap ne semble pas avoir conscience de son

état, fait remarquer le professeur Levy. Ces dernières années, les études attribuent l'anosognosie à un dysfonctionnement du cortex préfrontal. Par ailleurs, on observe des troubles discrets de l'attention et de la vitesse de traitement de l'information chez certains patients, et ce, avant même l'apparition des troubles de la mémoire épisodique (2). Ils pourraient être en relation avec une atteinte du cortex préfrontal.»

Différentes études en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) se sont intéressées à la schizophrénie. Elles ont dévoilé des dysfonctionnements de la région dorsolatérale du cortex préfrontal avec une atteinte des fonctions exécutives. Dans l'autisme se manifestent des défauts au niveau du versant affectif (3) de la «théorie de l'esprit», laquelle se réfère à l'aptitude qu'a un individu d'attribuer des états mentaux inobservables, tantôt cognitifs, tantôt affectifs, à soi ou à autrui en les déduisant principalement des expressions émotionnelles ou des attitudes. Chez l'autiste, cette capacité fondamentale pour la cognition sociale est mise à mal. Carence qui semble liée à une atteinte de la partie ventromédiane du cortex préfrontal. Mais rappelons-le, toutes les autres pathologies touchant le système nerveux central (AVC, dépression...) peuvent donner lieu à des dysfonctionnements de notre cortex le plus noble. A

(1) Grâce à la mémoire sémantique, nous savons notamment non seulement que Rome est la capitale de l'Italie et que Ronald Reagan fut président des États-Unis, mais aussi, par exemple, que dans un restaurant, il convient de s'asseoir, de consulter le menu, de manger, de réclamer l'addition et de payer.

(2) La mémoire épisodique permet le stockage et la prise de conscience d'épisodes personnellement vécus.

(3) La théorie de l'esprit comporte un aspect affectif et un aspect cognitif.

Colombe

©Alsy 2023

J'l'e sens pas!



T'inquiète...
C'est une ligne droite.
Et le mouvement est
rectiligne uniforme.
Ça va aller.



J'l'e sens pas... J'l'e sens pas...
J'l'e sens pas... J'l'e sens pas...

J'l'e sens
PAAAAAAAAAS...

AAAAAAAAHHH!!!



C'est juste un looping...
...qui correspond à un
mouvement rectiligne accéléré.

T'inquiète.

Alors, tu as
senti la différence
entre les deux?



Paradoxalement,
je me sens plumé.



Curiokids

Tour de math-monde

Imagine un monde sans cours de maths ! Sans mathématiques du tout ! On serait dans de beaux draps non ? Au-delà des chiffres et des formes, nous utilisons les mathématiques pour tout ! Voyons cela de plus près

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE - INFO@CURIOKIDS.NET

PHOTOS: ©NIKOLAY - STOCK.ADOBE.COM (P.29), ©VLADIMIR MELNIK - STOCK.ADOBE.COM (P.31),
COURTESY OF ZALA FILMS/AMERICAN PUBLIC TELEVISION (P.31)

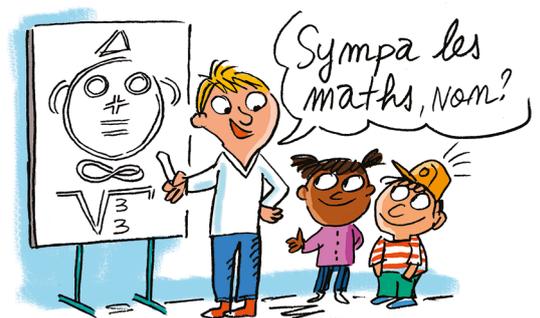
ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT



La position du soleil pour mesurer le temps, le nombre de moutons, la distance entre le groupe et le gibier... Depuis ce moment lointain, notre monde a poursuivi son évolution, faisant naître des bâtiments, des ponts, des calendriers, des outils, des monnaies, l'économie, des véhicules, Google et tant d'autres choses. Les mathématiques sont tellement présentes dans notre quotidien qu'on en oublie leur présence... et pourtant ! Tu réalises vite que tu en fais tous les jours, y compris quand tu t'amuses. Au-delà de leur utilité, les mathématiques sont elles-mêmes très amusantes, elles offrent des défis passionnants à relever ou te donnent des trucs pour gagner. Tu l'as compris, les maths sont des outils pour comprendre le monde et innover l'avenir. Plus fou encore, le monde nous aide à comprendre les maths. C'est parti pour te faire découvrir des trucs de dingue sur cette discipline, bien trop souvent mal-aimée.

Que ce soit pour classer tes cartes *Pokémon* par ordre de pouvoir, pour caser tes jeux dans une boîte ou un tiroir, pour peser la farine nécessaire à un gâteau, pour payer ton paquet de bonbons, jouer au sudoku, compter le score au baby-foot, mesurer le temps de batterie sur ton téléphone, bref, tu fais sans cesse des maths sans même t'en rendre compte. De la fabrication d'une maison à un nouveau jeu de console, du mouvement synchronisé des abeilles aux gratte-ciels, en passant par la production de moteurs puissants pour les fusées, les mathématiques forgent notre monde. Cette langue composée de symboles, de chiffres ou de formes, nous a permis de nous faciliter la vie et de décoder notre monde, de comprendre comment fonctionne la nature et même l'univers tout entier.

Cette fabuleuse histoire de transformation a débuté quand l'Homme a cessé de « deviner » les distances, les quantités, les masses. Plus simplement, quand il décida de « mesurer » les choses pour répondre à ses besoins.



Finis les devinettes !

Les premiers hommes préhistoriques ne s'ennuyaient pas à mesurer précisément les choses comme nous le faisons aujourd'hui. Ils «devinaient». Plus précisément, ils «estimaient». Par exemple, ils estimaient à combien de jours de marche ils étaient par rapport à un endroit, la période de l'année, la profondeur d'une rivière, la quantité de bois requise pour faire le feu et même leur âge. Par l'estimation, ils faisaient déjà des mathématiques. Mais la folle histoire des maths s'est vite accélérée. À force d'observer la nature, les astres, les étoiles, en découvrant que ces objets célestes pouvaient les aider à se diriger ou indiquer le temps écoulé, ils ont commencé à vouloir «mesurer» et «calculer» le temps, des distances, des masses, des angles, des quantités... qui leur ont permis de développer les premiers outils du quotidien, des villes fabuleuses et une nouvelle manière de vivre. D'une certaine manière, les mathématiques ont répondu à des besoins précis et importants pour la survie des premiers hommes. Pour eux, la mesure du temps était très importante, notamment en agriculture pour savoir quand semer ou récolter. Observer les nuages et le sens du vent leur donnait des indications sur la météo. Reconnaître les saisons est précieux pour savoir quand chasser certains gibiers ou cueillir les fruits. Mesurer les distances ou les surfaces est crucial pour les commerçants ou les bâtisseurs, pour construire les temples ou les pyramides, mais aussi pour délimiter les champs ou les prairies. Depuis, nous n'avons jamais cessé de mesurer et de calculer. Si bien qu'aujourd'hui, nous mesurons tout un tas de choses avec des outils. Les GPS te donnent une indication précise du nombre de km séparant ta maison du cinéma. Ta montre te donne l'heure exacte, Google te convertit les Euros en Dollars et te fournit une tonne d'informations. Depuis que l'homme a



appris à mesurer, les concepts mathématiques ont évolué pour résoudre des questions de plus en plus complexes, au point d'envoyer des fusées dans l'espace ou de créer des IA (intelligences artificielles) qui transforment ton visage en celui d'un personnage de manga.

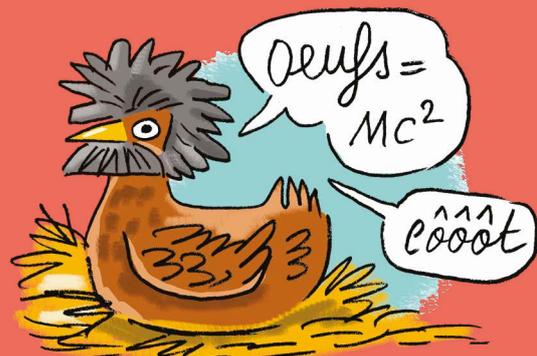
À l'origine des chiffres

En classe, pour faire des maths, tu utilises les chiffres et les nombres. Tu emploies aussi les signes des opérations (+, -, x, :, =), des lettres grecques et bien d'autres choses que tu découvriras durant les études secondaires. Nos chiffres sont appelés chiffres arabes et ont été introduits en Europe à la fin du 12^e siècle par le mathématicien italien Fibonacci. Cependant, tu dois savoir que les premiers chiffres étaient retranscrits différemment. Les sumériens et les Égyptiens sont les premiers à avoir développé un système numérique 3 500 ans avant J.-C. Leurs symboles sont assez différents des nôtres puisqu'ils comptaient en base 10, sans doute parce que nous avons 10 doigts. Ils avaient des symboles pour les chiffres allant de 1 à 9. Mais le 0 n'existait pas. Pour le nombre 10, ils créaient un nouveau symbole, méthode que les Romains ont conservée. Les Babyloniens (en 1750 avant notre ère) sont plus originaux, ils travaillaient en base 60, appelée base sexagésimale. Ils utilisaient donc des symboles différents pour aller de 1 à 59. C'est d'ailleurs à eux que nous devons notre système de mesure du temps: 1 h est découpée en 60 min, et 1 min en 60 sec. Mais cela n'explique pas d'où viennent nos chiffres actuels, que l'on devrait qualifier d'indo-arabes. Remontons le temps jusqu'en 830. Nous sommes à Bagdad. Le calife reçoit un ouvrage d'une délégation indienne. Ne pouvant le lire, il en aurait demandé la traduction en arabe à son mathématicien Al-Khwārizmī, père de l'algèbre. Dans sa traduction, celui-ci aurait repris la graphie de ces nombres. C'est comme ça que l'Europe a découvert ce type de graphie, qui existait donc déjà depuis bien longtemps en Inde. Selon les historiens, les symboles que

Le truc de ouf !

Une formule universelle pour décrire la forme des œufs

En 2021, des mathématiciens ont résolu une grande énigme: la description mathématique de la forme de l'œuf de poule. Oui, tu as bien lu. La forme de l'œuf de poule est enfin décrite par une équation. Comment une forme si simple peut être si complexe à décrire ? Figure-toi qu'elle n'est pas si simple que ça cette forme. Ce n'est ni une sphère, ni une ellipse. La plupart des œufs ont un bout plus étiré que l'autre. Mais pourquoi se casser la tête pour des œufs ? Figure-toi que la forme de l'œuf est cruciale pour l'embryon qui s'y développe. Il doit y avoir assez de place, il doit résister au poids de la poule durant la couvée, pouvoir sortir facilement du corps de l'oiseau,... avec cette équation mathématique, les biologistes pourront étudier l'évolution des œufs, du Jurassique à aujourd'hui, et comprendre le passage des dinosaures aux oiseaux.



nous connaissons auraient été développés 4 siècles avant notre ère. On peut dire qu'ils en ont fait du chemin.



Les unités de mesures

Quand on mesure quelque chose, il nous faut des unités. Par exemple, la distance entre Bruxelles et Tournai à vol d'oiseau est de 73,08 km. L'unité de mesure est ici le kilomètre. Mais avant d'utiliser ce référentiel, les gens avaient recours à des parties de leur corps car ils ne disposaient pas d'outils de mesure. Du coup, ils utilisaient le pied, la longueur de l'avant-bras, les doigts, la main. Les Égyptiens de l'Antiquité par exemple utilisaient la coudée: la distance entre le coude et la pointe du majeur, soit entre 44 et 54 cm suivant la région et l'époque. Les Romains, eux, préféraient le pas pour mesurer les longues distances. Des marcheurs professionnels avaient pour mission de mesurer les distances entre les villes romaines. Mille pas en latin se dit *mille passum*, d'où découle le mot *miles*, encore employé dans les pays anglosaxons. Mais employer les parties du corps comme unité de mesure pose un problème majeur: l'irrégularité. Nous avons tous des pieds, des coudes ou des mains de longueurs variées, chaque pays avait dès lors sa propre valeur arrêtée. Par exemple, l'aune correspond à la longueur de 64 doigts parallèles. En France, sous François 1^{er}, elle valait 118,84 cm; en Angleterre: 57 cm, en Écosse: 95 cm, en Allemagne: 40 cm. Comment s'y retrouver? En 1792, au beau milieu de la Révolution française, 2 astronomes français sont parvenus à mesurer la distance entre le Pôle nord et l'équateur. Ils appelèrent cette distance la «10 millions de mètres». Divisée par 10 millions, le résultat (ou quotient) donne le mètre tel que nous le connaissons aujourd'hui. Le système international de mesure voyait alors le jour. Passionnant non?

EURÉKA !

À l'angle des bâtiments

Il y a un autre «machin» que les humains ont commencé à mesurer, ce sont les angles. Cette idée n'est pas tombée du ciel. Jadis, les Babyloniens constatent que le soleil se lève à une position un peu différente chaque jour. De même quand il se couche après un trajet circulaire dans le ciel. Ces petites variations journalières, ils les appelèrent les «degrés». Et comme, selon leur calendrier, une année compte 360 jours, ils divisèrent ce cercle en 360 degrés. Aujourd'hui, nous utilisons encore le degré comme unité de mesure des angles. Mais sinon, à quoi ça sert de mesurer les angles? Les Égyptiens par exemple ont utilisé leurs connaissances scientifiques et mathématiques pour construire des palais, des tombeaux, des pyramides, bref, des bâtiments qui tiennent debout longtemps. L'angle le plus utilisé est l'angle droit. Il mesure 90° et représente un quart de cercle. Cet angle est crucial en architecture. Les blocs de pierre composant les pyramides sont taillés à la perfection pour former des cubes ou des parallélépipèdes rectangles. Ils ont même développé différents outils pour vérifier la qualité des pierres taillées afin qu'elles puissent s'aligner l'une à côté de l'autre sans mortier. Tu ne pourrais même pas passer une carte *Pokémon* dans la fente (voir photo ci-dessous)!



Blocs des grandes pyramides de Gizeh

Le selfie du jour

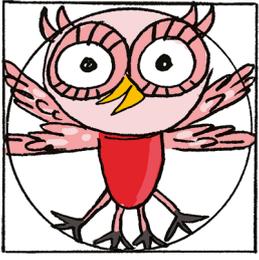


Maryam Mirzakhani, une sacrée pointure

Peut-on passer de la passion des romans à la passion des chiffres? Maryam Mirzakhani en est la preuve. Née à Téhéran, en Iran, elle souhaitait devenir écrivaine. Jusqu'à ce que son frère lui montre la technique de Carl Gauss pour effectuer facilement la somme de tous les chiffres de 1 à 100. C'est le coup de foudre. De nature curieuse, elle cherche à en savoir plus et se passionne pour cette matière. Petite surdouée, elle participe brillamment à de nombreuses Olympiades internationales de Mathématiques, ce qui lui ouvre les portes de la très respectée Université de technologie de Sharif où elle obtiendra son bachelier en mathématiques. Un tel génie, même discret, ne passe pas longtemps inaperçu. Grâce à

ses travaux, elle est repérée par la Société Américaine des Mathématiques. Elle traverse alors l'Atlantique pour rejoindre l'Université d'Harvard et y effectuer sa thèse de doctorat. Sa spécialité: les formes **géométriques** compliquées. En 2014, c'est la consécration. C'est la toute 1^{re} femme à recevoir la médaille Fields, l'équivalent du prix Nobel mais pour les mathématiques. Son avenir s'annonce glorieux. Malheureusement, elle décède d'un cancer en 2017, à l'âge de 40 ans. Son histoire et ses succès ont encouragé de nombreuses jeunes filles à se lancer dans cette discipline.

LE P'TIT DICO



Le **nombre irrationnel** est un nombre qui ne peut pas être exprimé comme une fraction simple ou une division de 2 nombres. Cela signifie qu'il ne peut pas être écrit comme un nombre entier ou un nombre à virgule régulière.

La **géométrie** est la partie des mathématiques qui joue avec les formes et les lignes. On essaie de comprendre comment les choses sont faites et comment elles se rapportent les unes aux autres dans l'espace. Tu apprends à connaître les différentes formes comme les cercles, les carrés et les triangles, et comment les combiner pour créer des dessins et des structures.

