

L'ADN de... p.16

**Fabrice MICHEL,
Physicien & apiculteur**

Curiokids p.31

**Alerte invasion
en Wallonie !**



EDIWALL






ÉDITO

Pour apprendre à durer dans le temps, regarde le chêne grandir doucement

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



La société occidentale d'aujourd'hui est indéniablement façonnée par un culte devenu presque invisible tant il paraît naturel: celui de la performance. Il faut à tout prix optimiser, accélérer, battre des records, être compétitif, gagner. Dans l'industrie, l'économie, la recherche scientifique et même l'éducation, la réussite se mesure en efficacité maximale. L'efficacité, une notion qui parle sans doute aux natifs du signe de la vierge, j'en sais quelque chose. Pourtant, cette quête de l'optimum peut vite devenir une faiblesse. D'ailleurs, comme le rappelle le biologiste français Olivier Hamant, le monde du vivant ne s'épuisera jamais à chercher la performance parfaite mais plutôt la robustesse, soit la capacité à s'adapter, à encaisser les coups durs, à fonctionner malgré l'incertitude, à survivre à l'imprévisible. Une plante n'est pas optimisée pour pousser le plus vite possible, mais pour résister à la sécheresse, au vent, aux parasites. À l'inverse, nos systèmes hyperperformants gagnent en efficacité ce qu'ils perdent en résilience. Le moindre petit caillou dans la chaussure peut les faire capoter. Et cette tension entre performance et robustesse traverse aussi le monde scientifique et éducatif. Un exemple concret: le concours CanSat, qui invite des élèves à concevoir un mini-satellite dans une canette, dont l'édition belge vient de se clôturer. À première vue - et en anglais, il s'intitule *Cansat Competition*, l'on pense naturellement qu'il est basé sur la pure

performance: répondre à un cahier des charges exigeant, faire preuve de la plus grande ingéniosité, optimiser le poids, l'énergie, la transmission des données. Le but étant de concevoir le «meilleur» CanSat possible pour gagner le concours. Mais l'expérience vécue par les équipes raconte bien autre chose. Cette année, certains ont connu des couacs de dernière minute alors que tout fonctionnait, des fusées ont explosé, des cannettes n'ont pas été éjectées ou sont tombées au sommet d'un arbre. Et ce sont justement ces imprévus ou même ces échecs qui deviennent les plus formateurs. Et finalement, les projets «robustes» sont souvent ceux qui ont prévu des marges, des solutions de secours, une tolérance à l'imprévu. Dans ce monde obsédé par l'optimisation et la compétitivité, les leçons de la robustesse sont à méditer. Former les scientifiques et les ingénieurs de demain ne devrait pas consister uniquement à leur apprendre à maximiser des performances, mais à concevoir des systèmes capables de durer, d'évoluer et de résister dans la durée. Peut-être y a-t-il un autre rapport au progrès à envisager pour le futur ? Peut-être est-il temps de changer nos critères de réussite ? Moins vite, plus solide. Moins de records, plus de résilience. Et si, au fond, l'innovation la plus audacieuse aujourd'hui était d'accepter de ne plus être parfaitement performant mais «robuste» ? 



SOMMAIRE

Le mag scientifique

376

Mars-Avril 2026



P.4

4 Actualités • Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe

10 Wall'Innove Tour • Matvision

12 Technologie • Le low-tech : sur- ou sous-évalué ?

16 L'ADN de... • Fabrice MICHEL, Physicien & apiculteur

18 Société • La robustesse contre la performance

22 Mathématiques • Son numéro de téléphone était dans π !

24 Dossier • Des jambes qui refusent de dormir

30 Colombe • Aussi barje que *Barje*, elle nous partage son regard acéré sur l'actu scientifique

31 Curiokids • Alerte invasion en Wallonie !

35 Santé • Les contaminations accidentelles, un écueil de plus pour la lutte antidopage

39 Qui est-ce ? • Lucy GUO

41 IA • Plus forts à plusieurs: la robotique en essaim

45 Internet • IA intégrée: gadget ou vrai levier dans nos outils du quotidien ?

49 Chimie • De la cacahuète au graphène en un éclair

51 Biologie • Plongez au cœur des cellules et de la vie

55 Physique • Ça bouge au CERN !

57 Tania nous parle de l'Espace • Sophie Adenot

59 Les questions spatiales de Tania

60 Espace • Ces mondes qui ne devraient même pas exister

63 Agenda • À voir, à tester, à cliquer, à lire...



P.22



P.35



P.49



P.60

ACTUS



TEXTE : THIBAUT GRANDJEAN - GRANDJEAN.THIBAUT@GMAIL.COM
PHOTOS : © VIDEOBOX - STOCK.ADOBE.COM (P.4), ESA (P.5), © BELGA (P.6), © SMAL GMBH (P.6), UNAMUR/CAPTURE (P.7),
ADRIAN DALY. UNIVERSITÉ DE LIÈGE (P.8), © DISTRACTED_BY_BUGS - STOCK.ADOBE.COM (P.8)

L'éolien en mer a le vent en poupe

C'est un retournement de situation qui préfigure peut-être de ce que sera l'avenir de l'énergie en Europe. La mer du Nord, après avoir été l'un des champs pétrolifères les plus connus (le Brent de la mer du Nord est encore l'indice qui détermine les prix de 60% du pétrole vendu actuellement), doit devenir l'un des plus grands champs éoliens *offshore* au monde.


Le 26 janvier dernier, les 10 pays européens que sont la Belgique, le Danemark, la France, l'Allemagne, l'Islande, l'Irlande, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Norvège et le Royaume-Uni, ont signé la Déclaration de Hambourg, dans laquelle ils s'engagent à déployer 100 GW de projets éoliens conjoints dans les eaux partagées de la mer du Nord, d'ici à 2050, soit l'équivalent de l'énergie consommée par 143 millions de foyers et la totalité de la production actuelle du Royaume-Uni.

Si la marche sera haute pour les pays européens, alors que l'Union européenne ne dispose actuellement que de 37 GW de capacités d'éolien en mer, cet énorme projet se situe dans la droite ligne de l'accélération du renouvelable: en 2025, ce secteur qui inclut le solaire a produit pour la première fois plus d'énergie que les énergies fossiles.

La mer du Nord, une mer peu profonde et aux vents réguliers, doit ainsi devenir un des piliers de l'indépendance énergétique de l'Europe. L'éolien *offshore* est en effet perçu comme l'un des moyens les plus efficaces pour atteindre les objectifs européens de décarbonation: avec un facteur de charge élevée, c'est-à-dire la différence entre la capacité maximale possible et l'énergie effectivement produite, elle est l'énergie renouvelable la plus productive susceptible d'être déployée à grande échelle.

Cet investissement de 9,5 milliards d'euros fait partie d'un engagement plus large, pris en 2022 à Ostende lors de l'invasion de l'Ukraine par la Russie, celui de construire pour 300 GW d'éolien *offshore* d'ici 2050 en mer du Nord. Mais désormais, les pays impliqués ont décidé de faire en sorte qu'un tiers de cette production soit réalisée par des projets conjoints, c'est-à-dire des parcs éoliens en mer directement reliés à plus d'un pays via des interconnexions multi-usages. Ces interconnexions doivent permettre de réduire la quantité d'infrastructures nécessaires pour transporter l'électricité, réduisant ainsi l'impact sur les communautés côtières et l'environnement.

Concrètement, l'accord spécifie que les gouvernements s'engagent à construire collectivement, de 2031 à 2040, 15 gigawatts de capacité éolienne *offshore* chaque année. De son côté, l'industrie privée s'est également engagée à créer plus de 91 000 emplois, et de participer au financement du parc. En outre, l'ensemble des entreprises responsables de la production et de la gestion de l'énergie impliquées se sont engagées à réduire leurs prix de 30% d'ici à 2030 par rapport à 2025, qui s'élevaient à environ 95 euros par mégawattheure.

Malheureusement, d'un point de vue environnemental, la déclaration des pays européens reste rudimentaire, s'engageant simplement à «minimiser les impacts sur l'environnement marin». Or, d'après un rapport publié en 2023 par l'Institut royal des sciences naturelles, qui a étudié l'impact des parcs éoliens belges déjà présents dans les eaux territoriales, si les éoliennes, une fois installées, ont un effet positif sur la faune et la flore sous-marines, formant des récifs artificiels, leur installation est quant à elle très dommageable en raison du bruit généré. Nul doute que l'installation d'une telle quantité d'éoliennes aura un impact considérable sur la faune et la flore de cette mer déjà considérablement soumise aux activités humaines. 

L'ACTU DES ENTREPRISES

Des data centers locaux

Les data centers nécessaires qui fleurissent un peu partout sur la planète ont un inconvénient majeur: leur immense consommation énergétique, qui représente un défi pour le réseau électrique. L'entreprise liégeoise *Tonomia*, et en collaboration avec l'entreprise de puces AMD, a mis au point un système modulable, tout en un, destiné à apporter directement des systèmes d'IA au plus près des entreprises. Les *Tonoforge*, c'est leur nom, sont des conteneurs standards, équipés d'un serveur et de processeurs GPU, capables de faire tourner une IA localement. Les conteneurs sont également équipés de système de gestion de chaleur, afin qu'elle soit réutilisée dans les bâtiments, et sont conçus pour être installés directement à proximité de systèmes de production d'énergie bas-carbone, comme des panneaux photovoltaïques, afin d'éviter l'engorgement du réseau. Ces *Tonoforge* peuvent ainsi être installés en série, pour une véritable petite *AI Factory*, accessible de façon sécurisée grâce à une connexion cryptée et directe pour les entreprises. L'idée de ces data centers locaux et distribués est de maximiser le nombre de connexions simultanées à un GPU, afin de diminuer d'autant la puissance nécessaire. D'autant que leur modularité permet de les déployer beaucoup plus rapidement qu'une infrastructure classique. **A**

 [tonomia.com](https://bit.ly/48ye8JT)
<https://bit.ly/48ye8JT>

Une rencontre au sommet

En avril 2029, l'astéroïde Apophis, large de 375 mètres, passera très près de nous, à environ 32 000 km de la Terre (à titre de comparaison, l'orbite de la Lune se situe en moyenne à plus de 384 000 km). Il sera même visible durant quelques heures depuis l'Europe et l'Afrique. Il s'agit donc d'une occasion inestimable pour étudier de près ce corps céleste, et d'affiner les stratégies de défense planétaire. Et pour rencontrer le Dieu égyptien des forces maléfiques, qui de mieux que le pharaon RAMSES ? Faute de monarque antique aux divins pouvoirs, l'Agence spatiale européenne enverra un vaisseau spatial dénommé *Rapid Apophis Mission for Space Safety* qui approchera et escortera l'astéroïde lors de son survol. L'entreprise belge *Spacebel* a été choisie pour la conception et le développement du logiciel central de RAMSES, grâce à sa précédente expérience avec la mission *Hera*, et du *Comet Interceptor*. Ce logiciel assure notamment les fonctions en temps réel du vaisseau spatial et le contrôle des instruments embarqués. Lancement prévu en 2028. **A**

 spacebel.com

Des nouvelles fonctionnalités pour *itsme*

Au départ, l'application *itsme*, en sécurisant votre identification pour accéder à votre compte bancaire, devait nous débarrasser des tentatives d'escroquerie via le code de carte bancaire. Et puis, les fraudeurs se sont perfectionnés, et aujourd'hui, il n'est pas rare que des personnes se prétendant employés de votre banque vous contactent et vous demandent de valider une opération bancaire via *itsme*. Et c'est là que les ennuis commencent. Pour lutter contre ce phishing perfectionné (le numéro qui s'affiche sur votre téléphone semble bien être celui d'une banque), l'application *itsme* évolue. Aujourd'hui, lorsque l'application détecte une demande d'action alors que vous êtes au téléphone, un message d'avertissement s'affiche sur l'écran du téléphone, afin de prévenir d'une potentielle fraude. De plus, l'application partage également automatiquement certaines informations contextuelles à votre banque, comme un nouvel utilisateur, ou un nouveau téléphone, qui signalerait une activité inhabituelle. La banque peut alors retarder ou bloquer automatiquement le paiement en cas de suspicion de fraude. **A**

 www.itsme-id.com



Une première mondiale à Saint-Luc


Le monde médical souffre d'un manque chronique d'organes susceptibles d'être transplantés. La raison de cette pénurie, en plus du manque de donneurs d'organes, réside dans le fait que les organes ne peuvent être gardés trop longtemps une fois prélevés sur les corps. En outre, lorsque le décès est prononcé, les organes doivent continuer à être approvisionnés en sang, car un manque d'oxygène provoque rapidement des lésions irrémédiables. Des chercheurs ont alors eu l'idée d'utiliser une technique innovante pour transplanter un greffon partiel, provenant d'un donneur décédé et en arrêt circulatoire, à une patiente dont le foie était atteint de métastases liées à un cancer du côlon. Le foie a été placé sous perfusion d'un liquide froid et oxygéné, avant d'être divisé en deux et

transplanté avec succès à deux patients. Cette opération, en première mondiale, et suivie d'un traitement spécial afin que le greffon se développe rapidement et puisse jouer pleinement son rôle, avant l'ablation du foie malade est un succès: 15 mois après l'opération, la patiente ne présente aucune complication ni rejet. Détail poétique: HOPE, l'acronyme de cette technique, pour *Hypothermic Oxygenated PERfusion*, signifie «Espoir». A

 saintluc.be

En Bref

Le CREAVES (Centre de Revalidation des Espèces Animales Vivant naturellement à l'État Sauvage) de Namur inaugure le premier hôpital spécialisé pour la faune sauvage de Wallonie. Le nouvel hôpital dispose d'infrastructures professionnelles comprenant des zones de quarantaine, des zones vétérinaires et des espaces permettant de séparer les différentes espèces.

 creaves.be

Le Gouvernement wallon a pris un arrêté visant à établir des valeurs limites de bruit pour les grands axes ferroviaires sur le territoire wallon. L'établissement de cette norme de bruit, la première en Wallonie pour le transport ferroviaire, est le préalable à l'établissement d'une cartographie et d'un plan d'actions de lutte contre le bruit ferroviaire. Les valeurs limites seront celles déjà fixées pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants et les grands axes routiers, soit 70 dB le jour et 60 dB la nuit.

Le Gouvernement wallon crée un baromètre de la santé mentale agricole. Cet outil, créé par l'ASBL *Agricall*, doit permettre d'objectiver les enjeux psychosociaux du secteur et d'adapter les dispositifs de prévention et d'accompagnement. Il fait partie d'un plan d'action plus large, qui vise à renforcer l'accompagnement de proximité, à prévenir le mal-être et l'isolement, à soutenir la viabilité des exploitations, et à faciliter la médiation.

La science météorologique peut sembler parfois capricieuse: alors que de la pluie est prévue, 3 gouttes tombent dans votre rue tandis que 10 km plus loin, c'est une drache nationale. L'institut Royal de Météorologie vient de lancer sa nouvelle carte de prévisions, à la fois beaucoup plus interactive mais aussi beaucoup plus précise: il est désormais possible de zoomer sur la commune de votre choix et ainsi mieux anticiper les prochaines heures.

 <https://bit.ly/4mtpc04>

Omni One Core débarque en Belgique

Il n'y a pas si longtemps, le mot *geek* était presque une insulte. Il désignait souvent une personne en piètre forme physique qui passait son temps à jouer aux jeux vidéos. Depuis, les jeux vidéos ont gagné leurs lettres de noblesse, et le e-sport donne lieu à de véritables compétitions. Et si, bientôt, pour savoir jouer, il fallait, en plus d'une forme intellectuelle, une excellente forme physique? L'entreprise *Virtuix*, créée aux États-Unis par le Belge Jan Goetgeluk, s'apprête à lancer en Europe son *Omni One Core*: un tapis de course omnidirectionnel qui, couplé à un casque de réalité virtuelle, permet à l'utilisateur de se mouvoir dans un jeu comme dans la vraie vie. Le joueur, attaché grâce à un harnais, peut se déplacer, courir, s'accroupir et sauter dans toutes les directions. Compte tenu du fait que la taille de certaines cartes de jeu vidéo atteignent les 50 km², nul doute qu'un tel accessoire peut vite devenir un véritable outil de sport! En réalité, et contrairement à un vrai tapis de course, le «tapis» de *Virtuix* ne bouge pas: le joueur est équipé de chaussures glissantes qui simulent la course, et transmettent les mouvements à l'ordinateur. Il n'empêche, la sensation est garantie bluffante, et les utilisateurs peuvent brûler jusqu'à 700 calories par heure. A



L'ACTU DES LABOS

L'importance de l'océan Austral

O n a souvent tendance à voir les océans de la planète comme d'immenses masses d'eau homogènes et indifférenciées. Mais en réalité, chaque mer et chaque océan a ses caractéristiques propres et son importance dans le grand cycle du climat. À ce titre, alors que l'on sait que la fonte de la banquise arctique modifie profondément la circulation de l'Atlantique nord, l'océan Austral, qui entoure l'Antarctique, est encore très mal connu. Et pourtant, il semblerait que ce dernier joue un rôle central dans le système climatique mondial. Après les périodes de glaciation, lorsque le climat se réchauffe, de grandes quantités d'eau douce issues de la calotte polaire antarctique sont relarguées dans l'océan, ce qui a pour conséquence de le stratifier, l'organisant en couches d'eau peu mélangées. Cette stratification provoque un ralentissement de la circulation océanique, et influence directement la capture de carbone par l'océan. Une équipe de l'ULB a ainsi mis en évidence que, durant les dernières périodes de réchauffement, la stratification de l'océan Austral n'a été que transitoire. Mais les scientifiques craignent que le réchauffement actuel entraîne une fonte durable de la calotte antarctique et, par conséquent, une stratification prolongée de l'océan Austral, diminuant ainsi un peu plus la capacité d'absorption de CO₂ de l'océan. ^A

► Fripiat et al. *PNAS*, 2026

La peau de mouton au microscope

E n dépit de l'invention de l'imprimerie au 15^e siècle, les parchemins en peau de mouton ont largement été utilisés jusqu'au 19^e siècle, notamment pour des documents juridiques. En effet, ces derniers offraient plusieurs avantages: qualité supérieure, résistance mécanique importante, une blancheur exceptionnelle et surtout... une tendance à la délamination. Derrière ce terme se cache la propension de la peau à se détacher en 2 couches lorsqu'elle est soumise à une tension. Les parchemins en peau de mouton étaient donc réputés infalsifiables, car toute tentative de modifier le texte existant se voyait instantanément en raison de cette propriété. En outre, cela permettait aux producteurs de parchemins de créer rapidement des patches adhésifs en cas de trous. Mais jusqu'à présent, les raisons de cette délamination étaient mal comprises par les chercheurs, et les parchemins en leur possession trop fragiles et précieux pour subir une investigation. Une équipe multidisciplinaire de l'UNamur a donc reproduit des parchemins de peau de mouton en suivant les anciennes techniques afin de pouvoir les étudier. Ils ont ainsi montré que la délamination se produisait au sein de la couche supérieure même du derme, là où naissent les follicules pileux. Cette recherche est importante à la fois pour la biologie, l'étude des techniques anciennes et de l'histoire de la production écrite. ^A

► Appart M. et al. *npj Heritage Science*, 2025

Les sols wallons pollués aux néonicotinoïdes

T rouver de l'imidaclopride et de la clothianidine, 2 herbicides néonicotinoïdes dans des champs qui ont été traités avec ces substances n'a rien de surprenant. Mais en trouver dans des terres qui n'ont pas été traitées, voilà qui est plus inquiétant. C'est pourtant la conclusion d'une étude menée par des chercheurs de l'UCLouvain. Les résultats montrent que ces substances, responsables notamment de l'effondrement de la biodiversité des insectes (et donc de leurs prédateurs), sont présentes dans 78% des sols analysés, et dans 69% des sols n'ayant pas d'historique de traitement récent. Elles ont même été détectées dans un tiers des sols n'ayant jamais été traités. Aucune explication satisfaisante, comme la poussière emportée par le vent, n'a été trouvée pour la présence de ces herbicides. Dans une étude complémentaire, les scientifiques ont cherché à déterminer la présence de néonicotinoïdes dans les cultures de couverture, c'est-à-dire des semis de mélanges floraux, désormais obligatoires entre 2 cultures. Or, malgré l'intérêt pour la biodiversité de cette pratique, les chercheurs ont mis en évidence que ces fleurs pouvaient potentiellement constituer une menace, puisque les néonicotinoïdes présents dans le sol sont absorbés par les fleurs et se retrouvent dans les pollens, affectant ainsi durement les insectes. ^A

► Buron M. et al. *Journal of Hazardous Materials*, 2026

► Gancedo Tarano I, et al. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2025



Cold case résolu !

On ne soulignera jamais assez l'importance du soin, et du soutien à autrui. En 1963, dans une grotte du sud de l'Italie, une équipe d'archéologues avaient fait une découverte étonnante: les restes de 2 corps enlacés. L'un fait une taille moyenne de 145 cm, mais c'est l'autre qui a surtout intrigué les scientifiques: une adolescente, d'environ 110 cm et aux membres sévèrement raccourcis. Les premières mesures de datation avaient déjà permis d'établir leur âge à plus de 12 000 ans. Mais il a fallu attendre 2025 et les nouvelles techniques d'extraction et d'analyse d'ADN ancien pour lever un nouveau voile sur cette sépulture. Une équipe de l'ULiège a permis de déterminer que l'adolescente était atteinte de Dysplasie Acromésomélique, une maladie génétique très rare caractérisée par un déficit de croissance sévère. L'étude, qui a aussi permis de mettre en lumière que les 2 personnes étaient probablement une mère et sa fille, jette un éclairage nouveau sur l'importance des proches, même en cette époque reculée. En effet, la jeune fille n'aurait sans doute jamais pu survivre jusqu'à l'adolescence sans tout le soutien de sa communauté. **A**

► Fernandes, Daniel M et al. *New England Journal of Medicine*, 2026



La Grotta del Romito abritait une double sépulture avec 2 individus enlacés, probablement une mère et sa fille.



VOIR L'ARTICLE
DANS LE MONDE



Sa majesté des mouches

Dans la nature, les couleurs sont la plupart du temps dues à des pigments, c'est-à-dire des molécules capables d'absorber certaines longueurs d'onde de la lumière. Ainsi, une molécule absorbant le vert, le bleu et le jaune apparaîtra rouge. Mais il existe également des animaux, comme certains insectes qui n'ont, au sens strict du terme, aucune couleur, et qui pourtant nous apparaissent bleus ou verts. Cela est dû à de minuscules structures nanométriques qui reflètent la lumière et ainsi changent de couleur en fonction de l'angle de notre regard. Ce phénomène a été globalement bien étudié chez les papillons, mais encore peu chez les diptères, un ordre d'insectes qui comprend notamment les mouches. Des chercheurs de l'UMons et l'UNamur ont

ainsi remédié à ce manque en étudiant la structure des molécules présentes chez *Calliphora vicina*, la mouche bleue de la viande, et *Lucilia richardsi*. Il apparaît que les couleurs dépendent de plusieurs couches de structures photoniques. Et ces dernières ne sont pas là pour faire joli. Les chercheurs ont constaté que les couleurs exhibées sont précisément celles captées à la fois par leurs congénères et leurs prédateurs. Elles joueraient ainsi un rôle clé dans la communication intra et interspèce. **A**

► Camus E. et al. *J. Eur. Opt. Society-Rapid Publ.* 2026

En Bref

Tous les financiers vous le diront, il ne faut pas mettre tous ses œufs dans le même panier, et diversifier son portefeuille.

Il semblerait que la même règle doive s'appliquer aux cultures. D'après une étude menée par un chercheur de l'ULiège, diversifier les cultures, réduire la fertilisation azotée, et intégrer des prairies et de l'élevage dans les rotations permet d'augmenter la stabilité de la production et leur résistance face aux événements climatiques extrêmes.

► Delandmeter M et al. *PNAS Nexus*, 2025

Des chercheur-euses de l'UCLouvain ont développé une nouvelle stratégie thérapeutique ciblant directement les biofilms bactériens responsables des infections sur prothèses.

Dans un modèle expérimental, cette approche a permis une réduction moyenne de 99,9999 % de la charge bactérienne, avec des implants ramenés sous le seuil de détection dans 75% des cas: un niveau d'efficacité rarement observé dans la littérature scientifique. Cette avancée ouvre des perspectives importantes pour améliorer la prise en charge des infections sur prothèses, tout en limitant le recours à des traitements lourds et invasifs.

Une équipe internationale de scientifiques, à laquelle ont participé certains de l'ULB, vient de démontrer que les grands séismes himalayens surviennent de manière aléatoire sur le long terme, sans schéma prévisible. Cette étude, qui repose sur l'analyse de carottes sédimentaires prélevées au fond de lacs népalais, reconstitue 6 000 ans d'activité sismique. Des résultats qui imposent de repenser la gestion du risque pour les 50 millions d'habitants de l'arc himalayen.

► Ghazoui Z. et al. *Science Advances*, 2026

INTERVIEW

Des distributeurs de boisson zéro déchet

En 2025, la start-up *Kiwo*, emmenée par 4 étudiants de l'UCLouvain, a reçu une bourse *Prototyping the Future* de la fondation HERA, pour leur distributeur innovant. Actuellement en test dans l'université, *Kiwo* est prête à se lancer à l'assaut du marché belge. Entretien avec Mathieu Engels, co-fondateur de la start-up.

Comment est né notre projet ?

Ce projet est né de la volonté de l'UCLouvain de supprimer du campus les distributeurs automatiques de boissons qui, en plus de ne proposer que des canettes à usage unique, sont toutes des sodas hyper sucrés et particulièrement mauvais pour la santé. Mais selon nous, cela ne faisait que déplacer le problème, puisque les étudiants allaient désormais se fournir à la supérette du coin.

Quelle solution proposez-vous ?

Nous avons conçu une machine qui propose exactement la même chose qu'un distributeur classique, mais sans ses inconvénients. Elle est raccordée à une arrivée d'eau potable, et est équipée de 2 systèmes. L'un permet de gazéifier et de refroidir l'eau, et l'autre de réaliser des mélanges à partir de concentrés pour proposer des sodas. Nous travaillons avec des partenaires qui nous fournissent des mélanges contenant 30% de sucre

en moins que les sirops classiques ! Le tout avec des ingrédients sains d'origine naturelle. De plus, toute la structure des machines est en bois, ce qui améliore encore davantage notre bilan carbone.

Quelle suite envisagez-vous pour votre aventure ?

Nous avons beaucoup évolué depuis notre premier prototype, et nous avons installé une machine pleinement fonctionnelle dans une bibliothèque de l'UCLouvain, afin d'identifier les éventuels problèmes. Pendant ce temps-là, nous avons lancé la construction de nouvelles machines, que nous serons prêts à proposer à nos clients d'ici quelques mois ! Il y a aujourd'hui une grande demande pour des boissons naturelles, moins sucrées que les sodas des multinationales. ^A



<https://kiwo.odoo.com/home>

DATA

1 008 km

Les sceptiques quant à la capacité des batteries électriques à tenir de longues distances en seront pour leurs frais. La *Renault Filante*, une démo-car construite par le constructeur français a parcouru cette distance en une seule charge de batterie. Bien sûr, la voiture en elle-même n'a pas vocation à être commercialisée, et un travail conséquent a dû être fait sur l'aérodynamisme. Mais la batterie de la voiture, elle, est déjà commercialisée: il s'agit de celle présente de série dans la *Megane E-Tech*. En 2022 déjà, la *Mercedes Vision EQXX* avait établi un record d'autonomie en parcourant 1 202 km avec une seule charge. Mais là où l'Allemande avait consommé 8,3 kWh/100 km, avec une vitesse moyenne de 83 km/h, la Française a eu une consommation encore plus faible, 7,8 kWh/100 km, avec une vitesse de croisière à 102 km/h ! Largement de quoi concurrencer les moteurs thermiques... ^A



LES IMAGES DU BOLIDE ICI

COUP D'CRAYON

VINCE · VINCENT_DUBOIS@ME.COM

C'est un débat très sérieux au sein de la communauté scientifique, et qui revient régulièrement dans l'actualité au gré des publications scientifiques: pourquoi les humains ont-ils un menton ? En effet, nous sommes les seuls des grands singes à en avoir un. De plus, ni les Néandertaliens, ni les Dénisoviens ne semblaient pourvus de cet attribut. Mais pourquoi nous et pas eux ? Quel éventuel avantage évolutif nous confère cette excroissance ? À en croire une nouvelle étude... Aucun ! Le menton serait apparu «par hasard», en raison de notre bipédie, et de l'évolution de la forme de notre crâne, qui a poussé vers le haut nos mandibules réduisant la taille des dents antérieures. Remercions donc l'évolution pour cet accessoire indispensable à ce jeu universel: «Je te tiens, tu me tiens, par la barbichette...»

► Von Cramon-Taubadel, N. *PLOS One*, 2026



WALL'INNOVE TOUR: arrêt sur Matvision

TEXTE : JACQUELINE REMITS - JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE
PHOTOS : JANNOOND28/FREEPIK + PHOTOMONTAGE (P.12), © MATVISION (PP.12-13)

MATVISION

CARTE D'IDENTITÉ

CRÉATION: 2023

SIÈGE SOCIAL:
Quai sur Meuse, 19
4000 Liège

**SECTEUR
D'ACTIVITÉS:**
Recyclage des métaux

**MEMBRES
DE L'ÉQUIPE:**
6

CONTACT:
0496 33 20 79

info@matvision.eu
[matvision.eu](https://www.matvision.eu)

Il était une fois...