Le **polygone** est une figure géométrique qui a plusieurs côtés. Chaque côté est une ligne droite. Toutes ces lignes se rejoignent pour former un dessin fermé.

LES NOMBRES STARS

1 PI

Ce nombre très célèbre trouve son origine dans cette question: «Quelle est la longueur d'un cercle ?» Pour y répondre, les mathématiciens du passé ont découvert un nombre qui ne finit jamais: le nombre pi ! Représenté par la lettre grecque π , il commence comme ceci: 3,14159... Mais attention, les chiffres après la virgule continuent à l'infini, sans jamais se répéter. C'est pour cette raison qu'on le qualifie d'**irrationnel**.

Maintenant, tu te demandes peut-être comment les mathématiciens ont découvert ce nombre pi. Et bien, ils ont utilisé des cercles ! Ils ont réalisé que si tu prends la circonférence (le tour) d'un cercle, peu importe sa taille, et que tu la divises par son diamètre (la distance d'un côté à l'autre en passant par son centre), tu obtiens toujours le même nombre: pi ! Bien qu'il était difficile de calculer avec précision sa valeur, les mathématiciens s'y sont essayé. Les Égyptiens de l'Antiquité d'abord et ensuite les Grecs. Archimède (250 avant notre ère) a réussi à mettre au point une technique pour approcher cette valeur en dessinant des **polygones** dans un cercle, allant jusqu'à 96 côtés, ce qui lui permit d'approcher la valeur de pi.

Mais ce n'est pas tout. Le nombre pi n'est pas seulement utile pour calculer la longueur des cercles. Il est également utilisé dans de nombreux autres domaines des mathématiques. Par exemple, lorsque les architectes construisent des bâtiments, ils utilisent pi pour calculer les dimensions des formes rondes, comme les dômes et les colonnes. Pi apparaît également dans les formules pour calculer l'aire des cercles et le volume des sphères. Si tu aimes les calculs, tu verras que pi est ton ami !

2 LE NOMBRE D'OR

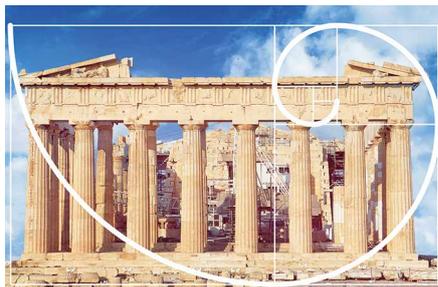
En as-tu déjà entendu parler ? Le nombre d'or est un nombre mystérieux et très spécial

qui est souvent considéré comme harmonieux et esthétique. D'une valeur approximative de 1,618, il est représenté par la lettre grecque ϕ (phi). L'histoire du nombre d'or remonte à l'époque des anciens Grecs. Ils ont remarqué que certaines proportions étaient particulièrement agréables à l'œil et semblaient parfaitement équilibrées. Ils ont alors découvert qu'en utilisant le nombre d'or, ils pouvaient créer ces proportions harmonieuses dans leurs créations artistiques et architecturales. Le nombre d'or se trouve également dans la nature. Par exemple, si tu regardes les pétales d'une fleur, tu remarqueras souvent qu'ils se disposent en spirales. Et devine quoi: le nombre de spirales dans un sens et dans l'autre est souvent un nombre de la suite de Fibonacci, une série de nombres liée au nombre d'or ! C'est comme si la Nature utilisait le nombre d'or pour créer de belles formes.

Le nombre d'or est aussi utilisé dans la vie de tous les jours dans l'architecture, le design et même dans l'art ! Certaines constructions célèbres comme la pyramide du Louvre à Paris ou le Parthénon en Grèce (voir photo ci-dessous) ont été conçues en utilisant ces proportions.

2 LE ZÉRO

Dans l'histoire de l'écriture des nombres, le zéro n'existe pas. Aussi, pour les nombres susceptibles d'en contenir comme le 10, le 50 ou le 100, les Romains créaient de nouveaux symboles: X, D, C. C'est vrai que mesurer le rien semble absurde. Pourquoi avoir un zéro alors ? Parce qu'il est important de signaler que rien ne change, que rien n'a été perdu, que rien ne s'est ajouté ou qu'il n'y a rien... Au 5^e siècle, les populations d'Asie et d'Amérique centrale utilisaient différents symboles pour indiquer le rien. Le symbole du zéro, tel que nous le connaissons en mathématiques, a été défini en Inde par le mathématicien et astronome Brahmagupta. En arabe, cela se dit «sifr», qui signifie «vide». En italien, cela donne «zephiro», connu aujourd'hui sous le nom de zéro. 🇮🇹



TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec Curiokids:
«Comment voir les ondes sonores ?»





Mathématiques au féminin: portraits croisés

Chaque année, le 12 mai marque la journée internationale des femmes en mathématiques. Une date qui ne doit rien au hasard, puisqu'il s'agit de l'anniversaire de la naissance de l'immense mathématicienne iranienne Maryam Mirzakhani (1977-2017), première femme lauréate de la médaille Fields - l'une des plus importantes distinctions en mathématiques - en 2014.

TEXTE : CLÉMENTINE LAURENS - TWITTER: @CLEMLAURENS
PHOTOS : © HALFPOINT - STOCK.ADOBE.COM (P.33)

à l'heure actuelle, seules 2 femmes se sont vu remettre la médaille Fields, une seule le prestigieux prix Abel - qu'on peut considérer comme l'équivalent du prix Nobel en mathématiques. L'Unesco relève année après année une trop faible représentation des femmes dans les institutions scientifiques d'Europe, et ce constat est particulièrement marqué en mathématiques - bien que la situation progresse.

À défaut de réparer une injustice multiséculaire, nous rendons ici hommage à 2 figures féminines majeures de la discipline. Deux pionnières, dont les vies distantes d'un siècle illustrent la lente et difficile ouverture des mathématiques aux femmes. Deux personnages aux parcours exceptionnels, qui ont ouvert la voie pour que «maths» se conjugue aussi au féminin. «*La recherche du savoir est une aventure intemporelle, sans limite géographique, et sans genre*», assurait en 2020 Cumrun Vafa, physicien à l'Université Harvard aux États-Unis, dans le documentaire *Secrets of the surface: the mathematical vision of Maryam Mirzakhani*. Les 2 histoires racontées ci-dessous en sont une parfaite illustration.

Sophie Germain (1776-1831)

Sophie Germain est une mathématicienne française issue d'un milieu bourgeois libéral. Elle découvre les mathématiques grâce à la bibliothèque familiale, et s'y forme en autodidacte.

Pourquoi une telle «journée internationale»? Parce que les mathématiques occidentales ont toujours été une des disciplines de recherche les moins féminisées. Si des noms comme Pythagore, Thalès, Galois ou Fermat résonnent familièrement aux oreilles de beaucoup, rares sont les personnes capables de citer le nom d'une mathématicienne. Et pour cause: l'accès aux mathématiques a longtemps été refusé aux femmes.

Si les freins légaux ont aujourd'hui disparu en Europe, l'égalité est encore loin d'être atteinte:

«Pour cela, elle a vraisemblablement dû se battre contre ses parents avant que ceux-ci ne cèdent devant la persévérance de leur fille», explique Jenny Boucard, historienne des mathématiques au Centre François Viète à Nantes Université, en France. Les mathématiques ont en effet mauvaise presse auprès des femmes de l'époque: «On considère alors qu'elles assècheraient les femmes, les empêcheraient d'assurer leur fonction de reproduction.» En particulier, l'accès à l'enseignement supérieur des mathématiques leur est refusé. Sophie Germain parvient pourtant à se procurer les cours du célèbre mathématicien Joseph-Louis de Lagrange en empruntant le nom d'un étudiant, Antoine Auguste Leblanc. Elle utilise cette identité pour communiquer ses commentaires au professeur Lagrange, qui remarque leur grande qualité et sollicite une rencontre. Il découvre ainsi la véritable identité de «Monsieur Leblanc». Impressionné, il restera un indéfectible soutien pour Sophie Germain tout au long de sa vie. Autre soutien essentiel: l'allemand Karl Friedrich Gauss - sans conteste l'un des plus éminents savants de l'époque. La mathématicienne entretient avec lui une correspondance de très haut niveau au sujet de la théorie des nombres - l'étude des propriétés des nombres entiers, «un domaine alors assez marginal car considéré comme ardu et abstrait», commente Jenny Boucard. C'est dans ce domaine qu'elle laissera le legs scientifique le plus durable. Fait remarquable: elle est la toute première à tenter une approche générale pour démontrer le grand théorème de Fermat - un résultat mathématique emblématique qui ne sera réellement démontré qu'en 1995, par Andrew Wiles! Elle lèguera notamment les «nombres premiers de Sophie Germain», utilisés en cryptographie dans la seconde moitié du 20^e siècle. Son autre domaine de prédilection, la théorie des surfaces élastique, lui vaudra d'être la toute première femme à recevoir un prix de l'Académie des Sciences, en 1815. Une véritable pionnière.

Emmy Noether (1882-1935)

Emmy Noether naît à Erlangen, en Allemagne, dans une famille de mathématiciens: son père, Max Noether, est professeur des universités, et un de ses frères fera des mathématiques appliquées. Comme Sophie Germain, elle bénéficie donc très tôt d'un accès à d'importantes ressources pour se former aux mathématiques. Mais contrairement à sa prédécesseuse, elle jouira du soutien de sa famille et pourra assister aux enseignements! Démontrant rapidement un talent hors du commun pour la discipline, elle entre en contact avec d'importants mathématiciens de l'époque: Hermann Weyl, David Hilbert, puis Felix Klein, Albert Einstein, Émile Artin... «En mathématiques, l'école allemande du début du 20^e siècle était

vraiment spectaculaire! souligne Denis-Charles Cisinski, mathématicien à l'Université de Ratisbonne, en Allemagne. Les grands noms de l'époque viennent tous de là.» Et tous ces grands noms s'accordent sur une chose: Emmy Noether est une mathématicienne d'exception. Son genre lui vaudra des oppositions farouches de la part de certains universitaires, réfractaires à l'idée qu'une femme puisse occuper un poste de professeur, mais au sein de la communauté mathématique elle sera largement reconnue et soutenue. «À la fin de sa vie, elle était une véritable star! sourit Denis-Charles Cisinski. Elle était invitée partout, donnait des conférences très techniques devant des centaines de personnes dans le monde entier...»

«Les travaux de jeunesse d'Emmy Noether portent sur des questions liées à la physique, explique la mathématicienne Yvette Kosmann-Schwarzbach. Ils sont très importants pour les physiciens, et ont aujourd'hui encore énormément d'applications!» Et pour cause. «C'est Emmy Noether qui a expliqué à Einstein comment formaliser correctement les notions mathématiques qui se cachaient derrière la théorie de la relativité générale, qu'il était en train d'élaborer!», s'amuse Denis-Charles Cisinski en une tournure un brin provocatrice. Mais l'histoire ne s'arrête pas là. Car Emmy Noether a également apporté une contribution inestimable à l'algèbre moderne, en introduisant une approche abstraite alors inédite. «Je pense que personne, à l'époque, n'avait conscience qu'on pouvait démontrer des théorèmes avec un tel degré d'abstraction», assure le chercheur. Très investie dans l'enseignement, Emmy Noether fondera une véritable école de pensée mathématique. Denis-Charles Cisinski insiste: «Ses méthodes ont profondément influencé une très large part des mathématiques du 20^e siècle: l'algèbre, la topologie algébrique, la géométrie algébrique. Encore aujourd'hui, une très grande partie des médailles et médaillées Fields travaillent dans ces domaines, et Emmy Noether a été un acteur majeur dans l'élaboration de leurs fondations et des directions qu'elles ont prises par la suite.» L'adjectif «noethérien», qui se réfère à ses travaux, apparaît d'ailleurs un peu partout dans ces champs des mathématiques. Et les «théorèmes de Noether» restent quant à eux des outils indispensables aux physiciens d'aujourd'hui. A



Gravure de Sophie Germain



Portrait photo de Emmy Noether

Plus d'infos

Sur les contributions d'Emmy Noether aux sciences physiques:
<https://www.discovermagazine.com/the-sciences/how-mathematician-emmy-noethers-theorem-changed-physics>
 (article en Anglais)



Otto Hahn et Lise Meitner

Qui est-ce ? Lise Meitner

TEXTE : JACQUELINE REMITS • JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE

la physique, la chimie, les mathématiques et la botanique. Dès la 2^e année, je me concentre sur la physique. Puis j'effectue mon doctorat sous la direction du professeur Exner. Ce physicien a introduit à Vienne l'étude de la radioactivité, un nouveau domaine en plein essor. Mon sujet porte sur un autre thème, la conduction de la chaleur dans les solides inhomogènes. Je le présente fin 1905 obtenant la plus haute mention et décroche mon diplôme l'année suivante. En tant que femme, je ne peux prétendre à une carrière académique. Avec l'aide financière de mon père, je poursuis mes recherches. Je m'initie à l'étude de la radioactivité et de l'absorption dans les métaux des rayonnements alpha et bêta.

En 1907, je m'installe à Berlin pour suivre les cours de Max Planck. L'université n'est pas encore ouverte aux femmes, mais j'obtiens l'autorisation du professeur d'assister à ses cours. Même s'il est, en général, opposé à l'éducation des filles, il fait une exception pour moi et deviendra par la suite un important soutien. Jeune physicienne, je me fais rapidement remarquer et je reçois plusieurs offres de travail. J'accepte de collaborer sur la radioactivité avec Otto Hahn, jeune chimiste assistant à l'Institut dirigé par Emil Fischer. Ce dernier ne voit pas d'un bon œil l'arrivée d'une femme dans son institution et nous relègue, Otto et moi, dans un laboratoire au sous-sol. Peu m'importe, c'est le début d'une collaboration et d'une amitié de 30 ans. Quand Otto est engagé au nouvel Institut Kaiser Wilhelm de chimie, je l'y rejoins en tant qu'invitée, et toujours sans

Je suis...

L'une de ces femmes dont les apports à la science ont été minimisés, voire ignorés. Née à Vienne, dans une famille juive intellectuelle, je suis la 3^e d'une fratrie de 8 enfants, 5 filles et 3 garçons. Mon père est l'un des premiers avocats juifs en Autriche. Nos parents aux idées libérales nous donnent une éducation intellectuelle stimulante et nous encouragent à poursuivre des études supérieures. Mes sœurs et moi bénéficions d'une scolarité plus avancée que la moyenne des filles autrichiennes dont la scolarité s'arrête alors à 14 ans. En Autriche, l'université s'ouvre aux filles en 1897. Pour y être admise sans être passée par le lycée, il faut réussir l'examen *Matura* en tant que candidate libre. Dès 1899, je m'y prépare assidûment et, 2 ans plus tard, je suis reçue à l'Université de Vienne. En 1^{re} année, j'apprends



CARTE D'IDENTITÉ

NAISSANCE: 7 novembre 1878, Vienne (Autriche)

DÉCÈS: 27 octobre 1968, Cambridge (Royaume-Uni)

NATIONALITÉ: Autrichienne et suédoise

SITUATION FAMILIALE: Célibataire

DIPLÔME: Physique à l'Université de Vienne

CHAMPS DE RECHERCHE: Physique nucléaire

DISTINCTIONS: Prix Lieben (1925), médaille Max Planck (1949), prix Enrico Fermi (1966)

salairé. Mon engagement comme assistante de Max Planck sera mon premier emploi payé. En 1913, j'accepte le poste de professeur associée à Prague.