Une histoire qui commence par 10 années de recherche, de développement et d'innovation au sein du laboratoire GeMME (Géo-ressources, Génie Minéral et Métallurgie extractive) de l'Université de Liège. Et c'est là qu'est né un système révolutionnaire de tri robotisé de déchets industriels. Cette technologie innovante combine des capteurs ultra rapides (rayons X, infrarouges, laser et 3D), l'intelligence artificielle et la robotique pour optimiser la valorisation de déchets industriels comme les métaux broyés. Ce qui permet de détecter et de séparer efficacement différents types de matériaux et, du même coup, améliorer le recyclage et réduire l'impact environnemental. De ce projet universitaire naîtra en 2023 la SRL et en 2024 la spin-off *Matvision*. «Faire du recyclage de déchets consiste avant tout à les séparer», explique Robert Baudinet, cofondateur et CEO de *Matvision*. «En permettant aux recycleurs de trier un mélange de déchets et d'isoler chaque famille de matériaux individuellement, nous facilitons la réutilisation de ces matériaux comme matières

premières dans l'industrie.» Cette approche permet non seulement de maximiser le recyclage, mais aussi de répondre aux besoins spécifiques des industriels de ce secteur et des producteurs souhaitant intégrer davantage de matières recyclées dans leurs flux de production. La solution développée par la start-up répond donc à un réel besoin du marché.

Mais d'où vient cette idée ? «Ce sont les industriels qui nous ont mis au défi de voir la différence entre toute une série de métaux», répond Eric Pirard, professeur ordinaire au laboratoire GeMME. La plupart des métaux sont gris. Les industriels nous ont dit: "Êtes-vous capables de voir des choses que nous ne voyons pas ?" Et nous avons mobilisé tous les capteurs et les senseurs possibles pour essayer de voir les nuances entre une série d'alliages.» Plus particulièrement, l'idée vient de Godefroid Dislaire, ingénieur des mines, inventeur de cette technologie au GeMME et cofondateur de *Matvision* dont il est le CTO. Pour démarrer, les fondateurs bénéficient du soutien de l'écosystème entrepreneurial liégeois pour faire mûrir leur projet. Celui-ci les a menés à la première place du concours européen EIT *Jumpstarter*.

Le développement de cette innovation est alors mené en collaboration avec des partenaires industriels, le *Groupe Comet*, un des leaders dans le tri des déchets ferreux à Mons, et *Cilyx*, spécialiste de machines spéciales à Liège. Le *Groupe Comet* réalise la première validation industrielle de cette solution de tri robotisée en investissant, en 2021,

10 millions d'euros (bâtiment et équipements) dans un démonstrateur industriel. Cette chaîne de 16 robots trieurs dispose d'une capacité de tri de 20 000 tonnes de déchets métalliques par an (soit 1 milliard de pièces au rythme de 16 pièces triées à la seconde). Baptisé *Multipick*, cet investissement industriel est rendu possible grâce au soutien de la Wallonie, dans le cadre de *Reverse Metallurgy* du Pôle Mecatech, et des fonds européens FEDER. L'équipe d'ingénieurs planche sur une solution qui s'adapte et se configure selon les besoins du client et les cas d'application. D'abord développée en laboratoire universitaire, cette technologie de tri robotisée est ensuite validée en conditions industrielles chez Comet où elle fonctionne 24 heures sur 24 depuis 2023. «Là, nous nous sommes trouvés face à un grand mélange de métaux vendus à l'exportation et triés manuellement en Chine. Désormais, notre technologie lui permet de réaliser localement un tri afin de récupérer ces métaux.» Depuis lors, d'autres industries se sont montrées intéressées pour tester les performances de ces machines et voir les niveaux de qualité qu'elles sont capables d'atteindre avec ces systèmes.

Matvision reçoit un financement de 160 000 euros de ses fondateurs et du centre de recherche *Imec* à travers son accélérateur de start-up *Imec.istart* qui apporte 50 000 euros. La jeune entreprise bénéficie, en outre, de l'expertise et des conseils stratégiques d'*Imec.istart* pour renforcer son développement à l'international. Après avoir lancé une levée de fonds, clôturée en septembre 2025, pour sécuriser plus de 1 million d'euros de financement et se donner les moyens de leurs ambitions, en 2026, les fondateurs reçoivent un financement de 500 000 euros d'un fonds européen. La commercialisation est entamée vers les recycleurs en Belgique, en Europe et dans le monde. «Cette année, nous avons signé une vente en France chez le leader européen de recyclage des moteurs. Notre technologie sera utilisée pour traiter de nouveaux types de métaux.» Cette installation est prévue cet été 2026.

...l'envie d'innover

Comment ça marche ? La technologie repose sur la combinaison du développement de capteurs de reconnaissance de la matière et d'un tri robotisé à haute cadence, le tout animé par une intelligence artificielle propre. «Concrètement, les déchets métalliques, chargés sur un tapis roulant, passent d'abord sous rayons X, infrarouges, laser et 3D, développe Robert Baudinet. Grâce à ces informations, quelques mètres plus loin, des bras robotiques trient les déchets avec précision et rapidité. Des mesures par rayons X permettent l'évaluation en temps réel de la densité de la matière. Un scanner 3D mesure les paramètres de

forme et de volume des objets trouvés. Une caméra hyper-spectrale mesure la réflectance des matériaux dans le visible et l'infrarouge. Un laser différencie les différents alliages des métaux. L'algorithme que nous avons mis en place va interpréter les données collectées pour chaque déchet pour ensuite ordonner au robot de le placer dans le bon bac.»

Le traitement de ces données est réalisé par apprentissage automatique, une branche de l'intelligence artificielle. «Si on dispose d'un mélange de déchets métalliques composé de cuivre, de zinc, d'aluminium, de nickel, il est difficile de le réutiliser en tant que tel directement. Il est donc nécessaire d'être capable d'extraire chacun de ces métaux. Outre des métaux non-ferreux, notre technologie permet de trier les plastiques, des batteries et des métaux ferreux. Elle est capable de traiter, en une seule passe, jusqu'à 20 types de matériaux. Cette caractéristique la rend unique au monde. Grâce à elle, nos partenaires industriels peuvent raccourcir les boucles de recyclage et augmenter la valeur des déchets qu'ils traitent et revendent, ce qui leur permet de rentabiliser nos machines en un temps record et de passer de vendeurs de déchets à vendeurs de matériaux.»

Avec cette nouvelle technologie de tri, plutôt que de vendre les déchets métalliques hors de l'Europe, ce qui a un coût économique et écologique, *Matvision* entend relocaliser et améliorer le recyclage des métaux. «Seules des solutions multi-capteurs comme les nôtres seront capables à l'avenir d'assurer le tri de produits qui deviennent de plus en plus complexes, souligne le Professeur Pirard. En se positionnant comme pionniers des techniques robotiques de tri des métaux, les ingénieurs wallons peuvent espérer jouer un rôle de tout premier plan dans le développement de l'économie circulaire à l'échelle internationale». ⁴



QUI EST ROBERT BAUDINET, COFONDATEUR ET CEO ?

Originaire d'une famille d'entrepreneurs verviétois, Robert Baudinet effectue des études d'ingénieur en mécatronique à l'ULiège. «J'ai toujours eu la conviction que la technologie pouvait être utilisée pour avoir un impact positif sur notre société. En outre, j'avais l'envie d'innover.» Il développe un projet entrepreneurial au sein de l'incubateur liégeois *VentureLab*. «Dans le cadre de mes études, j'ai été amené à effectuer un stage dans l'équipe de Godefroid Dislaire. Il m'a donné goût pour la technologie de capteurs à intelligence artificielle pour trier des déchets métalliques. J'ai trouvé le projet intéressant. Le labo recevant des demandes d'entreprises intéressées, on s'est rendu compte qu'il était nécessaire de créer une structure commerciale indépendante pour valoriser cette technologie. C'est ainsi que je me suis lancé.» À 31 ans, le jeune entrepreneur a des journées bien remplies. Pour se détendre, il joue au hockey et gratte la guitare. «J'ai un enfant de 2 ans et je vais en avoir un deuxième. Je n'ai pas les nuits les plus longues de mon existence, mais je suis heureux !»



La low-tech : sur- ou sous- évaluée ?

«Faire mieux avec moins»: voilà le slogan souvent associé à la low-tech, ou basse technologie. Plus qu'un simple courant technique, il s'agit d'une véritable philosophie de conception et de vie fondée sur 3 critères clés: utilité, accessibilité et durabilité. À l'heure où la high-tech semble s'imposer comme réponse systématique à tous nos problèmes, la low-tech propose une autre voie: répondre aux besoins essentiels de l'être humain tout en tenant compte des limites environnementales, sociales et des ressources disponibles. Démarche résolument techno-critique, elle privilégie la sobriété technologique plutôt que la surenchère d'innovation. Mais concrètement, qu'implique cette approche ?

TEXTE : VIRGINIE CHANTRY - VIRGINIE@PIXIELIGHTDIGITAL.COM

PHOTOS: © BOYKOWIT - STOCK.ADOBE.COM (P.14), © LOW TECH LAB (P.15), LAFERMEDESOBIONES.BZH(P.16)

Souvent réduite à une opposition simpliste avec la high-tech, la low-tech est en réalité bien plus qu'une simple alternative technologique. Comme le définit le *Low-tech Lab*, collectif français engagé depuis plus de 10 ans dans la diffusion et la documentation des démarches sur le sujet, le terme désigne aussi bien des objets que des systèmes, des services, des savoir-faire, des pratiques ou même des modes de vie. Leur point commun ? Intégrer la technologie de manière raisonnée. Autrement dit, la low-tech invite à penser la technologie dans son ensemble, depuis le besoin initial jusqu'à la fin de vie des solutions mises en œuvre. Une solution low-tech répond d'abord à des besoins essentiels – et cela varie selon les personnes, les contextes et les cultures – qu'ils soient individuels ou collectifs: se nourrir, se loger, accéder à l'eau et à l'énergie. Elle vise des modes de production et de consommation sobres, cohérents et durables, dans des domaines aussi variés que l'alimentation, l'habitat, les transports, la gestion des déchets ou les matériaux. Cette approche se veut également accessible, c'est-à-dire compréhensible, appropriable et réparable par le plus grand nombre avec un coût maîtrisé: comprendre ce que l'on utilise, pouvoir réparer ou fabriquer soi-même, et ancrer le travail et la valeur là où vivent les gens. Enfin, cette démarche s'inscrit dans une logique de durabilité globale. Robuste, résiliente, réparable, recyclable et fonctionnelle, elle invite à questionner l'impact écologique et

social des solutions techniques à chaque étape de leur cycle de vie – de la conception en passant par le choix des matériaux et jusqu'à la fin de vie – quitte à pencher vers moins de technologie et davantage de partage ou de collaboration.

Low-tech et éco-conception

Au vu de l'importance accordée au cycle de vie, on pourrait penser qu'entre la low-tech et l'éco-conception, il n'y a qu'un pas. En réalité, pas tout à fait. Si la low-tech ne rejette pas la technologie, elle cherche cependant à en déterminer le niveau le plus juste, là où l'éco-conception s'inscrit parfois dans une logique d'optimisation technologique: rendre des produits ou des systèmes plus performants ou à moindre impact, en intégrant en amont les dimensions environnementales, sociales et économiques. La low-tech pousse plus loin la réflexion en questionnant la pertinence même des objets, des usages et des volumes produits, afin d'éviter les effets rebond, lorsque les gains d'efficacité se traduisent par une multiplication des usages. Elle encourage à faire des choix techniques sobres, cohérents et durables, non par renoncement à l'innovation, mais par exigence de pertinence. Autrement dit, éco-concevoir ne suffit pas toujours: encore faut-il interroger le besoin auquel la technologie prétend répondre.

Loin d'être une solution miracle, la low-tech présente des atouts réels, mais aussi des limites qu'il serait illusoire d'ignorer. Son déploiement à grande échelle constitue l'un de ses principaux défis: des solutions pertinentes à un endroit ne sont pas toujours transposables telles quelles à d'autres contextes, ni compatibles avec d'autres cadres réglementaires ou industriels. Elle se heurte également à des freins culturels. Dans une société où l'innovation est souvent associée à la performance technologique et à la nouveauté, la low-tech peut être perçue comme un retour en arrière ou un renoncement au confort. Ce constat souligne l'importance de travailler non seulement sur les solutions techniques, mais aussi sur leur désirabilité et leur acceptabilité sociale. Enfin, certains domaines, notamment le médical, le numérique ou le scientifique, nécessitent un haut niveau de technologie. La low-tech ne prétend

Tiny house expérimentale développée par le Low-Tech Lab, ce micro-habitat intègre 12 solutions low-tech visant l'autonomie et la sobriété, dont une marmite norvégienne, un chauffe-eau solaire, des panneaux photovoltaïques, des toilettes sèches ou encore un récupérateur d'eau.

La low-tech ne renonce pas au progrès: elle en redéfinit les critères. Elle questionne la place, le sens et l'impact de la technologie pour répondre aux besoins essentiels sans sacrifier l'humain ou le futur.

donc pas tout remplacer, mais implique une hiérarchisation plus exigeante des usages, en réservant le recours à la high-tech là où elle est réellement pertinente.

Un exemple concret

Pour passer de la théorie à la pratique, certaines initiatives expérimentent aujourd'hui la low-tech à l'échelle des territoires. C'est le cas de *Vivons Lowtech Leven*, un projet européen *Interreg* (1) France-Wallonie-Vlaanderen, co-financé par l'Union européenne et la Région wallonne, qui explore concrètement d'autres manières de vivre et de travailler face au dérèglement climatique et à la raréfaction des ressources. Lancé en 2024 pour une durée de 4 ans, le projet aborde les espaces de vie et de travail – habitat, bâtiments, usages quotidiens – en mobilisant une approche low-tech appliquée. *Vivons Lowtech Leven* se distingue par l'ampleur de l'écosystème qu'il mobilise. Il réunit citoyens, acteurs économiques, chercheurs et pouvoirs publics. Piloté par la ville française de Roubaix, le programme s'appuie sur un réseau transfrontalier particulièrement riche. Côté belge, on retrouve notamment le Cluster Eco-construction, l'Université catholique de Louvain, ainsi que des acteurs territoriaux et institutionnels engagés dans l'économie circulaire et les enjeux climatiques. Cette diversité d'acteurs illustre un point

⁽¹⁾ *Interreg* est un programme européen qui finance des projets transfrontaliers, menés par des partenaires de différents territoires, avec des objectifs communs et concrets.



Issue de pratiques anciennes répandues dans les pays nordiques, la marmite norvégienne est un classique de la low-tech basé sur la cuisson par rétention de chaleur. Elle repose sur le principe de l'inertie thermique: un plat porté à ébullition est ensuite placé dans un contenant isolant, où il poursuit sa cuisson sans apport d'énergie.



clé de la démarche low-tech: sa pertinence ne repose pas uniquement sur la solution technique, mais sur la capacité à faire dialoguer recherche, action publique, monde économique et citoyens.

Le programme s'articule autour de 3 axes complémentaires. Il vise d'abord à réaliser un inventaire des solutions low-tech existantes, en y associant un recensement des ressources secondaires mobilisables – lieux de réemploi, filières de récupération, matériaux disponibles – ainsi qu'un inventaire des acteurs engagés dans la low-tech. Il comprend également un programme de formation et de sensibilisation, à la fois théorique et pratique, destiné au grand public comme aux professionnels. Celui-ci s'appuie notamment sur des dispositifs concrets, comme une *tiny house* qui sera meublée de solutions low-tech ou un bus itinérant qui sera amené à circuler entre différents lieux totems, ainsi que sur des formations spécifiques dans les secteurs de la construction et du monde académique. Enfin, ces approches seront mises en situation à travers des démonstrations menées dans des lieux choisis, comme *Le Logis Tournaisien*, Société de Logement de Service Public. L'objectif est d'y montrer, de manière très concrète, ce qui peut être mis en place au quotidien – par exemple autour du *slow heat*, une approche qui consiste à chauffer les corps plutôt que les volumes, afin de consommer moins d'énergie sans renoncer au confort.

En conclusion, la low-tech n'est ni une vague de nostalgie ni un retour vers un passé pré-technologique. Elle ne prétend pas offrir de

TECHNO-ZOOM

L'EPFL (École polytechnique fédérale de Lausanne), en collaboration avec l'Empa (Laboratoire fédéral suisse spécialisé dans la recherche sur les matériaux et les technologies durables) et le CSEM (Centre de recherche et de transfert technologique dédié aux micro-technologies et à l'électronique de précision), s'est penchée sur une question très concrète: comment assurer le suivi de la température et de l'humidité de colis contenant des produits fragiles – alimentaires, pharmaceutiques ou biologiques – sans générer de nouveaux déchets électroniques ? De cette réflexion est né GREENSPACK (*Green Smart Packaging*), un capteur intelligent entièrement compostable, intégré directement à l'emballage. Contrairement aux capteurs classiques, souvent à usage unique et difficiles à recycler, GREENSPACK permet d'enregistrer des paramètres clés tout au long du transport... puis de disparaître sans laisser de trace polluante. Le capteur repose sur des substrats biodégradables (cellulose ou de polymères biosourcés) et des encres conductrices compatibles avec le compostage. En combinant électronique imprimée, matériaux biosourcés et design volontairement simple, le projet propose une solution à la fois fiable, accessible et compatible avec les exigences industrielles. Soutenu notamment par le Fonds national suisse de la recherche scientifique, GREENSPACK illustre qu'une technologie de pointe peut aussi servir des objectifs de sobriété.



solution miracle universelle à tous les maux du monde. Sa véritable raison d'être est ailleurs: nous inviter à questionner nos réflexes d'innovation et à envisager la technologie sous un autre angle, plus humain et résolument tourné vers un futur durable. Cela implique de faire mieux avec moins: mieux choisir, mieux cibler, mieux hiérarchiser. La nuance est essentielle, car elle déplace le débat: le véritable enjeu n'est pas tant technique que politique, culturel et sociétal. À l'heure des crises systémiques, la question n'est peut-être plus seulement de savoir ce que la technologie permet, mais ce que nous attendons réellement d'elle – et, par extension, le type de société que nous souhaitons construire. Car repenser la technologie, c'est aussi repenser nos priorités, notre rapport au confort, et peut-être redéfinir ce que signifie, au fond, mieux vivre. **A**



INTERVIEW DE MAUD LIGNOZ

Chargée de projet zéro déchet à l'Intercommunale de gestion de l'environnement de Wallonie picarde et du Sud-Hainaut (IPALLE), partenaire du projet *Vivons Lowtech Leven*, où elle contribue à décliner les principes low-tech en actions concrètes à destination du grand public.

Quels types de solutions low-tech expérimentez-vous avec Vivons Lowtech Leven ?

Plusieurs actions sont déjà en cours, notamment autour de la sensibilisation et des changements d'usages: zéro déchet, mutualisation, réparation... Le gros projet à venir, c'est la *tiny house* mobile: une vitrine itinérante qui permettra de présenter des solutions et des objets low-tech concrets. En parallèle, certaines expérimentations se mettent en place chez les partenaires. Des tests autour du *slow heat* sont en cours à Centrale Lille et au Cluster Éco-construction. L'objectif est de voir comment baisser la température d'un local tout en restant dans une notion de confort.

Quel est l'esprit derrière les actions Vivons Lowtech Leven ?

L'idée n'est pas seulement de proposer des contenus ou des solutions «toutes faites», mais aussi de favoriser les échanges, de laisser place aux réflexions et aux partages d'expériences. On l'a bien vu lors de nos premières sessions d'introduction aux low-techs: les interactions avec les participants étaient très enrichissantes et apportent beaucoup à la formation. Ces expériences ont confirmé l'importance de mettre en place des actions où les échanges profitent à l'ensemble du groupe.

Comment construisez-vous les formations grand public proposées par IPALLE dans le cadre de Vivons Lowtech Leven ?

Pour la programmation, nous avons d'abord réalisé une liste de sujets très concrets, en lien avec un lieu de vie – par exemple la cuisine, la salle de bain, l'isolation – en nous inspirant des nombreuses solutions déjà documentées, notamment par le *Low-tech Lab*. Cette base a ensuite été retravaillée avec les partenaires du consortium transfrontalier afin d'affiner les sujets. Nous avons aussi recueilli les avis du grand public via un sondage, ainsi que ceux de nos guides IPALLE, des bénévoles formés sur le compost ou le zéro déchet, qui ont une bonne expérience de terrain. Une fois ces échanges et adaptations effectués, chaque sujet a pu être développé.


Avec le soutien de la Région wallonne, IPALLE a également développé l'initiative «Partage la boîte», qui propose la location à petit prix d'objets du quotidien, via des distributeurs automatiques installés par exemple à Tournai et Mouscron. L'objectif: encourager la mutualisation plutôt que l'achat, en donnant accès à des équipements peu utilisés mais utiles ponctuellement – une visseuse, un appareil à raclette, un nettoyeur textile ou encore un kit de réparation vélo. Une manière concrète de réduire l'encombrement, les dépenses... et l'impact environnemental.

 www.partagelaboite.be

Jusqu'à présent, qu'est-ce qui vous a le plus surpris dans les réactions des participants ?

Beaucoup de participants disent qu'ils se reconnaissent déjà dans la philosophie low-tech: la sobriété, la durabilité, le zéro déchet... Mais les objets low-tech concrets restent souvent moins connus. Côté surprises, il y a par exemple la possibilité d'utiliser un four solaire en Belgique. Beaucoup pensent que ce n'est pas réaliste, alors qu'il existe des retours d'expérience convaincants dans des régions au climat comparable. Un autre élément qui marque beaucoup est le fait que baisser la température d'un degré chez soi permet déjà de réaliser entre 7 et 10% d'économies de chauffage. De son côté, l'équipe a été surprise de constater que certains participants vivent déjà avec des températures de 15 à 17°C chez eux. Il y a aussi quelques réactions plus réticentes: on entend parfois que la low-tech serait un «retour à l'âge de pierre», ou que ces solutions ne serviraient «qu'en cas de crise». Cela traduit surtout un décalage de perception: tant que l'urgence d'agir n'est pas ressentie, la démarche peut sembler extrême. Et puis, même si je comprends ces réactions, il y a aussi beaucoup de concepts accessibles dans la philosophie low-tech: éviter le superflu, réparer au lieu de jeter, privilégier le durable, pour ne donner que quelques exemples.

Quel exemple concret en Wallonie incarne particulièrement bien l'esprit low-tech ?

Les *Repair Cafés*, ces lieux ouverts où l'on peut venir avec un objet cassé et tenter de le réparer avec l'aide de bénévoles. On y vient pour comprendre, apprendre, mettre la main à la pâte et se rendre compte que l'on est capable de le faire soi-même. On y retrouve des valeurs proches de la low-tech – transmission de savoirs, convivialité, réparer plutôt que jeter – ancrées dans le quotidien et accessibles à tous. Il y a d'autres démarches wallonnes du même genre, comme les menuiseries partagées ou les matériauthèques s'approvisionnant en partie grâce à la déconstruction. C'est d'ailleurs l'un des objectifs de *Vivons Lowtech Leven*: dresser un inventaire des acteurs low-tech du territoire et rendre visibles ces initiatives. J'invite les lecteurs à nous suivre sur les réseaux sociaux et à se manifester s'ils souhaitent être recensés comme acteurs low-tech. 



Plus d'infos



vivonslowtechleven.eu



www.facebook.com/vivonslowtechleven

L'ADN de...

Fabrice MICHEL

Physicien & apiculteur



Recto

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

Absolument pas. Plus jeune, je n'aurais jamais imaginé travailler avec l'abeille. J'adorais le miel, mais je percevais l'apiculture comme un monde à la fois intrigant et inaccessible. C'est vers la trentaine que l'idée d'avoir des ruches a commencé à germer. Je ne savais pas comment démarrer dans ce milieu, mais la vie a bien fait les choses: j'ai rencontré un nouveau collègue, apiculteur amateur, ainsi qu'un vieil apiculteur passionné. Ils m'ont guidé et, en 2014, j'ai pu installer 3 colonies au pied du grand chêne de la maison. En 2019, je me suis installé en semi-professionnel en créant le Rucher du Grand-Chêne avec 17 colonies. Depuis, le projet a bien évolué: je gère maintenant 90 ruches.

Comment devient-on apiculteur ?

Comme on devient scientifique. D'abord en se formant. Quelle que soit la vocation, même pour des métiers plus manuels, la base théorique est essentielle. Ensuite il faut pratiquer, observer, se remettre en question et se tenir à jour des dernières avancées dans le domaine. Enfin, l'échange avec les collègues est fondamental.

Vous exercez actuellement en tant que chef de projet chez un industriel liégeois et apiculteur, quelle est votre journée-type ?

Je n'ai pas vraiment de journées types. Elles varient selon la période de l'année, la météo, mais aussi, évidemment, la charge de travail et les priorités chez mon employeur et au Rucher. Au pic de la saison apicole, en mai et juin, les journées sont souvent trop courtes. Le réveil sonne tôt pour préparer du matériel, effectuer une mise en pots ou une extraction de miel. Je travaille ensuite pour mon employeur et, en fin d'après-midi, je me consacre à nouveau au Rucher: travail aux ruches, analyse et prise de recul par rapport à la saison, préparation des jours suivants. J'ai la chance d'occuper un poste qui m'offre une grande flexibilité. En cas de surcharge au Rucher, et si mon agenda professionnel le permet, je prends congé afin de débloquer la situation.

Quels sont vos rapports avec la science ?

J'ai toujours voulu faire des études scientifiques. J'ai beaucoup aimé étudier la physique et j'ai pris énormément de plaisir à réaliser ma thèse de doctorat. Mon parcours professionnel m'a toutefois progressivement éloigné du monde scientifique. Aujourd'hui, la science m'évoque à la fois nostalgie et reconnaissance. Les mathématiques de haut niveau me manquent; je les ai toujours perçues comme un jeu. Je suis reconnaissant envers la science, car je suis convaincu que la réussite du Rucher repose, entre autres, sur les aptitudes acquises lors de ma formation scientifique: rigueur, précision, objectivité et remise en question.

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


La saison de production de miels est très courte et très intense. Elle doit être anticipée au maximum. Mais l'apiculture, c'est être à la tête d'une «usine» dont on ne maîtrise pas la capacité de production. Il est impossible de prédire la période du pic et les volumes: chaque saison est différente. Il faut dès lors sans cesse ajuster la stratégie et les techniques à la réalité du terrain, sans perdre de vue les objectifs finaux. C'est beaucoup de stress, d'incertitudes et d'énergie, mais c'est aussi ce qui rend ce métier si passionnant.

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

Ma plus grande réussite professionnelle reste liée à mon ancien employeur: la signature simultanée de 2 contrats pour un grand client français, après plusieurs mois de négociations. Ces contrats ont

généralisé des milliers d'heures de travail pour mes anciens collègues. Je considère également le Rucher comme l'une de mes plus belles réussites.

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

On a souvent tendance à se concentrer sur ce qu'on aime faire: la gestion des ruches, l'innovation, l'expérimentation... Mais pour réussir un projet, il est essentiel de ne négliger aucun maillon de l'activité: comptabilité, gestion administrative, marketing, achats, ventes... On peut bien sûr déléguer certaines tâches, mais le chef d'orchestre doit conserver une vue d'ensemble pour piloter son projet au mieux. Je citerais également le slogan du Rucher: «Passion for bees creates possibilities». La passion peut soulever des montagnes si elle est accompagnée de travail, de rigueur et d'engagement, des valeurs acquises lors de mes formations scientifiques. 



Fabrice MICHEL

ÂGE: 45 ans

SITUATION FAMILIALE: Marié, 4 enfants

LIEU DE NAISSANCE: Liège

LIEU DE RÉSIDENCE: Liège

PROFESSION: Ingénieur – chef de projet & apiculteur semi-professionnel

FORMATION: Docteur en Physique

MAIL: fabrice@rucherdugrandchene.be

SITE INTERNET: rucherdugrandchene.be

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

Probablement un métier scientifique proche des animaux. Peut-être de l'ornithologie.

Je vous offre un super pouvoir...

L'homme est la seule espèce qui scie la branche sur laquelle elle est assise. J'utiliserais mon super pouvoir pour lui permettre de revivre en harmonie et en équilibre avec la nature et les autres espèces.

Je vous offre un auditoire...

J'ai appris, au fil de mon parcours professionnel, que les processus et les méthodes sont finalement peu dépendants des secteurs d'activité. Dans le cadre du Rucher, j'applique ainsi de nombreux outils et méthodes inspirés de mon expérience d'ingénieur. J'expliquerais à l'auditoire la gestion du Rucher afin de montrer comment une expérience acquise peut être valorisée dans des domaines parfois insoupçonnés.

Je vous offre un laboratoire...

Dans mon champ de compétences, ce serait un laboratoire d'optique centré sur l'interférométrie, mon domaine de prédilection. Toutes disciplines confondues, je développerais une phéromone sexuelle artificielle destinée aux frelons asiatiques (FA). Elle permettrait de piéger les mâles et d'empêcher la fécondation des futures reines. Cette approche contribuerait à lutter contre cette espèce invasive, qui représente un véritable fléau pour la biodiversité, la chaîne alimentaire et la sécurité.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle...

Il ne représente sans doute pas le 21^e siècle, mais j'ose espérer qu'il y fasse de la résistance: un livre.

Peu importe le format – roman, magazine ou revue spécialisée – mais un vrai livre. Pas une tablette ni une liseuse. Un livre, cet objet déconnecté qui offre un moment suspendu au milieu d'une journée, dans un monde qui avance trop vite.


Je vous offre un voyage...

Je ne ressens pas le besoin de voyager, mais je serais partant pour une belle randonnée dans un décor à couper le souffle.

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

Je n'ai pas le nom d'un politicien, d'un artiste ou d'une autre personnalité qui me vient directement à l'esprit. En revanche, je reste très admiratif des sportifs de haut niveau. Ils sacrifient énormément de choses pour vivre leur passion. Ils se remettent en question et optimisent les moindres détails pour gagner quelques dixièmes de seconde ou quelques millimètres. Ils n'ont parfois que quelques jours, voire à peine quelques secondes, pour récolter le fruit de plusieurs mois, voire d'années, de travail. Cela me rappelle l'apiculture et la science expérimentale.

La question «a priori»: apiculteur, c'est un peu enfiler une tenue de protection et récolter du miel, non ?

Oui, mais après 10 mois de préparation et de suivi des colonies, et avant tout le travail de mise en pots, d'étiquetage et de commercialisation... Le miel, ça se mérite. C'est énormément de travail, aussi bien pour l'abeille que pour l'apiculteur. Il peut s'écouler plus d'un an entre le moment où l'on élève une reine et le premier pot de miel issu de sa colonie. Une année apicole représente ainsi 9 à 10 mois de préparation des colonies pour 2 à 3 mois de récolte. 