Durant les 2 premières années de la Première Guerre mondiale, je m'engage comme manipulatrice d'équipements à rayons X. En 1916, je retourne à mes recherches à Berlin. L'année suivante, je suis nommée directrice du nouveau département de physique de mon institut et je poursuis ma

collaboration sur la radioactivité avec Otto Hahn. Nos statuts sont alors équivalents. Après l'arrivée au pouvoir d'Hitler, juive mais relativement protégée par ma nationalité autrichienne, je parviens à conserver mon poste jusqu'en 1938, tandis que de nombreux scientifiques juifs quittent l'Allemagne. Lors de l'annexion de l'Autriche par l'Allemagne en mars 1938, ma nationalité ne me protège plus et je décide de fuir l'Allemagne pour la Suède. J'y poursuis mes recherches dans un laboratoire de Stockholm et, secrètement, mes collaborations avec Otto Hahn et d'autres scientifiques allemands et danois que je rencontre régulièrement à Copenhague.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Peu après la découverte de la fission nucléaire, la communauté scientifique a pris conscience de la possibilité de produire une réaction en chaîne capable de libérer une quantité colossale d'énergie. L'éventualité d'une application militaire est alors apparue. Dans cette course à l'arme nucléaire, c'est le *projet Manhattan*, lancé à Los Alamos, qui parvint à une mise au point opérationnelle. L'on connaît malheureusement les dégâts qu'elle fera à Hiroshima et Nagasaki en 1945. Il faut savoir que Lise Meitner a refusé de participer à ce projet, ne voulant «rien avoir à faire avec une bombe». En 1946 d'ailleurs, dans une lettre à Gerta von Ubisch, elle a avoué ses regrets d'être restée en Allemagne après l'avènement du nazisme.

Elle n'a jamais reçu le prix Nobel bien qu'elle ait été nommée de nombreuses fois. L'attitude du comité Nobel n'est cependant pas représentative de l'estime que lui portaient ses collègues. Ce phénomène d'attribution des découvertes scientifiques des femmes à leurs homologues masculins se nomme l'*effet Mathilda*. Elle a cependant reçu de nombreuses autres distinctions.

Décédée à Cambridge en 1968, peu avant ses 90 ans, elle repose, conformément à ses vœux, auprès de son frère Walter au cimetière de l'église St James, dans le village de Bramley (Hampshire). L'inscription sur sa tombe a été écrite par son neveu Otto Frisch: «*Lise Meitner: a physicist who never lost her humanity*», («Lise Meitner, une physicienne qui n'a jamais perdu son humanité»).

Différentes rues et écoles portent aujourd'hui son nom. L'Union astronomique internationale a donné son nom à deux cratères, sur la Lune et sur Vénus, ainsi qu'à un astéroïde. En 1997, le nouvel élément de numéro atomique 109 a été baptisé meitnerium à sa mémoire. La Société Lise-Meitner a été fondée en 2016 en Allemagne pour promouvoir l'égalité des femmes en sciences et mathématiques à l'intérieur et à l'extérieur de la carrière universitaire. Un prix Lise Meitner est décerné par la Société européenne de physique.

À cette époque...

En 1901, l'année où j'entre à l'Université de Vienne, le 22 janvier, la reine Victoria, impératrice des Indes et de l'Angleterre, s'éteint à 81 ans. En 1938, année où je fuis l'Allemagne et découvre la fission de l'atome, le 4 mars, Hitler devient chef suprême des armées et, quelques jours plus tard, annexe l'Autriche. En 1949, quand je prends la nationalité suédoise, c'est aussi l'année de la naissance de l'Otan, alliance de défense des libertés des démocraties que les États-Unis, le Canada et plusieurs pays européens viennent de constituer. En 1966, je pars en Angleterre et, pour la première fois, les États-Unis font jeu égal avec les Soviétiques dans la conquête spatiale. La sonde lunaire *Surveyor 1* se pose sur la Lune le 2 juin.

J'ai découvert...

En unissant nos compétences, Otto Hahn et moi avons découvert plusieurs isotopes, notamment le protactinium en 1918. De mon côté, j'étudie également les spectres de rayonnements bêta et gamma. En 1923, je découvre la transition non-radioactive qui prendra par la suite le nom d'*effet Auger*, du nom du scientifique français, Pierre Auger, découvrant cet effet... 2 ans plus tard. En 1934, avec Otto Hahn et le chimiste Fritz Strassmann, je m'implique dans le «projet uranium» qui permettra la découverte de la fission nucléaire 4 ans plus tard. À partir de 1938, depuis Stockholm, je planifie des expériences réalisées par ces 2 chercheurs à Berlin qui découvrent les effets du bombardement de l'uranium avec des neutrons et mettent en évidence la présence de baryum parmi les éléments produits lors de ce bombardement. Ils envoient ces observations à une revue scientifique. Comme c'est la Guerre, je ne peux figurer parmi les coauteurs de la publication et mon rôle, pourtant essentiel, est écarté. 4



Vacances, j'oublie tout, plus rien à faire du tout !

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 : OLIVIER SAIVE

Comme chaque année à l'approche de l'été, de nombreux belges se préparent à partir en vacances. Tant attendues, elles peuvent cependant vite devenir source de stress. Comment s'organiser au mieux en amont pour s'assurer un voyage fluide et agréable ? Grâce aux nombreuses applications disponibles à portée de main sur nos appareils mobiles connectés (smartphones, tablettes,...), il est désormais possible de s'organiser et de profiter au maximum de ces moments de détente.

Planifier

Qui n'a jamais rêvé de voyager sans se soucier d'emporter les documents indispensables, de l'heure de départ des nombreux transports que vous allez emprunter, sans scruter en permanence les écrans à l'aéroport ou à la gare pour connaître le lieu d'embarquement ou d'éventuels changements d'horaires, retards,... ? On aurait presque envie de voyager avec un assistant personnel qui s'occupe de tout ! C'est à peu de choses près ce que proposent les applications que nous avons sélectionnées pour vous.

Avec votre collaboration pour les configurer, ces applications vont vous permettre de créer votre itinéraire, de réserver les hébergements dont vous avez besoin et d'organiser votre transport. Et grâce aux mises à jour, notifications et rappels, vous serez informés en temps réel des changements possibles et imprévus qui peuvent survenir.

• GOOGLE TRIPS

 <https://www.google.com/travel>

Google Trips est une application gratuite de planification de voyages qui organise tous les détails liés à votre déplacement et qui propose des recommandations personnalisées. Elle extrait automatiquement les informations de votre compte email, telles que les réservations de vol et d'hôtel, et crée un itinéraire complet. Il vous sera également proposé des suggestions d'activités, de restaurants et d'attractions locales.

• KAYAK

 <https://www.kayak.fr/trips>

Kayak est une application de voyage complète qui vous aide non seulement à trouver des vols, des hôtels



et des locations de voiture, mais fournit également des fonctionnalités pour gérer votre itinéraire. Vous pouvez y importer vos réservations faites à partir de votre email. *Kayak* regroupe toutes les informations et vous fournit tout ce que vous devez savoir en temps réel sur les annulations, retards ou changements de portes éventuels.

Une spécificité intéressante est la possibilité de collaborer avec vos proches grâce à la fonctionnalité «itinéraires partagés», qui permet à chacun des participants de modifier et de participer à l'organisation du voyage.

• **TRIPIT**

<https://www.tripit.com/fr/web>

C'est la facilité d'utilisation de *Triplt* qui fait tout son charme. Comme les précédentes, il s'agit également d'une application d'organisation de voyages et de gestion d'itinéraires. Elle extrait les informations pertinentes de vos emails, telles que les horaires de vol, les réservations d'hôtel et les détails de la location de voiture, et les compile dans un itinéraire complet.

Pour les baroudeurs de l'extrême, sachez que les informations stockées dans l'appli, y compris les

directions, peuvent être consultées en tout temps, même sans connexion Internet !

Sur *iPhone*, il existe l'application *Wallet*:

<https://apps.apple.com/fr/app/apple-wallet/id1160481993> pour organiser vos documents et billets liés au voyage. L'application peut stocker des cartes d'embarquement, des billets d'événement, des cartes de fidélité, etc. De nombreuses compagnies aériennes prennent en charge les cartes d'embarquement mobiles, que vous pouvez scanner directement depuis l'application.

Pour télécharger l'application qui vous intéresse sur votre smartphone, il vous suffit de vous rendre sur le *store ad hoc* et de taper le nom de l'application avant de la télécharger (ex: *Triplt*).

▶ <https://apps.apple.com/fr/app/tripit-travel-planner/id311035142>

▶ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tripit&hl=fr_FR

Digitaliser vos documents de voyage

Si vous craignez d'égarer vos documents de voyage lors de votre séjour, il est tout à fait possible de les digitaliser. Quelques applications permettent de numériser et de stocker des copies de votre passeport, visa et autres documents essentiels en toute sécurité et accessibles depuis votre smartphone. Et également depuis n'importe quel appareil connecté, même si ce n'est pas le vôtre, dans la mesure où vous avez en tête le login et mot de passe pour y accéder.

Attention néanmoins, vous ne pouvez pas voyager uniquement avec des documents digitalisés, il vous faut être en mesure de présenter les originaux.

• **ADOBE SCAN ET CAMSCANNER**

https://www.adobe.com/be_fr/acrobat/mobile/scanner-app.html

<https://www.camscanner.com>

Ce sont 2 applications vous permettant de numériser vos documents d'identité à l'aide de l'appareil photo de votre smartphone. Elles offrent des fonctionnalités telles que la détection automatique des documents, le recadrage intelligent, l'amélioration de l'image et la possibilité d'enregistrer les documents numérisés en toute sécurité.

Une fois vos documents numérisés, vous pouvez les stocker soit dans un espace *cloud* sécurisé, (*Dropbox* ou *Google Drive* par exemple), soit, si vous n'en avez pas, de recourir à cette astuce: envoyez-vous un email, vous pouvez mettre un de vos proches de confiance en copie également, dans lequel vous mettez vos documents d'identité en pièce jointe. En accédant à votre boîte mail, vous retrouverez vos documents importants.

Pour les utilisateurs de *Microsoft* et *OneDrive*, l'application *Office Lens* permet de scanner et de numériser vos pièces d'identité grâce à l'appareil photo de votre smartphone et d'enregistrer les documents numérisés sur *OneDrive*, la plateforme de stockage de *Microsoft*.

►  <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.microsoft.office.officelens&hl=fr&gl=US>

Plusieurs applications qui n'ont pas pour unique fonctionnalité de numériser et stocker des documents peuvent également être utilisées pour ces cas précis, comme l'application de prise de notes *Evernote* (<https://evernote.com/intl/fr>), qui offre la possibilité de créer une note dans laquelle vos documents peuvent être stockés et accessibles directement depuis l'application. *Dropbox* et *Google Drive* proposent également cette solution. Toutes 3 permettent de prendre des photos des documents directement depuis leurs interfaces mobiles.

Afin de choisir celle qui vous convient le mieux, n'oubliez pas de passer en revue les fonctionnalités, les mesures de sécurité et les conditions d'utilisation de chaque application pour vous assurer qu'elle répond à vos exigences et préférences spécifiques en matière de numérisation et de stockage sécurisé de vos documents d'identité.

Faire vos valises

À voir les milliers de vidéos qui existent sur le sujet sur les réseaux sociaux, il faut croire qu'emballer efficacement est tout un art. Faire une liste pour s'organiser et ne rien oublier peut rendre le processus plus fluide. Et oui, il existe également des applications pour faire vos valises, qui proposent des listes prédéfinies et/ou personnalisables pour vous aider à emballer vos affaires personnelles vous garantissant de n'oublier aucun élément essentiel. L'utilisation de ces applications est souvent ludique et satisfaisante: il suffit de cocher chaque élément en cliquant dessus et d'apprécier vos progrès en organisation.

• PACKPOINT

 <https://packpnt.com>

PackPoint vous aide à organiser ce dont vous avez besoin en fonction de la durée du voyage, des prévisions météorologiques et des activités prévues. Elle prend également en compte les éléments essentiels comme les articles de toilette, l'électronique et les documents. Vous pourrez même partager vos listes de choses à mettre dans vos bagages avec d'autres personnes.

• ANY.DO

 <https://www.any.do>

Any.do est une application polyvalente de gestion des tâches qui peut être détournée pour ne rien oublier en prévision de vos vacances. Elle offre des fonctionnalités telles que la création de listes, des rappels, des dates d'échéance et la possibilité de joindre des notes ou des fichiers aux tâches. Vous pouvez créer des listes séparées pour différents voyages ou catégories, en vous assurant que rien n'est oublié.

• GOOGLE KEEP

 <https://keep.google.com>

Google Keep est une application de prise de notes qui peut être utilisée pour l'organisation et la création de listes. Son interface est très épurée et son utilisation très simple. L'application se synchronise sur tous vos appareils et est liée à votre compte *Google* si vous en possédez un.



Localiser des choses à faire et des attractions

Explorer de nouvelles destinations implique souvent de trouver des services et des choses à faire/à visiter à proximité. Pour faciliter ce processus, il existe des applications qui utilisent la technologie GPS pour chercher des restaurants, des distributeurs automatiques de billets, des pharmacies, des attractions touristiques à proximité. Vous pouvez également obtenir des itinéraires et lire les avis d'autres voyageurs pour choisir en fonction de vos besoins.

• **GOOGLE MAPS**
<https://www.google.com/maps>

La réputation de *Google Maps* n'est plus à prouver. C'est l'une des applications de cartographie et de navigation les plus utilisées. En plus des itinéraires, vous pouvez l'utiliser pour trouver des restaurants, des cafés, des hôtels, des stations-service, des distributeurs automatiques de billets, des pharmacies, etc. à proximité ou sur votre trajet. *Google Maps* fournit également des évaluations et des avis d'utilisateurs.

• **YELP**
<https://fr.yelp.be>

Yelp est une plateforme d'avis participative qui permet de découvrir les entreprises et les services à proximité de votre position. L'application fournit des informations sur les restaurants, les magasins, les attractions, les hôtels, etc. Vous pouvez rechercher des entreprises par catégorie, lire les avis d'autres utilisateurs et trouver les coordonnées et les directions pour vous rendre à l'endroit choisi. *Yelp* est connue pour sa vaste base de données et ses avis d'utilisateurs détaillés.

• **TRIPADVISOR**
<https://www.tripadvisor.com>

TripAdvisor est une application de voyage bien connue qui offre une mine d'informations sur les hôtels, les attractions, les restaurants, etc. Elle fournit des avis, des classements et des photos générées par les utilisateurs pour vous aider à prendre des décisions éclairées. *TripAdvisor* suggère également des points d'intérêt à proximité et vous permet de réserver des hébergements, des vols et des activités directement via l'application.

• **AROUNDME**
<http://www.aroundmeapp.com>

AroundMe est une application basée sur votre localisation. Elle identifie rapidement votre emplacement actuel et fournit des informations sur les services et les attractions à proximité. Vous trouverez ainsi facilement des restaurants, des hôtels, des pharmacies, des banques, des théâtres, etc.

Convertir ses devises et suivre ses dépenses

La gestion de vos finances pendant vos vacances est importante.

• **XE CURRENCY**
<https://www.xe.com/fr/currencyconverter>

XE Currency est une application de taux de change à jour vous aidant à rester informé des conversions de devises.

• **TRAVELSAFE**
<https://www.>

Grâce à cette application de suivi des dépenses, vous suivez vos dépenses lors de vos déplacements, ce qui vous permet de respecter votre budget et d'éviter tout stress financier.

Rester organisé pendant vos vacances est la clé d'une expérience agréable et sans stress. En exploitant la puissance des applications, vous pourrez adapter votre itinéraire, gérer vos documents de voyage, faire vos valises efficacement, trouver des services et des attractions à proximité et suivre vos dépenses. Prenez le temps d'explorer différentes applications de voyage et d'organisation, notre sélection est non-exhaustive et le Web est plein de surprises. Trouvez et découvrez celles qui correspondent à vos besoins et préférences spécifiques et n'hésitez pas à partager avec nous vos découvertes en nous envoyant un mail à contact@easi-ie.com.