Verso



 www.facebook.com/ruchergrandchene.9

 www.linkedin.com/in/xunil

 www.linkedin.com/company/rucherdugrandch%C3%AAne/



La robustesse contre la performance

Et s'il était temps de tourner le dos à la performance comme valeur cardinale de nos vies ? Dans un monde fluctuant, confronté à de nombreuses crises, le biologiste français Olivier Hamant propose de lui opposer la robustesse, soit la capacité à se maintenir stable (sur le court terme) et viable (sur le long terme) malgré les fluctuations. Pour y parvenir, une seule méthode: s'inspirer du vivant, qui fonctionne depuis toujours sur les principes de coopération, de circularité et d'adaptabilité

TEXTE: JULIE LUONG - JULUONG@YAHOO.FR

PHOTOS: © TINYAKOV - STOCK.ADOBE.COM (P.18), © THE KONG - STOCK.ADOBE.COM (P.19), AGROOF (P.20),

© FARUH - STOCK.ADOBE.COM (P.21)

C'est en observant les fleurs qu'Olivier Hamant, biologiste, s'est rendu compte que le monde vivant se construisait à l'encontre de la performance. Dans le vivant, tous les systèmes fonctionnent en effet de manière «sous-optimale», ce qui leur permet de parer aux aléas et d'être durables, malgré les fluctuations de leur environnement. Exactement le contraire de la manière dont fonctionnent aujourd'hui nos vies et nos organisations: à flux tendu. L'avenir étant devenu plus que jamais imprévisible, nous aussi avons désormais besoin de fonctionner «en sous-optimalité» afin de rester adaptable, estime le chercheur. «*Dans un monde turbulent, il nous faudra basculer de l'adaptation vers l'adaptabilité*, explique-t-il dans *Antidote au culte de la performance. La robustesse du vivant* (Tracts Gallimard n°50, 2023). Si ces mots se ressemblent, ils demandent pourtant des compétences inverses: dans le cas de l'adaptation, il faut renforcer ses points forts, optimiser les solutions pour être mieux à même d'atteindre l'objectif prévu et le plus vite possible; dans le cas de l'adaptabilité, il faut au contraire se construire sur ses multiples points faibles, c'est-à-dire profiter du jeu dans les rouages pour augmenter les marges de manœuvre, créer de nombreux liens et finalement nourrir la diversité des solutions afin de faire face à un monde imprévisible.»

Le vivant, adepte du «sous-régime»

«La loi du plus fort» n'est absolument pas celle qui prévaut dans le monde vivant, rappelle Olivier Hamant qui estime que cette «fable du vivant efficace» a nourri une «pensée toxique» pour nos sociétés, devenues adeptes de la compétition dérégulée entre les individus. «*Quand on vous montre la nature, on vous montre la performance, On vous montre le guépard qui attaque à 112 km/heure. Mais on ne vous dit pas que pendant 99,5% de son temps, il fait autre chose, il dort...*», explique Gatien Bataille, coordinateur du centre d'éducation à l'environnement (CRIE) de Mouscron et membre du réseau *Robustesse.org* fondé par Olivier Hamant. «*Disons-le très clairement: le vivant n'est pas performant. Il n'est ni efficace (il n'a pas d'objectif), ni efficient (il gâche énormément d'énergie et de ressources). Darwin lui-même disait que sont sélectionnés au cours de l'évolution les êtres avec des caractères satisfaisants. Autant dire qu'un 10/20, mention passable, est bien suffisant pour traverser les millions d'années*», détaille le chercheur. En effet, dans les écosystèmes, les réseaux de neurones ou encore dans la génétique, on trouve une «myriade de contre-performances»: de l'hétérogénéité, des processus aléatoires, des lenteurs, des délais, des redondances, des incohérences, des erreurs, de l'inachèvement...

La photosynthèse, qui permet de convertir le CO₂ en fibre de carbone pour nourrir les écosystèmes terrestres, en est un excellent exemple: ce processus affiche un rendement inférieur à 1% ! «*Dit autrement, les plantes gâchent 99% de l'énergie solaire !*, résume Olivier Hamant. *On est bien loin des panneaux solaires et de leur rendement autour de 15%. Aucune trace d'optimisation en 3,8 milliards d'années, voilà qui devrait nous interroger.*» Le constat est le même quand on remonte la chaîne alimentaire: les animaux herbivores gâchent en réalité 90% de l'énergie fournie par les plantes consommées, tandis que les animaux carnivores gaspillent à leur tour 90% de l'énergie fournie par les animaux consommés. «*La chaîne alimentaire est avant tout une chaîne du gâchis, un carnage de ressources énergétiques.*» Et pourtant ce gaspillage fonctionne ! «*Aujourd'hui, nous savons que ce gaspillage est absolument nécessaire à la photosynthèse pour gérer les fluctuations lumineuses et biologiques, et de même, l'énergie dilapidée le long de la chaîne alimentaire permet aux services écosystémiques de fonctionner, notamment pour amortir les fluctuations environnementales*, détaille Olivier Hamant. *Pensez par exemple aux décomposeurs du sol qui ont besoin de cet excès de biomasse*

pour maintenir la fertilité et l'hygrométrie (taux d'humidité) des sols.» Si la photosynthèse était optimisée, les plantes ne seraient en réalité plus en mesure de gérer des fluctuations lumineuses, tandis que les sols ne pourraient plus affronter les fluctuations de fertilité et de sécheresse. «*L'optimisation peut avoir du sens quand les contraintes sont connues et prévisibles. Dans le cas contraire, il faut éviter l'optimisation, totalement*», résume Olivier Hamant.

Autre exemple ? Celui de la température corporelle. «*La plupart de nos enzymes sont à leur optimum d'activité à une température de 40 °C. Les 3 °C de différence qui les séparent de la température de croisière sont énormes: certaines enzymes sont un million de fois plus actives à 40 °C qu'à 37 °C.*» Cela signifie qu'en temps normal, notre corps fonctionne de façon satisfaisante, «ni plus ni moins». En revanche, quand nous avons de la fièvre, notre métabolisme et notre système immunitaire deviennent extrêmement performants: être «sous-optimal» en temps normal nous laisse donc une marge de manœuvre pour gérer une fluctuation imprévisible comme une infection par un virus ou une bactérie. Mais cette «performance» doit rester exceptionnelle: une température de 40 °C au-delà de 3 jours devient menaçante pour la vie même.

Viser l'absence d'objectifs

Le problème est qu'aujourd'hui, les individus et les sociétés fonctionnent en surrégime permanent. Au moindre imprévu, c'est le burn-out. Professionnel, parental... et planétaire, si l'on applique cette réflexion à la crise écologique. Le sentiment répandu que la performance est



devenue aujourd'hui une voie sans issue explique pourquoi la notion de robustesse développée par Olivier Hamant rencontre depuis quelques années un si grand écho, en particulier en Wallonie et dans son milieu associatif, riche en initiatives coopératives, sociales et solidaires. «*Il ne faut pas oublier qu'au 19^e siècle, la Wallonie était la troisième force économique au monde, avant de connaître de très fortes crises, explique Jean-Luc Pening, coach professionnel et membre du réseau Robustesse.org. Or, toute crise amène autre chose, oblige à un moment d'arrêt. Par ailleurs, en Wallonie, on a l'autodérision ! Et ne pas se prendre au sérieux est un excellent facteur de robustesse...*»

«Quand je coache un chef d'entreprise, c'est justement pour lui proposer un moment d'arrêt, de respiration. L'idée est d'être à l'aise avec le fait de ne pas avoir d'objectifs (...).»

Après avoir travaillé pour les Nations-Unies, Jean-Luc Pening, bioingénieur de formation, a évolué dans le secteur de la coopération au développement au Burundi. Mais dans un contexte de guerre civile, il se retrouve un jour «au mauvais endroit au mauvais moment». «*À 35 ans, j'ai reçu une balle dans la tête. Je suis devenu aveugle, raconte-t-il. Ce que j'ai fait après ça ? Je suis retourné au Burundi, j'y ai créé des ONG, j'ai écrit un court-métrage qui a été nominé aux Oscars, et puis je me suis reconverti en coach professionnel. Donc mon parcours je ne l'ai pas choisi, mais en effet, il parle robustesse. Quand on se retrouve aveugle du jour au lendemain, il faut tout recommencer à zéro et on ne sait plus du tout où l'on va. Or la robustesse, c'est ça: je ne sais pas où je vais mais j'y vais.*»



Aujourd'hui, Jean-Luc Pening applique cette valeur à son métier, traditionnellement très axé sur la performance. «*Le coaching a longtemps reposé sur l'idée qu'il fallait atteindre plus rapidement et plus efficacement ses objectifs. Et je n'ai jamais été très à l'aise avec ça... Quand je coache un chef d'entreprise, c'est justement pour lui proposer un moment d'arrêt, de respiration. L'idée est d'être à l'aise avec le fait de ne pas avoir d'objectifs, de savoir que quelque chose de bien va en sortir, même si je ne sais pas encore ce que c'est.*» Et aussi de réhabiliter le droit à l'erreur, à l'expérimentation, aux voies de traverse, aux «déraillements» pour reprendre une notion chère à Olivier Hamant. Exactement à la manière de l'artiste, ce «fabricant de questions» qui, à force de travail, finit par identifier son obsession. «*C'est ce que je fais qui m'apprend ce que je cherche*», disait Pierre Soulages. «*En alliant démarche scientifique et artistique, une approche plus lente par nature, nous faisons passer un test de robustesse à nos questions*», estime Olivier Hamant, qui encourage à sortir de la méthode scientifique pure et dure pour affronter les fluctuations de notre temps.

Robustesse partout

Au cœur du vivant, la robustesse semble particulièrement pertinente pour affronter les enjeux environnementaux et ne pas se laisser dévorer par l'écoanxiété. «*Dans le monde stable de la performance, nous exploitons les écosystèmes pour augmenter les rendements agricoles, rappelle Olivier Hamant. Cette stratégie s'est couronnée de succès si l'on ne considère que la réduction extraordinaire des famines au cours des dernières décennies. Mais elle a aussi généré des dégradations plurielles: effondrement de la biodiversité (naturelle et cultivée), pollutions (nitrates et pesticides notamment), imperméabilisation et désertification des sols, dépendance forte aux énergies fossiles, désertification des campagnes, suicide des paysans.*» Dans le monde robuste, l'agroécologie doit donc s'imposer puisqu'elle consiste à s'appuyer sur l'hétérogénéité des variétés de cultures pour rendre la production plus stable, au prix d'un rendement un peu plus faible: un champ où plusieurs variétés de blé sont cultivées est en effet moins rentable à court terme mais plus résistant à la sécheresse et aux pathogènes. «*Mieux, en agroécologie, le paysan ne fait plus seulement du rendement en grain, il entretient aussi des sols vivants (notamment via*

Exemple de culture de blé en agroforesterie, associée à des noyers et des merisiers en Charente-Maritime.



la permaculture), l'hygrométrie de ses cultures (notamment via l'agroforesterie), la présence d'insectes auxiliaires (notamment via le bio ou l'agriculture raisonnée), et la coopération entre paysans par l'échange de semences et de savoir-faire.» Une logique qui permet de basculer des «extractions» aux «interactions». «Dans le monde de la robustesse, on n'exploite plus les écosystèmes pour augmenter la production; c'est la production qui nourrit les écosystèmes», résume le chercheur.

La logique s'applique aussi bien au monde du travail, de l'enseignement ou de la culture... «La transformation doit avoir lieu avec tout le monde. Il faut essayer d'être dans le partage et la réflexion collective car nous n'avons pas les réponses ! Nous sommes tous des apprentis sorciers, estime David Gabriel, enseignant en économie sociale à la Haute école l'HELMo (Liège), coordinateur des projets de transition environnementale et également membre du réseau Robustesse.org. Mais il y a quand même quelque chose de l'ordre de l'intuition. On sent bien qu'on travaille trop, qu'au niveau de l'alimentation on se fout de nous... La grille de lecture de la robustesse nous aide à sortir du déni, à comprendre que le chemin qu'on a pris n'est peut-être pas le meilleur. Elle nous encourage à oser, à essayer.»

De son côté, Gatien Bataille encourage à rester attentif à l'esprit de la robustesse, dans un contexte où le terme est en passe d'être récupéré par des acteurs peu soucieux de transformation

ROBUSTESSE VERSUS RÉSILIENCE

Les termes de **robustesse** et de **résilience** sont parfois utilisés indifféremment. Pourtant, ils ne sont pas synonymes. Olivier Hamant rappelle ainsi que la résilience est, au sens premier, la capacité d'un matériau à se déformer et à revenir à sa forme initiale. Cette idée d'élasticité a été déclinée en psychologie: aujourd'hui, dans son acception la plus courante, la résilience désigne la capacité d'un individu à rebondir après une crise ou un traumatisme. Or, comme le dit le chercheur en économie Thierry Ribault, auteur de *Contre la résilience, à Fukushima et ailleurs* (Éditions de l'Échappée, 2021), cette notion présente le risque de normaliser la «double peine»: exiger d'être capable de tomber, mais aussi de remonter la pente. «Inutile de dire que cette définition très responsabilisante s'aligne parfaitement avec la main invisible du marché, l'absence d'État et le néolibéralisme», commente Olivier Hamant. La notion de résilience présente donc le désavantage de sonner comme une «injonction d'agilité et de consentement, parfaitement alignée avec l'idéologie performante.» Au contraire, la robustesse vise à créer les conditions grâce auxquelles «on ne tombe pas», en ménageant des marges de manœuvre incompatibles avec la recherche de performance.

durable. «Il est clair qu'aujourd'hui, le "robustesse washing", ça existe ! Beaucoup l'utilisent pour désigner la capacité à passer les fluctuations. Mais ça, c'est seulement la première partie de la définition. La deuxième partie rappelle que pour être robuste, il faut être viable à long terme et donc préparer un futur où les fluctuations seront moins fortes et moins fréquentes. Ce qui veut aussi dire activer la santé commune. Sinon, vous êtes simplement dans la gestion des risques.» Pour qu'un projet soit robuste, il doit donc alimenter à la fois la santé humaine, la santé sociale et la santé des milieux naturels. Dans cette vision *one health*, un projet qui alimenterait la santé sociale sans alimenter la santé des milieux naturels n'est donc pas robuste. En revanche, un habitat participatif où des citoyens conçoivent et gèrent leur logement en mettant l'accent sur la santé physique et mentale des habitants, tout en entretenant un potager partagé, est un modèle robuste. Dans cette vision, ce qui est bon pour soi est forcément bon pour les autres et bon pour la planète. Bien loin de la loi du plus fort... A



robustesse.org



Son numéro de téléphone était dans π !

Le pin de sa carte bancaire aussi...

TEXTE : NATHAN UYTENDALE, ALIAS CHAT SCEPTIQUE - CHATSCEPTIQUE@GMAIL.COM

 [YOUTUBE.COM/CHATSCEPTIQUE](https://www.youtube.com/chatsceptique)

PHOTOS : © AUREMAR - STOCK.ADOBE.COM (P.22), CAPTURE GOOGLE MAPS/CHAT SCEPTIQUE (P.22), ZNEROL1986/WIKIMEDIA CC BY-SA 4.0 (P.23)

Il faut 3 fois plus de temps pour faire le tour d'un cœur historique que de le traverser et ce peu importe la taille de ce cœur historique, du moment qu'il est approximativement circulaire.



La plupart des enfants situent le nombre π quelque part entre 3 et 4 (ce qui est excellent). Pendant des millénaires, π n'a été connu qu'à quelques chiffres après la virgule seulement. En décembre 2025, le directeur de *StorageReview* annonce ⁽¹⁾ que 314 000 milliards de chiffres après la virgule sont à présent connus, un record historique et un haut point pour l'humanité !

Mais qu'est-ce que π ? Tracez un cercle. Le tour du cercle (son périmètre) vaut 3 fois la distance nécessaire pour le traverser. Trois fois ? Pas exactement ! En réalité, c'est 3,14159... fois, c'est-à-dire π fois ! La beauté de tout ça ? C'est vrai peu importe la taille du cercle. Prenez une assiette ronde, son périmètre vaut exactement π fois son diamètre. Prenez le cœur historique de Mons, qui est approximativement circulaire, en faire le tour prendra environ 3 fois plus de temps que de juste le traverser.

À ses débuts, l'humanité a approximé π à 3. Dans la Bible notamment, on peut trouver un passage dans lequel le roi Salomon fait construire un réservoir circulaire de 10 unités de largeur pour une circonférence de 30 unités. Autrement dit, π vaut $30/10=3$ dans la Bible, ce que les auteurs du livre de référence *Pi unleashed* trouvent pathétique ⁽²⁾, de meilleures approximations de π étant déjà connues du temps de l'écriture de la Bible (ils ne sont pas les premiers à critiquer ceci, si bien que les défenseurs du texte sacré ont essayé de sauver la situation en affirmant que le roi Salomon avait fait construire un réservoir hexagonal et non circulaire: le périmètre d'un hexagone vaut en effet exactement trois fois son diamètre !)

⁽¹⁾  www.sciencealert.com

⁽²⁾ Arndt & Haenel (2001), *Pi unleashed*, p169.

⁽³⁾ Alex Bellos (2015), «He ate all the pi: Japanese man memorises π to 111,700 digits», *The Guardian*.

⁽⁴⁾  www.pi-world-ranking-list.com

Ce n'est véritablement que grâce à une méthode inventée par Archimède en -250 que les chiffres commencèrent à – lentement – se révéler à l'humanité. En l'an 1630, plus d'un millénaire après la mort d'Archimède, un certain Grienverger atteint le record historique de 39 chiffres après la virgule via la méthode d'Archimède. Ce sera la dernière fois qu'elle sera utilisée pour battre le record, supplantée par des produits infinis et des sommes infinies, qui par définition ne peuvent se calculer complètement, mais l'idée est que plus on arrive à aller loin dans le calcul, plus on obtient de chiffres corrects après la virgule. Par exemple, John Machin est le premier à obtenir 100 chiffres corrects après la virgule en 1706, en s'appuyant sur

$$\pi = 16 \arctan \frac{1}{5} - 4 \arctan \frac{1}{239}$$

et sur le fait que

$$\arctan \frac{1}{x} = \frac{1}{x} - \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} - \dots$$

Pour calculer **arctan(1/5)**, John Machin calculera les 70 premiers termes de la somme infinie dont voici les 3 premiers (pouvez-vous deviner comment écrire le 4^e ?):

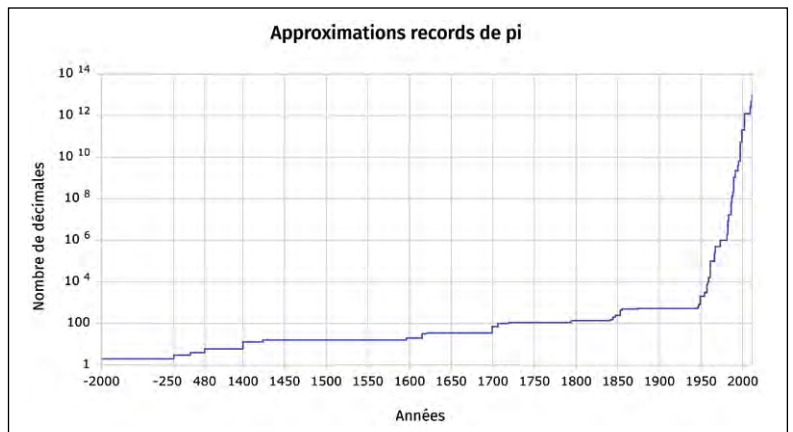
$$\frac{1}{5} - \frac{1}{3 \times 5^3} + \frac{1}{5 \times 5^5} - ?$$

Pour calculer **arctan(1/239)** en revanche, il s'arrêtera à 20 termes. Après assemblage de tous ses calculs, il obtient π correctement calculé pour les 100 premiers chiffres après la virgule: remarquable, surtout à une époque où tout se fait encore à la main ou presque.

L'ère des ordinateurs

Les derniers calculs à la main se font en 1946, où Ferguson obtient 620 chiffres après la virgule. Après la seconde guerre mondiale, avec l'aide d'ordinateurs, une véritable explosion du nombre de chiffres après la virgule est obtenue. On dépasse le millier dès 1949, on atteint les 10 000 en 1958, les 100 000 en 1961, etc.

À quoi cela sert-il de continuer à ce stade ? Hé bien, pour être honnête, sans doute plus à grand-chose. C'est devenu un jeu pour des chercheurs du monde entier, auquel on succombe simplement pour laisser son nom dans les livres d'histoire !



L'humanité a ramé pendant longtemps pour calculer les décimales de π . L'ère des ordinateurs après la seconde guerre mondiale a tout changé.


Le culte de π


Une sorte de culte s'est d'ailleurs développé autour de π . Chaque année dans le monde entier, précisément en mars, lors du 14^e jour à 15h et 9,2 secondes, on célèbre π , hommage bien sûr aux premiers chiffres qui le composent ($\pi=3,141592\dots$)

Depuis au moins les années 1800 (3), certains jouent à en mémoriser les chiffres. Initialement ce n'était pas plus difficile que de retenir par cœur un long poème (souvenez-vous, la barre des 100 chiffres n'a été passée qu'en 1706). Aujourd'hui, le record non officiel a été atteint par le Japonais Akira Haraguchi qui en récita plus de 100 000 en 2006, nécessitant 16h et 31 minutes. Le record homologué est toutefois détenu par l'Indien Suresh Kumar Sharma qui récita plus de 70 000 décimales en 2015. En Belgique, Alice Klein détient le record depuis 2023 avec 5 200 chiffres récités (4).

Retenir les décimales de π est notoirement difficile parce qu'il n'existe aucun schéma connu dans ses chiffres: aucune analyse statistique des centaines de milliards de chiffres connus n'a révélé quoi que ce soit à part une chose: la fréquence avec laquelle chaque chiffre de 0 à 9 «sort» est de 10%. Mais aucun mathématicien ou aucune mathématicienne n'a réussi à ce jour à prouver formellement que ce sera le cas à l'infini (c'est d'ailleurs considéré comme l'un des grands problèmes ouverts en maths).

Le pin de votre carte bancaire est dans π

En oui, le pin de votre carte bancaire est dans π , mais ce n'est pas très grave car vous seul êtes en mesure de déterminer où ! Il existe d'ailleurs un site Web qui propose de vérifier si une séquence particulière de chiffres se trouve dans les 200 premiers millions de chiffres décimaux de π :  angio.net/pi

Ma date d'anniversaire commence à la position 146590050. Mon numéro de téléphone n'est pas dans les premiers 200 millions de chiffres mais je n'ai aucun doute qu'il est quelque part plus loin. En fait, si on admet que les décimales de π ne suivent aucun schéma particulier, aucune structure, que c'est purement aléatoire à l'infini, toute quantité finie va apparaître tôt ou tard dans π , de la même manière qu'un singe qui appuie au hasard pour l'éternité sur les touches d'un clavier finira par écrire l'œuvre de Molière par accident. Codée par des chiffres, la constitution belge est forcément quelque part dans $\pi\dots$ de même que le présent texte ! Quant au code pin de ma carte de crédit, il est à la position..... attendez, je crois que je vais garder cette information pour moi 😊 

LE DOSSIER

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT - PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE - PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE
PHOTOS: ©ANDREY POPOV - STOCK.ADOBE.COM (P.24), ©PETERSCHREIBER.MEDIA - STOCK.ADOBE.COM (P.26)



Des jambes qui refusent de dormir

Le syndrome des jambes sans repos touche de 2 à 3% de la population adulte. Générant le besoin impérieux de bouger les membres inférieurs, habituellement le soir ou la nuit, il cisaille le sommeil en plusieurs fractions avec des conséquences dommageables. Sa prise en charge est symptomatique, non curative. Dans une de ses composantes possibles, l'éventuel traitement médicamenteux prescrit peut déboucher quelquefois sur un véritable chemin de croix

Un besoin irréprensible de bouger les jambes associé à des sensations désagréables au repos comme des fourmillements, des picotements, des tiraillements, à l'impression de ressentir des décharges électriques ou encore à des douleurs. Tel est le tableau le plus fréquent du **syndrome des jambes sans repos** (SJSR) dont les manifestations sont le plus souvent vespérales et nocturnes, entraînant ainsi des troubles du sommeil. «*Toutefois, le syndrome n'est pas nécessairement lié au sommeil lui-même, mais davantage à une influence circadienne. Chez certaines personnes, les sensations désagréables et les "impatiences", ces épisodes caractérisés par un besoin impérieux de bouger, apparaissent en milieu de journée, bien avant l'heure du coucher*», précise le neurologue Gaëtan Garraux, professeur à l'ULiège et maître de recherches honoraire du FNRS au sein du GIGA-CRC in vivo Imaging. On recense de surcroît des cas où le syndrome peut s'exprimer à tout moment de la journée. Souffrant d'un SJSR sévère, l'astrophysicien Michaël Gillon, Prix Francqui en 2021 pour ses recherches sur les exoplanètes, a rédigé une étude de cas (le sien) publiée en janvier 2026 dans *Frontiers in Human Neuroscience*. En marge de cet article, il explique que quand son syndrome, initialement nocturne, s'est aggravé essentiellement à la suite d'un phénomène d'augmentation des doses de médicaments

de la classe des agonistes dopaminergiques (voir infra), rester immobile à son bureau devenait une torture. Et les mêmes douleurs le tenaillaient lorsqu'il allait au cinéma, voyageait en voiture ou en avion, assistait à une conférence, etc.

Chez de nombreuses personnes souffrant du SJSR, les impatiences se traduisent par de brèves secousses qu'elles considèrent parfois comme involontaires. Il s'agit généralement de mouvements périodiques survenant toutes les 20 à 40 secondes et s'inscrivant dans des crises potentiellement récurrentes d'une durée habituelle de 5 à 20 minutes. Bien que les membres inférieurs soient les premiers atteints dans la plupart des SJSR, il arrive que des patients présentent des symptômes similaires au niveau des membres supérieurs (1), ou même d'autres parties du corps. Michaël Gillon rapporte que chez lui, le syndrome a atteint secondairement le bassin et que chez un nombre très limité de patients, il peut toucher la nuque ou le tronc, par exemple.

On distingue 2 grandes catégories de SJSR à côté de formes plus rares, sans aucune cause identifiée. La première regroupe des syndromes primaires en lien avec des facteurs de susceptibilité génétique. «*Cependant*, commente le professeur Garraux, *aucun gène causal n'a été formellement*



identifié jusqu'à présent. En revanche, les études de génome entier montrent la présence de certains variants ou d'une combinaison de variants qui exposent à un risque accru de développer une forme primaire du syndrome.» L'autre catégorie du SJSR est constituée de formes secondaires. «Certains médicaments en sont un des principaux pourvoyeurs – on parle de formes iatrogènes –, indique Gaëtan Garraux. Par exemple, certains antidépresseurs courants ou des somnifères qui appartiennent à la catégorie des neuroleptiques sont en cause. Parmi les autres facteurs qui augmentent fortement le risque de développer le syndrome, je citerais principalement un déficit en fer, l'insuffisance rénale et la grossesse. Un lien a été établi – mais il est plus faible – avec le diabète, l'hypothyroïdie, la migraine et la maladie de Parkinson.» Il est à noter 20 à 30% des femmes enceintes seraient la cible d'un SJSR qui s'évanouit après l'accouchement. Sauf évidemment dans l'occurrence d'une atteinte par une forme primaire du syndrome.

Un sommeil morcelé

Le SJSR n'est pas toujours diagnostiqué tôt malgré sa prévalence relativement élevée. Il n'est pas rare qu'un problème circulatoire au niveau des membres inférieurs soit suspecté en première instance. «Le SJSR est encore assez méconnu, souligne Gaëtan Garraux. Or, le diagnostic peut être posé assez aisément sur la base d'un questionnaire qui permet de cerner le problème et d'éviter de multiplier les examens.» Toutefois, la physiopathologie du SJSR demeure coiffée de nombreux points d'interrogation, même si les données scientifiques mettent en exergue 2 éléments qui pourraient jouer un rôle important dans le déclenchement et la pérennité du syndrome: un dysfonctionnement dopaminergique et du métabolisme du fer dans le cerveau. On n'observe pas de déficit visible en dopamine (2) au niveau cérébral. L'hypothèse la plus communément avancée se réfère à un manque de sensibilité des récepteurs cérébraux à la dopamine. Le métabolisme du fer semble également problématique. «Même s'il n'y a pas d'anémie, que le nombre de globules rouges et leur teneur en hémoglobine dans le sang sont normaux, il est recommandé de prescrire un supplément de fer aux patients si leur ferritinémie est

inférieure à 75 microgrammes par litre», précise Gaëtan Garraux. Pourquoi ? L'effet bénéfique des cures de fer pourrait être, hypothèse, en lien avec la transmission dopaminergique.

À prédominance féminine, le syndrome des jambes sans repos concernerait 2 à 3% des adultes dans la population générale. Se dévoilent en outre des formes pédiatriques qui pourraient toucher 1% des enfants. Actuellement, les formes primaires (génétiques) de SJSR peuvent être prises en charge, mais ne peuvent pas guérir. Elles sont susceptibles en outre d'être le théâtre de fluctuations au cours de la vie en termes d'intensité. Des facteurs psychologiques, l'anxiété et le stress sont de nature à exacerber la symptomatologie. Dans les formes secondaires, une amélioration durable peut être espérée si une action s'avère possible sur un élément déclencheur – diabète, insuffisance rénale, hypothyroïdie... Une guérison peut même être envisagée si le facteur incriminé est iatrogène.

Trouble neurologique chronique, le SJSR est «bénin», sans être pour autant anodin eu égard à ses manifestations désagréables, voire douloureuses, et à ses conséquences. L'impact négatif sur le sommeil est important, ce dernier, morcelé, n'étant pas réparateur. Éprouvant le besoin irrésistible de bouger les jambes, beaucoup de sujets se lèvent à plusieurs reprises durant la nuit. D'autres se passent de l'eau froide sur les jambes ou se livrent à des massages, par exemple. En général, le soulagement, partiel ou complet, est de courte durée (quelques minutes). À force de contraindre ses victimes à se lever plusieurs fois par nuit, le SJSR trace la voie de l'insomnie et, le cas échéant, sape le sommeil du conjoint ou de la conjointe qui partage le lit. La fatigue s'installe. Elle draine souvent dans son sillage une somnolence diurne, des difficultés de concentration, des problèmes cognitifs, de l'anxiété ou encore un état dépressif. Sont susceptibles de s'ensuivre des difficultés de couple ou des problèmes socioprofessionnels. Et bien sûr, plus globalement, une diminution de la qualité de vie.

Escalade thérapeutique

La prise en charge des patients demeure hésitante malgré l'existence de *guidelines* (lignes directrices). L'*American Academy of Sleep Medicine (AASM)* préconise d'abord de respecter une certaine hygiène de vie, à savoir opter pour un horaire de sommeil régulier, éviter les facteurs précipitants tels qu'une consommation excessive de café ou de boissons énergisantes, écarter les facteurs iatrogènes éventuels, administrer un supplément en fer si les biomarqueurs sanguins comme la ferritine

ou la saturation en transferrine sont situés sous les valeurs conseillées. Si le passage à des médicaments est requis, les *guidelines* recommandent en première ligne la gabapentine ou la prégabaline, 2 molécules développées initialement pour le traitement de l'épilepsie. «L'action de ces médicaments est indépendante du contexte dopaminergique, signale le professeur Garraux. Ils agissent au niveau des synapses et, de la sorte, entravent la transmission des influx nerveux, notamment au niveau de la moelle épinière.» Comme tous les autres médicaments contre le SJSR, la gabapentine et la prégabaline ne sont pas curatifs, mais seulement symptomatiques. Dans certains cas sévères, du tramadol, en premier, puis des opioïdes tels l'oxycodone ou enfin de la méthadone sont utilisés. De surcroît, des psychotropes peuvent être envisagés si des troubles de l'humeur ou de l'anxiété se greffent aux symptômes caractéristiques du SJSR.

Dans les *guidelines* les plus récentes, des substances d'un autre type ont perdu leur «position dominante»: les agonistes dopaminergiques, qui furent jusqu'il y a peu les molécules de première ligne dans le traitement médicamenteux du syndrome. Activant les récepteurs dopaminergiques, ces molécules sont perçues comme capables d'offrir une réponse au manque de sensibilité présumé de ces derniers. Et il est vrai que leur efficacité est le plus souvent au rendez-vous dans une perspective à court terme. Malheureusement, le tableau se détériore en général à plus long terme. Primo, il est très fréquent que s'instaure une escalade thérapeutique – il faut augmenter sans cesse les doses. Secundo, résultat de cette fuite en avant, le traitement par agonistes dopaminergiques conduirait dans 75% des cas à une aggravation paradoxale du SJSR et à des troubles compulsifs. Un sevrage est alors nécessaire.

Chez les patients présentant un syndrome des jambes sans repos, pourquoi donc ne pas renoncer définitivement à la prescription de ces médicaments, par ailleurs très utilisés dans le cadre du traitement de la maladie de Parkinson ? Simplement parce qu'environ un quart des patients échappent à l'escalade thérapeutique. «Si ces agonistes peuvent vraiment aider certaines personnes, les prescrire peut se justifier avec un suivi clinique rapproché afin de déceler l'apparition des effets indésirables, dit Gaëtan Garraux. Mais les dernières *guidelines* ont changé la donne en les déconseillant en première ligne.»

Syndrome de sevrage

C'est ici qu'il convient d'aborder la question du sevrage de ces médicaments. Un épisode qui peut

s'avérer terrifiant selon les termes de l'astrophysicien Michaël Gillon, lequel se fonde sur son expérience personnelle. Une expérience extrême sans doute, ainsi qu'il le conçoit lui-même, mais qui souligne d'un trait gras le risque que courent certains patients de s'enfoncer dans des marécages thérapeutiques dont on s'extrait difficilement, surtout lorsque plane le spectre de l'errance médicale. «Chez environ 20% des patients parkinsoniens, le sevrage aux agonistes dopaminergiques provoque un syndrome de sevrage (DAWS) ⁽³⁾ prolongé, parfois de plusieurs années. Les symptômes peuvent être à la fois psychiatriques (dépression, envie suicidaire, troubles de la mémoire, brouillard mental, anxiété, crises de pleurs...) et physiques (épuisement, douleurs neurologiques, nausées...), insiste Michaël Gillon. Spécialiste de la maladie de Parkinson, le professeur Garraux confirme que les effets secondaires des agonistes dopaminergiques peuvent être très importants, en particulier lorsque leur sevrage est initié. «Chez les patients parkinsoniens, le symptôme le plus régulièrement observé dans le DAWS est une grande apathie qui oblige quelquefois le praticien à prescrire de petites doses d'un agoniste dopaminergique», précise le neurologue.

Le syndrome des jambes sans repos n'est pas toujours diagnostiqué tôt malgré sa prévalence relativement élevée. Il n'est pas rare qu'un problème circulatoire au niveau des membres inférieurs soit suspecté en première instance. Or, le diagnostic peut être posé assez aisément sur la base d'un questionnaire qui permet d'éviter de multiplier les examens.

Michaël Gillon a constaté que les forums de patients de SJSR font état de très nombreux cas de sevrages des agonistes qui tournent au cauchemar, ce qui pourrait suggérer que la prévalence du DAWS est sous-estimée. Pour sa part, Gaëtan Garraux estime que seules des études épidémiologiques peuvent permettre de conclure sur la question et par ailleurs que les conséquences cognitives et psychologiques du DAWS sont moins fréquentes que ne peuvent laisser à penser les témoignages sur les forums. ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ On parlera alors d'un **syndrome des membres sans repos**.

⁽²⁾ La dopamine est un neurotransmetteur.

⁽³⁾ DAWS: **syndrome de sevrage aux agonistes dopaminergiques**.



UN SEVRAGE EFFROYABLE

En proie à un SJSR, l'astro-physicien Michaël Gillon a analysé en tant que «patient-chercheur» et relaté, à travers un article publié en janvier 2026 dans *Frontiers in Human Neuroscience*, la manière cataclysmique dont il a vécu un **syndrome de sevrage aux agonistes dopaminergiques** (DAWS). Son but ? D'une part, mettre en évidence que ce syndrome peut survenir même quand le sevrage porte sur des agonistes dopaminergiques prescrits à faible dose – c'était son cas – et que le stress relationnel ainsi que les changements médicamenteux semblent capables d'en exacerber la sévérité. D'autre part, sensibiliser le corps médical à une problématique qui paraît largement méconnue et, in fine, stimuler un appétit pour l'exploration de nouvelles pistes de recherche.

C'est vers 2005 que le directeur de recherche du FNRS (52 ans aujourd'hui) s'est vu diagnostiquer des symptômes légers de SJSR. On lui dispensa des conseils d'hygiène de vie, comme éviter l'alcool ou le café et les efforts violents avant le coucher. Au fil des ans, ses symptômes ne firent toutefois qu'empirer. Et en 2020, une étude de son sommeil mit en lumière un SJSR sévère de même qu'un syndrome d'apnées du sommeil. «*Mon neurologue m'a alors prescrit de la gabapentine, mais elle m'occasionnait des cauchemars à répétition, puis, en remplacement, de la prégabaline, dont les effets secondaires étaient une somnolence diurne et des troubles de la mémoire*», rapporte le professeur Gillon. La prégabaline soulageait partiellement ses symptômes de SJSR, mais en raison des effets indésirables ressentis, il lui fut proposé en 2021 de l'abandonner au profit d'un agoniste dopaminergique, le pramipexole.

Dès 2022, les symptômes de SJSR n'ont fait que s'aggraver notablement. Plus forts qu'auparavant durant la nuit, ils se manifestaient désormais également en journée, au point qu'aller au cinéma ou prendre un avion était devenu une torture. Comme Michaël Gillon était également sous venlafaxine depuis 30 ans dans le cadre d'une fibromyalgie qui n'était plus symptomatique depuis plus de 20 ans, un sevrage progressif de cet antidépresseur qui favorise le SJSR fut appliqué. Avec un certain succès. Le neurologue suggéra par ailleurs le passage à du pramipexole à effet retard (libération prolongée) afin de garantir une concentration plus stable de la substance dans le sang. «*Ayant lu sur Internet*

que de nombreux patients étaient contraints d'augmenter sans cesse les doses d'agoniste dopaminergique, j'étais néanmoins convaincu que je devais arrêter ce type de médicaments. Ce que j'ai commencé à faire en 2023», relate Michaël Gillon.

Tentative de suicide

Il fit l'impasse sur une dose de pramipexole à la fin du mois de juillet 2023. À la suite de quoi il ressentit «*des symptômes aigus: sensations électriques dans le bas du dos, tremblements pelviens et panique*». La réintroduction de l'agoniste dopaminergique a toutefois rétabli la situation. Le sevrage proprement dit débuta en août sans plan précis, avec une réduction de 50% de la dose du médicament, qui fut assez bien tolérée. Tout bascula au début du mois de septembre: douleurs neuropathiques, tremblements, pleurs, aggravation du SJSR, sudation abondante, dépression, akathisie (4)... De nouveau, une réintroduction de l'agoniste tempéra ces symptômes. Mais peu après, malgré la présence du médicament, le tableau clinique se détériora de plus en plus, avec notamment des décharges électriques insoutenables dans le dos, et nécessita en octobre une hospitalisation en psychiatrie, service censé gérer les sevrages de médicaments psychotropes. Comme il était confronté à de très sévères problèmes de sommeil, Michaël Gillon fut placé sous benzodiazépine. Quant au pramipexole, il fut interrompu brutalement.

Le lendemain du sevrage complet, le patient s'entendit annoncer qu'il était guéri. Deux jours plus tard, il put quitter l'hôpital. Une fois chez lui, les symptômes se sont très rapidement accrus de façon catastrophique, avec d'intenses douleurs neuropathiques et des idées suicidaires. «*J'avais des trous de mémoire, j'étais dans un état de panique permanent, je tremblais, j'avais des nausées, des acouphènes, des douleurs partout, je transpirais énormément, je voyais flou, j'étais en pleine dépression*», confesse-t-il. Réhospitalisation (du 6 au 20 novembre 2023) dans le service de neurologie cette fois, où l'on identifie enfin un DAWS et décide de pratiquer un sevrage des agonistes sous contrôle à raison de 10% par mois. Dans un premier temps, une dose d'agoniste dopaminergique environ 2 fois supérieure en équivalents L-Dopa à la dose initiale de pramipexole lui est administrée sous la forme d'un patch de rotigotine. De la prégabaline, du tramadol (opioïde), un anticoagulant (contre le

SJSR) et 2 benzodiazépines sont prescrits, tandis que, élément clé, est mis en œuvre le sevrage (sous contrôle) des agonistes. *«Le protocole défini consistait à me sevrer progressivement, en plusieurs années, de tous les médicaments, un à un. À ma demande, on commença par la rotigotine, dont le sevrage devait s'étendre sur 10 mois.»*, dit Michaël Gillon.

À la fin de l'année 2023, ce dernier bénéficie d'une amélioration significative de son état, hormis des épisodes récurrents d'anxiété. Mais à partir de février 2024, la machine infernale se remet en marche et le conduit vers des crises paroxystiques. *«J'avais notamment des douleurs neuropathiques insupportables qui parcouraient toute la colonne vertébrale. Elles me faisaient hurler. Mon état psychologique était au plus bas.»*

Un autre élément est à greffer au «dossier»: la dégradation d'une relation de longue durée avec une femme proche. *«Quand j'ai été confronté au DAWS, tout a basculé, souligne-t-il. Ma relation avec cette personne s'est progressivement détériorée. Dans mon état de fragilité neurologique extrême, j'ai ressenti ce que j'ai interprété comme un manque de soutien et de compréhension, ainsi que des réactions que je percevais comme profondément déstabilisantes. Sans préjuger des motivations réelles de la personne, j'ai même interprété certains échanges comme une volonté de me rejeter brutalement et de me pousser vers une prise en charge psychiatrique. Chaque heurt amplifiait brutalement mes symptômes. À plusieurs reprises, ces épisodes émotionnels se sont soldés par des passages aux urgences.»* Ce désarroi s'est encore exacerbé lorsque la relation susmentionnée vola en éclats en juillet 2024. De façon impulsive, Michaël Gillon interrompit totalement la prise de rotigotine. Peu après, il fit une première tentative de suicide. *«Je n'ai jamais été de nature suicidaire, assure-t-il. À mes yeux, c'est le DAWS qui m'a amené là – le reste n'a été que la goutte qui a fait déborder le vase.»*

Leçons et hypothèses

Fin juillet 2024, un nouveau neurologue a réintroduit l'agoniste dopaminergique. Effet positif très éphémère. Il est alors question de revenir à la dose de départ. Le patient refuse. La sentence tombe: l'équipe soignante de l'hôpital ne peut plus rien lui proposer, il rentre chez lui le jour même. On lui donne les coordonnées d'un autre neurologue, mais il n'est pas disponible avant plusieurs mois. Via un forum de patients,

il trouve alors les coordonnées d'une neurologue anversoise, laquelle possède une expertise reconnue des sevrages difficiles aux agonistes. Il la consulte le 27 août 2024. Elle préconise entre autres d'augmenter fortement la dose de prégabaline (dans le cadre des douleurs neuropathiques et de l'anxiété) et represcrit de la venlafaxine (antidépresseur). Une diminution très rapide de la rotigotine aboutissant à un sevrage complet fin septembre est mise en œuvre. Une perfusion de fer est réalisée. Cette fois, Michaël Gillon perçoit le bout du tunnel. *«Depuis ce sevrage des agonistes, j'ai remonté la pente. J'abandonne progressivement l'ensemble des médicaments que je prenais. J'ai réussi à me sevrer des benzodiazépines et compte en faire de même pour le tramadol. Depuis 9 mois, je suis bien.»* Il retravaille normalement à l'Institut d'astrophysique de l'ULiège. Sa dernière grosse rechute, qui a conduit à une seconde tentative de suicide, date de mars 2025.

Après s'être imprégné de la littérature scientifique et avoir analysé son cas en tant que «patient-chercheur», Michaël Gillon propose plusieurs conclusions. Primo, le DAWS peut survenir même à faible dose d'agonistes dopaminergiques et sa fréquence ainsi que sa sévérité sont sans doute sous-estimées. Secundo, les principes d'une bonne prise en charge du sevrage des agonistes dopaminergiques et du DAWS semblent largement méconnus par une fraction importante des neurologues, alors que 2 experts américains ont établi un protocole de sevrage et que celui-ci lui fut appliqué avec succès au CHU d'Anvers. Tertio, l'errance médicale caractérisée par des changements médicamenteux intempestifs et paradoxaux alliée à des traumatismes psychologiques peut porter en germe une exacerbation des symptômes du syndrome de sevrage avec d'éventuelles retombées catastrophiques, tels des suicides. Cette exacerbation serait le fruit d'un mécanisme de *kindling*, selon lequel une exposition répétée à des stimuli (stresseurs, sevrages) peut entraîner une sensibilisation accrue de certains circuits neuronaux et, par la même, des réponses de plus en plus intenses à leur égard. ⁽⁴⁾

⁽⁴⁾ Agitation physique et besoin irrésistible de bouger.

Colombis II

Conférence de presse

Notre mission prévoit un survol habité de la Lune en dix jours, sans alunissage.



Notre vaisseau parcourera environ 450 000 km, effectuant un "huit" autour de la Lune.



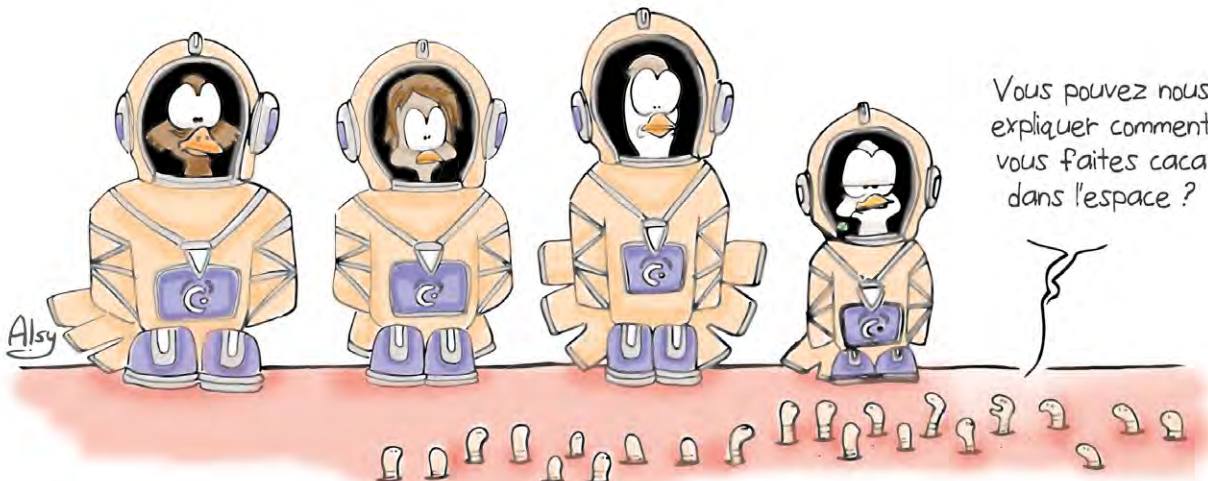
Nous ferons aussi une approche à plus de 7000 km de la face cachée, avant de revenir amerrir dans le Pacifique.



Notre équipage est donc tout à fait historique et exceptionnel : nous allons battre des records de distance et de vitesse, offrant au monde des images inédites de la face cachée lunaire...



Des questions? Oui, là-bas...



Vous pouvez nous expliquer comment vous faites caca dans l'espace ?

Alsy



CurioKids

Alerte invasion en Wallonie !

Certaines plantes et animaux arrivent chez nous sans être nés ici. Tu pourrais penser que ce n'est pas bien grave. Après tout, la nature change tout le temps, non ? C'est vrai mais il y a un hic et même plusieurs...

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE • INFO@CURIOKIDS.NET

PHOTOS: © 2023 - CBE (P.31), © MARCO ULIANA - STOCK.ADOBE.COM (P.33),
© BENEJAM - STOCK.ADOBE.COM (P.34), © ERIC ISSELÉE - STOCK.ADOBE.COM (P.34)
ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT



**STOP AUX
ESPÈCES
EXOTIQUES
ENVAHISSANTES
EN WALLONIE**

Et le hic, c'est que ces espèces sont transportées par les humains. Comme elles sont transportées d'un continent à l'autre ou d'un milieu à l'autre, certaines s'installent, se multiplient et prennent la place des autres. Bonjour raton laveur, bye bye petite écrevisse de nos cours d'eau. En Europe, mais aussi chez nous en Belgique, ces envahisseuses perturbent les rivières, les forêts, les jardins et même notre quotidien. Avec Miss Chouette, tu vas comprendre comment

elles arrivent, pourquoi elles posent problème, et surtout comment on peut agir intelligemment pour mieux protéger la biodiversité.

Espèces voyageuses

Les êtres vivants ne restent pas coincés derrière les frontières définies par l'homme. Ils voyagent et parfois, s'installent. On parle d'espèces exotiques. Pour faire simple, ce sont des espèces qui vivent en dehors de leur milieu d'origine. Souvent, parce qu'elles ont été transportées par les humains, volontairement ou non. Cela peut être une plante, un animal ou même un tout petit champignon. Mais attention: exotique ne veut pas forcément dire dangereux. Certaines espèces venues d'ailleurs apparaissent un moment, puis disparaissent, tandis que d'autres s'installent... parfois durablement: on dit alors qu'elles se sont naturalisées, car elles se reproduisent toutes seules,





Balsamine de l'Himalaya



Écrevisse de Louisiane

sans l'aide de l'homme. Le faisan est un excellent exemple d'animal exotique naturalisé. Et oui, ce volatile au plumage coloré a été introduit par les Romains. Mais sa terre d'origine, c'est l'Asie.

Cependant, certaines espèces venues d'ailleurs prennent plus de place et déséquilibrent les autres vivant autour d'elles. C'est là que l'on parle d'espèces exotiques envahissantes. Et c'est rarement un hasard. Il faut d'abord qu'elles réussissent à s'installer, vivre, se reproduire toutes seules et envoyer leurs descendants coloniser d'autres endroits. Mais ce n'est pas encore suffisant. Pour être qualifiées d'envahissantes, elles doivent aussi provoquer de vrais dégâts: extinction de certaines espèces, dégradation de l'habitat naturel, propagation de maladies, destruction de cultures agricoles ou **syvicoles**. Les scientifiques parlent de super-espèces. Pourquoi ? Parce que certaines grandissent vite, font beaucoup de petits et ont très peu d'ennemis naturels ici. Savais-tu que sur 100 espèces exotiques, seules 10 arrivent à s'installer et une seule devient réellement envahissante ?

Des jardins aux rivières

Les espèces exotiques envahissantes n'apparaissent pas comme par magie. Pour arriver en Belgique, elles ont souvent dû parcourir d'importantes distances, changer complètement de milieu et franchir des barrières naturelles, comme des montagnes, des mers. Une fois arrivées à destination, tout ne se joue pas en un jour: elles doivent encore survivre, trouver leur place et réussir à se reproduire sans aide. Il arrive même parfois que durant

Le truc de ouf !

1 500 espèces exotiques, 34 dans le viseur

En Wallonie, les scientifiques ont déjà repéré environ 1500 espèces exotiques. Parmi elles, environ 500 se sont installées dans la nature, dont 34 figurent déjà parmi les espèces les plus préoccupantes pour l'Union européenne. Ce n'est pas juste une liste, c'est un vrai signal d'alerte. Toutes les espèces envahissantes ne sont pas au même stade: certaines ont déjà gagné beaucoup de terrain, d'autres peuvent encore être stoppées à temps. Mais la situation reste préoccupante. Certaines sont déjà si largement répandues que leur éradication est juste impossible. L'objectif n'est alors plus de les éliminer, mais de limiter les dégâts. Parmi les plantes problématiques on retrouve la berce du Caucase, la balsamine de l'Himalaya ou encore l'élodée, une plante aquatique. Tu retrouves aussi des animaux bien connus comme le raton laveur, le ragondin ou le terrible frelon asiatique. Pour les autres espèces présentes mais moins répandues, il est parfois possible d'agir vite pour les faire disparaître avant qu'elles ne gagnent du terrain. Tu as compris, plus on attend, plus l'invasion devient difficile à arrêter.

un moment, elles passent presque inaperçues... avant de soudainement gagner du terrain. Pour comprendre l'invasion des espèces exotiques, il faut donc d'abord suivre leur trajet de très près.

Bien souvent, c'est l'être humain qui est responsable de leur arrivée. Certaines ont été apportées pour décorer les jardins, comme la balsamine de l'Himalaya ou la renouée du Japon. D'autres pour devenir des animaux de compagnie, pour l'élevage, la chasse, la pêche ou l'aquaculture. Sur le moment, cela peut sembler joli, pratique ou amusant. Mais une fois relâchées ou échappées, certaines espèces trouvent ici assez d'eau, de nourriture et d'espace pour s'installer durablement. En Wallonie, beaucoup de plantes envahissantes, comme la renouée du Japon, viennent de plantations volontaires. Résultat des courses, cette plante étouffe les autres en prenant toute la lumière. C'est aussi le cas de l'adorable tortue de Floride: mignonne dans un aquarium, elle devient beaucoup plus gênante dans la nature. Enfin, l'écrevisse signal et l'écrevisse de Louisiane, toutes 2 importées pour l'élevage et la commercialisation, squattent aujourd'hui nos rivières et tuent nos écrevisses locales.

Certaines espèces avancent ensuite «toutes seules», en suivant les cours d'eau ou d'autres chemins. Mais cela ne veut pas dire pour autant qu'elles sont arrivées en Europe sans les humains. Très souvent, elles ont d'abord été introduites dans un pays voisin, volontairement ou par accident, avant de poursuivre leur progression par leurs propres moyens. C'est le cas, par exemple, du raton laveur. Ce mammifère d'Amérique du Nord a été introduit en Allemagne dans les années 1900. En 1927, des **spécimens** sont relâchés dans la nature, puis d'autres quelques années plus tard. Et le voilà chez nous, qui se reproduit de manière dramatique par centaines de milliers...

D'autres espèces voyagent sans billet et sans invitation en se cachant dans des marchandises, des emballages, des conteneurs, des semences



ou de l'eau transportée par les navires. On parle alors d'introduction accidentelle. Le frelon asiatique, par exemple, serait arrivé en Europe avec des poteries importées de Chine. Et le crabe chinois, devenu un vrai fléau, a été observé pour la première fois en Europe en 1912, en Allemagne. Les scientifiques pensent qu'il a surtout voyagé sous forme de larves dans les eaux de **ballast** des navires. Ou il aurait aussi pu s'accrocher à la coque des bateaux. Le problème, c'est qu'il mange un peu de tout, y compris des œufs de poissons et de petits animaux aquatiques, ce qui dérègle les chaînes alimentaires.

Les solutions

La bonne nouvelle, c'est qu'on ne reste pas les mains dans les poches. Nous pouvons lutter efficacement contre l'invasion, grâce à des techniques qui fonctionnent.

- 1. Empêcher l'arrivée.** Cela passe par des lois, des contrôles, mais aussi par des gestes simples: ne pas relâcher un animal exotique dans la nature, éviter de planter des fleurs ou des arbres exotiques même s'ils sont jolis, ou nettoyer du matériel qui pourrait transporter des graines ou des fragments de plantes. Car une espèce qui n'entre pas... n'a aucune chance d'envahir.
- 2. Arracher, piéger, capturer.** Pour les plantes, on utilise par exemple l'arrachage, la fauche ou la coupe sous la surface. C'est la méthode de référence pour la Berce du Caucase. En Wallonie, cette pratique répétée sur plusieurs années a permis d'éliminer 82% des populations traitées. Pour les animaux, on emploie des cages, des nasses ou des pièges sélectifs afin de les capturer sans les blesser. Si une autre bête se retrouve piégée, elle peut être relâchée sans avoir été blessée. Le piégeage intensif en Wallonie a permis de réduire les populations de ragondins, notamment au niveau de la Semois.
- 3. Changer le décor.** Parfois, pour freiner une espèce envahissante, on agit aussi sur le milieu où elle vit. Par exemple: la pose de barrières, combler une mare, vider un étang pendant un certain temps ou encore utiliser la pêche électrique pour retirer des poissons envahissants. Cette méthode, combinée avec des pièges, a permis de capturer toutes les grenouilles taureau. Dans certains cas, on introduit même des prédateurs, qui feront le travail à notre place. C'est le cas du brochet, un poisson carnivore qui se régale en dévorant la perche soleil. Pour certaines espèces végétales envahissantes comme la renouée du Japon, les options sont multiples aussi. On peut planter des espèces locales concurrentes qui vont les étouffer, ou utiliser le pâturage. Les moutons, les chèvres ou les vaches grignotent ces espèces envahissantes jusqu'à les épuiser.

Le selfie du jour



Le moustique tigre

Aedes albopictus, de son petit nom scientifique, est un minuscule voyageur originaire d'Asie du Sud-Est, très doué pour s'installer loin de chez lui. Figure-toi qu'il ne peut pas voler sur de longues distances, il a donc d'abord traversé les continents grâce aux pneus usagés, dans lesquels l'eau de pluie forme de petits réservoirs parfaits pour ses œufs. Ensuite, il continue sa route en voiture ou en camion, attiré par le CO₂ (le dioxyde de carbone) que nous rejetons en respirant. En Belgique, ses œufs ont été repérés pour la première fois en 2018, sur une aire d'autoroute à Wanlin. Au-delà de ses piqûres désagréables, le danger principal est qu'il peut transmettre des virus comme la dengue ou le chikungunya. Pour la biodiversité, son impact est moins spectaculaire que celui d'autres envahisseurs, car il vit surtout près des humains. Mais ce petit moustique tigre reste bien une espèce exotique envahissante à surveiller de près !

KESAKO ?

La biodiversité, c'est quoi ?

C'est toute la variété du vivant. Pas seulement le nombre d'animaux ou de plantes ! La biodiversité inclut aussi toutes ces petites différences qui peuvent exister au sein d'une même espèce. Par exemple, les chênes ont tous l'air semblables. Pourtant, certains résistent mieux au froid que d'autres. La biodiversité, c'est aussi la diversité des milieux de vie. Par exemple, les mares, les rivières, les forêts, les prairies, la plage...

Pour mieux comprendre, prenons l'exemple d'une mare. Tu peux trouver des grenouilles, des libellules, des canards, une variété de plantes aquatiques, des bactéries invisibles. Si tu observes bien, tu verras que certaines libellules ont des couleurs différentes, que certains canards ne se ressemblent pas et qu'une plante aquatique prendra racine dans une mare et non dans la voisine. Tout cela fait partie de la biodiversité. Chaque espèce a un rôle important. Mais quand une espèce disparaît, ou quand une autre prend trop de place, tout se dérègle. Et c'est là que les ennuis commencent. Savais-tu que les espèces exotiques envahissantes sont aujourd'hui reconnues comme la deuxième cause mondiale de perte de biodiversité ?



LE P'TIT DICO



Une espèce **sylvicole** est une espèce qui croît (grandit) ou vit dans les forêts.

Un **spécimen** est un exemplaire représentatif d'un ensemble, prélevé ou présenté à titre d'exemple, d'étude, de démonstration ou de référence. En sciences, on parle d'une plante, d'un animal ou encore d'un échantillon.

L'eau de **ballast** est utilisée pour permettre aux navires de naviguer en toute sécurité. L'eau est stockée dans les cales et ajoute du poids pour que le navire flotte à la bonne profondeur et reste à l'horizontale et stable.

Les **roselières** sont des étendues d'eau ou des zones marécageuses dominées par les roseaux.