Les prix Ig Nobel

Les prix Ig Nobel (comprenez «ignobles» ou indignes, c'est-à-dire peu reluisants) sont des prix parodiques qui sont décernés depuis 1991 à des personnes dont les découvertes ou les travaux semblent apparemment risibles, voire inutiles. Ces prix patronnés par la revue d'humour scientifique *Annals of Improbable Research* couronnent, à l'Université Harvard, (ce qui n'est pas peu dire !) des prouesses hors du commun. Dans un premier temps, elles sont censées faire rire pour, ensuite, appeler à la réflexion. Et, si au total, la curiosité du public vis-à-vis de la science est attisée, le but pédagogique est atteint. Voici quelques exemples de prix Ig Nobel de chimie choisis parmi les plus édifiants

TEXTE : PAUL DEPOVERE - DEPOVERE@VOO.BE

PHOTOS : ELNUR - STOCK.ADOBE.COM (P.41), GAJAH MADA/VECTOR STALL/ICONRIVER - ICONS (P.41), FREEPIK/VECTOR STALL/RIA JULISLAM - ICONS (P.42), CAPTURE DEPUIS "GAZ LACRYMOGÈNE EN CUISINE: VENGEANCE CHIMIQUE DE L'OIGNON !" (P.42), KOYA979 - STOCK.ADOBE.COM (P.42)

Prix **1991** et **1998**, décernés à Jacques Benveniste, un médecin et immunologiste français, pour sa conviction que l'eau est un liquide intelligent et doué d'une mémoire. Ayant acquis une notoriété incontestable lors de sa découverte d'un facteur activateur des plaquettes

Le prix Ig Nobel 2015 a récompensé un procédé permettant de dé-cuire les œufs !

sanguines, ce brillant scientifique fera l'objet d'une vive polémique au sujet d'une prétendue mémoire de l'eau, s'impliquant peut-être dans le cadre de recherches en homéopathie. L'eau conserverait les propriétés d'une substance qui ne s'y trouverait plus à la suite de hautes dilutions. Discredité, il devra quitter l'*Inserm*, l'Institut national de la santé et de la recherche médicale où il travaillait.



Prix **1994**, décerné à Bob Glasgow, sénateur de l'État du Texas, auteur avisé d'une législation logique, pour avoir soutenu la loi de 1989 sur le contrôle des drogues rendant illégal l'achat de béchers, fioles, éprouvettes ou autres verreries de laboratoire sans permis.



Prix **1995**, décerné à Bijan Pakzad – le couturier des stars à Beverly Hills –, pour avoir créé les produits «ADN de Cologne» et «ADN de parfum», qui ne contiennent ni l'un ni l'autre d'acide désoxyribonucléique et qui sont tous deux présentés dans un flacon ayant une forme hélicoïdale.



Prix **1996**, décerné à George H. Goble, de l'Université Purdue dans l'Indiana, pour avoir réussi à allumer un barbecue en un temps record – moins de 3 secondes – en utilisant du charbon de bois et de l'oxygène liquide ! Au vu du danger, les pompiers du campus de West Lafayette lui ont interdit de se balader à l'avenir avec de l'oxygène liquide près d'un barbecue !

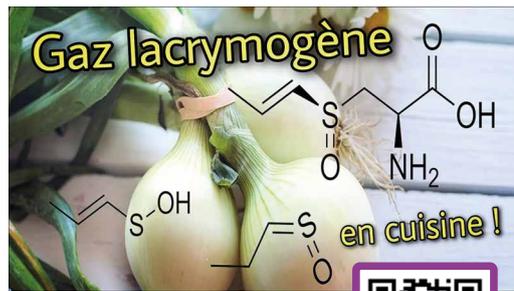
Prix **2000**, décerné à Donatella Marazziti, Alessandra Rossi et Giovanni B. Cassano (Université de Pise) ainsi qu'à Hagop S. Akiskal (Université de Californie à San Diego), pour avoir découvert que, du point de vue biochimique, l'amour romantique présente les mêmes caractéristiques qu'un trouble obsessionnel compulsif (TOC): ces 2 états impliquent un taux sanguin anormalement bas de sérotonine (5-hydroxytryptamine), le neurotransmetteur bien connu.



Prix **2007**, décerné à Mayu Yamamoto, une chimiste travaillant au Centre médical international du Japon, pour avoir mis au point une méthode peu coûteuse d'extraction de la vanilline - le principe odorant de la vanille - à partir de bouse de vache soumise à un traitement thermique préalable. Comme telle, cette molécule est utilisable pour confectionner des shampoings et autres bougies parfumées.



Prix **2010**, décerné à Eric Adams, Scott Socolofsky et Stephen Masutani, pour avoir réfuté la vieille croyance selon laquelle le pétrole et l'eau ne sont pas miscibles. Il n'est pas sûr que cela fasse rire les victimes de l'effroyable marée noire qui sévit dans le golfe du Mexique entre avril et septembre 2010, à la suite de l'explosion de la plate-forme offshore *Deepwater Horizon*: plus de 700 millions de litres de pétrole se seraient déversés du puits !



Rendez-vous sur cette chaîne YouTube pour plus d'explications !



Voir la vidéo

Prix **2013**, décerné au professeur japonais Shinsuke Imai et à toute son équipe pour avoir inventé des oignons qui ne font pas pleurer. Ces chercheurs ont identifié le facteur responsable de l'apparition de larmes lorsqu'on coupe ou hache des oignons. Il s'agit d'une enzyme - de type alliinase - qui est séquestrée dans les cellules du végétal et qui, lors de la destruction de celles-ci, est libérée afin de transformer un précurseur, en l'occurrence un acide sulfénique, ce qui crée le facteur lacrymogène. Le professeur Imai a réussi à générer une variété d'oignon dans laquelle la concentration en alliinase est très faible.



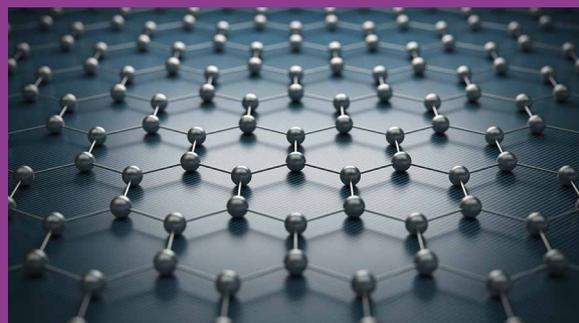
Prix **2015**, décerné à Callum Orlando et Colin Rason (Australie) pour l'invention d'une méthode permettant de dé-cuire partiellement des œufs. Le mélangeur vortex fluïdique qui permet de liquéfier à nouveau le blanc d'œuf coagulé est utilisé pour augmenter l'efficacité du carboplatine, une molécule anticancéreuse utilisée notamment dans le traitement des cancers des ovaires et des cancers bronchiques.



Prix **2018**, décerné à Paula Romão, Adília Alarcão et César Viana, pour avoir mesuré à quel degré la salive humaine était un bon agent de nettoyage pour des surfaces sales. ^A

Qu'on ne se méprenne pas pour autant...

Il est arrivé qu'un lauréat d'un prix Ig Nobel reçoive un prix Nobel authentique quelques années après ! Ainsi, Andre Geim, un chercheur néerlandais d'origine russe, illustra à l'Université Radboud de Nimègue un tel exploit. Il avait réussi avec l'aide d'aimants à faire léviter une grenouille, ce qui lui valut le prix Ig Nobel de physique en 2000. Dix ans plus tard, Geim recevra un vrai prix Nobel de physique pour ses travaux sur le graphène qu'il avait isolé avec Konstantin Novoselov. Il s'agit de cristaux bidimensionnels (monopans) de carbone dont l'empilement constitue le graphite.





BIO NEWS

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

PHOTOS : @JUANMARCOS - STOCK.ADOBE.COM (P.43), @HOLGER T.K. - STOCK.ADOBE.COM (P.44), @LUCKYBUSINESS - STOCK.ADOBE.COM (P.45), @FAUSTINO - STOCK.ADOBE.COM (P.46), @THIERRY PERES - WIKIMEDIA & JOHANABDULLAH - STOCK.ADOBE.COM/BIO ZOOM (P.46)

Un corail-cerveau à moitié mort (partie blanche)

Coraux du monde: même combat !

Régulièrement, la presse nous rapporte que l'une ou l'autre plage de coraux a blanchi, signe additionnel d'un effet du réchauffement du moment ou de celui de pollutions régionales. S'ils sont blancs, c'est qu'il ne reste plus que l'exosquelette calcaire des habitants, morts ou partis ailleurs (*voir photo ci-dessus*). Les habitants, ce sont les polypes: il s'agit d'animaux proches des étoiles de mer qui sécrètent leur enveloppe protectrice et vivent en colonie. Bien sûr, il est toujours plus vendeur de prétendre qu'ils sont morts et que c'est forcément à cause du réchauffement climatique. Cela peut bien entendu être vrai, mais pas toujours. Un polype, ça peut aussi se détacher pour gagner d'autres lieux plus propices. On a mesuré que certaines colonies pouvaient, portées par un courant favorable, parcourir 1 500 km en l'espace d'une année. Et puis il y a l'expérience des atolls. Ce sont de petites îles qui s'enfoncent dans l'océan sous le poids des madrépores (coraux) qui se sont formés à sa périphérie. Si l'île s'enfonce, les coraux aussi, devant ainsi s'adapter à de nouvelles conditions environnementales.

Et ils le font depuis la nuit des temps. Les spécialistes des Anthozoaires (des polypes ici) le savent bien, tout comme ils savent que la vie est par essence dynamique et capable de s'adapter. D'où une étude menée assez récemment sur l'atoll Clercke, situé au large de la côte Ouest de l'Australie. Des chercheurs ont étudié le génome et les conditions environnementales des polypes de la ceinture externe, mais aussi ceux des coraux implantés dans le lagon lui-même, dans un environnement plus fermé. Résultats: les gènes mis à contribution par les uns et les autres ne sont pas tous les mêmes. Ceux qui sont actifs dans le lagon font état d'une adaptation à une chaleur plus importante, chaleur à laquelle les polypes se montrent donc plus tolérants.

La vie, que ce soit celle de ces petits animaux marins ou celle de tous les autres, est faite d'une adaptation permanente à la faveur de processus épigénétiques. Aurait-on oublié qu'il y a aussi des saisons ? À ce propos, on lit aussi (*voir Science, 2022; 376: 9*) que l'élévation de la température de l'océan qui baigne la Grande barrière de corail (côte Est de l'Australie, cette fois) aurait causé un nouveau blanchiment d'une partie des madrépores; qui serait le 4^e depuis 2016. Tiens: aurait-on simplement «oublié» de nous informer que les portions blanchies se seraient recolonisées entre-temps ? 

► *ESci. Adv.* 10.1126/sciadv.abl9185 et *Science* 2022 ; 376 : 471



Pourquoi la terre mouillée a-t-elle une odeur ?

Après la campagne, la forêt après la pluie permet de percevoir une agréable odeur de terre mouillée. En réalité, ce n'est pas la terre que l'on sent mais un ensemble de molécules combinées dont la plus abondante est la géosmine. Il s'agit d'une molécule produite par des bactéries; des actinobactéries et cyanobactéries édaphiques pour la plupart. Ce composé (un dérivé diméthylé de l'octahydronaphtalène pour les connaisseurs) est dégagé par ces micro-organismes lorsqu'ils libèrent leurs spores, leurs «organes» de multiplication. Ce n'est pas la seule substance diffusée par la pluie; le pétrichor en est une autre et la liste n'est pas close. Il s'agit d'une huile qui recouvre certaines feuilles. La chute de gouttes d'eau dessus entraîne la volatilisation de certains de ses composants.

L'ensemble contribue donc à cette odeur si caractéristique d'après-pluie. Pour nous, humains, elle n'a pas d'autre signification. Mais pour les petits organismes du sol - consommateurs de bactéries, en particulier - elle indique que le garde-manger est ouvert... ou à éviter ! Un article récent vient en effet de préciser que le petit ver nématode bien connu des scientifiques tend à surveiller son alimentation lorsqu'il perçoit cette odeur, certaines actinobactéries étant toxiques pour lui. En revanche, la même odeur sonne le début du repas pour les collembolés (voir photo ci-contre), ces micro-insectes aptères qui raffolent des spores. Chacun y trouve une information qui lui convient. L'homme, lui, la retrouvera dans le bouquet de certains vins jugés terreux (dits «géosminés»), à condition qu'ils ne le soient pas trop. Et là, c'est juste une affaire de goût. ^A

► *Science*, 2022; 376: 259 et *Appl. Environ. Microbiol.* 10.1128/aem.00093-22

Perturbations adultes

Il y a quelques dizaines d'années, on découvrait qu'en plus de ceux qui étaient ouvertement réputés nuisibles pour la santé, plusieurs produits chimiques qui concourent à notre environnement immédiat étaient plus spécifiquement perturbateurs de notre système endocrinien. Parmi les premiers à être identifiés, les phtalates. Il s'agit d'assouplissants des matières plastiques que l'on retrouve dans nombre d'ustensiles à usage alimentaire et en contact avec notre alimentation (barquettes, etc.). C'est aussi à l'époque, faut-il le rappeler, qu'une diminution significative de la qualité du sperme humain a été notée.

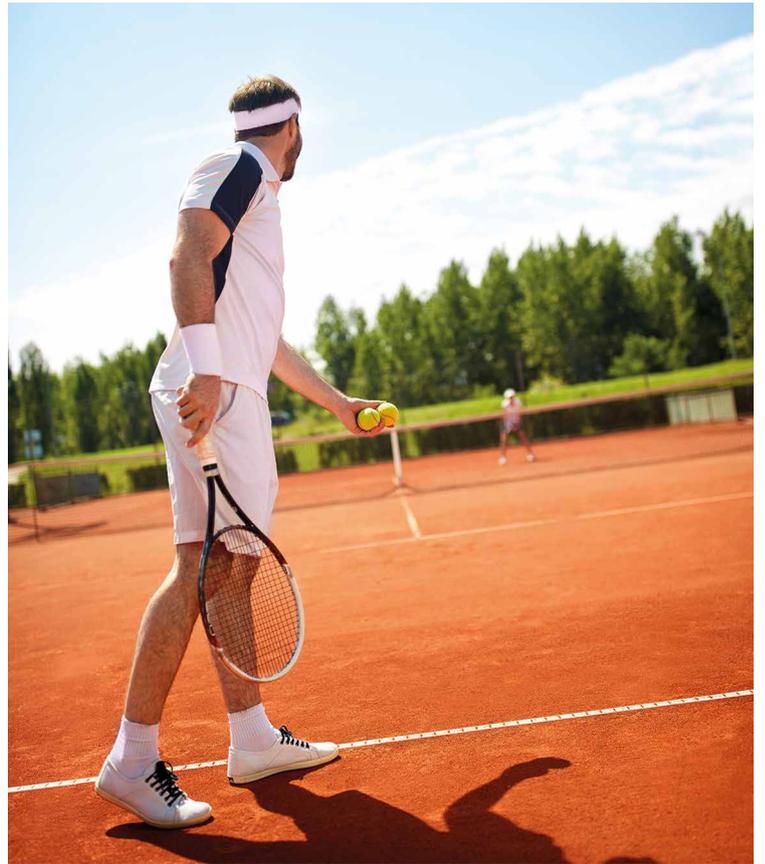
Depuis cette époque, nombre d'études ont été menées et l'utilisation de plusieurs de ces produits réputés perturbateurs endocriniens a été réglementée ou interdite. On a en effet établi un lien entre certains de ces produits et une altération du profil hormonal des embryons et fœtus mâles en cours de développement utérin. Des effets ont déjà été notés à la naissance, comme une conformation anormale du pénis parfois, ainsi qu'une réduction de la distance ano-génitale. Et, à l'âge adulte, c'est l'altération du sperme qui a complété le tableau clinique d'altération endocrine et sexuelle.

Aujourd'hui, ce seraient plus de 800 produits qui seraient à ranger dans cette catégorie de perturbateurs, ce qui laisse entrevoir que de nombreuses études sont encore à envisager, notamment pour savoir si des altérations peuvent également survenir chez des adultes. De telles études sont en cours depuis un certain temps déjà avec le concours toujours aussi involontaire de souris en laboratoire. Une des dernières à avoir été publiées concerne l'effet d'un phtalate en particulier, bien présent dans notre environnement alimentaire immédiat; Il s'agit du di(2-ethylhexyl)phtalate. Une cohorte de souris en a reçu en complément alimentaire à la dose journalière tolérable, une autre à la dose «environnementale», celle à laquelle nous sommes soumis, une troisième à un mélange de différents phtalates à la même dose et le tout a été confronté à des souris témoins. Le traitement a été mené pendant 6 semaines tant avec des mâles que des femelles. La première attention a été portée aux comportements sexuels qui précèdent l'accouplement: émission et sensibilité aux phéromones, attirance par l'autre sexe, réponse par des cris du mâle ou position en lordose pré-copulatoire chez la femelle. Comme on pouvait s'y attendre, ces paramètres ont été altérés, tant

Le sport dans la tête

Ceux qui le pratiquent disent que ça leur fait du bien. Les autres affirment que ça leur permet de faire l'économie de soucis multiples, articulaires et autres. Ils ont sans doute tous un peu raison. Mais, sans excès, la pratique du sport apparaît régulatrice de nombreuses fonctions métaboliques ainsi que, souvent, de la prise excessive de poids. Bref, s'astreindre de façon régulière et modérée à de l'exercice physique est le garant d'une saine hygiène de vie.

Voilà pour l'essentiel de ce dont bénéficie la partie somatique du corps. Mais qu'en est-il de la fonction cérébrale ? Un a priori laisse entendre qu'un bénéfice est à trouver de ce côté-là également. Encore faut-il en valider la réalité par des mesures et des tests. C'est ce qu'ont fait des chercheurs d'orientations multiples. Ils ont d'abord travaillé avec des souris soumises ou non à un exercice régulier. Ils ont recherché les différences qu'ils pouvaient noter dans le registre cérébral. Ils ont en particulier remarqué une différence dans le développement de l'hippocampe. Cette structure paire du cerveau tient un rôle important dans la mémoire et dans l'orientation spatiale. Elle se situe dans le lobe temporal médian, juste sous le cortex. Et l'examen comparatif de cette structure



chez le rat a permis de mettre en évidence un effet neurogénétique plus important chez l'animal amené à pratiquer un exercice régulier que chez le témoin. à ce niveau.

L'examen biochimique a ensuite permis de mettre en évidence le fait que l'effet de l'activité physique sur la genèse de neurones dans l'hippocampe est traduit par la libération de la protéine de transport de sélénium antioxydant, la sélénoprotéine P (SEPP1). Cette observation a pu être confirmée par la négative grâce à des souris *knockout*, c'est-à-dire dont la transcription du gène responsable de la synthèse de cette protéine a été inhibée. Si SEPP1 est impliquée, c'est également le cas de son récepteur désigné, la protéine 8. L'effet du sélénium a été confirmé par l'infusion directe de cet élément dans le cerveau des rongeurs expérimentaux: on a vu se multiplier le nombre de cellules précurseurs de neurones dans les hippocampes.

Le bénéfice de ces expériences est double: non seulement il confirme l'effet d'une pratique sportive (ou au moins physique) régulière sur le développement des hippocampes (centres de la mémoire), mais il met en évidence la médiation offerte par le sélénium et ses voies métaboliques. Inutile pour autant de se lancer sur les compléments alimentaires: non seulement on trouve des sources variées de cet oligoélément dans notre alimentation riche (70 microgrammes/jour constituant la dose recommandée), mais un excès - plus de 200 microgrammes quotidiens - pourrait avoir des effets négatifs, notamment sur la prostate. Les fruits secs sont des sources classiquement rapportées. Mais on en trouve aussi ailleurs.

Pratique sportive, sélénium et mémoire semble constituer un trier gagnant. En n'oubliant pas que la perte de mémoire peut aussi constituer un signe avant-coureur de la maladie d'Alzheimer... A

pour le groupe qui a reçu les plus fortes doses que pour celui qui a été soumis au mélange.

Il serait un peu vain de faire la liste de tous les effets observés. Chez la femelle, il semble que le récepteur à la progestérone soit la cible préférentielle des perturbateurs testés; des effets compatibles avec ceux qui ont déjà été observés chez la femme. Et si la souris femelle semble plus sensible au perturbateur testé, c'est surtout à un niveau central (cérébral) que ce dernier opérera. Outre ceux qui sont connus pour l'embryon et le fœtus, il existerait donc bien des effets perturbateurs marqués chez l'adulte aussi. Ce qui ne fait que renforcer l'attitude de prévention à avoir vis-à-vis de ces «faux-frères» chimiques. A

► **Médecine/sciences, 2021; 37(11): 973-976**

► **Cell Metab, 2022; 34(3): 408-423**



Le vieillissement par l'intérieur

Personne n'ignore que le seul fait de naître nous offre une fin inéluctable et chacun souhaite qu'elle soit la plus tardive possible. Dans cette perspective, de nombreuses dispositions sont connues que chacun a la liberté de mettre en œuvre; elles tiennent à l'hygiène de vie en général et à un exercice physique raisonné en particulier. Cela n'empêchera jamais la mort, mais sera probablement de nature à offrir une fin de vie peut-être plus longue ou en tout cas moins perturbée par les dérèglements multiples. Il n'empêche que le simple fait de vieillir est un des facteurs qui prédisposent à l'émergence de cancers. Ceux-ci surviennent le plus souvent après l'âge de 60 ans et Otto von Bismarck ne l'ignorait pas lorsqu'il a fixé l'âge de la retraite à 65 ans au 19^e siècle. Non seulement la vie de labeur avait-elle, à l'époque, déjà pris son écot de vies humaines, les conflits avaient fait de même et l'usure des corps pas toujours bien entretenus faisait le reste. Nous n'en sommes plus là aujourd'hui; nous vivons plus longtemps mais la fin reste la même. C'est donc que nous portons en nous les ferments de notre fin de vie. En d'autres termes, nous sommes génétiquement et physiologiquement programmés pour cela.

Simple hypothèse ? Pas du tout. Des recherches de plus en plus nombreuses nous en apportent la preuve. Nous sommes, on le sait, conditionnés par 20 000 gènes environ dont certains sont

pléiotropes. C'est-à-dire ? Simplement qu'ils sont impliqués dans plusieurs processus différents. Rien d'anormal à cela sauf que certains d'entre eux le sont dans des processus antagonistes. C'est le cas de certains gènes qui favorisent la reproduction: ils entreraient aussi dans l'induction du vieillissement. D'un point de vue évolutif pour l'espèce, c'est tout bénéfique. Mais à titre individuel, c'est nettement moins drôle, vu que l'âge est générateur de misères diverses. Et on en trouve des signes multiples.

Connaissez vous par exemple l'acide méthylmalonique ? Il est présent dans toutes nos cellules, où il est impliqué dans un processus naturel de dégradation qui concerne en particulier la vitamine B12. Or, on a noté qu'il avait tendance à s'accumuler dans les cellules et le sérum de personnes vieillissantes. Cette accumulation aurait-elle un rôle néfaste ? On le pense. Si on ajoute en effet cet acide à des cellules cancéreuses en culture, on note d'emblée leur modification avec la production de marqueurs de progression métastatique. Un lien a pu être mis en évidence: il passerait par l'activation de facteurs de transcription comme SOX4 ou des facteurs de croissance tel que TGF- β , soit autant d'éléments qui peuvent favoriser un développement tumoral.

Bref: nous sommes marqués par un destin mortifère jusqu'au cœur de nos cellules ! Que faire ? Sans doute pas grand-chose sauf à se placer dans les conditions qui permettent d'éviter l'éclosion de tumeur cancéreuses avant d'atteindre un âge élevé. On peut aussi espérer que la recherche va trouver le moyen d'annihiler les effets de cet encombrant acide qui a tendance à s'accumuler avec des effets potentiels peu réjouissants. D'ici-là, autant faire «avec» et s'offrir une bonne vie... C'est ce qui doit s'appeler une saine philosophie de vie ! A

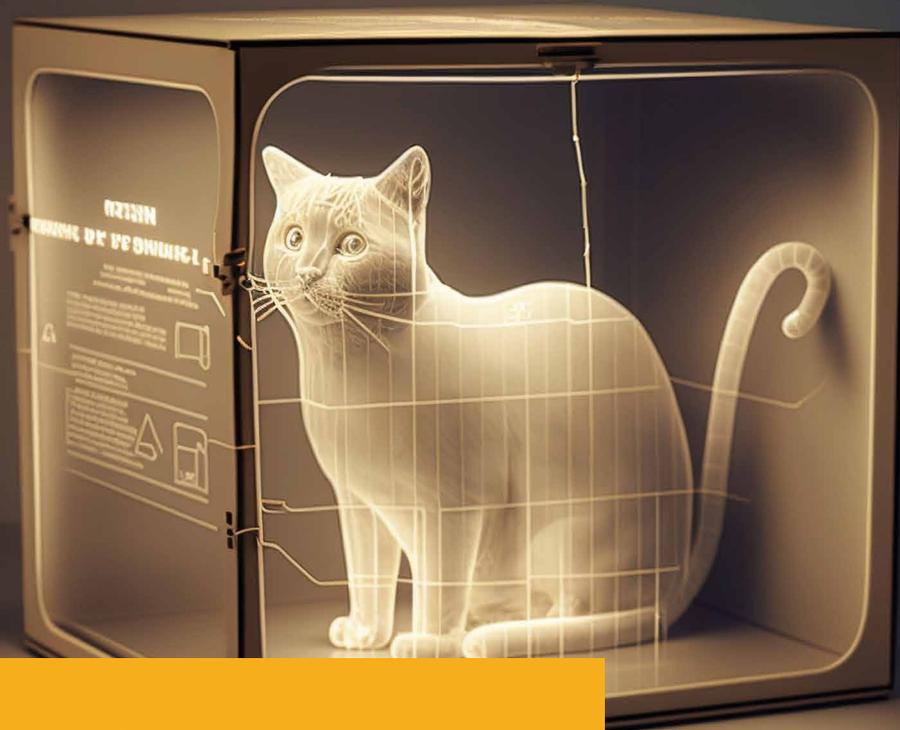
► *Médecine/sciences* 2021; 37(12): 1176-1177



Voir la vidéo

BIO ZOOM

Elle a sans aucun doute inspiré certaines créatures de science-fiction tant elle est fascinante. La squille multicolore (*Peacock mantis shrimp* ou *Odontodactylus scyllarus*) vit dans les eaux tropicales des océans indo-pacifiques. Ne vous fiez pas à ses jolies couleurs, la squille mante paon est un prédateur féroce dotée d'un arsenal redoutable: des pinces en forme de marteau ou d'éperon qu'elle peut lancer à 120km/h (pouvant briser la vitre d'un aquarium), une vision ultra sophistiquée à 360° grâce à ses 2 yeux indépendants et orientables, qui distinguent une dizaine de nuances de couleurs de plus que les humains, ainsi que la lumière polarisée, les infrarouges et les UV.



Le petit chat est mort (ou pas)

Le célèbre chat imaginé par Schrödinger en 1935 pour son expérience de pensée s'est incarné en un... cristal de quelques microgrammes. Le plus lourd utilisé jusqu'à présent

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

PHOTOS : @CHIKA - STOCK.ADOBE.COM (P47), @YIWEN CHU/ETH ZURICH (P48)

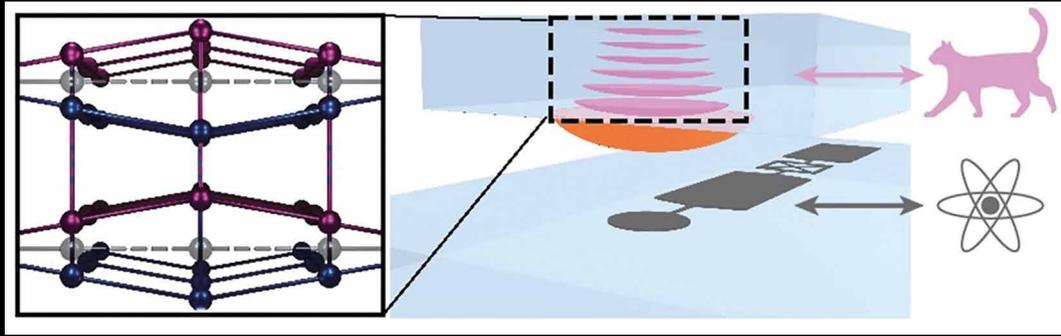
Il y a bien sûr le chat botté, celui de Geluck, Garfield ou Tom, tous célèbres, en bonne place dans notre imaginaire. Mais aucun n'est aussi étrange que le chat de Schrödinger, le seul à pouvoir être à la fois vivant et mort. Il faut dire que ce dernier relève du domaine de la physique quantique, domaine où, on le sait, il se passe des choses étranges et déconcertantes.

Onde et particule

Un peu d'histoire. Depuis le début du 20^e siècle, on sait que la lumière est à la fois une onde et une particule. Les particules peuvent être dénombrées et leur position connue; les ondes s'étendent partout dans l'espace. Pour réconcilier ces deux pans d'une même réalité, on dit que la lumière se trouve dans plusieurs états à la fois. C'est le principe majeur du monde quantique, celui de superposition qui s'applique à toutes les particules. C'est pourquoi un électron par exemple a x% de chances de se trouver à un endroit A, y% à un endroit B et z% à un endroit C. Mathématiquement parlant, la position d'une particule est donc établie selon une loi de probabilité dite fonction d'onde dont Schrödinger établit la formule en 1925. Mais le caractère probabiliste de son interprétation physique va fortement troubler beaucoup de physiciens, Einstein en tête (d'où sa célèbre formule «*Dieu ne joue pas aux dés*»). En 1935, Schrödinger lui-même imagine une expérience de pensée pour montrer les limites de l'interprétation «classique» du monde quantique.

Le dispositif conçu par le physicien autrichien est simple: un chat est enfermé dans une boîte sans aucune ouverture. Il y côtoie une substance radioactive, un compteur Geiger (appareil qui enregistre les radiations) et un flacon contenant un gaz mortel. On suppose que pendant un laps de temps donné, une heure par exemple, un atome de la substance pourra - ou non - se désintégrer. L'incertitude vient du fait que le phénomène de désintégration (qui relève de la physique quantique) est totalement aléatoire; on ne peut pas le prédire. S'il se produit, il déclenche le compteur Geiger qui, à son tour, déclenche un mécanisme qui vient briser le flacon. Le chat respire alors le poison et meurt. Les observateurs que nous sommes n'ont aucun moyen de savoir ce qui se passe dans la boîte. Ce n'est qu'en ouvrant celle-ci qu'ils peuvent constater si le chat est toujours vivant ou s'il est mort. Avant cela, le chat se trouve donc dans un état de superposition quantique (il est considéré comme un objet quantique, ce qu'il n'est évidemment pas puisqu'il est macroscopique, mais nous sommes dans une expérience de pensée !), donc à la fois vivant et mort. Schrödinger a choisi un être vivant pour renforcer le caractère absurde de l'interprétation, tant il est évident pour tout le monde qu'un être vivant ne peut être à la fois vivant et mort. L'ambiguïté est levée lorsque l'observateur ouvre la boîte. Ce moment s'appelle la décohérence quantique: quand on cherche à découvrir dans quel état est un système quantique, il s'en choisit un de manière aléatoire; la fonction d'onde «s'effondre» sur un des 2 états possibles.

Dans l'expérience réalisée à l'ETH, le chat de Schrödinger est remplacé par un cristal oscillant (en haut et partie agrandie à gauche), tandis qu'un circuit supraconducteur (en bas), couplé au cristal, joue le rôle de l'atome qui se désintègre.



Grain de sable

Mais pourquoi en va-t-il ainsi ? Pourquoi un objet quantique peut-il se trouver dans un état de superposition mais pas un objet macroscopique ? Et où se situe la limite de l'objet quantique ? Une particule, un atome, une molécule ?

C'est dans ce cadre qu'il faut situer l'expérience réalisée à l'École polytechnique fédérale de Zurich sous la direction de Yiwen Chu et dont les résultats ont été publiés dans *Science* en avril dernier ⁽¹⁾. Car pratiquement dès sa formulation, les physiciens n'ont eu de cesse de transposer l'expérience de Schrödinger dans le monde réel. Pas avec des chats ni avec d'autres êtres vivants bien sûr mais au fil des décennies avec une particule, un atome ou même une molécule.