LES STARS DE L'INVASION EN WALLONIE

1 LA BERCE DU CAUCASE

Heracleum mantegazzianum (voir photo de titre p. 31) est une plante géante de la famille de la carotte, capable d'atteindre les 6 m de haut. Une belle géante. Avec ses énormes feuilles et ses grandes fleurs blanches en ombelles, elle t'impressionnera vite. Originaire des montagnes du Caucase, elle a été importée en Europe au 19^e siècle comme plante décorative. Mais elle s'est installée en Belgique, où elle est considérée comme bien établie depuis 1954. Le problème, c'est qu'elle cumule les dégâts: sa sève peut provoquer de graves brûlures au soleil, elle étouffe les plantes locales en leur volant la lumière, elle attire les pollinisateurs à elle seule et fragilise les berges des rivières. Pour la freiner, on coupe sa racine juste sous le sol, puis on recommence pendant plusieurs années. Et là, pas question de jouer les héros: gants, vêtements longs et protection des yeux sont indispensables pour se débarrasser d'elle.

2 LE RATON-LAVEUR

Procyon lotor est un mammifère venu d'Amérique du Nord, facile à reconnaître avec son masque noir autour des yeux et sa queue rayée. Très agile, surtout la nuit, il grimpe, fouille, ouvre presque tout... et profite aussi bien des forêts que des jardins ou des villes. Bien qu'il soit très mignon, méfie-toi de lui. Cette grosse peluche peut parfois se montrer agressive. Introduit en Europe pour la chasse, la fourrure ou comme animal de compagnie, il a gagné la Belgique à partir de 1986 et il est aujourd'hui bien installé en Wallonie. Son problème ? C'est un prédateur opportuniste: il mange des amphibiens, des oiseaux, des mollusques et peut s'attaquer à des espèces protégées. Il peut aussi transmettre des parasites dangereux et causer des dégâts dans les poulaillers ou les poubelles. Trop répandu pour le faire disparaître partout, on essaie surtout de réduire sa population en le piégeant, en limitant son accès à la nourriture ou même, en le chassant.

3 LE FRELON ASIATIQUE

Vespa velutina nigrithorax est un insecte venu d'Asie, reconnaissable à son corps brun très sombre, sa face jaune orangé et ses pattes jaunes. Un peu plus petit que le frelon européen, il construit de grands nids, parfois perchés très haut dans les arbres, où vivent jusqu'à 2 000 individus. Arrivé accidentellement en Europe vers 2004, sans doute avec des poteries horticoles, il a atteint la Belgique en 2016. L'énorme problème, c'est qu'il chasse les abeilles et d'autres insectes pollinisateurs. Très efficace, il capture nos abeilles à la sortie des ruches, affaiblit les colonies et perturbe la pollinisation. Comme il est désormais trop répandu pour être éliminé, on neutralise surtout les nids proches des ruchers et on demande aux citoyens de les signaler sans s'approcher. Tu peux aussi piéger les reines au printemps et à l'automne grâce à une solution de grenadine, de bière brune et de vin blanc. On te recommande de glisser une éponge dans le piège. Ainsi le liquide est absorbé, et il ne risque pas de noyer les autres insectes qui pourraient être attirés.



4 LE RAGONDIN

Le ragondin (*Myocastor coypus*) est un grand rongeur semi-aquatique venu d'Amérique du Sud. Avec ses grosses incisives orange, ses moustaches blanches et sa longue queue ronde, il peut faire penser à un castor... mais ce n'en est pas un. Il a été importé en Europe pour sa fourrure qui servait à la confection de manteaux. Comme d'autres espèces, certains se sont échappés d'élevages avant de s'installer dans la nature. En Wallonie, il pose plusieurs problèmes: il mange beaucoup de plantes aquatiques, abîme les **roselières** où nichent des oiseaux, creuse des galeries qui fragilisent les berges et les digues et peut transmettre des maladies graves. Comme il se reproduit très vite, on le combat surtout par piégeage mais parfois aussi par tir, avec des chasseurs spécialisés. 🐿️




TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec *Curiokids*:
«1001 couleurs de chou rouge»

SCANNE-MOI





Les contaminations accidentelles, un écueil de plus pour la lutte antidopage

Les progrès des analyses toxicologiques permettent depuis la fin des années 1990 de détecter d'infimes quantités de certains produits dopants dans les urines des athlètes. Chez ces derniers, l'excuse des contaminations accidentelles bat son plein pour se dédouaner de certains contrôles antidopage positifs. Est-ce encore acceptable ?

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT • PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE
WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE
PHOTOS: © DELCIO/PEOPLEIMAGES.COM - STOCK.ADOBE.COM (P.35), © MEDIA - STOCK.ADOBE.COM (P.36)

La lutte antidopage est un fiasco. Tel est l'avis du docteur Jean-Pierre de Mondenard, médecin français du sport, responsable des contrôles antidopage sur le Tour de France de 1973 à 1975 et auteur de nombreux livres et articles de revue. «*Les laboratoires cherchent des produits que les sportifs ne prennent plus et les sportifs prennent des substances que les laboratoires ne recherchent pas*», dit-il. Il ajoute que les fédérations sportives devraient méditer cette phrase d'Einstein: «*On ne peut résoudre les problèmes avec ceux qui les ont créés.*» En effet, ces instances sont juges

et parties. S'il appartient à l'Agence mondiale antidopage (AMA), créée en 1999, de promouvoir, coordonner et superviser la lutte contre le dopage, ce sont les fédérations qui continuent à sanctionner directement les athlètes en cas de violation des règles que l'AMA a édictées dans son *Code mondial antidopage*. Plus précisément, l'Agence de contrôles internationale (ITA), qui est pleinement opérationnelle depuis juillet 2018, gère les contrôles antidopage et instruit les potentielles infractions pour nombre de fédérations, qui sanctionnent ou non. Pas toutes les fédérations cependant. Ainsi, les fédérations internationales d'athlétisme (*World Athletics*), de tennis (IFT), de football (FIFA) ou encore de MMA (UFC) ont chacune leur propre agence de gestion des contrôles et des sanctions.

Soucieuses de leurs intérêts, les fédérations voudraient limiter les déflagrations et les effets collatéraux provoqués par les cas de dopage. Leur stratégie consisterait à donner le sentiment qu'elles agissent mais, parallèlement, à coincer le moins d'athlètes possible. L'AMA peut toutefois interjeter appel auprès du Tribunal arbitral du sport (TAS). Elle le fait avec parcimonie. «*Seules des structures totalement indépendantes permettraient de faire avancer les choses.*», insiste le docteur de Mondenard.

Un nouveau paramètre vient compliquer encore la lutte antidopage: une multiplication des cas de positivité à une substance interdite face auxquels les

sportifs épingleés font valoir l'argument de la contamination accidentelle. Les techniques analytiques de détection permettent désormais de débusquer de très faibles doses – parfois de l'ordre du picogramme (10-12g) par millilitre – de divers produits figurant sur la liste de l'AMA. Pour nombre de substances, le dopage ne se réfère pas à une donnée quantitative comme le taux d'hématocrite pour juger d'un apport exogène d'EPO, mais à une donnée qualitative – la seule détection du produit incriminé représente une infraction. Autre élément: depuis plus de 20 ans, il est démontré que différentes substances dopantes peuvent effectivement pénétrer dans l'organisme par contamination accidentelle. Ainsi, elles peuvent être transmises d'un individu à un autre à la suite d'un échange de fluides corporels, entre autres via un baiser buccal, un cunnilingus, une fellation ou un rapport sexuel. De même, un contact cutané plus ou moins prolongé pourrait parfois suffire, notamment lors d'un massage à mains nues (cocaïne, stéroïdes anabolisants...). En outre, la contamination peut trouver son origine dans la consommation de viandes provenant d'animaux eux-mêmes dopés au moyen de stéroïdes anabolisants ou de SARMs (*Selective Androgen Receptor Modulators*), médicaments apparus en 1998 qui miment les effets anabolisants des stéroïdes tout en atténuant en partie leurs effets androgéniques. Enfin, l'absorption de compléments alimentaires non certifiés, «pollués» volontairement par des apports additionnels non mentionnés, sont également à mettre sur la sellette. *«Comme les compléments alimentaires n'ont jamais fait avancer un escargot plus vite, certains laboratoires y ajoutent des substances dopantes à l'insu des consommateurs»*, rapporte Jean-Pierre de Mondenard.

Le doute est roi

La possibilité d'une contamination par la consommation de viande est connue depuis longtemps déjà. En 1983, Joop Zoetemelk, vainqueur du Tour de France en 1980, invoqua cette circonstance pour se dédouaner d'un contrôle positif à la nandrolone. Cette justification ne pouvait être admise, car la concentration du stéroïde anabolisant relevée dans ses urines était trop élevée. Son médecin évoqua alors une production endogène de nandrolone. *«Cette hypothèse fut jugée fantaisiste, explique le médecin français. Il fut néanmoins établi quelques années plus tard que certains stéroïdes anabolisants, telles*

la nandrolone et la boldénone, font l'objet d'une sécrétion endogène.»

C'est ici que notre interlocuteur évoque une carence endémique des instances antidopage. Les études scientifiques qu'elles diligentent ne portent que sur les techniques de détection des substances dopantes. Elles ne visent jamais à établir des seuils qui permettraient de distinguer un acte de dopage d'une contamination accidentelle, de sorte que le doute est souvent roi, que de plus en plus d'athlètes s'engouffrent dans la brèche et que des innocents peuvent être condamnés et des tricheurs, relaxés.

En mars 2024, le tennisman italien Jannik Sinner, deuxième au classement ATP au moment où nous écrivons ces lignes, a été contrôlé 2 fois positif au clostébol. Ce stéroïde anabolisant peut être administré selon différentes modalités, notamment sous forme de crème topique ou de spray afin de favoriser la cicatrisation de plaies. Pour sa défense, Sinner avança que son kiné l'avait massé après avoir utilisé un spray contenant du clostébol pour soigner une coupure à la main. Le tennisman fut d'abord blanchi par la Fédération internationale de tennis. L'AMA voulut ensuite interjeter appel de cette décision devant le Tribunal arbitral du sport (TAS), à Lausanne, et y réclamer une suspension de 2 ans. Finalement, elle fit marche arrière après avoir reconnu le caractère accidentel de la contamination et convenu avec Sinner d'une suspension de 3 mois, estimant la responsabilité de ce dernier engagée dans la gestion de ses rapports avec son entourage.

Se référant à cette affaire, le docteur de Mondenard précise qu'en Italie comme dans beaucoup d'autres pays, les laboratoires pharmaceutiques sont tenus de faire figurer clairement dans la notice de certains médicaments qu'il s'agit de substances dont la consommation contreviendrait au règlement antidopage. *«Il faut être aveugle pour ne pas voir ces mises en garde, dit-il. Finalement, nous n'avons aucune preuve que Sinner était dopé ni aucune preuve qu'il ne l'était pas. À aucun moment, l'AMA n'a fait procéder à une étude permettant de déterminer si les faibles traces de clostébol découvertes dans ses urines étaient effectivement la résultante d'un ou de plusieurs massages ou au contraire les résidus d'actes de dopage antérieurs.»*



Un contact cutané plus ou moins prolongé lors d'un massage à mains nues pourrait parfois suffire à contaminer accidentellement un athlète à un produit dopant lorsque le masseur est lui-même contaminé.

Épidémie d'ébats amoureux

Les contaminations alimentaires par des morceaux de viande «dopée» ou des compléments nutritionnels trafiqués ont régulièrement été invoquées par les athlètes. Ce fut notamment le cas d'Alberto Contador durant le Tour de France 2010. Le 21 juillet, l'Espagnol avait subi un contrôle antidopage qui s'était avéré positif en raison de traces infinitésimales de clenbutérol (50 picogrammes), anticatabolisant non hormonal destiné initialement aux affections bronchopulmonaires spastiques chez les chevaux de course. Absorption de viande contaminée fit valoir le coureur. La Fédération royale espagnole de cyclisme l'acquitta en février 2011, mettant fin à sa suspension provisoire qui courait depuis août 2010. Appel de l'AMA et de l'UCI devant le TAS. Verdict: 2 ans de suspension avec effet rétroactif au 25 janvier 2011, retrait de ses victoires dans le Tour de France 2010 et le Giro 2011. «Contador a été incapable de remonter à l'origine de la contamination, commente le docteur de Mondenard. Cela étant, l'USADA, l'agence américaine antidopage, rapporte des cas où l'origine de la contamination a pu être identifiée et où des athlètes ont été blanchis.»

Aujourd'hui, les excuses ou pseudo-excuses qui ont le vent en poupe pour essayer d'échapper aux sanctions pour dopage ont trait à des contaminations par transmission de fluides corporels. «On assiste à une épidémie d'ébats amoureux», dit avec humour Jean-Pierre de Mondenard. Ainsi, la curleuse canadienne Briane Harris a été disculpée par le TAS le 14 janvier 2025 alors que des traces de ligandrol, un SARM, avaient été détectées dans ses urines. Sa défense: une relation intime avec son mari dont elle ignorait qu'il prenait du ligandrol. La première affaire de ce genre très médiatisée concernait le tennisman français Richard Gasquet, contrôlé positif à la cocaïne peu avant le Masters de Miami en 2009. Il sera absous par le TAS après avoir affirmé qu'il avait embrassé, dans une boîte de nuit, une femme qui en avait consommé. On pourrait citer de nombreux autres cas plus récents, comme ceux de la fleurettiste française Ysaora Thibus (ostarine), de la canoéiste canadienne Laurence Vincent-Lapointe (ligandrol), de la triathlète britannico-suisse Imogen Simmonds (ligandrol) ou encore de la jockey suisse Sybille Vogt (cocaïne). Les 3 premières furent innocentées par le TAS et la quatrième vit sa suspension réduite.

Analyse capillaire

Selon le principe de la responsabilité objective figurant dans le Code mondial antidopage depuis le 1^{er} janvier 2004, chaque sportif est

objectivement responsable des substances décelées dans ses prélèvements. Quand une substance interdite y est identifiée, il y a violation des règles antidopage même si le sportif a fait preuve de négligence ou n'a pas agi intentionnellement. Toutefois, ce principe fut amendé en février 2008 pour tenir compte de «circonstances exceptionnelles». De quoi assurer une certaine équité. Mais, effet pervers, s'est ainsi dessiné un créneau propice à la contestation, justifiée ou non, qui porte en germe une inflation de jugements d'appel devant le TAS. «Les sportifs suspectés de dopage ont désormais beau jeu de créer le doute. Les modes de contamination dite accidentelle étant maintenant bien connus, les excuses invoquées deviennent irrecevables à mes yeux», souligne le docteur de Mondenard. Et de préciser sa pensée: «Nous avons affaire à des athlètes qui, par exemple, pèsent au gramme près les protéines et les glucides qu'ils absorbent. On conçoit mal qu'ils ne s'inquiètent pas de la composition de leurs compléments alimentaires, dont ils savent qu'elle peut être falsifiée, qu'ils mangent du steak venant de pays où des stéroïdes anabolisants ou des SARMS sont très fréquemment utilisés pour engraisser le bétail ou qu'ils ignorent que leur conjoint prend des produits dopants.»

Les études scientifiques diligentées par les instances antidopage ne visent jamais à établir des seuils qui permettraient de distinguer un acte de dopage d'une contamination accidentelle, de sorte que le doute est souvent roi, que de plus en plus d'athlètes s'engouffrent dans la brèche et que des innocents peuvent être condamnés et des tricheurs, relaxés.

Depuis la fin des années 1970, la toxicologie judiciaire recourt en routine à l'analyse des cheveux, des poils ou des ongles comme «marqueur chronologique» permettant de déterminer si l'exposition à certaines substances a été unique ou répétée. C'est en faisant appel à une analyse capillaire que Laurence Vincent-Lapointe et Ysaora Thibus, par exemple, ont eu gain de cause devant le TAS. Si la quantité d'un produit réputé dopant est faible dans les urines, l'analyse capillaire permet généralement de démêler l'écheveau. Toutefois, des substances comme l'hormone de croissance ou l'EPO (trop grosses molécules) ne répondent pas à ce type d'analyse, contrairement aux stéroïdes anabolisants, aux SARMS ou encore aux stimulants – cocaïne, amphétamines... Dans le cas d'une transmission de fluides corporels, l'analyse des cheveux du conjoint ou de la conjointe est également nécessaire.

Pourquoi l'AMA ne prévoit-elle pas les tests capillaires dans l'arsenal des contrôles antidopage ? La réponse du docteur de Mondenard interpelle: «Elle ne souhaite pas que des analyses capillaires révèlent à quel point le sport de compétition est gangrené par le dopage. Elle préfère garder la maîtrise des moyens de contrôle pour pouvoir éventuellement "s'arranger avec les flacons".» A

À UN CHEVEU PRÈS...

En Europe, aux États-Unis et dans la plupart des pays où la justice est ouverte au débat contradictoire, l'étude moléculaire des cheveux, des poils, voire des ongles est reconnue par les tribunaux dans le cadre d'affaires criminelles et fréquemment utilisée. Les premiers travaux sur le sujet ont été publiés à la fin des années 1970 par des chercheurs allemands et américains. Depuis, la méthode a fait florès. Cheveux, poils et ongles sont des structures kératinisées, la kératine étant leur principal constituant. C'est au sein de celle-ci que peuvent être piégées des substances telles que des drogues, des métaux lourds ainsi que de nombreuses molécules employées dans la perspective de l'amélioration «artificielle» des performances sportives.

À l'origine des contrôles antidopage, l'urine fut sélectionnée comme le milieu d'investigation. Par la suite, le sang fut utilisé en tant que témoin de modifications de la formule sanguine par l'ajout d'hormones exogènes (EPO, hormone de croissance...). Aujourd'hui donc, une autre technique, qui présente certains avantages majeurs, est disponible mais maintenue à l'écart par l'Agence mondiale antidopage (AMA). Ce qui n'interdit pas néanmoins aux athlètes d'y avoir recours quand ils soumettent un dossier devant le Tribunal Arbitral du sport (TAS) pour récuser une suspension émanant d'une fédération sportive ou lorsque l'AMA fait appel d'une sanction (ou absence de sanction) qu'elle considère comme trop clémente.

Capables de détecter des concentrations urinaires de l'ordre du picogramme par millilitre, les techniques analytiques sont de plus en plus sensibles. Et plus elles le sont, plus la probabilité qu'une contamination soit débusquée est élevée et plus le nombre de contestations d'actes de dopage présumés s'accroît. Ces dernières années, plusieurs athlètes de haut niveau se sont adressés à des cabinets d'avocats spécialisés dans le sport, souvent avec succès, pour faire valoir le fait qu'ils auraient été victimes d'une contamination accidentelle à une substance interdite.

Lorsqu'on joue sur le terrain du picogramme, les cheveux et autres structures kératinisées possèdent une propriété essentielle: ils poussent. Par là même, ce sont des «machines» à remonter le temps, des marqueurs chronologiques qui permettent de savoir si l'exposition à un dopant a été unique, et donc potentiellement accidentelle, ou répétée. Prenons le cas des cheveux. Ils poussent d'environ un centimètre par mois. La racine est le siège des traces des contaminations les plus récentes et la pointe, de celles des contaminations les plus

anciennes. Aussi grâce à une analyse segment par segment, peut-on mettre le doigt sur les fluctuations, au fil du temps, de la concentration de la substance dopante incriminée, avec pour conclusion possible qu'elle n'a été absorbée qu'une seule fois ou au contraire à différentes reprises, voire en continu durant une certaine période. Les analyses d'urine, elles, offrent des données qui ne peuvent généralement remonter au-delà de 72 heures, sauf pour des produits à longue demi-vie comme les SARMs ou présentant des métabolites d'élimination longue durée – cas des anabolisants notamment (stanazolol, Oral-Turinabol@...).

Tous les produits dopants ne répondent pas à une analyse capillaire, mais la majorité. Restent en rade: essentiellement les hormones peptidiques (EPO, hormones de croissance...). Trop volumineuses, elles ne peuvent être acheminées par les vaisseaux capillaires vers les **phanères** (cheveux, poils, ongles) – on parle d'encombrement stérique.

Ceux, dont l'AMA, qui veulent contester la validité des phanères comme sites d'investigation toxicologique mettent en exergue qu'il n'existe pas, à l'heure actuelle, d'études contrôlées attestant la parfaite exactitude des résultats des analyses, principalement pour des substances qui s'incorporent mal aux cheveux, comme les SARMs, les anabolisants ou les diurétiques. Patrick Bayeux, qui est, entre autres, maître de conférences en gestion et droit du sport à l'Université Paul Sabatier UFRS-TAPS de Toulouse, a publié sur son blog *Décideurs du sport*, les propos de Pascal Kintz, professeur de médecine légale à l'Université de Strasbourg. «Pour de nombreux agents dopants, il n'existe pas de référentiel (dose minimale détectable, influence de la couleur des cheveux, stabilité, biais d'incorporation...), ce qui peut compliquer les interprétations et surtout donner des arguments aux instances qui s'opposent aux analyses capillaires» dit ce dernier. Mais il précise aussitôt que «l'analyse des cheveux a démontré en médecine légale (et donc dans les affaires criminelles) une avancée majeure et des applications indispensables». Il poursuit, toujours sur le blog *Décideurs du sport*, en soulignant que, dès lors, «on ne peut pas imaginer que les instances sportives ne puissent faire preuve de bon sens et d'intelligence pour, a minima, évaluer la pertinence de cette approche dans des dossiers compliqués».

Mais, ainsi que l'affirme en substance le docteur de Mondenard, le bon sens que l'on pourrait attendre de l'AMA et des fédérations est apparemment éclipsé par la poursuite de leurs propres intérêts. A



<https://dopage.demondenard.com>



Qui est-ce ? Lucy GUO

TEXTE : JACQUELINE REMITS - JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE
PHOTOS : PASSES (P.39), CAPTURE INSTAGRAM LUCY GUO (P.39)



CARTE D'IDENTITÉ

NAISSANCE: 14 octobre 1994, Fremont (Californie, États-Unis)

NATIONALITÉ: Américaine

SITUATION FAMILIALE: Célibataire

DIPLÔME: A fréquenté l'université Carnegie-Mellon en Pennsylvanie; pas de diplôme

CHAMPS DE RECHERCHE: Informatique et interaction homme-machine

DISTINCTIONS: Plus jeune milliardaire self-made woman au monde (2025)

Je suis...

Née à Fremont dans la baie de San Francisco, en Californie, non loin de la mythique Silicon Valley. Un bon présage. Je grandis dans cette région, élevée par mes parents immigrés chinois et ingénieurs en électricité. Très jeune, je développe un esprit entrepreneurial car je veux gagner mon propre argent. Enfant, je me prends de passion pour le monde de l'informatique. Passionnée par le codage, je le maîtrise rapidement. Ado, j'apprends par moi-même à programmer et je me lance dans diverses activités. Je vends des cartes *Pokémon*, je construis de faux sites Web de diffusion en continu avec des publicités bien placées. Dès le lycée, je développe des robots et je génère des revenus en ligne à l'aide de *PayPal* et de jeux comme *Neopets* et *Rune Scape*. Ces compétences acquises très jeune me valent d'être acceptée à la *Carnegie Mellon University* en Pennsylvanie. Cet établissement prestigieux est réputé pour ses avancées technologiques, particulièrement

en informatique, science et gestion. J'y apprends l'interaction homme-machine. Exactement ce qu'il me faut ! Mais l'enseignement traditionnel ne comble pas mes attentes. J'abandonne mes études en 2014 et n'obtiens jamais mon diplôme. Qu'à cela ne tienne, j'ai d'autres atouts.

Je suis sélectionnée par le *Thiel Fellowship*. Ce programme compétitif élaboré par l'investisseur milliardaire Peter Thiel, cofondateur de *PayPal*, attribue une bourse de 100 000 dollars sur 2 ans aux jeunes de 22 ans ou moins qui souhaitent quitter ou interrompre leurs études pour poursuivre des projets innovants, créer une entreprise ou faire des recherches scientifiques. Rapidement, je décroche des stages chez des géants de la tech comme *Facebook*, *Snapchat* où, en tant que première femme designer de l'entreprise, je contribue au développement de *Snap Maps*, ou encore *Quora*. C'est là que je fais une rencontre déterminante pour ma carrière, celle d'Alexander Wang. Cet as des mathématiques travaille à temps plein comme codeur pour le site de questions/réponses. Ensemble, en 2016, j'ai alors 21 ans, nous fondons *Scale AI*, une jeune pousse prometteuse dans l'intelligence artificielle générative. L'entreprise collecte, structure, étiquette et vérifie de grandes quantités de données (images, textes, vidéos, etc.) nécessaires à l'entraînement des modèles d'IA. Si besoin, elle intervient pour filtrer et corriger les réponses de modèles d'IA générative (comme *ChatGPT*) en supprimant les contenus inappropriés ou erronés. Le succès est au rendez-vous, ainsi

que les clients parmi lesquels *General Motors* et *Flexport*, ou encore le gouvernement américain qui utilise aujourd'hui la technologie de *Scale AI* pour aider ses armées de l'air et de terre, ainsi que les géants de la tech, comme *Open AI*, qui s'en servent pour entraîner leur IA. Je me spécialise dans la transformation de données non structurées en ensembles de données de haute qualité, permettant le développement et l'optimisation de modèles d'apprentissage automatiques. Tandis que Wang prend la tête de l'entreprise, je dirige les opérations et la conception-produit. Mais nous sommes en désaccord sur la gestion de l'entreprise et Wang me licencie en 2018. Si nous avions des opinions divergentes, je suis fière du travail de *Scale AI*. J'ai la bonne idée de conserver la majeure partie des parts de l'entreprise. Une décision stratégique car en 2025, la valorisation de *Scale AI* atteindra des sommets. Aujourd'hui encore, je détiens une participation d'un peu moins de 5% des parts de cette société. La même année,

je crée l'application *Apply to Date* permettant aux utilisateurs de créer un CV de rencontres. En 2019, je me diversifie dans le capital-risque avec la création d'une société d'investissement, *Backend Capital*, qui finance principalement des start-up d'ingénierie en phase de démarrage. Là aussi, le succès est au rendez-vous. Mon investissement dans l'entreprise de technologie financière *Ramp* est couronné de succès, cette entreprise étant aujourd'hui valorisée à 13 milliards de dollars.

SAVIEZ-VOUS QUE...

Lucy Guo compte parmi les 6 femmes milliardaires de moins de 40 ans, dont fait notamment partie Taylor Swift et ses 1,6 milliard de dollars. À 31 ans, elle est aussi devenue la plus jeune milliardaire *self-made woman* au monde, détrônant la célèbre pop star qui a réalisé cette prouesse à 35 ans. Elle fait partie des rares ultra riches à avoir érigé un empire à partir de zéro, sans l'aide des dollars de papa ou maman. D'après le magazine *Forbes*, sa fortune culmine aujourd'hui à 1,3 milliard de dollars (1,16 milliard d'euros), dont 1 milliard attribué à une récente levée de fonds de *Scale AI*. Le reste provient de sa participation dans *Passes*. Interrogée sur son nouveau statut de milliardaire par *Forbes*, elle a répondu par SMS: «*Je n'y pense pas vraiment, c'est un peu fou. Dommage que tout soit sur papier*».

En 2025, *Passes* a été confrontée à une plainte en justice ciblée accusant la plateforme d'héberger des contenus pédopornographiques. Ce que *Passes* et Lucy Guo ont catégoriquement réfuté.

Si elle a vécu en nomade numérique pendant plusieurs années, en 2020, elle a acheté un appartement de 6,7 millions de dollars à Miami où, d'ailleurs, ses fêtes provoquent des conflits avec ses voisins. En 2022, elle est décrite par le *New York Post* comme la fêtarde numéro un de Miami. À partir de 2024, elle vit également à Los Angeles où elle a acquis une maison de 4,2 millions de dollars à West Hollywood. Depuis lors, elle partage son temps entre Miami et Los Angeles.

Selon son fil *Instagram*, elle cultive un style de vie rythmé par le sport et les festivals de musique. Outre sa participation à des événements nocturnes, elle est aussi connue pour ses déplacements en skateboard électrique et sa collection de cartes *Pokémon*. Elle maintient une discipline de travail rigoureuse, travaillant souvent jusqu'à minuit et suivant plusieurs séances d'entraînement physique quotidien.

Lucy Guo incarne ainsi une nouvelle génération d'entrepreneuses technologiques, autodidactes, audacieuses et déterminées. Son parcours de jeune codeuse milliardaire à 31 ans illustre avec flamboyance l'évolution du paysage technologique et entrepreneurial d'aujourd'hui.

À cette époque...

En 1994, l'année de ma naissance, l'ancêtre du smartphone, l'IBM *Simon*, est commercialisé. C'est le premier appareil à proposer différentes fonctionnalités (messages, calculatrice, documents) et disposant d'un écran tactile. En 2016, quand je cofonde *Scale AI*, c'est aussi l'année de la première élection de Donald Trump à la présidence des États-Unis. Quand je fonde *Passes* en 2022, la Russie envahit l'Ukraine, tandis qu'aux États-Unis, le droit à l'avortement se voit remis en cause.

J'ai découvert...

En 2022, je me suis lancée dans une nouvelle aventure entrepreneuriale avec *Passes*, une plateforme similaire à *Patreon* et *OnlyFans*, qui permet à des personnes de payer pour avoir des conversations et des vidéos en ligne avec leurs célébrités favorites, celles-ci pouvant conserver jusqu'à 90% de leurs revenus. Si *Passes* mélange des éléments de *Patreon*, *OnlyFans* et *Twitch*, avec des fonctionnalités allant des messages privés aux directs, en passant par des appels vidéo individuels, la plateforme se distingue par l'inclusion de l'IA. Elle développe des avatars IA de ces célébrités, ce qui permet aux utilisateurs d'interagir avec des versions numériques de leurs personnalités préférées. En tant que fêtarde de Miami, j'ai utilisé mes relations avec des agences de divertissement pour lancer ma société et signer des contrats avec différentes célébrités. Entre 2022 et 2024, j'ai aussi levé 50 millions de dollars en 3 tours de table auprès d'importants investisseurs, valorisant mon entreprise à 150 millions de dollars. La plateforme témoigne de ma vision pour le Web. J'estime que les plateformes traditionnelles détiennent trop de pouvoir sur les données des utilisateurs. Je promeus le Web3 car ce concept permet aux personnalités d'être propriétaires de leur public, de leurs données et de leur monétisation, sans dépendre d'une autre entité. De même, je considère que l'IA a la capacité de révolutionner de nombreux domaines, à condition que son déploiement soit soumis à une réglementation réfléchie afin de garantir une utilisation responsable. 