Ici, le rôle du chat est tenu par un cristal qui oscille, un «gros» cristal de 16 microgrammes (l'équivalent d'un grain de sable fin, précisent les chercheurs), plusieurs milliards de fois plus lourds que dans des expériences précédentes. De même, pas d'atome qui se désintègre mais un circuit supraconducteur sous la forme d'un qubit (bit quantique) qui peut avoir les états logiques 0 ou 1 mais aussi la superposition des 2, soit 0+1. Pour faire le lien entre le chat et le qubit, pas de compteur Geiger ni de poison mais un matériau piézoélectrique qui génère un champ électrique quand le cristal change de forme lors de ses oscillations. Ce champ est couplé au circuit électrique (qubit), ce qui permet de transférer l'état de superposition du qubit vers le cristal. Les chercheurs ont constaté que le cristal pouvait osciller simultanément dans 2 directions, ce qui correspond aux 2 états «mort» et «vivant» du chat.

effets quantiques disparaissent dans le monde macroscopique. Une explication en vigueur depuis plusieurs décennies est basée sur un phénomène appelé décohérence quantique. En principe, mathématiquement, il n'y a pas de problème: même nous, nous pourrions être dans des états superposés. Sauf que, nous dit toujours la physique quantique, chaque particule interagit avec son environnement. Et plus l'objet est massif, composé de milliard de milliards d'atomes, plus il y a d'interactions. Par interaction avec son environnement, on entend l'éclairage d'un objet (interaction avec les photons), une mesure, etc. On a ainsi démontré mathématiquement que chaque interaction déphase les fonctions d'onde des états les unes par rapport aux autres et donc la probabilité d'observer un état superposé tend très vite vers zéro.

Pour rester quantique, il faut donc être dans un environnement le plus «vide» possible, le plus isolé. On a ainsi calculé que dans l'air, une molécule complexe ne va mettre que 10-30 sec. pour perdre son état quantique et rejoindre le monde macroscopique, c'est-à-dire pour que la probabilité d'états superposés soit négligeable. Mais dans le vide intergalactique où ne règne guère que le fonds diffus cosmologique à 3K, il se passera environ 32 000 ans pour arriver au même stade.

Ceci a une conséquence pratique très importante: l'avenir de l'informatique passe par des ordinateurs quantiques c'est-à-dire par la possibilité de manipuler des états superposés. On comprend donc mieux les efforts réalisés pour éviter que ces états ne disparaissent (ils ne demandent que cela !) en isolant au maximum ce type d'ordinateur. ^A

L'émergence du macroscopique

Les chercheurs n'entendent pas s'arrêter en si bon chemin et ils vont encore faire grossir leur chat. Car là est l'intérêt académique de la recherche: mieux comprendre pourquoi et comment les

⁽¹⁾ *Schrödinger cat states of a 16-microgram mechanical oscillator.* Marius Bild et al. *Science*, 20 Apr 2023. Vol 380, Issue 6642.

Quoi de neuf dans l'espace ?

La plus grande et la plus puissante fusée du monde développée par *SpaceX*, *Starship*, a explosé 4 minutes seulement après son décollage le jour de son tout premier vol d'essai. Le lanceur spatial super-lourd réutilisable - en théorie - a été sélectionné en 2021 par la *Nasa* pour constituer l'atterrisseur lunaire du programme américain *Artemis*: il doit permettre un retour de l'Homme sur la Lune fin 2025 avec la mission *Artemis III*, et pourrait aussi tenir un rôle important dans l'exploration humaine de Mars. De solides ambitions que l'on peut questionner au vu de l'issue du premier vol test...

TEXTE: FLEUR OLAGNIER • FLEUR.OLAGNIER@GMAIL.COM

Que s'est-il passé ?

Le jeudi 20 avril dernier, dans un impressionnant fracas, la fusée *Starship* de 120 m de haut a décollé depuis la base spatiale de *SpaceX* à l'extrême sud du Texas. *Starship* est à la fois plus grande que la nouvelle méga-fusée de la *Nasa* *SLS* qui s'est envolée pour la première fois en novembre, et que la légendaire *Saturn V*, fusée du programme lunaire *Apollo*. Scruté de toute part, l'engin noir et argenté semblait se comporter normalement pendant les premières minutes du vol. Mais les choses se sont gâtées quand la fusée a commencé à changer d'orientation puis à effectuer des rotations sur elle-même à près de 2 000 km/h... Avant que la séparation du premier étage *Super Heavy* équipé de 33 moteurs et de l'étage supérieur constitué du vaisseau *Starship* ne puisse avoir lieu, l'engin a explosé au-dessus de la mer à environ 30 km d'altitude. Une explosion qualifiée par *SpaceX* de «*rapid unscheduled disassembly*», un «démontage rapide et imprévu». Si la séparation du *Super Heavy* s'était



Le décollage, ce 20 avril, de la fusée *Starship* et son explosion quelques minutes plus tard.

déroulée correctement, le vaisseau *Starship* aurait ensuite allumé ses 6 moteurs et continué seul son ascension, jusqu'à plus de 150 km d'altitude, avant de retomber dans l'océan Pacifique près d'Hawaï.

Un échec, vraiment ?

Malgré l'apparent fiasco de ce premier vol, *SpaceX* affiche un solide optimisme. Le CEO de l'entreprise Elon Musk a félicité ses équipes et salué un «formidable» test. «*Nous avons beaucoup appris pour le prochain essai de décollage dans quelques mois*», a-t-il tweeté. Pour sa part, Kate Tice, ingénieure chez *SpaceX*, a déclaré lors du direct vidéo: «*Nous avons réussi à quitter le pas de tir, ce qui honnêtement était tout ce que nous espérions*». Un bilan positif donc, même si l'ambitieux objectif d'atteindre une vitesse suffisante pour se mettre en orbite puis rentrer dans l'atmosphère n'a pas été atteint. «*Toute grande réussite dans l'Histoire a demandé un certain niveau de risques calculés*», a commenté de son côté Bill Nelson, le patron de la *Nasa*.

Quels enjeux pour le(s) prochain(s) vol(s) ?

La fusée a déjà des clients: le premier vol avec équipage de *Starship* doit être effectué avec le milliardaire américain Jared Isaacman. Le milliardaire japonais Yusaku Maezawa et l'Américain Dennis Tito (le premier touriste spatial de l'histoire) ont également dit vouloir embarquer pour un voyage autour de la Lune. Pourtant, on ne sait pas encore quand *SpaceX* programmera son prochain vol d'essai. À terme, *Super Heavy* devra être capable de revenir se poser contre sa tour de lancement, équipée de 2 bras pour l'immobiliser, tandis que le vaisseau *Starship* se posera sur Terre à l'aide de rétrofusées. Mais même une fois *Starship* revenu au sol en toute sécurité, il ne sera pas prêt à se rendre sur la Lune, et encore moins sur Mars... En effet, *Starship* utilise la majeure partie de son carburant pour se mettre en orbite; pour quitter cette orbite, il doit ensuite re-remplir ses réservoirs de méthane et d'oxygène liquide. Pour cela, *SpaceX* doit donc encore développer 2 autres variantes du vaisseau... 

À la Une du cosmos

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

Didymos-Dimorphos System

Sep 27 01:06:21 | T+1.9 hrs

ejecta cone

Sep 28 17:06:51 | T+1.7 days

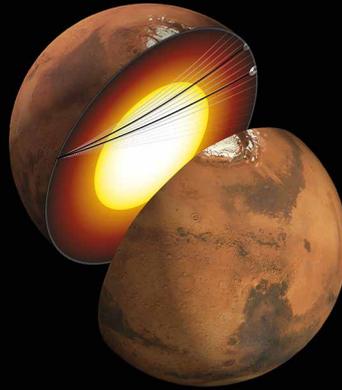
curved ejecta stream

Oct 08 19:62:10 | T+11.9 days

double tail formation

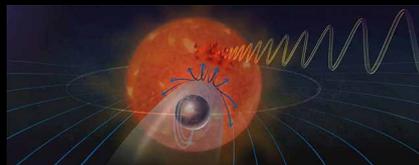
La mission DART a permis d'obtenir plusieurs résultats scientifiques. L'impact a augmenté temporairement la luminosité du système d'un facteur 10, et correspond à une éjection d'environ mille tonnes de matière (soit moins d'un demi-pourcent de la masse totale de la lune Dimorphos). Le déroulement de l'éjection a d'abord produit un cône d'éjection, puis une spirale quand les éjecta ont été entraînés par la rotation, puis une queue suite à l'action de la pression de radiation. L'éjection comprenait pas mal de poussières fines au départ, mais de plus gros morceaux ont été ensuite détectés. Enfin, la lune Dimorphos aurait une densité moitié de celle de la Terre et l'astéroïde Didymos tourne si vite que des roches s'en détachent à l'équateur - certaines peuvent se déposer sur son satellite...

CRÉDITS: DART



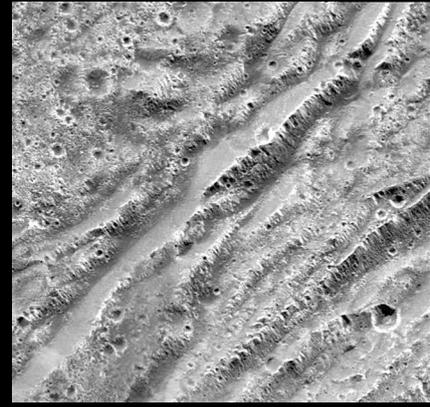
Du neuf pour la planète rouge... ❶ L'eau serait plus abondante qu'on ne le pensait, selon l'observation de dunes martiennes par le rover chinois *Zhurong*. ❷ Les données de la sonde *InSight* ont permis de détecter pour la première fois des ondes sismiques traversant le noyau de Mars. Elles révèlent que la planète a un noyau liquide riche en soufre et en oxygène, ce qui aide à comprendre la façon dont les planètes terrestres évoluent.

CRÉDITS: NASA/JPL - VUE D'ARTISTE



Un signal radio en provenance de YZ Ceti a été repéré. Il provient des interactions entre la matière stellaire et le champ magnétique de la planète rocheuse YZ Ceti b. Une précision: les aurores se produiraient sur l'étoile, pas la planète !

CRÉDITS: NSF - VUE D'ARTISTE



Ça change une lune ! Le jeune Jupiter était si brillant qu'il a chauffé sa lune la plus proche, Io, et lui a enlevé ses glaces. De plus, des tremblements de terre sur les lunes de Jupiter et Saturne provoqueraient des glissements de terrain qui conduiraient au final au terrain remarquablement lisse que l'on observe à leur surface.

CRÉDITS: GALILEO



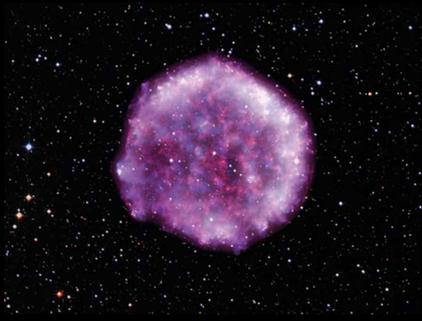
Le *JWST* a observé le système TRAPPIST-1 et révèle que le côté jour de l'exoplanète TRAPPIST-1 b a une température d'environ 500 K et qu'il n'y a probablement pas d'atmosphère significative.

CRÉDITS: NASA/ESA/CSA - VUE D'ARTISTE



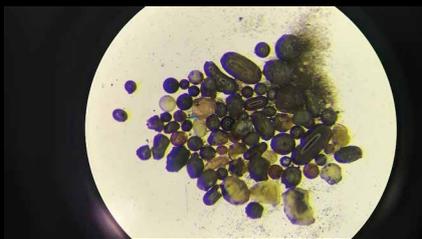
De petites étoiles possèdent des planètes géantes or ce n'est pas prévu par les théories de formation planétaire...

CRÉDITS: NASA/JPL - VUE D'ARTISTE



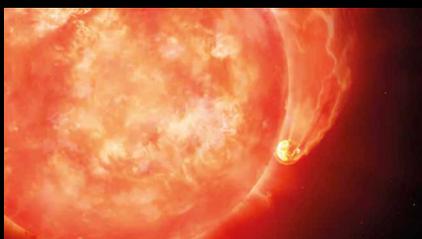
L'observatoire spatial *IXPE* étudie la polarisation des rayons X, notamment après une explosion de supernova. Pour la supernova de Tycho, il a permis de reconstruire la géométrie des champs magnétiques à proximité de l'onde de choc et étudier la manière dont les particules y sont accélérées. Pour les pulsars de Vela et du Crabe, il a détecté une polarisation élevée et un champ magnétique en forme de donut...

CRÉDITS: IXPE/CHANDRA/DSS



Des perles de verre collectées sur la Lune par la sonde *Change' 5* comportent de l'eau, qui provient de l'impact du vent solaire sur notre satellite.

CRÉDITS: CHINA ACAD. OF GEOL. SCIENCES



On avait repéré des naines blanches ayant dévoré des planètes, l'événement ZTF SLRN-2020, qui a vu une étoile briller 100 fois plus fort que d'habitude, correspondrait à une étoile de type solaire qui fait pareil...

CRÉDITS: GEMINI/NOIRLAB · VUE D'ARTISTE



ZTF20abrbeie, surnommé *Scary Barbie*, est très brillant - il s'agit en fait d'un trou noir en train de festoyer sur une étoile. Par contre, près de trous noirs de masse intermédiaires, les étoiles peuvent tourner quelques fois mais ensuite elles partent sans avoir été démembrées...

CRÉDITS: SCIENCE PHOTO LIBRARY · VUE D'ARTISTE



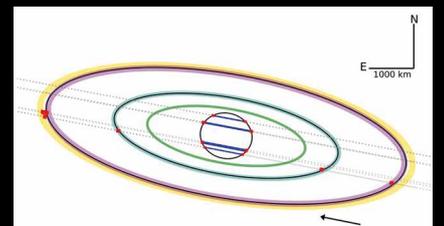
L'étude de la nébuleuse Cygnus X avec l'observatoire volant *SOFIA* révèle une formation stellaire ultra-rapide, un million d'années seulement !

CRÉDITS: SOFIA



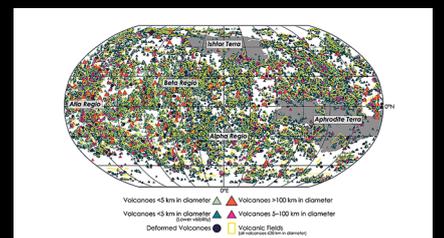
Les télescopes spatiaux *XMM-Newton* et *Chandra* ont observé Hercules X-1, un système binaire dans lequel une étoile à neutrons aspire la matière d'une compagne semblable au Soleil. Profitant que le système précède, changeant la perspective sur ses composantes, les vents associés au disque d'accrétion ont été cartographiés.

CRÉDITS: MIT · VUE D'ARTISTE



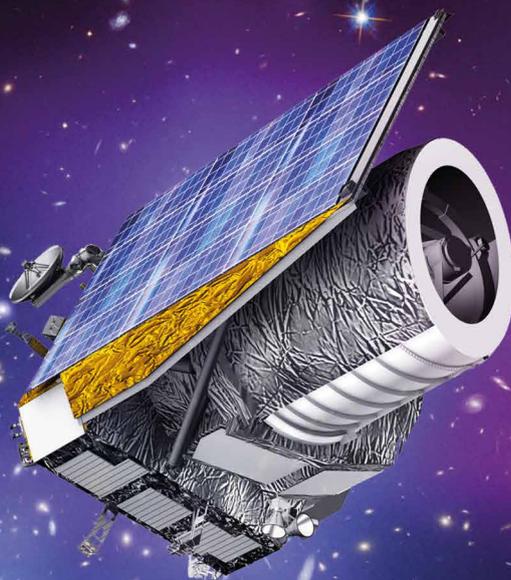
On a découvert un second anneau autour de la planète naine Quaoar: il est tout aussi improbable que le premier, puisqu'il se trouve au-delà de la limite de Roche (en vert sur le schéma).

CRÉDITS: PEREIRA ET AL.



Vénus la volcanique se dévoile. Des images de la sonde vénusienne *Magellan* montrent que le volcan Maat Mons a considérablement changé entre février et octobre 1991, un indice d'activité volcanique. En parallèle est publiée une carte de 85 000 volcans vénusiens. Enfin, de nouvelles simulations suggèrent que Vénus n'a probablement jamais été habitable.

CRÉDITS: WASHINGTON UNIVERSITY



Euclid, la relativité générale d'Einstein remise en question ?

Ce mois de juillet, un nouveau télescope spatial va s'envoler au point de Lagrange L2, tout proche du *James Webb Space Telescope*. Nommé *Euclid*, le satellite a la particularité d'observer sur un champ très large, ce qui va lui permettre d'obtenir de très fines images de quasiment tout le ciel. De fil en aiguille, l'objectif est de déterminer la répartition de la matière noire et les propriétés de l'énergie noire dans l'Univers, pour ainsi affiner les modèles cosmologiques existants.

Des découvertes qui pourraient remettre en question pas moins que la loi de la gravitation de Newton, ou même la théorie de la relativité générale d'Einstein...

TEXTE: FLEUR OLAGNIER • FLEUR.OLAGNIER@GMAIL.COM

PHOTOS: © ESA, C. CARREAU (P.52), © CSL (P.53), © ESA-S. CORVAJA (P.54)

Plus petit que *Hubble* et que le *James Webb Space Telescope (JWST)*, mais ne vous fiez pas à sa taille, l'observatoire spatial *Euclid* s'apprête à révolutionner la cosmologie. Avec un décollage prévu ce mois de juillet, le télescope sera bientôt voisin du *JWST* qui observe le ciel depuis l'été dernier à partir du point de Lagrange L2, à 1,5 million de kilomètres de la Terre. À l'étude depuis près de 20 ans et accepté par l'Agence spatiale européenne (*Esa*) en 2011, *Euclid* a pour objectif principal d'observer dans l'infrarouge et le visible les galaxies sur un tiers de la voûte céleste. Ce très large champ est son principal atout. Pendant une durée nominale de 6 ans, le satellite va s'intéresser à la matière noire et à l'énergie noire dans l'Univers. En fonction de ses découvertes, ce petit télescope pourvu d'un miroir de 1,2 m de diamètre pourrait bien faire basculer... la théorie de la relativité générale d'Einstein ! «Il y a vraiment le risque que le modèle cosmologique actuel s'effondre avec les résultats d'Euclid», lance Dominique Sluse, astrophysicien spécialiste des lentilles gravitationnelles à l'Université de Liège.

Des tests fondamentaux en Belgique

Euclid va être lancé par une fusée *Falcon 9* de *SpaceX*. C'est la première fois que la société d'Elon Musk envoie un engin spatial au point de Lagrange L2, le plan initial d'utiliser un



Soyouz ayant été compromis par la guerre en Ukraine, et le plan B de se tourner vers Ariane 6 ne rentrant pas dans les délais. C'est en Belgique, au Centre spatial de Liège (CSL), que le télescope a subi une série de tests fondamentaux. Le maître d'œuvre d'Euclid, Airbus Defense and Space à Toulouse, a choisi le centre belge pour ses pots vibrants en environnement ultra-propre (de classe ISO 5), une installation assez rare, et sa cuve de 5 m de diamètre elle aussi normée ISO 5. «Notre principale force est le couplage entre ces installations et notre expertise en optique spatiale et en analyse thermique et cryogénique», assure Christophe Grodent, directeur commercial du CSL.

Le centre belge a effectué les essais de vibration des 2 instruments d'Euclid: l'imageur en lumière visible VIS et le spectro-imageur infrarouge NISP. «Ces tests ont permis de reproduire les contraintes vibratoires induites par le lancement, pour s'assurer que les instruments résisteront mécaniquement et fonctionneront nominalement une fois à destination», explique Christophe Grodent. De plus, le CSL a réalisé le test de l'instrument scientifique complet dans sa cuve de 5 m de diamètre. «Nous avons conçu et fabriqué un set up de test pour refroidir à -250 °C les panneaux thermiques qui entourent l'instrument et ce, pendant 60 jours en continu. Nous avons ainsi vérifié la résistance d'Euclid aux conditions spatiales», complète Christophe Grodent.

Un très très grand champ

Pas moins de 1500 chercheurs issus de 300 laboratoires en Europe et une quarantaine de scientifiques aux États-unis sont impliqués dans la mission et attendent avec impatience les premières

images du télescope qui devraient nous parvenir en octobre. «La caractéristique principale d'Euclid est d'être capable de regarder de très grandes régions du ciel en une seule observation, c'est-à-dire en une seule image, précise Dominique Sluse. Ainsi, 5 jours d'observations d'Euclid seulement devraient correspondre à 30 ans d'images obtenues par Hubble ! Le télescope va observer avec le Soleil dans son dos pour garantir une température constante et donc d'excellentes stabilité et qualité d'image. Même si la finesse de l'image sera un peu inférieure à celle de Hubble, combinée au très grand champ de vision, cela va permettre de réaliser des mesures ultrafines de la forme des galaxies avec une précision inégalée».

Objectif: déterminer de manière précise et complète comment les galaxies se répartissent dans l'espace à différents âges, en remontant jusqu'à il y a environ 10 milliards d'années (quand l'Univers en avait 3,8 milliards). Autrement dit, on souhaite cartographier l'Univers en 3D à un âge donné et sur une très grande région du ciel. Le but est aussi de voir comment les galaxies et les grandes structures qu'elles forment, les amas, évoluent au cours du temps.

«La forme des galaxies est fondamentale pour déterminer l'effet de lentille gravitationnelle faible, c'est-à-dire l'effet perturbatif qui fait que les objets lointains nous apparaissent déformés, comme lorsqu'on regarde au travers du pied d'un verre à vin, image Dominique Sluse. L'étude précise de cet effet va nous donner des informations détaillées sur la distribution de masse lumineuse... et non lumineuse ! C'est-à-dire la matière noire.» En combinant ce sondage de la matière noire et les statistiques de distribution à grande échelle

1. La résistance aux vibrations des deux instruments d'Euclid a été testée en Belgique

2. Le satellite Euclid a subi plusieurs séries de tests au Centre spatial de Liège (CSL)



des galaxies, les scientifiques vont pouvoir contraindre les paramètres cosmologiques et la distribution de matière afin d'améliorer les modèles cosmologiques. À noter que tout cela ne serait pas possible sans le spectromètre infrarouge d'*Euclid*, et la complémentarité avec les instruments au sol pour déterminer de façon précise la distance des galaxies.

L'énergie noire, clé de l'Univers en expansion accélérée ?

Outre la matière noire, *Euclid* a pour objectif de contraindre la nature de l'énergie noire et de déterminer son origine, donc indirectement de prouver son existence. D'après les théories actuelles, c'est en raison de cette énergie noire que l'Univers est aujourd'hui en expansion accélérée; alors que si l'on compare l'Univers à un gâteau aux raisins qui gonfle dans le four - les raisins sont les galaxies qui s'éloignent les unes des autres - il devrait grandir de moins en moins vite puisqu'il contient de moins en moins d'énergie par unité de volume. «*Nous allons essayer d'estimer l'importance de l'énergie noire à différents moments dans le temps pour voir si elle est constante ou si elle varie, décrypte Dominique Sluse. Cela pourrait remettre en question la théorie de la relativité générale d'Einstein, dans laquelle il n'y a pas d'énergie noire au sens strict mais une constante cosmologique pour expliquer l'expansion accélérée de l'Univers. Dans une autre hypothèse, c'est la théorie de la gravitation qu'il faudrait remanier.*» Les chercheurs de l'Université catholique de Louvain et de l'Université libre de Bruxelles s'intéressent notamment à ces modèles alternatifs de gravitation.

Parallèlement, *Euclid* va s'attaquer à plusieurs autres axes de recherches. À l'Université de Gand, plusieurs scientifiques vont s'intéresser aux galaxies proches et aux galaxies naines observées par *Euclid*. Dominique Sluse, quant à lui, espère découvrir de nouveaux objets célestes grâce au grand champ du télescope. Il vise par exemple les quasars et les galaxies lentillés, pour lesquels on a plusieurs images d'arrière-plan dues à un effet de lentille gravitationnelle fort. Ces objets sont très rares car l'effet de lentille gravitationnelle fort ne se produit que dans la configuration bien spécifique où les objets d'avant-plan et d'arrière-plan sont parfaitement alignés. Cela va sans dire, l'impatience des scientifiques est palpable. **A**

MAIS ENCORE...

La Nasa dévoile les 4 astronautes qui feront le tour de la Lune l'année prochaine

Les Américains Reid Wiseman, Victor Glover et Christina Hammock Koch, ainsi que le Canadien Jeremy Hansen, formeront l'équipage de la mission *Artémis 2* qui doit se rendre autour de notre satellite naturel en novembre 2024. C'est la première fois qu'une femme et qu'un Afro-américain (Victor Glover) vont côtoyer l'environnement lunaire. Le commandant de la mission Reid Wiseman et ses 3 acolytes seront les premiers êtres humains à voyager jusqu'à la Lune depuis la dernière mission *Apollo* en 1972. Les astronautes qui n'ont pas été sélectionnés peuvent toujours espérer prendre part à la mission suivante *Artémis 3*, qui prévoit un atterrissage sur la Lune fin 2025.

Le JWST offre un premier et très attendu résultat concernant le système Trappist-1

Trappist-1 se compose de 7 planètes de type Terre en orbite autour d'une étoile naine rouge à 40 années-lumière de nous. L'étude de ce système est l'un des objectifs prioritaires du télescope spatial *James Webb*, et la première découverte a été communiquée dans la revue *Nature*: la planète *Trappist-1b* serait dépourvue d'atmosphère. Cette planète est la plus proche de l'étoile et présente toujours la même face à son étoile. Les scientifiques ont mesuré la température du côté «jour», qui est plus élevée qu'elle ne le serait si une atmosphère permettait de redistribuer la chaleur vers le côté nuit. Cette mesure de température réalisée par l'instrument MIRI, le seul à observer l'Univers dans l'infrarouge moyen, est une prouesse.

(Voir article *Athena* n° 353, pp. 56-58)

Oumuamua : le premier objet interstellaire découvert serait finalement une comète

Depuis sa découverte il y a 5 ans, les scientifiques tentent de déterminer la nature d'Oumuamua. Les hypothèses se sont démultipliées, l'explication la plus immédiate qu'Oumuamua est une comète étant contredite par sa couleur tirant vers le rouge et une forme intermédiaire entre un «cigare» et un «pancake» qui ne possède pas de queue caractéristique. Toutefois, une nouvelle théorie publiée dans la revue *Nature* avance que l'objet est finalement bel et bien une comète ! Oumuamua aurait été éjecté de l'emprise gravitationnelle de son étoile puis «jeté» dans le milieu interstellaire. Une exposition prolongée au rayonnement cosmique aurait alors transformé ses molécules d'eau en hydrogène moléculaire. Piégée, cette glace d'hydrogène se serait ensuite sublimée en s'approchant de notre Soleil: la transformation en gaz aurait créé une poussée suffisamment importante pour accélérer Oumuamua aux valeurs mesurées ! Selon cette hypothèse, pas de halo ou de traînée car seul l'hydrogène moléculaire est expulsé, et non de plus grosses molécules entraînant des particules de poussière observables.

(Voir *Athena* n° 351, pp. 56-58)

À lire avec nos enfants

TEXTE: LUCIE CAUWE · LUCIE.CAUWE@GMAIL.COM
PHOTOS: NADEZHDA1906 · STOCK.ADOBE.COM (P.55),
DESIGNED BY JCOMP/FREEPIK (PP.56-57)



Les animaux



Qui va me manger ?, textes et illustrations d'Emilie Vast, *MeMo*, collection *Tout-petit MeMômes*, 40 p., 16 euros.

Un dialogue étonnant mais très réussi anime ce petit format superbe sur le plan graphique avec ses délicats aplats colorés. Ce sont des animaux qui parlent, de toutes les tailles et de tous les genres. En réalité, c'est toute la chaîne alimentaire qui nous est présentée à travers cette passionnante histoire. Tout commence quand la rose se flétrit parce qu'un puceron a aspiré sa sève. L'insecte ne va pas en profiter longtemps: une coccinelle l'avale. Elle-même est la proie d'une araignée... De double page en double page, on va découvrir qui mange qui, et glaner une foule d'informations intéressantes. La technique du renard pour maîtriser un hérisson par exemple. En peu de pages, l'auteure-illustratrice aborde de très nombreux aspects de cette chaîne, aussi bien l'animal qui meurt et dont la dépouille est récupérée, que l'être humain ou le moustique... Que de liens parfois invisibles à découvrir.

Pour tous, à partir de 4 ans.



De fleurs en fleurs, textes et illustrations d'Anne Crausaz, *MeMo*, 40 p., 22 euros.

Dans le n° 306 du magazine, je présentais le magnifique album de l'auteure-illustratrice suisse *L'oiseau sur la branche*. Si le titre de sa nouveauté en grand format est explicite, il ne dit pas tout. Il y sera spécifiquement question de la diversité des fleurs et de leurs techniques de pollinisation. Sur les doubles pages à fond de couleur sombre apparaît à droite un gros plan dessiné de la fleur choisie, légendé de son nom, tandis que la page de gauche montre une illustration de la même fleur dans son contexte cette fois, précédée d'une explication littéraire où la fleur raconte à la première personne ce qui lui arrive. Une abeille pour l'hydrangea, un carabe pour la tulipe, un papillon sphinx pour le lys martagon et ainsi de suite 15 fois en tout. Les textes sont très agréables à lire, à la fois scientifiques et narratifs. À part le zoom sur le myosotis qui paraît exagéré, les illustrations sont stupéfiantes de beauté et permettent de bien distinguer les détails des sujets abordés. Une façon originale et réussie de présenter un aspect de la nature.

Pour tous, à partir de 5 ans.



Le hérisson, texte de Benoît Broyart, illustrations de Léonie Koelsch, *La cabane bleue*, collection *Suis du doigt*, 32 p., 17 euros.

Ce documentaire ludique pour les plus jeunes, mais qui enrichira aussi les plus grands, propose au lecteur de suivre du doigt un des 2 itinéraires en pointillé dessinés sur chaque double page. Les récits commencent au réveil du hérisson, après un petit somme d'hiver de trois mois. Le chemin du haut donne des détails sur l'animal, celui du bas conduit au jardin en sa compagnie. Évidemment, on peut lire les 2 en même temps, ou changer d'avis et de chemin. À l'arrivée de ces doubles pages rédigées de manière aussi informative qu'écologique, portées par des dessins simples, expressifs et colorés, on en sait beaucoup sur ce mammifère bien utile. Qu'il mange bruyamment, qu'il sait nager, grimper en haut d'un mur de 2 m, qu'il chute sans se blesser grâce à ses piquants amortisseurs... Des conseils pratiques et une fiche récapitulative complètent ce portrait détaillé.

Pour tous, à partir de 4 ans.

Les animaux



Insectorama, textes et illustrations de Lisa Voisard, *Helvetiq*, 224 p., 24,90 euros.

Jamais 2 sans 3, dit-on. Après *Ornithorama* (voir *Athena* n° 349) et *Arborama* (voir *Athena* n° 354), la graphiste et illustratrice suisse Lisa Voisard nous présente le «monde fascinant des insectes» et nous invite à l'observer. Après les brèves présentations générales (définition, anatomie, ordres, caractéristiques), on découvre en détail, par séries de 2 ou 3 doubles pages magnifiquement illustrées et superbement mises en pages, 30 portraits d'insectes regroupés en 4 habitats (villes et jardins, prairies et champs, milieux humides, forêts) et une catégorie de représentants extraordinaires. Des attendus comme l'abeille mellifère, la mouche, le machaon, la fourmi, le phasme. D'autres plus singuliers comme le gendarme, le dytique bordé ou le lucane cerf-volant. Quel bonheur de parcourir ces guides d'observation détaillés et ces infos bien utiles accompagnant les illustrations réalistes ! En fin de ce guide aussi épais que complet, un chapitre donne des conseils d'observation tandis qu'un autre détaille la vie des insectes, métamorphose, ponte, camouflage, utilité... Désormais, ce monde minuscule regorgeant d'anecdotes amusantes nous est accessible.

Pour tous, à partir de 8 ans.