Plus forts à plusieurs: la robotique en essaim

En raison des progrès combinés de la miniaturisation et de la puissance de calcul, les robots arrivent peu à peu dans notre quotidien. Mais alors que de nombreuses firmes nous promettent des androïdes ultra-sophistiqués, boostés à l'intelligence artificielle, d'autres branches de la robotique profitent également du boom actuel de l'IA. Plus discrètes, moins tape-à-l'œil, mais sans doute, un jour, tout aussi efficaces

THIBAUT GRANDJEAN - GRANDJEAN.THIBAUT@GMAIL.COM

PHOTOS: © MAURO BIRATTARI, IRIDIA-ULB (P.41), © MARCO DORIGO, IRIDIA-ULB (P.42),
CARNEGIE MELLON UNIVERSITY (P.43), © FRAMESTOCK - STOCK.ADOBE.COM (P.44),
© IMAGEFLOW - STOCK.ADOBE.COM (P.44), © A6K (P.44)

Essaim de robots de type «e-puck», conçus pour la recherche.

La science-fiction a saturé nos imaginaires de robots androïdes, capables de prouesses individuelles souvent supérieures à celles d'un être humain. Et le monde actuel de la Tech semble prendre le même chemin. Des robots à notre image, plus forts, plus rapides, plus précis... Et cela, en dépit des problèmes que pose une telle conception: ces robots sont coûteux à produire, et donc à remplacer, même en partie, en cas de défaillance. Sans parler des problèmes de sécurité: quelles seraient les conséquences d'une prise de contrôle malveillante de tels robots ?

Un nouveau nom semble même avoir été trouvé pour vendre ces robots équipés des dernières puces d'intelligence artificielle: *Physical AI*, pour *IA Physique*, c'est-à-dire capable d'interagir avec le monde qui l'entoure. Au *Consumer Electronic Show 2026*, le grand salon d'électronique grand public qui se tient chaque année à Las Vegas, les *Physical AI* étaient partout.

Et pourtant, il existe d'autres manières de concevoir des robots. Regardez les fourmis. Chacune d'entre elles a peut-être des aptitudes limitées. Mais collectivement, elles sont capables de comportements particulièrement élaborés, comme une recherche très efficace de nourriture, la construction d'une fourmilière résistant aux conditions climatiques, et même... de construire des ponts ! Le tout, sans aucune intelligence



1. et 2. Expérience menée avec des robots e-pucks pour accéder de façon coordonnée dans des lieux difficilement accessibles.

supérieure aux commandes. Et si une fourmi vient à manquer, la colonie poursuit son existence, imperturbablement.

C'est ce mode de fonctionnement qui a inspiré une discipline de la robotique, que l'on appelle la robotique en essaim. Elle se base sur des robots rudimentaires qui obéissent à des règles simples mais qui, ensemble, peuvent faire preuve d'un comportement complexe.

Une intelligence de groupe

Longtemps, ces robots sont restés une branche relativement méconnue de la robotique, dont Marco Dorigo, directeur de l'IRIDIA, le laboratoire d'Intelligence Artificielle de l'ULB, est un des pionniers: «Certains spectacles de drones, par exemple, ont pu donner l'impression que les essaims de robots sont désormais sortis des laboratoires, mais en réalité il n'en est rien, explique le chercheur. Dans ces cas-là, les robots sont soit pilotés à distance, soit programmés à l'avance. Or, dans notre domaine, l'autonomie de chaque robot est essentielle, car c'est elle qui permet l'émergence de comportements collectifs, qui sont très difficiles à obtenir en contrôlant ou en programmant les robots individuellement.»

Dans un essaim, chaque robot interagit localement avec ses voisins et avec le contexte environnemental, ce qui peut conférer au système une grande flexibilité et une forte capacité d'adaptation à son environnement. En outre, la redondance entre les robots fait qu'aucun n'est essentiel au fonctionnement de l'ensemble, ce qui renforce la résistance de l'essaim aux défaillances et aux tentatives d'intrusion malveillante.

Toutes ces propriétés rendent les essaims de robots particulièrement intéressants pour des domaines comme la construction, réputés difficiles à automatiser, notamment en raison des imprévus et des conditions dangereuses, ou l'exploration de zones difficiles d'accès,

comme des zones de décombres par exemple. Et ce d'autant plus qu'il est possible de combiner différents types de robots, comme des drones volants à des robots terrestres, démultipliant ainsi les possibilités.

Les essaims de robots, dont les recherches ont débuté dans les années 1990, sont désormais capables de comportements assez sophistiqués, qui émergent de manière complètement décentralisée. Mais en dépit de ces succès, cette branche particulière de la robotique n'est, pour l'instant, jamais vraiment sortie des laboratoires. «Lorsqu'on cherche à concevoir des comportements collectifs auto-organisés pour des essaims de robots, chaque robot reste autonome. Il est donc très difficile de prévoir ou de calculer à l'avance le comportement du groupe dans son ensemble. Les chercheurs doivent alors s'appuyer sur de nombreux essais et ajustements successifs, un processus long et contraignant, qui rend ces comportements difficiles à modifier une fois les robots déployés sur le terrain, dévoile Mary Katherine Heinrich, chercheuse qualifiée FNRS à l'IRIDIA. L'un de nos projets actuels, intitulé "Self-Organizing Nervous Systems for Robot Swarms", vise précisément à contourner ce problème.»

L'explosion de l'IA

Selon les 2 chercheurs, le récent boom de l'industrie de l'IA est en train de changer la donne, et rapproche un peu plus leurs recherches du monde réel. «Aujourd'hui, il est possible d'envisager la construction de robots assez puissants, capables d'embarquer une quantité significative d'intelligence, dévoile Mary Katherine Heinrich. En conséquence, de nombreux projets de recherche tentent de tirer parti de ces nouveaux outils. Mais cela pose de nombreuses questions, car la robotique en essaim s'est jusqu'à présent appuyée sur des robots dotés d'une intelligence relativement simple et d'une autonomie limitée. Or, ces nouveaux outils sont tout sauf simples et les conséquences de cette complexité accrue au sein des essaims de robots restent encore largement inexplorées.»

«Pendant longtemps, notre champ de recherche s'est heurté à 2 grandes limitations, le logiciel et le matériel, ajoute Marco Dorigo. Les robots ont ainsi longtemps été extrêmement limités par leur capacité à reconnaître leur environnement, et à agir en conséquence. Or, le boom récent de l'IA s'est accompagné de l'arrivée sur le marché de nouveaux outils très puissants, notamment basés sur les grands modèles de langage (Large Language Model en anglais ou LLM) qui ont en grande partie levé cette limitation. En ce qui concerne le matériel, nos robots n'ont bien sûr pas l'agilité et les capacités d'animaux, et c'est encore un grand pas à franchir, mais nous sommes bien plus proche d'une application à nos recherches que nous ne l'avons jamais été.»

Les LLM, par leur versatilité, pourraient notamment permettre à un essaim de robots de mieux faire face à une situation non prévue, et donc non programmée, ce qui est actuellement une des grandes difficultés de la discipline. Une solution actuellement testée par l'équipe du Pr Dorigo: «Nous avons mené une expérience où les robots étaient dotés d'un LLM, précise-t-il. Et leur programmation spécifiait qu'en cas d'obstacle à leur mission, ils devaient faire appel au LLM afin que ce dernier génère du code informatique et ainsi les reprogrammer directement. De plus, à chaque fois qu'un robot recevait de l'aide, ce programme était automatiquement transféré à ses voisins. Il s'agit ici d'un premier pas vers une véritable autonomie des robots, même si, pour le moment, ils ne sont pas encore capables de trouver une solution à tous les problèmes possibles et n'ont été testés que sur des exemples relativement simples.»


Le revers de la complexité

Plus un robot est intelligent, plus ce dernier a de possibilités d'action, et donc de possibilités que quelque chose ne se déroule pas comme prévu. Aussi, afin d'ajouter une couche de sécurité, les chercheurs de l'IRIDIA travaillent actuellement sur un système utilisant la *blockchain*. Selon cette technologie, chaque participant à un réseau est également un gardien des actions du réseau. Lorsqu'un participant réalise une action, cette dernière est immédiatement inscrite dans les registres de chaque participant. Théoriquement, cette technique rend impossible la falsification des actions d'un robot.

"Notre idée est la suivante: chaque robot dispose d'une certaine somme de jetons, qu'il dépense lorsqu'il tente une action, développe le Pr Dorigo. L'essaim juge alors de l'utilité de cette action, et le robot ne récupère ses jetons que si cette action a été utile pour le groupe. Dès lors, si quelqu'un de mal intentionné prend le contrôle d'un robot et agit

contre l'intérêt de l'essaim, son comportement sera jugé négativement. Très rapidement, il ne pourra plus agir car il sera à court de jetons.»

Cette technologie ouvrirait la voie à de nouvelles formes de coopération entre robots appartenant à des utilisateurs différents, reposant sur des principes économiques. «On peut ainsi imaginer différents robots appartenant à des personnes différentes s'engager dans une activité commune, avance le Pr Dorigo. La coordination nécessaire pourrait alors être assurée par des échanges de type économique, certains robots pouvant proposer ou "vendre" leurs services à d'autres robots.»

Des nuées de robots qui collaborent entre eux, et dont les comportements s'améliorent au fur et à mesure qu'ils explorent le monde... Si l'imagination s'enflamme au contact d'un tel futur, les questions qu'il pose sont, quant à elles, vertigineuses. 


UN PEU D'HISTOIRE

LE PARADOXE DE MORAVEC

En 1988, le roboticien et chercheur en Intelligence Artificielle Hans Moravec écrit: «Il est relativement facile de faire en sorte qu'un ordinateur soit capable de tâches difficiles pour un adulte, comme jouer aux échecs, ou réussir des tests d'intelligence, et difficile ou impossible de leur donner les compétences de mobilité et de perception d'un enfant de 1 an.» Ce paradoxe est à l'origine de nombreuses difficultés que rencontrent encore aujourd'hui la robotique et les recherches en intelligence artificielle en général. En effet, les actions que nous réalisons sans même y penser, comme reconnaître un visage parmi des inconnus, marcher, ou retrouver notre chemin dans une maison sont immensément compliquées à coder dans le comportement d'un robot. Et c'est bien parce que les chercheurs en IA ont longtemps pensé que ces compétences ne requièrent aucune intelligence, et ont fait des promesses démesurées quant à l'avenir de leurs machines que la recherche en IA a connu plusieurs hivers. Sans doute une leçon à méditer pour tous les spécialistes qui nous promettent bientôt des robots dans tous les foyers...




Faire breveter son image pour la protéger de l'IA

Le monde du cinéma est en ébullition face au déploiement parfois forcé de l'intelligence artificielle. Il y a quelques semaines, plusieurs acteurs et actrices français de doublage ont mis en demeure *VoiceDub* et *Fish Audio*, 2 entreprises basées aux États-Unis, de retirer de leurs catalogues des voix ressemblant étrangement aux leurs. Ils soupçonnent les entreprises de les avoir clonées par IA sans leur consentement. Connus pour être les doublures françaises de Julia Roberts, Angelina Jolie ou encore Richard Gere, ces actrices et acteurs estiment ainsi qu'on fait dire à leur voix des messages dont ils n'ont eu aucune connaissance, et qu'il s'agit d'un vol de leur identité et de leur outil de travail. Pour éviter ces désagréments, Matthew McConaughey, l'acteur principal du film *Interstellar*, a pris les devants: il a déposé des échantillons de sa voix et de son image auprès de l'Institut américain de la propriété intellectuelle, afin d'éviter une utilisation frauduleuse de son identité. 



L'IA dans le recrutement en Belgique

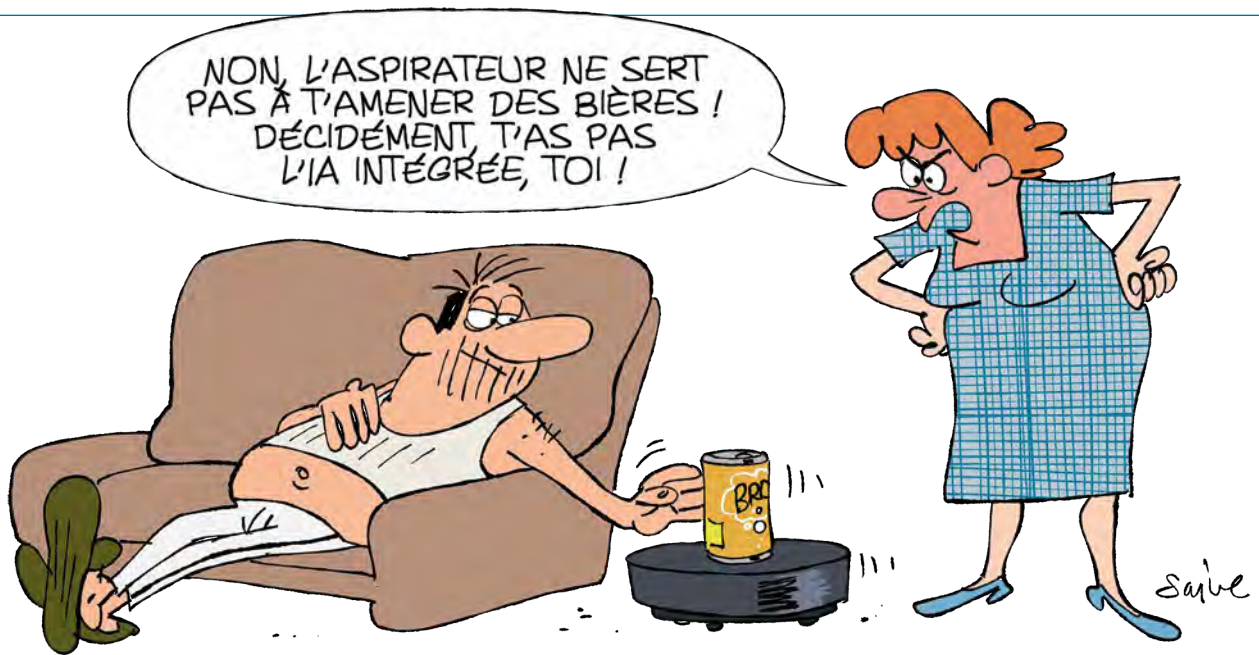
Ils sont classés «à haut risque» par l'*AI Act*, la législation européenne sur les algorithmes d'intelligence artificielle, et doivent à ce titre faire l'objet d'une vigilance particulière, et ne peuvent être utilisés sans être humain aux commandes. Il s'agit des systèmes d'IA utilisés au cours du processus de recrutement de nouveaux employés. D'après une longue étude, menée par l'ULiège et l'UHasselt, l'IA fait désormais partie du paysage des ressources humaines: 74% des recruteur·euse·s l'utilisent à au moins une étape du processus. Mais un système à 2 vitesses se dessine: l'IA est principalement mobilisée comme «super support administratif», en particulier pour les profils à forte affluence, l'expertise humaine restant privilégiée pour les profils de niche. Et 12 à 17% des recruteur·euse·s reconnaissent avoir déjà observé des résultats biaisés produits par l'IA, que ce soit en fonction de l'âge, des origines, etc. De façon plus préoccupante, alors que l'*AI Act* est entré en vigueur depuis plus d'un an, seulement 21% des organisations ont pris des mesures relatives aux législations sur l'IA, et 41% des recruteur·euse·s ne savent pas ce qu'il en est réellement. 

 <https://bit.ly/4s5oiZy>

Un nouveau supercalculateur dédié à l'IA pour l'ULB

Alors que la souveraineté numérique devient un enjeu central en Europe, L'ULB prend les devants en inaugurant un nouveau centre de données à Charleroi, dénommé *A6K*, majoritairement structuré autour de technologies *open source*. Ce centre de données, en plus d'héberger les systèmes d'information de l'Université, abrite également un supercalculateur de Tier-2, dénommé *Lyra*, spécifiquement dédié aux recherches liées à l'intelligence artificielle. Une grande originalité de ce supercalculateur réside en outre dans l'utilisation de nœuds de calcul virtualisés, sans entraîner de pertes en performance. Ces machines virtuelles, déployées sur les serveurs de calcul physiques, offrent une très grande agilité et une évolutivité continue dans le temps: les ressources de calcul peuvent ainsi être réorganisées rapidement pour répondre à l'évolution des besoins des scientifiques. De plus, ce supercalculateur est interconnecté avec les autres des universités de la Fédération Wallonie-Bruxelles, et ainsi accessible à l'ensemble des chercheurs et chercheuses des universités francophones de Belgique et membres du Consortium des équipements de calcul intensif (CECI). 





IA INTÉGRÉE: gadget ou vrai levier dans nos outils du quotidien ?

TEXTE : JULIE FIARD · JFI@EASI-IE.COM

ILLUSTRATIONS : OLIVIER SAIVE

L'intelligence artificielle n'est plus un concept futuriste. Elle s'est installée discrètement dans nos usages quotidiens. Il n'est même plus nécessaire d'utiliser un outil spécifique pour l'utiliser. Elle s'invite dans les fonctionnalités des outils numériques que nous utilisons quotidiennement, comme nos emails et beaucoup d'applications que nous avons déjà abordées ici: *Evernote*, la suite *Google*, *Notion*, *Canva*... et bien d'autres encore. Elle intervient également dans nos usages numériques courants pour reformuler un email, structurer une idée, résumer une note ou générer un visuel.

Cette intégration de l'IA dans tous nos outils donne l'impression que nous la maîtrisons, simplement parce qu'elle est facile d'accès. Beaucoup activent ces fonctionnalités, par curiosité ou par facilité. Peu prennent le temps

de comprendre comment l'utiliser au mieux de ses fonctionnalités et au service de nos besoins. Comment utiliser l'IA de manière réellement utile dans son travail et dans ses usages quotidiens ? Comment en exploiter pleinement le potentiel ? Dans cet article, nous allons regarder ensemble les fonctionnalités IA intégrées dans 2 applications, déjà présentées dans de précédents articles - *Evernote* et la suite *Google* - et ce qu'elles permettent réellement, ainsi que leur utilité concrète.

L'IA dans *Evernote*

Nous avons déjà exploré *Evernote* en long et en large à travers différents articles dans *Athena*. Pour comprendre en détail ses fonctionnalités, il est possible de se référer au n° 357: *Evernote, votre deuxième cerveau*. *Evernote* peut être résumé simplement comme un outil de prise de notes qui permet de centraliser, organiser et retrouver facilement ses informations - un véritable «deuxième cerveau» numérique.

Ses fonctionnalités d'intelligence artificielle promettent de transformer un outil de prise de notes en assistant intelligent capable d'interagir avec le contenu que l'on intègre dans l'application. Dans la pratique, l'IA

ne comprend pas réellement le contenu: elle re-travaille ce qui est déjà écrit. Son fonctionnement reste simple et constant: un texte est donné en entrée, il est analysé et transformé par l'IA, qui génère une version retravaillée. Son utilité dépend donc directement de la qualité du contenu initial. Plus les notes sont claires et structurées, plus l'IA est pertinente. À l'inverse, elle montre rapidement ses limites si l'on attend d'elle qu'elle réfléchisse à la place de l'utilisateur ou si aucun contenu n'est fourni au départ. *Evernote* + IA est donc un outil d'optimisation, pas un outil de réflexion.

⚙️ L'utilisation concrète dans l'application (pas à pas)

Quand vous ouvrez *Evernote*, comme dans quasi toutes les applications, l'Assistant IA général se trouve sur la droite de l'écran. Ici, nous allons nous concentrer sur les fonctionnalités IA liées au contenu des notes. L'élément AI qui se trouve dans le menu principal au-dessus de chaque note.

• RÉSUMER UNE NOTE

La fonctionnalité de résumé est l'une des plus accessibles. Il suffit d'ouvrir une note, de sélectionner le texte, puis d'utiliser l'option «Résumer» en choisissant «paragraphe», «structuré» ou «bullet point».

Elle est particulièrement utile pour les notes longues, les comptes rendus ou les réunions. Le résultat permet d'obtenir une version condensée dans laquelle les idées principales apparaissent rapidement dans 3 formes possibles: ❶ en un paragraphe; ❷ en un résumé structuré selon une méthode pensée et proposée par l'IA; ❸ en format «liste à puces».

• REFORMULER / AMÉLIORER UN TEXTE

Evernote permet également de retravailler un texte existant. En sélectionnant un contenu puis en cliquant sur «Changer le ton», il est possible d'adapter le ton (formel, amical, drôle, etc).



Cette fonctionnalité est utile pour préparer des emails ou clarifier des contenus. Elle rend le texte plus fluide, simplifie les phrases et améliore la structure, sans en changer le fond.

• STRUCTURER DES IDÉES

L'IA est également utile pour organiser des idées dispersées. En collant des notes en vrac, puis en sélectionnant l'ensemble, il est possible de demander la structuration d'une introduction, d'une conclusion et la formulation d'un titre via l'option «Aidez-moi à écrire».

Pertinent dans la préparation de divers contenus demandant de la structure: comme des thèses ou des formations.

• RECHERCHE INTELLIGENTE

La recherche évolue également avec l'IA. Plutôt que de saisir un mot-clé précis, il est possible d'entrer une idée plus globale, comme «réunion client stress organisation». *Evernote* est alors capable de retrouver des notes liées, même sans correspondance exacte.

Cette approche est utile lorsque l'information est difficile à retrouver ou lorsque la recherche se fait davantage par sens que par mots précis. Elle permet un gain de temps réel et une meilleure exploitation des notes existantes. Pour utiliser la recherche dans vos notes en utilisant l'IA d'*Evernote*, il suffit de cliquer sur la loupe comme pour une recherche normale, puis d'ensuite cliquer sur la première ligne qui se présente «Demander à l'assistant IA», celui-ci vous proposera alors toutes les notes qui lui semblent correspondre à votre demande.

• ADAPTER UN CONTENU (TON / FORMAT)

Enfin, l'IA permet d'adapter un contenu en fonction d'un objectif ou d'un public. En sélectionnant un texte, il est possible de le rendre plus simple, plus formel ou plus pédagogique. Cette fonctionnalité n'est pas proposée nativement dans l'agent IA, il vous suffit de poser les bonnes intentions dans le formulaire dédié: par exemple, prenez un texte complexe et demandez à l'Assistant de le reformuler afin que des enfants entre 5 et 7 ans soient en capacité de le comprendre. L'IA fera alors son travail.

Cet usage est particulièrement intéressant pour transformer des notes en contenu exploitable ou pour ajuster un message en fonction de son destinataire. Le résultat est un contenu plus lisible et plus ciblé.

> LES ⊕ / LES ⊖

LES AVANTAGES: un gain de temps immédiat, une clarification rapide des idées, une structuration automatique utile et une recherche plus intelligente, le tout directement intégré dans l'outil sans avoir à passer par une solution externe.

LES LIMITES: l'efficacité dépend entièrement de la qualité des notes. L'outil ne remplace pas la réflexion, peut lisser le style et apporte peu de valeur supplémentaire pour des profils déjà très structurés. L'effet «waouh» reste limité sur la durée.

Evernote + IA reste un outil d'optimisation. Son intérêt réside dans le fait qu'il soit intégré directement dans l'outil. Il ne remplace pas un outil comme *ChatGPT*, mais évite simplement de devoir passer d'une application à l'autre.

L'IA dans Google Workspace

Google intègre *Gemini*, son intelligence artificielle développée par le groupe, directement dans *Docs*, *Gmail*, *Sheets*, *Slides* et *Drive*, avec une promesse claire: travailler avec un assistant intégré, directement dans ses applications de travail du quotidien. Dans les faits, cette promesse repose sur une logique différente de celle d'*Evernote*. L'IA est ici connectée à l'ensemble de l'environnement de travail: emails, documents, fichiers *Drive*. Elle peut générer du contenu, résumer, analyser ou encore automatiser certaines tâches.

L'utilisation concrète dans l'application (pas à pas)

Elle va plus loin dans ses capacités, notamment parce qu'elle permet de créer du contenu à partir de rien. Dans la pratique, l'IA dépend du contexte fourni et peut produire des contenus génériques si elle est mal utilisée. L'IA *Gemini* s'inscrit comme un assistant de production et d'organisation, elle est intégrée directement dans chaque outil. Elle apparaît généralement sous forme de bouton «*Gemini*» ou «*Aide à la rédaction*».

• RÉDIGER DANS GOOGLE DOCS

Dans *Google Docs*, l'IA permet de générer un texte à partir d'une consigne.

Pas à pas:

- ① Ouvrir un document *Google Docs*
- ② Dans le menu principal, cliquer sur Outils > puis sur *Gemini*
- ③ Saisir une demande, par exemple:

- «*écris ce document en écriture inclusive*»
- «*voici le plan pour une formation, écris le contenu*»
- «*corrige l'orthographe et les tournures de phrase*»
- «*supprime les doublons, les répétitions*»

Résultat: un texte complet est proposé, pouvant servir de base de travail immédiate. Si le texte proposé par l'IA vous convient, il est possible de directement l'ajouter au document sur lequel vous êtes en train de travailler.

• RÉSUMER UN DOCUMENT

L'IA permet de synthétiser rapidement un document. Pas à pas:

- ① Ouvrir le document à résumer ou le paragraphe en sélectionnant directement la zone de texte
- ② Cliquer sur *Gemini* (le crayon avec une étoile), directement dans le menu raccourci présent à la droite de votre curseur
- ③ Sélectionner «*Synthèse*» ou taper directement dans le chat de l'IA «*résumer*».

Une version condensée du document avec les points clés vous est alors proposée. Utile pour les documents longs ou pour lire plus rapidement les comptes rendus de réunion.

D'autres fonctionnalités basiques sont proposées pour travailler vos textes, dans l'espace «*modifier avec un prompt*», vous pouvez bien évidemment demander et poser toutes les questions que vous souhaitez.

• RÉDIGER ET RÉPONDRE DANS GMAIL

Dans *Gmail*, l'IA intervient directement dans la rédaction des mails. Pas à pas:

- ① Ouvrir un email
- ② Cliquer sur «*Aide à la rédaction*»
- ③ Choisir: répondre, reformuler ou écrire
- ④ Ajouter une consigne si nécessaire
- ⑤ Ajuster le ton proposé

Vos emails facilement adaptés, rapidement modifiés et prêts à être envoyés.

• ANALYSER ET AUTOMATISER DANS GOOGLE SHEETS

Dans *Sheets*, l'IA permet d'interagir avec les données sans passer par des formules complexes. Pas à pas:

- ① Ouvrir un fichier *Google Sheets*
- ② Cliquer sur *Gemini* dans la barre de menu
- ③ Formuler une demande, parmi toutes celles

proposées: avec la fonction «**Générer une formule**», il n'est plus nécessaire de savoir créer des formules, seulement savoir formuler le résultat que l'on souhaite. *Gemini* va créer la formule adéquate dont vous avez besoin. La fonction «**Générer des graphiques**» est vraiment pertinente pour présenter des données de manière plus lisibles que dans un tableur. Il est important de toujours vérifier les résultats et structurer correctement les données.

- GÉNÉRER UNE PRÉSENTATION (GOOGLE SLIDES)

L'IA peut générer une base de présentation. Pas à pas:

- 1 Ouvrir *Google Slides*
- 2 Cliquer sur *Gemini*
- 3 Saisir une demande:
 - «**crée une présentation sur...**»
- 4 Laisser l'IA générer
- 5 Ajuster ensuite le contenu et le design

Gemini vous permet de générer une structure complète de présentation (design compris), ainsi que son contenu. Très utile pour gagner du temps pour créer une présentation professionnelle. Vous pouvez également lui demander de créer des images ou des infographies à insérer dans vos présentations.

Attention cependant, les slides produits par *Gemini* sont créés sous forme d'images, il n'est pas possible d'en modifier les différents éléments.

- RECHERCHE INTELLIGENTE DANS GOOGLE DRIVE

La recherche devient plus intuitive. Pas à pas:

- 1 Ouvrir *Google Drive*
- 2 Cliquer dans la barre de recherche
- 3 Saisir une phrase (et non un mot-clé), par exemple:
 - «**document parlant de la vente d'un appartement**»
- 4 Consulter les résultats proposés

Des fichiers pertinents retrouvés même sans correspondance exacte. Utile lorsque l'on ne se souvient pas du nom précis d'un document ou qu'il a été mal encodé.

Il est très important d'utiliser ces outils avec un minimum de discernement. Certaines limites apparaissent rapidement:

- Génération sans contexte → contenu générique,
- Absence de relecture → erreurs possibles,
- Délégation complète → perte de qualité.

> LES ⊕ / LES ⊖

LES AVANTAGES: une IA intégrée dans tous les outils représente un gain de temps important, une capacité à créer, structurer et analyser directement dans l'environnement de travail, et une réduction des tâches répétitives.

LES LIMITES: la qualité dépend de la précision de la demande. Les contenus peuvent rester génériques. Il existe un risque de dépendance et une illusion de maîtrise. L'outil reste peu adapté aux besoins de réflexion ou de prise de recul. *Google Gemini* est un outil de production assistée.

Plus puissant qu'*Evernote* sur la création, il reste dépendant de l'utilisateur. Sa vraie valeur: travailler plus vite, directement dans ses outils, sans changer d'environnement.

Les IA intégrées dans nos outils du quotidien ne remplacent pas des outils comme *ChatGPT* pour réfléchir, structurer en profondeur ou prendre du recul. En revanche, elles ont un avantage clair: elles sont intégrées, accessibles, directement utilisables sans changer d'environnement. Leur intérêt ne réside donc pas dans leur performance brute, mais dans leur usage. Elles permettent de gagner du temps sur des tâches simples, de structurer plus vite, d'aller à l'essentiel. À condition de les utiliser pour ce qu'elles sont: des assistants d'exécution.

Pour produire, optimiser, accélérer: les IA embarquées sont pertinentes. Pour penser, approfondir, challenger: des outils comme *ChatGPT* restent plus adaptés. La différence ne se fait donc pas dans l'outil, mais dans la manière de les utiliser. Dans un prochain article, nous verrons comment formuler ses demandes à l'IA et comment l'utiliser au mieux.

Une question, une réaction sur un de nos articles, une expérience à nous partager: contact@easi-ie.com. **A**





De la cacahuète au graphène en un éclair

Des chercheurs australiens et chinois ont récemment mis au point une méthode spectaculaire pour transformer des coquilles d'arachides en graphène grâce à un chauffage électrique ultra-rapide. En quelques millisecondes, une biomasse banale se réorganise à l'échelle atomique. Une avancée majeure dans la production de ce matériau d'exception... tout en valorisant nos déchets (1)

TEXTE : MILAN VANDER WEE-LÉONARD • MILAN.VDWL@GMAIL.COM
PHOTOS : FUTURO PROSSIMO (P.49), ITUB WIKIMEDIA CC BY-SA 3.0 (P.50)

Les allotropes du carbone

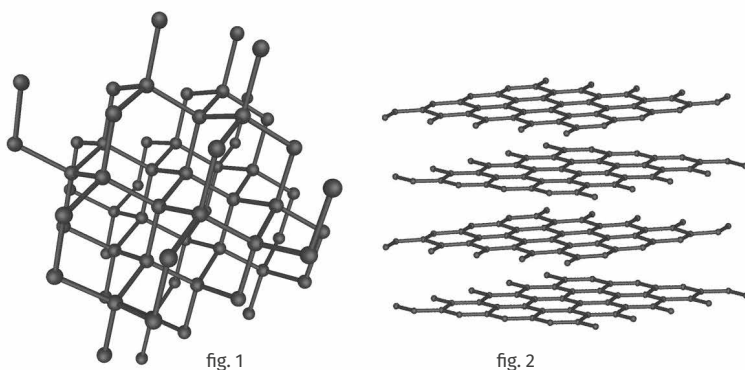
Transformer une coquille d'arachide en matériau high-tech peut sembler improbable. Pourtant, cette idée repose sur un principe fondamental: en chimie, la structure de la matière est souvent plus importante que sa composition. Les allotropes du carbone en sont des exemples parfaits. L'allotropie (du grec *allos* «autre» et *tropos* «manière») est la faculté de certains corps purs simples d'exister sous plusieurs organisations. Le carbone en présente de nombreuses: la forme allotropique amorphe, le charbon, et diverses formes cristallines (organisées). Pour ces dernières, il faut citer le diamant et le graphite. Bien que ces matériaux soient semblables dans leur composition, leurs propriétés sont totalement différentes.

Dans le diamant, chaque atome de carbone est lié à quatre autres atomes de carbone dans un réseau tridimensionnel très rigide (géométrie tétraédrique – hybridation sp_3 - voir figure 1 p. 50), ce qui explique sa dureté extrême... mais aussi son absence de conductivité électrique. À l'inverse, le graphite est constitué de couches empilées de graphène. Ce sont ces feuillets qui se déposent sur une feuille lorsqu'on écrit avec un crayon ! Dans le graphène, chaque atome est lié à 3 autres (géométrie trigonale plane – hybridation sp_2 - voir figure 2 p. 50), laissant un électron libre de se déplacer pour chaque carbone, d'où sa conductivité. Il s'agit d'une unique couche d'atomes de carbone organisée en réseau hexagonal. Le graphène est souvent présenté comme un matériau miracle car sa structure bidimensionnelle lui confère une propriété exceptionnelle en plus de sa conductivité: une résistance mécanique très élevée malgré une grande légèreté. Ces multiples avantages lui ouvrent les portes d'une panoplie d'applications: électronique, batterie, matériaux, filtration...

Comment organiser les carbones en hexagones ?

Historiquement, les couches de graphène étaient exfoliées avec du ruban adhésif qu'on colle puis décolle d'un morceau de graphite. Bien que cette méthode mécanique fournisse de grands feuillets purs, elle n'est pas industrialisable.

Il est également possible d'exfolier chimiquement le graphène en oxydant puis réduisant le graphite.



Structures du diamant (à gauche) et du graphite (à droite).

Une production en masse est alors possible mais des défauts apparaissent dans la structure, impactant négativement les propriétés désirées du matériau.

De ces premiers «échecs», est née l'idée qu'il fallait synthétiser le graphène, pour l'avoir pur et à grande échelle. Des premières méthodes pétrosourcées ont été imaginées avec du méthane ou de l'éthylène comme réactifs. Cependant, pourquoi ne pas exploiter le carbone dans le vivant ? Encore mieux: dans les déchets du vivant !

DO IT YOURSELF !

Même si produire du graphène chez soi est impossible, on peut exploiter une de ses applications majeures: la purification.

Tu auras besoin d'une bouteille transparente, d'un entonnoir, de coton (ou d'un filtre à café), de charbon actif, de sable fin, de gravier et d'eau sale (terre et eau).

Dans le goulot de l'entonnoir, enfonce le coton. Place alors les couches dans cet ordre: charbon – sable – gravier. Introduis l'entonnoir dans la bouteille et verses-y lentement, et au centre, l'eau sale. Tu peux placer un filtre à café dans l'entonnoir avant les couches de filtration plutôt que d'enfoncer du coton dans le goulot.

L'eau ressort plus claire, parfois presque limpide !

Le gravier retient les grosses particules (feuilles, cailloux). C'est une filtration mécanique grossière. Le sable piège les particules plus fines. Il agit comme un tamis à petite échelle. Le charbon, grâce à sa structure poreuse et sa grande surface, adsorbe (absorbe à sa surface) les colorants, odeurs et composés organiques. Le coton retient le tout dans l'entonnoir.

Évidemment, l'eau n'est pas forcément potable, il faudrait encore, au minimum, la faire bouillir !

C'est précisément ce que des chercheurs tentent de faire depuis plusieurs années et notamment à partir de coquilles d'arachides. Ces dernières sont riches en lignine, un polymère (longue molécule formée de motifs se répétant) naturel complexe contenant beaucoup de carbone.

Les coquilles sont d'abord broyées, lavées, et séchées. Ensuite, lors d'un premier chauffage sans oxygène (pyrolyse/thermolyse), la matière organique se décompose: elle perd de l'eau, du dioxyde de carbone et d'autres molécules volatiles. Il en reste alors un résidu carboné amorphe, encore désorganisé mais conducteur. Ce traitement préalable est d'importance capitale. Il a fallu ajuster la température et le temps de chauffage (une minute de 500 à 1 000 °C) car ils ont observé que la qualité de la poudre obtenue influençait fortement la seconde étape: le *flash Joule heating*.

Ce chauffage éclair est rendu possible grâce à de l'électricité. La poudre est contenue dans un tube en quartz où se trouve de part et d'autre deux électrodes. Elles appliquent une différence de potentiel conséquente, jusqu'à 180 V. Un courant électrique très intense traverse alors le matériau. En quelques millisecondes, la température peut atteindre près de 3 000 °C. Cette élévation impressionnante de température est due à l'effet Joule. Ce phénomène est un dégagement de chaleur qui se produit lorsqu'un courant électrique traverse un matériau conducteur résistant, convertissant l'énergie électrique en énergie thermique. Ce principe est utilisé dans les radiateurs électriques, les bouilloires, les sèche-cheveux...

Pourquoi un chauffage aussi rapide est-il crucial ? Parce qu'il modifie complètement la manière dont les atomes s'organisent. À ces températures extrêmes, les liaisons chimiques existantes se rompent, et les atomes de carbone deviennent mobiles. Ils peuvent alors se réarranger spontanément vers une configuration plus stable: des cycles hexagonaux organisés en réseau. Le refroidissement ultra-rapide qui suit fige cette structure avant qu'elle ne redevienne désordonnée.

Ce procédé présente plusieurs avantages majeurs: il est très rapide, ne nécessite pas de solvants chimiques, et permet d'obtenir un matériau proche du graphène à partir de déchets et à bas coûts.

⁽¹⁾ I. De Cachinho Cordeiro, *Chem. Eng. J. Adv.* 2026 (<https://doi.org/10.1016/j.ceja.2026.101099>).



BIO NEWS

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

PHOTOS : © COOSH448 - STOCK.ADOBE.COM (P.51), © SOUTH TYROL MUSEUM OF ARCHAEOLOGY | AUGUSTIN OCHSENREITER | ALL RIGHTS RESERVED/ÖTZI RECONSTRUCTION (P.52), © SÜDTIROLER ARCHÄOLOGIE MUSEUM EURAC MARCO SAMADELLI-GREGOR STASCHITZ/ÖTZI MUMMY (P.52), © ANTON PENTEGOV - STOCK.ADOBE.COM (P.53), © VEGEFOX.COM - STOCK.ADOBE.COM (P.54), © RUSSELL102 - STOCK.ADOBE.COM/BIOZOOM (P.54)

Un «petit» commerce toujours très lucratif

On sait le commerce de l'ivoire illégal depuis de nombreuses années, au même titre que celui des cornes de rhinocéros. La source principale reste l'Afrique dont le territoire est vaste et peut difficilement faire l'objet d'un contrôle permanent. On estime d'ailleurs à 55 le nombre d'éléphants par jour victimes des marchands d'ivoire. Si au moins ces massacres avaient une destination louable... Mais, comme les ailerons de requins, ces trophées sont réduits en poudre pour les intégrer dans des potions de la médecine traditionnelle en Asie du Sud-est. Quand on connaît la composition de ces matières, on est en droit de se demander à quoi elles peuvent bien servir. Depuis 2018 pourtant, la Chine a, à son tour, interdit le commerce de ces pièces, sans pour autant que cela éradique le problème. Et pour cause, on estime le prix de ces pièces à 3 000 \$ le kilo !

Mais il y a du neuf depuis quelques années: avec le réchauffement du sol en Sibérie (le permafrost), des vestiges de mammoths et de rhinocéros laineux deviennent accessibles, donnant un souffle nouveau à ce commerce illégal. Le tout passe en toute discrétion dans les pays

asiatiques. On estime aujourd'hui que depuis 2002, ce petit commerce de défenses de mammoth a augmenté de 40% sur le marché (illégal) de Beijing et même de 70% sur celui de Shanghai. Défenses et cornes arrivent donc toujours à destination, seule la voie d'approvisionnement a changé. Ce qui a changé aussi, ce sont ceux qui dénoncent ce marché criminel. Hier, il s'agissait des protecteurs de la vie sauvage. Aujourd'hui, ce sont plutôt des scientifiques, car ne prélever que les défenses de mammoths ou les cornes de rhinocéros laineux, c'est abandonner tout le reste; qui pourrait être valablement utilisé pour la recherche plutôt que laissé à une érosion et à une détérioration irrémédiables à l'air libre.

Tant que les destinataires des médecines traditionnelles ne comprendront pas que des dents et des poils agglutinés payés à prix d'or n'ont aucun effet sur leur santé, et que ceux qui préparent les potions n'auront pas l'honnêteté de reconnaître que ces ingrédients ne servent à rien, il y a peu de chance que le commerce illégal cesse. Dans des pays plutôt bien contrôlés comme le nôtre, on voit que les commerces illicites comme celui des drogues diverses trouvent des failles pour persévérer. On voit dès lors tout aussi mal comment des braconniers africains ou russes souvent désargentés se priveraient de la manne providentielle offerte par leur activité, fût-elle illégale...

► **Science 2023; 378:696-697**




Reconstitution d'Ötzi.

Ötzi: le retour ?

L'histoire de celui que l'on a appelé «l'homme des glaces» a commencé quand, en 1991, des randonneurs dans les Alpes ont découvert son corps plutôt bien conservé. À l'évidence, celui que l'on a appelé Ötzi – le nom de l'endroit où il a été découvert – constituait une découverte notoire, principalement parce qu'il a rapidement été établi que cet homme armé était décédé d'une mort violente il y a ... 5100 ans. Une archive grandeur nature, en quelque sorte. Traqué sans doute par des opposants qui l'ont blessé d'une flèche plantée au niveau d'une omoplate, il a cherché refuge en altitude où il a fini par succomber. Le froid intense et rapidement la neige qui a fini par le recouvrir, ont permis qu'il soit très bien conservé et d'en tirer, depuis, un maximum d'informations.

Soit dit par parenthèse, la découverte n'a été possible, comme bien d'autres peut-être moins exceptionnelles ailleurs dans le monde, que parce que le réchauffement climatique a fait fondre la glace, mettant le vestige au jour. Et de ce point de vue, il apparaît aussi, grâce à l'étude détaillée du corps (aspect plus dégradé du dos, présence de pollens, etc.), que la momie Ötzi n'a pas séjourné de façon permanente sous une couche protectrice de glace, mais qu'elle a été découverte plus d'une fois. Au froid, certes - vu l'altitude - mais à l'air libre tout de même. Ce qui signifie qu'en l'espace de ces 5 millénaires, des séquences de réchauffement/refroidissement de se sont succédées, sur les Alpes au moins. Une découverte très récente qui remet quelques poncifs généralement avancés sans preuve.

L'«homme des glaces», vu son état, a perdu depuis longtemps l'usage de la parole. Mais qu'est-ce qu'il nous raconte depuis qu'il a été découvert: une vraie pipelette ! Et la connaissance scientifique ne s'en porte que mieux ! 

► *Science* 2022; 378: 816-817

Du tube digestif des coureurs de fond

Hôtes habituels quelques peu obligés des laboratoires, les souris sont astreintes à vivre dans un espace réduit. D'où l'idée de mettre à leur disposition une roue dans laquelle elles peuvent courir si elles en ont envie. Toutes ne le font pas; ce qui sous-tend l'idée que certaines y trouvent du plaisir et d'autres non. Or, le plaisir que l'on retire d'une situation, d'une activité, implique un centre cérébral qualifié, pour cette raison, de centre de la récompense. Et un neuromédiateur y trouve activement sa place: la dopamine, une molécule d'ailleurs qualifiée pour cette raison d'hormone du plaisir. Si des souris qui appartiennent à la même souche – et disposent donc de gènes a priori identiques – courent et d'autres non, c'est qu'elles ont un «incitant métabolique» qui leur vient de quelque part. Or, les conditions d'élevage étant standardisées, il n'existe qu'un seul variant possible: le microbiome (soit l'ensemble formé par la microflore intestinale).

Partant de cette réalité, les chercheurs ont d'abord fait subir aux souris «sportives» une cure d'antibiotiques pour effectuer une réduction massive de ces germes-là. Résultat: une diminution significative des exercices et une réduction de la libération de dopamine par le cerveau. La piste suspectée était donc la bonne. La seconde étape devenait évidente: étudier le microbiome des

souris pour mettre en rapport une composition particulière de la microflore intestinale et l'aptitude à l'exercice. Ce qui a été fait également et qui a permis, comme suspecté, de mettre en évidence une association particulière de ces hôtes intestinaux et de l'aptitude à la course. Dans la foulée, on s'est intéressé à notre espèce et on a observé que les marathoniens présentaient eux aussi une assez grande similitude dans la composition du microbiome. Le tout est de savoir, comme pour le lien entre l'œuf et la poule, s'ils se sont mis à courir parce qu'ils s'y sentaient prédisposés ou si c'est parce qu'ils se sont astreints à un régime particulier qu'ils se sont dotés d'une microflore qui les avantage dans les exercices auxquels ils s'astreignent.

On a pu, déjà, identifier le circuit grâce auquel les choses se passent. Les germes produisent dans le tube digestif une substance qui, arrivant au cerveau par le circuit sanguin, activerait une enzyme responsable de l'activation de la dopamine, laquelle favoriserait l'activation du centre de la récompense. Le sportif trouverait par conséquent du plaisir à se livrer à l'exercice physique. La recherche évoquée étant menée aux États-Unis où, comme on le sait, l'incidence du surpoids et de l'obésité n'est pas... mince, l'idée est de concentrer

Plastiques encore et toujours

On évalue à plus de 10 000 les différents types de plastiques offerts à nos appétits (souvent non consentants) de consommateurs. Plus de 2 400 d'entre eux seraient plus ou moins fortement toxiques, avec des implications diverses. On connaît les perturbateurs endocriniens dont certains phtalates, entre autres, font partie. On sait aussi que de nombreux produits arrivent au contact de notre peau et de nos muqueuses qu'ils peuvent traverser avant, par effet de répétition, de provoquer des dommages de natures diverses dont certaines peuvent s'avérer graves.

Sans que la liste soit pour autant exhaustive, on a identifié depuis longtemps des effets sur la fertilité, notamment de l'homme. Mais c'est loin d'être tout. Si en l'espace d'une seule génération on a assisté à une flambée de surpoids et d'obésité, ce n'est pas seulement en raison d'une modification comportementale; d'autres facteurs doivent être impliqués et il y a longtemps que la pollution est avancée comme cause possible.

C'est également le cas pour des naissances prématurées associées ou non à des faibles poids à la naissance. Et tant qu'à évoquer la physiologie de la femme, on peut également citer l'accroissement des cas d'endométriose, cette inflammation des tissus pelviens qui rendent compliquée, pour une part des femmes concernées, l'émergence d'une grossesse. Jusque-là, tout peut

recevoir une correction médicalisée (procréations médicalement assistée pour l'endométriose) ou bénéficier d'attitudes au moins partiellement préventives (activité sportive, hygiène alimentaire) pour le surpoids et l'obésité. Mais il existe des profils pathologiques qui laissent malheureusement des séquelles souvent irréversibles: maladies cardiovasculaires et cancers.

Il va de soi que si l'effet toxique de certains plastiques peut être incriminé dans un certain nombre de cas, elle ne peut être la seule, simplement parce que l'environnement dans lequel vit le malade ainsi que ses addictions éventuelles ou son mode alimentaire peuvent constituer des facteurs de prédispositions additionnels. Il n'empêche: lorsqu'on réalise que pour les seuls États-Unis l'implication des matières plastiques entraînerait 300 milliards de frais médicaux par an, il serait temps de passer à la case prévention. Et pourquoi ne pas envisager par exemple avant la mise sur le marché de toute matière de synthèse nouvelle destinée à se retrouver en contact avec la peau, d'imposer des tests de toxicité ? En balance à ce que représentent les coûts pour la société de ce contact souvent ignoré, cela vaudrait la peine que l'on fasse au moins un calcul de coût/efficacité. Et après tout, c'est bien de la santé humaine que l'on parle ! ^A

► *Science* 2022; 378: 841

➤ dans des pilules les espèces de la microflore intestinale les plus favorables à l'exercice; une façon élégante et – peut-être ? – efficace de mener quelques citoyens à sacrifier à davantage d'exercice.

Il demeure néanmoins que l'être humain reste ce qu'il est et que si les souris ne se posent pas de question quant à l'opportunité de courir des heures dans une roue (les championnes peuvent couvrir une distance de 30 km en 24 h !), l'humain peut se trouver toutes les bonnes raisons du monde à rester inactif... pilule ou pas. Les charentaises garderont à ses yeux toujours plus de charme que les chaussures de jogging. Et suer sous le cagnard ou lutter contre le vent et la pluie n'auront pas davantage pour lui de vertu attractive... ^A

► *Science* 2022; 378: 1157





Régulation démographique

En dépit de tendances pourtant clairement inscrites à la décline, des prévisionnistes mal informés continuent à voir la population mondiale continuer à croître vers des sommets qui leur font prédire toutes les catastrophes imaginables. En cette matière comme en toutes les autres, il est toujours utile de s'informer et, même s'il ne s'agit toujours que de « prévisions », la tendance est clairement à la décroissance.

Tous les pays dits industrialisés où la population bénéficie de soins de santé et où les femmes ont accès à des études et à une insertion dans la vie professionnelle, ont une population dont la fécondité n'atteint plus le taux de doublement de 2,1 enfants par femme. En d'autres termes, cela signifie que le nombre d'habitants, à terme et si rien ne change, est sur la voie d'une décline. Le pays occidental qui reste le plus fécond dans ce contexte reste la France, où des incitants existent ou ont existé pour permettre aux femmes sans emploi d'avoir des enfants. Pour autant, la fécondité culmine à 1,8 et n'atteint donc pas non plus ce fameux repère qu'est le taux de doublement. À titre d'information, la Belgique se situe aux environs de 1,6, l'Espagne et l'Italie, entre 1,2 et 1,3. Le Japon est à 1,1 et la Chine, longtemps conditionnée par la politique de l'enfant unique, rechigne aujourd'hui à avoir ce second enfant que les autorités politiques appellent pourtant de leurs vœux.

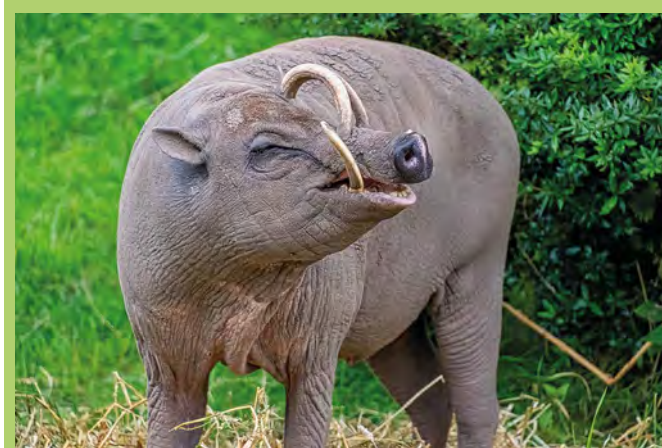
Si les habitants des pays où le niveau de vie a atteint (et dépassé) un certain seuil de confort et ont moins d'enfants, ils ont aussi une espérance de vie plus élevée. Cela signifie que pendant un temps encore, la population planétaire globale risque de ne pas décroître. Selon les projections du *World population Prospects 2022*, il faudra attendre 2080 à 2090 pour que la population mondiale soit effectivement à la baisse. Elle devrait avoir légèrement dépassé le seuil des 10 milliards d'habitants à ce moment, avant de décroître effectivement.

Il reste à attendre que les plus gros contributeurs à la natalité (Congo, Égypte, Éthiopie, Nigeria, Pakistan, Philippines et Tanzanie) atteignent une qualité de vie suffisante pour que le nombre d'enfants diminue. L'Inde, hier encore dans la liste, a désormais une natalité sous le taux de doublement. L'éducation des femmes en a été le principal moteur.

Il ne s'agit, faut-il le rappeler, que de prévisions statistiques et nul ne peut savoir de quoi l'avenir sera fait. Une catastrophe planétaire d'importance, une pandémie qui hypothèquerait la survie embryonnaire ou fœtale et tout serait à revoir. Mais on n'en est heureusement pas là.

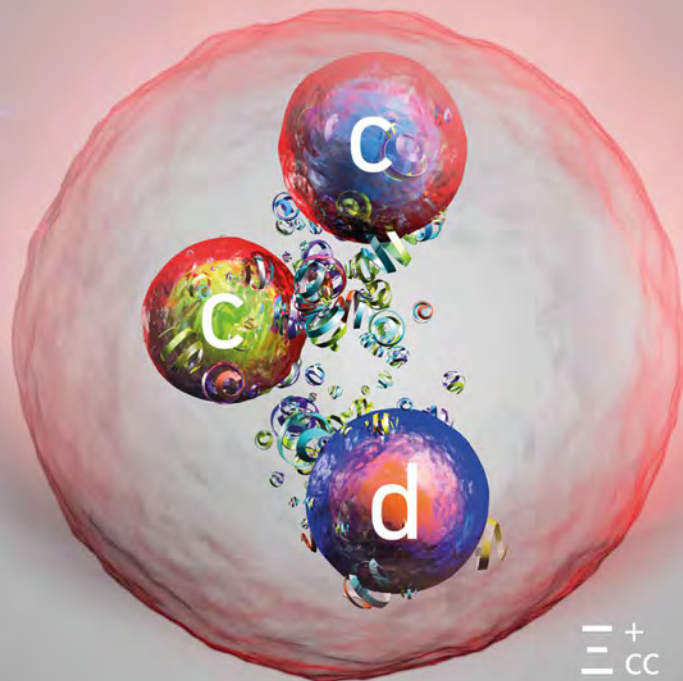
La perspective n'est pour autant pas forcément réjouissante: le monde sera dans quelques dizaines d'années un monde de vieux qui travailleront plus longtemps pour bénéficier d'une retraite plus mince. Et on se plaint des conditions d'aujourd'hui ? **A**

► **Science 2023, 378: 691**



BIO ZOOM

Que donne un mammoth croisé avec un sanglier ? Un babirusa ! Ce mammifère endémique d'Indonésie appartient à la famille des *suidae*, comme les cochons et les sangliers. Il est surtout connu pour ses défenses spectaculaires, en particulier chez les mâles. En plus d'être très longues, les canines supérieures du mâle traversent la lèvre supérieure pour pousser vers le front. Elles ne semblent pas avoir d'utilité si ce n'est dans un cadre de sélection sexuelle. Cet animal inoffensif est omnivore. Il est actuellement menacé par la disparition de son habitat et la chasse.



Vue d'artiste de la nouvelle particule, qui contient 2 quarks charmés et un quark *down*.

Ça bouge au CERN !

Presque simultanément, le CERN a annoncé 2 premières importantes: la découverte d'une nouvelle particule et le transport d'antimatière dans un camion ! «*Antimatter in motion*» arborait fièrement les flancs du véhicule qui a fait le tour du campus genevois

TEXTE : HENRI DUPUIS - DUPUIS.H@BELGACOM.NET
PHOTOS : © CERN (P.55), © 2026 CERN (P.56)

2 ou 3 pour former les particules de la matière. En paire, ils forment les mésons (particules très instables comme les pions ou les kaons); en trio, ils forment les baryons dont les plus connus sont les protons et les neutrons.

La plupart des particules dans lesquelles interviennent les quarks sont donc instables et éphémères – à l'exception évidemment des protons et neutrons, très éphémères même puisque l'échelle de temps est ici de l'ordre de 10^{-10} voire 10^{-20} seconde ! Pour les produire puis les repérer, il faut des accélérateurs de particules comme le LHC du CERN dans lesquelles des particules de haute énergie (ici, des protons) entrent en collision. S'il n'est pas possible d'observer directement les particules instables, les stables produites lors de ces collisions fournissent des renseignements sur les plus instables nées en même temps qu'elles. L'expérience LHCb dévouée à ces recherches a déjà produit 80 de ces particules éphémères.

La dernière en date – présentée lors de la fameuse conférence annuelle de Morions (1) – est une particule composée de 2 quarks lourds, charmés, et d'un quark *down*. Une particule presque semblable au proton (celui-ci ayant 2 quarks *up* et un *down*), mais 4 fois plus lourde. C'est maintenant au tour des théoriciens de s'emparer des caractéristiques de cette particule afin de voir

Le centre européen de recherches nucléaires est coutumier de la découverte de nouvelles particules, toutes plus éphémères les unes que les autres au point d'instiller un doute: à quoi ces particules ont-elles servi, existent-elles vraiment ? La dernière en date, donc, est composée de 2 quarks charmés et d'un quark *down*. Rappelons que les quarks sont des particules élémentaires, des constituants fondamentaux de la matière qui se déclinent en 6 types que les physiciens ont poétiquement appelés «saveurs»: *up*, *down*, charme, étrange, *top* et *bottom*. En général, ils s'assemblent par

(1) <https://bit.ly/4dBrGrB>



Le piège transportable dans lequel sont enfermés les antiprotons est déposé dans le camion.

si elles peuvent s'intégrer aux modèles théoriques qui tentent d'expliquer l'interaction forte, une des quatre forces fondamentales, qui lie les quarks entre eux. Cette dernière en effet n'agit que sur les quarks et donc sur les particules qui en sont composées tels le neutron et le proton. Autant dire qu'elle est responsable de la cohésion des noyaux atomiques: sans elles, les protons se repousseraient sous l'impulsion de la force électromagnétique (les protons sont tous de même charge, positive). Et nous n'existerions donc pas !

Anges et démons

Aussi intéressante soit-elle, l'annonce de la découverte de cette particule a été éclipsée par une autre: le transport sur quelques kilomètres d'une quantité d'antimatière !

Rappelons que le CERN est l'unique endroit au monde où est produit en flux continu puis stocké de l'antimatière – prédite en 1928 par Paul Dirac –, plus précisément des antiprotons. Les particules d'antimatière sont en tous points identiques à leurs homologues de matière à l'exception de leur charge électrique et de leur moment magnétique qui sont inversés. Ainsi, un antiproton est négatif, un antiélectron est positif. Comment produire ces antiparticules ? Comme elles n'existent pas dans la nature (sauf dans les rayons cosmiques), il faut les produire lors d'interactions dans le noyau provoquées par des collisions dans des accélérateurs de particules. Lors de la collision d'un faisceau de protons avec une cible métallique, une multitude de particules secondaires sont produites, dont des antiprotons. Champion du monde, le CERN est capable de produire 400 millions d'antiprotons par heure dont 10% sont capturés. Notamment pour fabriquer des antiatomes d'hydrogène.

Une fois produits, les antiprotons doivent être capturés et conservés pour être étudiés. Le CERN possède 2 instruments pour ce faire. D'abord un Décélérateur d'antiprotons (AD). En effet, plus leur énergie est basse, plus il est facile

de les stocker. Ce qui se fera ensuite dans l'Anneau d'antiprotons de basse énergie où ils peuvent être gardés plus d'une année. Un exploit car au contact de la matière, l'antimatière s'annihile immédiatement en un éclair de particules énergétiques. Il faut donc la conserver dans un vide poussé et loin de toute paroi de matière, ce qui se fait par des champs électromagnétiques.

Pourquoi les transporter ? L'expérience BASE (*Baryon Antibaryon Symmetry Experiment*) a pour but de comparer les moments magnétiques des protons et antiprotons dans l'espoir de comprendre pourquoi il y a un excédent de matière dans l'univers par rapport à l'antimatière. Elle est évidemment localisée près du LHC et autres accélérateurs du campus du CERN. Toutes ces machines génèrent des fluctuations du champ magnétique qui, même si elles sont minimes (au maximum un milliardième de tesla, soit 20 000 fois moins que le champ magnétique terrestre), sont suffisantes pour troubler les mesures effectuées sur les antiprotons. D'où l'idée de les transporter loin du campus, essentiellement vers 2 laboratoires allemands dans un premier temps – à Düsseldorf et Hanovre – associés au CERN. Les antiprotons – 92 exactement ! – ont été enfermés dans un piège suffisamment petit – une tonne tout de même – pour être transporté dans un camion, composé d'un aimant permanent, d'un système de refroidissement à l'hélium liquide et d'une chambre à vide où sont stockés les antiprotons. Le tout capable de supporter les chocs et vibrations inhérents à la conduite d'un véhicule, y compris les nids de poule dans la chaussée... Pour aller plus loin que le campus genevois, il va falloir un dispositif qui reste froid pendant plusieurs heures donc ajouter un groupe électrogène pour alimenter la cryogénie. Ce qui est étudié pour une prochaine étape.