La vie au fil du temps, textes de John Woodward (erronément répertorié Woodward chez Gallimard), divers illustrateurs, traduit de l'anglais par Bruno Porlier, *Gallimard Jeunesse*, 32 p., 19,95 euros.

L'édition originale de cet album de taille impressionnante a été éditée chez le britannique *Dorling Kindersley*, qui avait révolutionné le secteur documentaire dans les années 1980 avec des collections illustrées de photos comme *Les yeux de la découverte*. Choix bienvenu du format à l'italienne car l'album comporte une succession d'illustrations panoramiques particulièrement détaillées retraçant l'histoire de la vie sur Terre ! Plus de 3 milliards d'années défilent dans cette imposante chronologie de la vie. Dans la mer d'abord, sur la terre ensuite, dans les airs enfin. La ligne temporelle permet de bien comprendre combien l'homme est arrivé tard, au pléistocène, en pleine période glaciaire, il y a 21 000 ans. Les premiers agriculteurs ne viennent, eux, qu'il y a 9 000 ans, là où s'arrête cet impressionnant ouvrage.

Pour tous, à partir de 7 ans.



Dans la nature, textes de Fleur Daugey, illustrations de Marcel Barelli, *La Martinière Jeunesse*, 40 p., 13,90 euros
Naitre animal, textes de Karine Granier-Deferre, illustrations de Marie Caudry, *Casterman*, 48 p., 14,95 euros.

Deux albums qui viennent à point au moment où nombre de personnes, parfois même des scientifiques, jurent que l'homosexualité n'existe pas dans la nature. Rien de plus faux comme le prouvent ces 2 documentaires. Destiné aux plus jeunes, le premier est tiré du film d'animation éponyme et explique par des images pleines d'humour, complétées de textes brefs, combien la nature est diverse. Il y a le couple mâle-femelle, mais aussi mâle-mâle comme ces grands dauphins ou femelle-femelle chez les macaques japonais. En ce qui concerne la famille, les formules sont encore plus nombreuses, on le verra dans cet album bien utile.

Des propos analogues sont tenus dans le deuxième titre, destiné à un public un peu plus âgé. Là, ce sont 26 histoires de familles qui sont racontées, la dernière concernant les humains. Fort bien rédigés, les textes occupent la page de gauche tandis qu'une illustration pleine page fort réussie, accompagnée d'une mini-notice sur l'animal, occupe un cartouche dans celle de droite. On apprécie l'orange pantone en fil rouge qui lie ainsi le choix des histoires déconstruisant les idées reçues. Ainsi, chez les mammifères, ce ne sont pas les femelles qui s'occupent toujours des petits. Les papas le font régulièrement mais on l'ignore. Autre sujet d'étonnement, le nombre de bébés animaux qui grandissent sans leurs parents.

Respectivement dès 4 ans et 7 ans, sans limite d'âge.

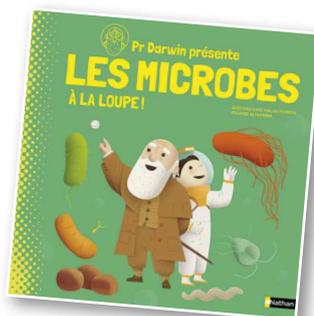
Les humains



Histoire de se laver, textes d'Ingrid Thobois, illustrations de Pascale Breyse, Kilowatt, collection *Histoire de...*, 48 p., 16,5 euros.

Bain, douche, sauna ou hammam, se laver et prendre soin de son corps est un plaisir partagé partout dans le monde. Selon les pays, les cultures et les époques, il existe mille et une façons de se laver ! C'est un voyage à travers le monde et le temps que propose ce documentaire illustré d'agréables dessins prolongeant les propos de l'auteure. Mais que signifie au fond être propre ou être sale ? Les critères peuvent grandement diverger. La pandémie de Covid a ainsi rappelé l'importance du lavage des mains, même si elles paraissent propres, pour en retirer bactéries et virus invisibles à l'œil nu. Si Grecs et Romains ont compris jadis les vertus du bain, au Moyen-Âge, la religion catholique a limité le bain individuel à des fins thérapeutiques. La Renaissance fit encore pire. Il faut attendre le 19^e siècle pour que se laver à l'eau redevienne une habitude en Europe. Par contre, les pays scandinaves et la Corée ont toujours pratiqué le sauna, le Maghreb et le Moyen-Orient le hammam, le Japon apprécie les sources thermales naturelles. À peine réhabilitée, l'eau est devenue un lieu de plaisir pour les riches qui aimaient fréquenter les «villes d'eau» alors qu'en Hongrie par exemple, le bain est un art de vivre pour tous. Des focus sur les types de savon et de dentifrice complètent cet original voyage.

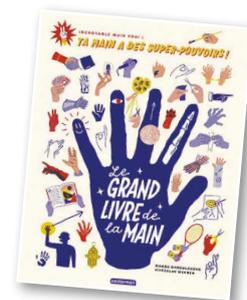
À partir de 8 ans.



Les microbes à la loupe, textes de Sheddad Kaid-Salah Ferron, illustrations d'Eduard Altarriba, traduit de l'espagnol par Benjamin Zelveler, Nathan, 64 p., 19,95 euros.

Il doit y avoir plus de 50 ans que je n'avais plus croisé le mot «paramécie» ! Il figure à la p. 27 de ce documentaire extrêmement savant et fort bien agencé sur le plan scientifique tout en étant agréablement illustré avec humour. Autant le dire tout de suite, on ne le lit pas d'un œil. Il faut même un peu s'accrocher tant le sujet est vaste. Mais la récompense est à la taille de l'effort. Grâce au guide, le Professeur Darwin, les microbes, la plus ancienne forme de vie connue sur terre, omniprésents en nous et autour de nous, distillent leurs mystères. La taille, facile. La différence entre bactérie et virus, moins simple. Les microscopes pour les observer. Cela se complique encore avec les cellules, les types de microbes et de bactéries, mais les explications sont claires et les exemples nombreux. On découvre alors les archées, les champignons, les protozoaires, les virus, les phages, les mini-organismes... Autant de mots qu'on croise et qu'on utilise souvent à tort. Cet épais album en grand format remet toutes ces notions en place tout en abordant évidemment les infections, les épidémies, les antibiotiques, les vaccins, la transmission et l'immunité. Un petit regret: que cette mine d'informations, très dense, ne se termine pas par un index permettant d'y naviguer.

Pour tous, à partir de 9 ans.



Le grand livre de la main, textes de Magda Gargulakova, illustrations de Vitezslav Mecner, traduit du tchèque par Aude Pasquier, Casterman, 80 p., 16,95 euros.

On les utilise tous les jours sans souvent s'en soucier, mais il suffit qu'une de nos mains tombe en panne pour qu'on découvre tout ce qu'elle nous apporte. Ce documentaire très agréablement illustré et écrit de façon familière constitue un formidable inventaire des super-pouvoirs de la main ! Les auteurs progressent par associations d'idées, la page sur les empreintes digitales entraînant par exemple la présentation de la dactyloscopie. Après l'apparence de la main se dévoilent en détail son intérieur, ses capacités et ses utilisations. Un zoom sur la communication verbale et non-verbale, signes, gestes, signaux dont les salutations et on arrive aux remplacements par la main des yeux, des oreilles et de la bouche, à l'acte de créer et aux mains célèbres. Et si les mains n'existaient pas ? Réponses en dessins. L'ouvrage a encore beaucoup à dire: main humaine unique dans la nature, évolution dans le temps, commande du cerveau, droitiers et gauchers, outil de mesure (le célèbre empan de la pédagogie Decroly), symbole politique ou religieux, représentations artistiques, décoration (du vernis au tatouage en passant par le henné), accessoires et prolongements, maladies et accidents. Il se termine avec humour par une série de conseils à ne pas faire, belle liste de ce qu'on fait tous les jours.

Pour tous, à partir de 7 ans.

Les humains



Un million de points, texte et illustrations de Sven Völker, traduit de l'anglais par Aude Picoux, *Helvetiq*, 44 p., 18 euros.

Comment faire découvrir aux enfants l'univers des mathématiques que ceux qui le connaissent jugent fascinant ? Habituellement, les albums à compter s'arrêtent à 10, parfois à 100. Celui-ci se lance le défi d'aller jusqu'à 1 000 000 de façon poétique, et l'emporte haut la main. Ce n'est pas pour rien qu'il a gagné le prix *New York Times* du meilleur album jeunesse 2019 ! «*Mon objectif était de créer un livre sur les mathématiques qui soit amusant, hors des standards et vrai*, explique l'auteur. *Aucun point ne manque, vous pouvez compter ! Je souhaitais également inclure une 2^e lecture plus philosophique pour les parents: comment un nombre peut devenir énorme très rapidement en le doublant. J'y vois une représentation de la folie de la consommation et de la crise climatique, mais aussi l'espoir de renverser la courbe tout aussi rapidement.*» En aplats de couleurs extrêmement graphiques, les sobres illustrations pratiquent un amusant marabout-boutdeficelle et déclinent de diverses manières ces points qui doublent à chaque fois qu'on tourne une page. Autant de devinettes. C'est joyeux, esthétique, inventif et extrêmement efficace. Le million de points est présent dans une très très grande page, pliée en accordéon. Une merveille d'album !

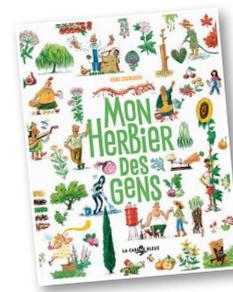
Pour tous, à partir de 5 ans.



La Tour de Gustave, texte de Sophie Adriansen, illustrations de Youlie, *Glénat Jeunesse*, 48 p., 14,50 euros.

«*Gustave aime ce qui est grand, ce qui est immense, ce qui est vertigineux.*» Qui pose ce portrait ? La tour Eiffel elle-même, narratrice de cet album tout en hauteur racontant la vie de son concepteur. Une manière originale et réussie d'aborder l'incroyable destin d'Alexandre Gustave Eiffel, passionné par les constructions métalliques et n'ayant vécu que pour la nouvelle trouvaille du temps, l'acier. On plonge avec intérêt dans ces pages agréablement illustrées à la façon Belle Époque. On découvre qu'Eiffel est loin de n'avoir été que le créateur de la célèbre Dame de fer parisienne. Il a en effet travaillé un peu partout en France et aussi dans le monde, visionnaire acharné qui connut énormément de succès mais également quelques déboires. On retrouve aussi l'air du temps d'alors quand les détracteurs de la narratrice avançaient le pire pour effrayer la population. Publié à l'occasion du centenaire du décès de Gustave Eiffel, ce documentaire passionnant ne donne pas hélas ses dates. Les voici: naissance 15 décembre 1832 à Dijon, décès le 27 décembre 1923 à Paris. Un petit oubli compensé par la qualité de l'ouvrage.

Pour tous, à partir de 6 ans.



Mon herbier des gens, textes et illustrations de Rémi Courgeon, *La cabane bleue*, collection *Les herbes folles*, 40 p., 17 euros.

Contrairement à l'habitude où on colle des plantes sur des pages pour constituer un herbier, l'auteur a choisi d'épingler des jardiniers ! Des femmes et des hommes qu'il a rencontrés dans les jardins familiaux de Ris-Orangis, 7 hectares d'espaces verts partagés en parcelles de tailles diverses et gérés par un écologiste passionné. *Mon herbier des gens* réunit 23 petites fictions inspirées de ces rencontres réelles. L'auteur donne la parole à un gamin parti en classe verte dans ce coin de la Creuse. Le narrateur nous présente des personnes aux origines diverses, chacune cultivant, à sa mode et selon son origine géographique, sa petite parcelle de bonheur. Des légendes et des pages documentaires complètent les portraits. Un kaléidoscope instructif, émouvant et drôle qui apporte différents points de vue sur le jardinage, la nature, et finalement, la vie. Du «président» joyeux à la «smart girl» jardinant avec son smartphone, en passant par l'ingénieur qui se partage entre poireaux et ruches et le «bad seed» adepte du jardin punk, un bel éventail de l'art de jardiner.

À partir de 7 ans.

*Un enfant qui lit
sera un adulte qui pense*

Flore Vasseur, écrivain

AGENDA

Le mag scientifique

• NAMUR - 23-24/08

Le Congrès des sciences

Le Congrès des Sciences organise sa 61^e édition au cœur de la capitale wallonne à l'Université de Namur. Une thématique qui vous invitera à vous plonger dans les sciences et la géographie, à en découvrir les enjeux par des rencontres et par le jeu. C'est l'occasion pour cette rencontre interprofessionnelle des professeurs de sciences (chimie, biologie, physique) et de géographie de faire le point sur les dernières actualités scientifiques et méthodes pédagogiques.

<https://www.sciences.be/congres-des-sciences/>

• SPARKOH! - FRAMERIES

1,2,3, on y va ?!

Combien de pattes a un singe ? Et un escargot ? Quel animal marin est plus grand que la sardine ? Quels animaux habitent dans la jungle ? Combien sont-ils ? 5 ? 10 ? Plus encore ? Et si on les comptait ? Dans les profondeurs de l'océan, au cœur de la Toundra, dans la Canopée, les tout-petits, de 3-6 ans, explorent le monde des chiffres, des formes et des mathématiques à travers 3 mini-univers étonnants où comptes et contes se croisent. Une première approche poétique et ludique pour découvrir les maths par l'action, les sens et en s'amusant ! Il s'agit là d'une seule des 16 expos présentées au *Sparkoh!*, auxquelles il faut ajouter les espaces découvertes intérieurs et extérieurs. Une chouette excursion à faire cet été, pour tous les âges !

<https://sparkoh.be/exposition/123-on-y-va/>

• MUMONS - HOUDAIN (> 17/12)

Balade sur la voûte céleste

Ici, vous pourrez découvrir l'univers comme vous ne l'avez jamais vu auparavant. Installez-vous confortablement dans notre bulle à étoiles et laissez-vous emporter dans un voyage fascinant à travers les galaxies ! Grâce à une technologie innovante, vous serez plongés au cœur d'un spectacle époustouflant où les étoiles, les planètes et les constellations se déploient sous vos yeux. Notre équipe spécialisée en astronomie vous guidera tout au long de cette aventure cosmique, vous expliquant les mystères de l'univers et répondant à toutes vos questions.

<https://bit.ly/42Xu1nJ>

LA VIE PAR L'ENVERS DU DÉCOR

Jean-Michel DEBRY - Talpa Éditions

Notre corps d'humain recèle bien d'autres aptitudes que celles dont nous pensons disposer. Ceci ne concerne pas que les seuls médiums, nous sommes tous les destinataires de messages qui nous viennent en particulier sous forme de synchronicités, pour nous (re)mettre sur une voie. Laquelle ? Il nous appartient de le découvrir. Limités par la matière qui nous constitue, nous ne percevons pas ce qui est peut-être l'essentiel et qui échappe à nos sens: tout ce qui relève du vibratoire et qui explique ce que nous tenons encore trop souvent pour de la pseudoscience ou du paranormal. Êtres pensants à l'interface entre l'immensité de l'univers qui nous pose question et l'atome qui contrarie notre perception du monde visible, il nous revient de nous poser les vraies questions sur la vie et sur l'envers du décor. Du même auteur, toujours édité par les *Éditions Talpa*, vient également de paraître «*Messages de vie. Synchronicités, cycles et autres clins d'œil du destin*».

ATHENA 362 Mai-juin 2023

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

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

Distribution en Belgique uniquement.

Rejoignez-nous également sur

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

GRAPHISTE

Nathalie BODART

Ligne directe: 081 33 44 91

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, Virginie Chantry, Jean-Michel Debry, Paul Depovere, Henri Dupuis, Julie Fiard, Thibault Grandjean, Philippe Lambert, Clémentine Laurens, Julie Luong, Laetitia Mespouille, Yaël Nazé, Fleur Olagnier, Jacqueline Remits

DESSINATEURS

Alsy, Peter Elliott, Olivier Saive, Vince

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

Jean-François HEUSE

Inspecteur général

ÉDITRICE RESPONSABLE

Isabelle QUOILIN

Directrice générale

COUVERTURE

Première

Crédit: ©AREE - stock.adobe.com

Quatrième

Crédit: IXPE/CHANDRA/DSS

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



À LIRE





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)