Le scénario du film (ou du livre de Dan Brown) *Anges et Démons* serait-il en passe de se réaliser ? Pour mémoire, dans le film, une fiole d'antimatière est dérobée au CERN et des terroristes menacent de la faire exploser sous le Vatican. Une telle explosion est-elle envisageable ? Si la centaine d'antiprotons, s'annihilaient en cours de route, à la faveur d'un accident de circulation par exemple, l'énergie libérée serait quasi nulle, un milliard de fois moindre que celle reçue par notre peau à chaque seconde en provenance du rayonnement solaire. «Le déplacement des antiparticules ne serait pas plus dangereux que tout autre transport routier sur la voie publique», conclut le CERN. Désolé pour les fans de Dan Brown. A



Reportage sur la présentation d'*Anges et démons* (2009), le film de Ron Howard adapté d'un livre de Dan Brown, qui s'est déroulée en Suisse, au Centre Européen pour la Recherche Nucléaire de Genève (CERN).

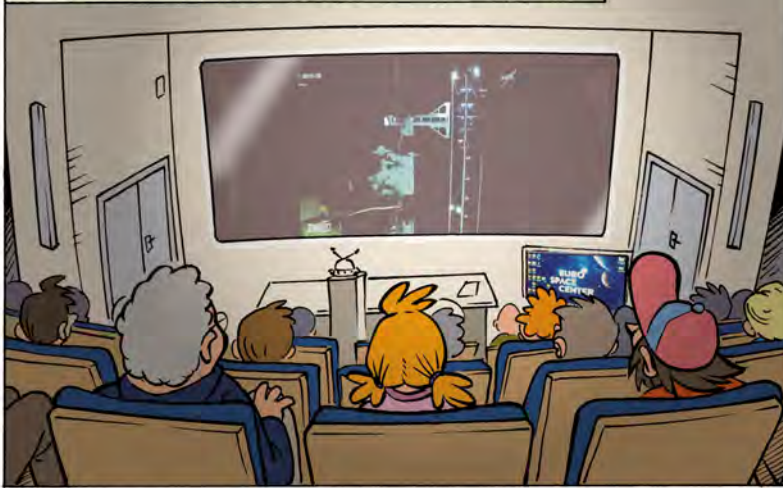
<https://bit.ly/4ssPaD1>

Tania nous parle de l'Espace

Sophie Adenot.

PAR PIERRE-EMMANUEL PAULIS, MIG ET FABIEN RYPERT

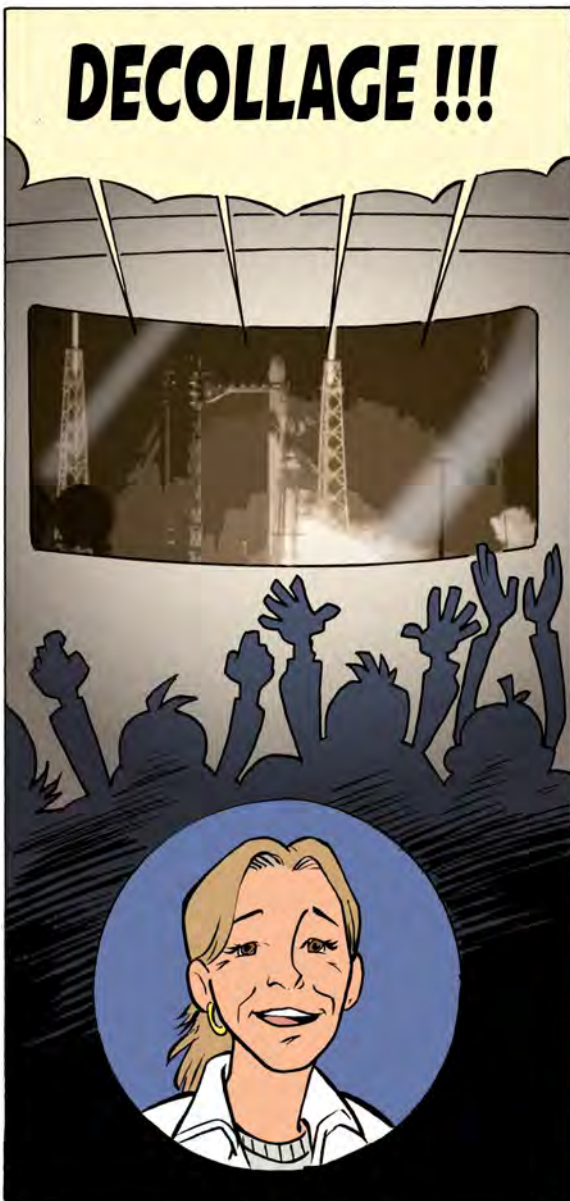
13 FÉVRIER 2026. DANS L'AUDITORIUM DE L'EURO SPACE CENTER, LES ÉLÈVES DES CLASSES DE L'ESPACE S'APPRÊTENT À ASSISTER À UN ÉVÉNEMENT IMPORTANT POUR L'EUROPE SPATIALE.



QUATRE ASTRONAUTES VONT EN EFFET SE METTRE EN ROUTE POUR LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE.



DECOLLAGE !!!



VAS-Y SOPHIE !

TU AIMERAI'S BIEN ÊTRE À SA PLACE, HEIN ?



OH OUI, UN JOUR, QUI SAIT...



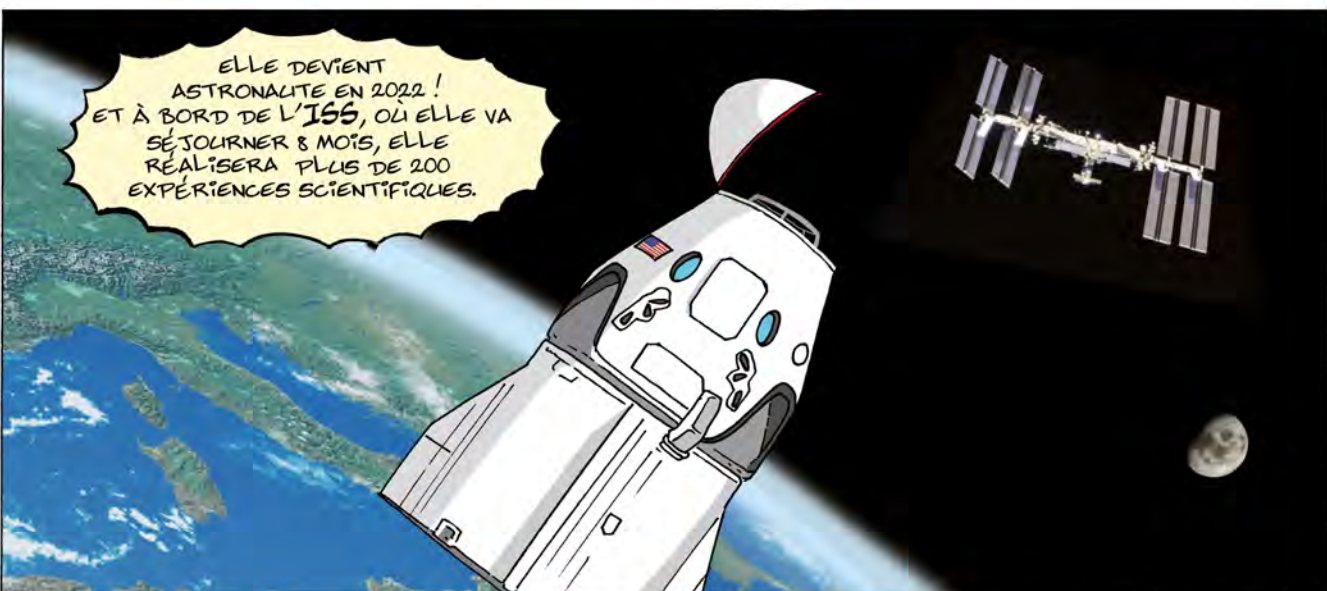
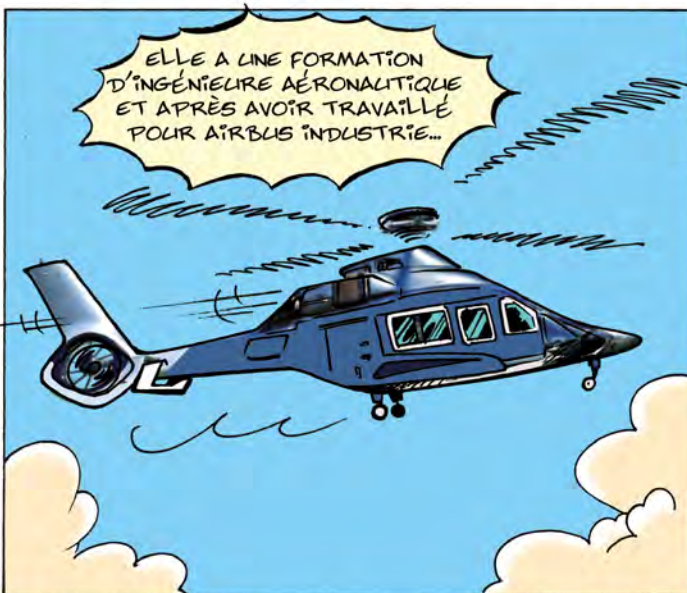
MAIS CONCERNANT SA CARRIÈRE PROFESSIONNELLE, JE PROPOSE DE DEMANDER À TANIA !



Tania nous parle de l'Espace

Sophie Adenot.

PAR
PIERRE-EMMANUEL PAULIS,
MIG ET FABIEN RYPERT



Les questions spatiales de Tania

PAR PIERRE-EMMANUEL PAULIS & OLIVIER SAIVE



Quelle est la première Française de l'Espace ?

La première Française de l'Espace est Claudie Haigneré. Qui fut d'une grande inspiration pour Sophie Adenot. «J'avais 14 ans quand je l'ai vue décoller. Je me souviens très bien que c'est à ce moment-là que je me suis dit: un jour, ce sera moi.» Claudie Haigneré (mariée à l'astronaute Jean-Pierre Haigneré) effectue son premier vol spatial du 17 août au 2 septembre 1996 (mission *Cassiopee*) à bord de la station russe *Mir*. Puis un second vol en octobre 2021, cette fois à bord de l'ISS. À chaque fois, elle a décollé du cosmodrome de Baïkonour à bord d'un vaisseau *Soyouz*.

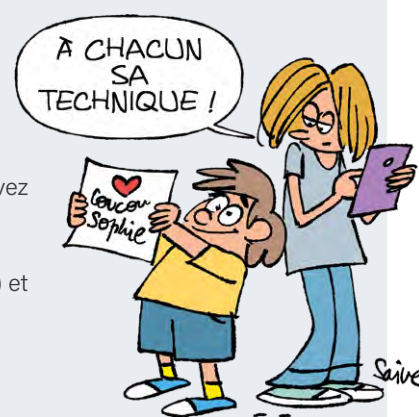
Savez-vous que vous pouvez voir passer Sophie ?

Observez les passages nocturnes de l'ISS au-dessus de votre tête. Rendez-vous notamment sur l'application «*ISS Detector*».

Vous disposez d'une clé USB afin de recevoir la télévision ? Dans ce cas vous pouvez écouter les contacts établis entre Sophie et des écoles en Belgique et en France. Comme équipement: une clé USB RTL-SDR (qui permet de recevoir la TV, la radio et la TNT sur son PC), une simple antenne «verticale» (souvent fournie avec la clé) et un PC disposant d'un logiciel gratuit tel que «*SDR#*» ou «*SDR++*» (voir le site www.rtl-sdr.com).

Le calendrier des contacts se trouve sur

www.iaru-r1.org/about-us/committees-and-working-groups/arspex/



Pourquoi Sophie a-t-elle choisi de baptiser sa mission spatiale *Epsilon* ?

Le nom *Epsilon* et le patch reflètent la puissance des contributions petites mais impactantes, et la manière dont plusieurs parties s'unissent pour créer un tout.

- En mathématiques « ϵ » incarne l'infiniment petit, à l'image du rôle subtil mais essentiel d'un astronaute à l'échelle de toute l'aventure spatiale.
- Le colibri, élément central du patch, représente aussi cette idée: bien qu'étant l'un des plus petits oiseaux de la Terre, il joue un rôle crucial dans l'écosystème de la jungle en pollinisant de nombreuses plantes.
- Tout autour du patch, un anneau de petits points symbolise les nombreuses petites contributions qui, ensemble, rendent possibles de grandes réalisations. Toutes ces petites actions peuvent être coordonnées pour former un cercle et boucler la boucle. En haut, 3 points colorés – bleu, blanc et rouge – représentent le drapeau français et les destinations d'exploration de l'ESA: la Terre, la Lune et Mars.

- Le nom *Epsilon*, étant la cinquième lettre grecque et la cinquième étoile la plus brillante de la constellation du Lion, suit également la tradition française de nommer les missions spatiales habitées d'après des corps célestes. Il rend également hommage aux 5 astronautes de carrière de la promotion 2022 de l'ESA.

- 3 lignes émergent du «i» d'Epsilon, formant la queue d'une étoile filante, un rappel poétique que les rêves sont le moteur de nos existences.

- À la base du patch se trouve une forme bleue arrondie, représentant la surface de la Terre et sa beauté naturelle: montagnes, forêts et paysages que Sophie aime explorer. Cela sert de rappel de notre motivation pour les vols spatiaux: explorer, apprendre et revenir avec ces connaissances pour bénéficier à la vie sur Terre.





Ces mondes qui ne devraient même pas exister

Notre Univers contient des milliards de milliards de planètes, plus uniques les unes que les autres. Le graal serait de mettre le doigt sur des mondes habitables, voire habités. D'autres défient toutes les lois, semblent ne suivre aucune logique, tant ils semblent irréels. Nous vous emmenons pour une balade spatiale que vous ne pouviez même pas imaginer

TEXTE: GEOFFREY VAN HECKE - GEOFFREY@BVHCO.BE

PHOTOS: ESD/M. KORNMESSE (P.60), NASA, ESA, CSA, RALF CRAWFORD (STSCI) (P.61), ESA/HUBBLE, M. KORNMESSE (P.61), NASA (P.62), © MARIO SUCERQUIA (UNIVERSITY OF GRENOBLE ALPES) (P.62), NASA (P.62)

Vue d'artiste de la surface de la planète Proxima b, en orbite autour de l'étoile naine rouge Proxima Centauri, l'étoile la plus proche du Système solaire.

Notre système solaire, moins commun qu'on ne le pense

Souvent, nous imaginons une planète tranquille orbitant autour de son étoile. Cette norme est remplie d'exceptions. Le système stellaire le plus proche, Alpha du Centaure, en est la première illustration. Situé à environ 4,37 années-lumière, il s'agit d'un système triple composé de 3 étoiles (A, B et Proxima Centauri), qui contient la naine rouge Proxima Centauri, l'étoile individuelle la plus proche de nous. En d'autres termes, comme avec le système fictif Tatooine ⁽¹⁾, le ciel de ses planètes est composé de plusieurs étoiles. Ces systèmes double, voire triple, sont en réalité nombreux dans l'Univers. Tout comme les naines rouges. En fait, notre système solaire, doté d'une naine jaune, est plutôt minoritaire à l'échelle universelle. Si vie il y a, ce qui est fort probable, aucun doute qu'elle serait façonnée par son environnement, tellement différent du nôtre. Ailleurs, la luminosité est par exemple quasiment systématiquement différente... si luminosité il y a. Certaines planètes sont vagabondes, éjectées jadis de leur système. Elles errent dans le vide spatial, à la dérive vers une nuit sans fin, orbitant de manière indépendante autour du noyau de la Voie Lactée.

⁽¹⁾ Tatooine est une planète-désert de l'univers de fiction *Star Wars*

PSR J2322-2650b est une exoplanète géante de la taille de Jupiter, découverte en 2025 par le télescope *James-Webb*, qui orbite autour d'un pulsar à seulement 1,6 million de km.

La Terre est un énorme coup de chance (que nous fragilisons chaque jour un peu plus). Imaginez une planète tellement proche de son étoile qu'elle en serait presque déchiquetée. Baptisée PSR J2322-2650b, cette planète ne ressemble à aucune autre; pourtant, nous en avons vu des étrangetés depuis le début de la chasse aux exoplanètes dans les années 1990. Sa première bizarrerie est visuelle: située à seulement 1,6 million de kilomètres de son étoile (contre 150 millions entre la Terre et le Soleil), elle subit une telle pression gravitationnelle que sa structure s'est complètement déformée. Elle arbore une forme ellipsoïdale, la faisant ressembler à un citron géant ou à un ballon de rugby. Elle boucle son orbite en à peine 8 heures. Si PSR J2322-2650b survit dans un environnement aussi extrême, c'est un miracle. Elle ne tourne pas autour d'une étoile paisible, mais autour d'un pulsar «veuve noire». On peut le définir comme étant le cadavre d'une étoile massive, ultra-dense, qui tourne sur lui-même des centaines de fois par seconde tout en balayant l'espace de jets de radiations gamma d'une puissance inouïe. Dans ce genre de système binaire, le pulsar est normalement mortel: il bombarde sa voisine de radiations gamma et de rayons X, qui érodent son atmosphère et arrachent ses roches. Pourtant, contre toute attente, notre citron cosmique n'a pas été vaporisé et a même conservé une atmosphère, qui elle-même, est une aberration thermodynamique. En analysant la lumière filtrée par les gaz de la planète, *James Webb* n'a détecté aucune trace d'eau (H₂O), de méthane (CH₄) ou de dioxyde de carbone (CO₂), des gaz que l'on retrouve dans quasiment toutes les atmosphères exoplanétaires. À la place, seulement des traces de carbone moléculaire pur (C₂ et C₃). C'est là que le bât blesse: dans l'Univers, le carbone est un élément extrêmement «collant». Dès qu'il y a un atome d'oxygène ou d'hydrogène à proximité, le carbone s'y lie pour former des molécules stables. Pour que *James Webb* ne détecte que du carbone pur à une température de 2 040 °C (température moyenne diurne de l'atmosphère de PSR J2322-2650b), il faut que l'oxygène et l'hydrogène aient été purgés. Trouver du carbone sans oxygène, c'est comme trouver de la fumée sans feu: c'est une impossibilité thermodynamique dans le cadre de la mort d'une étoile classique. Si PSR J2322-2650b était, comme on le soupçonnait, le résidu d'une étoile dévorée par son pulsar, on devrait détecter une énorme quantité d'oxygène

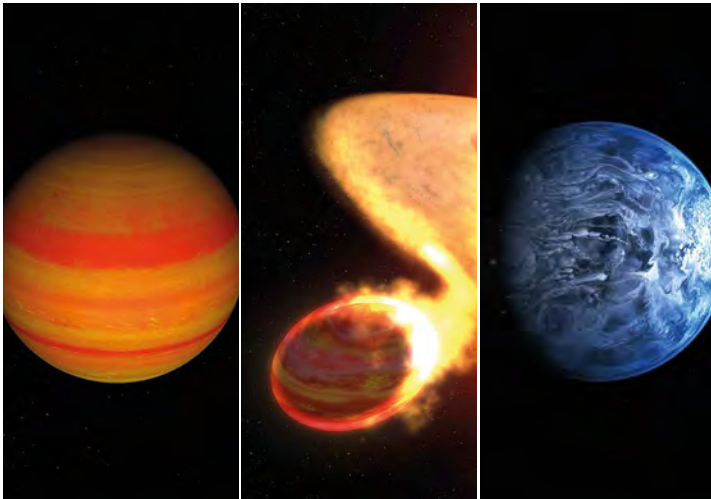


55 Cancri e (également nommée Janssen) est une exoplanète de type super-Terre située à environ 41 années-lumière de la Terre, dans la constellation du Cancer.

et d'azote. Or, le spectre du *James Webb* est catégorique: ces éléments ont été soit éliminés par un mécanisme inconnu, soit ils n'ont jamais été présents.

Les mondes infernaux


Le télescope spatial *James Webb* a franchi une étape historique dans l'étude de l'univers lointain. Pour la première fois, une atmosphère épaisse a été détectée autour d'une exoplanète rocheuse qualifiée d'«infernale», une découverte qui défie les modèles astronomiques actuels et bouleverse notre compréhension des mondes rocheux. À environ 41 années-lumière de la Terre, dans la constellation du Cancer, gravite 55 Cancri e. Cette super-Terre, environ 2 fois plus grande que la nôtre, est si proche de son étoile qu'elle en fait le tour en seulement 18 heures. En raison de cette proximité extrême, la planète subit des forces de marée colossales, la condamnant à une rotation synchrone. Cela signifie qu'une face est perpétuellement exposée à un brasier stellaire, tandis que l'autre est plongée dans une nuit éternelle. C'est ici que l'instrument infrarouge du *James Webb* a révélé une anomalie passionnante, comme l'indique la NASA. En théorie, une planète rocheuse dépourvue d'atmosphère située si près de son étoile devrait afficher une température de



De g. à dr.: vues d'artiste de TOI-3757 b, Wasp-12b et HD 189733 b

surface d'environ 2 700 °C. Or, les relevés ont enregistré une température bien inférieure, aux alentours de 1 800 °C. Ce déficit de chaleur est une signature cruciale pour les chercheurs. Cela suggère que la chaleur n'est pas emprisonnée sur la face éclairée, mais qu'elle est redistribuée vers la face cachée ou absorbée par une enveloppe gazeuse. La véritable surprise réside dans l'existence même de cette atmosphère. Normalement, un astre aussi proche de son étoile devrait avoir vu son atmosphère balayée par les radiations et les vents stellaires depuis des millions d'années. Les scientifiques pensent désormais que cette atmosphère est secondaire. Elle serait constamment régénérée par l'immense océan de magma qui recouvre la surface de la planète. Les gaz dissous dans la roche en fusion s'échapperaient pour former une couche riche en monoxyde ou dioxyde de carbone, créant un bouclier gazeux instable mais persistant.

Que dire de TOI-3757 b ? Une exoplanète géante gazeuse, décrite comme ayant «la densité d'une guimauve». Deux fois et demie moins dense que Saturne. Tout aussi inhospitalière, Wasp-12b, une planète noire comme du charbon, absorbe la lumière plutôt que de la réfléchir dans l'Espace. Cette «Jupiter chaude», gravite très près de son étoile et présente des températures extrêmes. Son atmosphère est si chaude que pratiquement aucune molécule ne peut survivre sur sa face diurne, où les températures atteignent les 2 500 °C. Par conséquent, des nuages qui pourraient réfléchir la lumière vers l'espace ne s'y forment probablement pas: cette dernière atteint plutôt l'atmosphère de la planète, où elle est absorbée par des atomes d'hydrogène, puis transformée en énergie thermique. Dernier exemple croustillant, HD 189733 b, la planète bleue où il pleut du verre et qui sent les «œufs pourris», où les vents soufflent à plus de 8 000 km par heure. L'atmosphère de la planète contient des traces de sulfure d'hydrogène, la même molécule qui donne une odeur distinctive aux œufs pourris et aux flatulences chez l'homme. Bien que le sulfure d'hydrogène soit l'un des gaz qui indiquent que des planètes lointaines pourraient abriter des organismes extraterrestres, les chercheurs ne recherchent pas la vie sur cette planète. Il s'agit d'une géante gazeuse, comme Jupiter, trop chaude qui plus est.

Souvent, la recherche scientifique pose davantage de questions qu'elle ne donne de réponses. Perdus dans l'immensité de l'Univers, nous resterons éternellement fascinés par ces mondes originaux. Ne pensez pas que leur découverte soit inutile, les informations que nous en tirons sont précieuses. Même eux, peuvent nous aider à atteindre le but final. Trouver la vie. 

MAIS ENCORE...

Découverte de 3 planètes de la taille de la Terre dans un système binaire compact

Une équipe internationale de chercheurs vient de révéler l'existence de 3 planètes de taille terrestre dans le système stellaire binaire TOI-2267, situé à environ 190 années-lumière de la Terre. Cette découverte est remarquable: elle apporte un nouvel éclairage sur la formation et la stabilité des planètes dans les environnements à 2 étoiles, longtemps considérés comme hostiles au développement de systèmes planétaires complexes. «*Notre analyse révèle une configuration planétaire unique: 2 planètes transitent l'une des étoiles, et la troisième transite sa compagne*», explique Sebastián Zúñiga-Fernández, chercheur au sein du groupe ExoTIC de l'Université de Liège et premier auteur de l'étude. «*Cela fait de TOI-2267 le premier système binaire connu hébergeant des planètes en transit autour de chacune de ses étoiles.*»



Pourquoi l'astronaute Mike Fincke a-t-il dû être évacué de l'espace ?

L'astronaute Mike Fincke, le premier astronaute de l'histoire à avoir été évacué de l'espace pour des raisons médicales, a soudainement été incapable de parler pendant un certain temps. C'est ce qu'a confié l'Américain dans une interview accordée à l'agence de presse AP. Les causes exactes de cet incident restent encore floues.



Qui sont les astronautes d'Artemis II qui préparent le retour de l'humanité sur la Lune ?

Quatre astronautes des États-Unis et du Canada composent l'équipage de la mission Artemis. Reid Wiseman, capitaine de marine à la retraite, était chef du corps des astronautes de la NASA il y a 3 ans lorsqu'on lui a proposé de commander l'équipage. Victor Glover fut pilote de chasse, Christina Koch, ingénieure en électricité, détient le record du plus long vol spatial en solitaire effectué par une femme, avec 328 jours. Enfin, Jeremy Hansen, pilote de chasse et physicien canadien, fait ses débuts dans l'Espace.





AGENDA

Le mag scientifique

• CCS DE L'ULB (PARENTVILLE) JUSQU'AU 30 OCTOBRE 2026

Illusions Vous n'allez pas y croire !

Peut-on croire nos sens ? À quel point notre cerveau interprète-t-il nos perceptions, et de quelle façon ? Comment, en observant une même réalité, pouvons-nous la comprendre aussi différemment d'une personne à l'autre ? Comment faire société lorsque nos interprétations du monde varient ? Où se trouve la vérité ? Au programme: des visites guidées, des manipulations interactives et des ateliers dédiés aux groupes scolaires. Cette exposition surprenante, ludique et informative conçue par le Centre d'action laïque de Liège, accessible dès les primaires, vous révélera tous les tours que vous jouent vos sens et votre cerveau, et pourquoi se comprendre mutuellement est la clé de voûte de notre société.

<https://bit.ly/4tVSibq>

• INSTITUT DE ZOOLOGIE (LIÈGE) JUSQU'AU 15 JUIN 2026

Low Tech Studio

Le Low Tech Studio, initié par Audrey Mertens et Caroline Pultz, propose une expérience immersive unique: la reconstitution grandeur nature d'un appartement entièrement équipé en dispositifs low-tech. L'objectif ? Faire découvrir au grand public des alternatives concrètes, accessibles et respectueuses de l'environnement pour repenser notre quotidien. Dans cet appartement, les visiteurs pourront expérimenter des solutions ingénieuses liées à la gestion de l'énergie et de l'eau, à la cuisine et au chauffage, aux équipements du quotidien et aux aménagements durables. L'exposition proposera des ateliers, visites guidées, animations diverses, et expérimentations. Chacun pourra fabriquer un vêtement chauffant, ramer pour actionner une machine à laver ou encore récolter et déguster de délicieuses pleurotes. Ce projet est un espace vivant et participatif, où petits et grands repartiront avec des idées concrètes pour adopter un mode de vie plus sobre, alliant sobriété et désirabilité.

<https://bit.ly/4cr7qrB>

CINÉMATECH - VINGT ŒUVRES POUR COMPRENDRE LE NUMÉRIQUE

Anthony Simonofski et Benoît Vanderose
Éditions Académie Royale de Belgique

Terminator pour parler d'IA ? *Wall-E* pour parler de la dépendance technologique ? *The Truman Show* pour évoquer les réseaux sociaux ? Anthony Simonofski et Benoît Vanderose, 2 professeurs à l'UNamur, proposent un voyage à la croisée du numérique et de l'imaginaire cinématographique. «Avec le livre, nous pouvons approfondir le propos du podcast, en fournissant davantage de cohérence et de références scientifiques», précise Benoît Vanderose. Trois publics sont visés par ce nouvel ouvrage:

- Celles et ceux qui veulent mieux comprendre le numérique sans jargon.
- Les cinéphiles curieux de voir leurs œuvres préférées sous un autre angle.
- Les enseignants et formateurs qui cherchent des supports concrets pour parler du numérique en classe.

ATHENA 376 Mars-Avril 2026

Tiré à 22 000 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 97

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://www.facebook.com/magazine.athena)

RÉDACTRICE EN CHEF

Géraldine TRAN
Ligne directe: 081 77 86 55

geraldine.tran@spw.wallonie.be

GRAPHISTE

Nathalie BODART
Ligne directe: 081 77 86 43

nathalie.bodart@spw.wallonie.be

IMPRESSION

Snel Grafics • Z.I. des Hauts-Sarts,
Rue Fond des Fourches 21, 4041 Herstal

ISSN 0772-4683 (P) • 2736-5875 (N)

COLLABORATEURS

Virginie Chantry, Jean-Michel Debry,
Henri Dupuis, Julie Fiard, Thibault Grandjean,
Philippe Lambert, Julie Luong, Laetitia Mespouille, P-E Paulis, Jacqueline Remits,
Nathan Uyttendale, Geoffrey Van Hecke,
Milan Vander Wee-Léonard

DESSINATEURS

Alsy, Peter Elliott, Fabien Rypert, Olivier Saive,
Vince

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

Jean-François HEUSE
Inspecteur général

ÉDITEUR RESPONSABLE

Lionel BONJEAN
Directeur général

COUVERTURE

Première
Crédit: © ralf - stock.adobe.com

Quatrième

Crédit: © Mauro Birattari,
IRIDIA-ULB

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



À LIRE



Visitez nos sites

<https://athena-magazine.be>
<https://athena.wallonie.be>
<https://recherche.wallonie.be>

Rejoignez-nous sur

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



Formulaire
d'abonnement
(gratuit)