

**Technologie** p.12

# Hologrammes: aux frontières du réel

**Internet** p.41

# ChatGPT, raconte-nous ton histoire





# ÉDITO



## Deux vies

TEXTE: GÉRALDINE TRAN - RÉDAC'CHEF - PHOTOS: MASTER1305 - STOCK.ADOBE.COM - TITRE, ID PHOTO/VIGNETTE

L'été est à nos portes et avec lui commence la période la plus propice aux brocantes, bourses, vide-dressings... Le soleil, l'envie de sortir se balader, la vitamine D, la bonne humeur, les congés, ça donne envie d'acheter ! À l'heure de l'obsolescence programmée, de la fast fashion, de la surconsommation et heureusement, d'une conscientisation écologique, la seconde main est-elle LA bonne solution éco-responsable ? Les arguments en sa faveur sont «massue»: prolonger la vie des objets, réduire les déchets et limiter l'empreinte carbone, que demander de plus ? Acheter de l'occasion n'est plus perçu comme un signe de peu de moyens, mais comme un véritable choix économique et engagé. Évidemment, le secteur du commerce l'a bien compris et il n'a pas fallu attendre très longtemps pour qu'aux magasins de fripes physiques viennent s'ajouter des plateformes en ligne, telles que *Vinted*, *2<sup>e</sup> main*, *Vestiaire collective*, etc., qui connaissent un immense succès... Les enseignes comme *Zalando* et certaines grandes marques elles-mêmes proposent aujourd'hui un volet «deuxième vie». Mais quelle forêt se cache derrière cet arbre ? Est-ce un modèle d'économie circulaire aussi vertueux qu'il n'y paraît ? En achetant en seconde main, s'inscrit-on vraiment dans le durable ?

Une chose est sûre, la mode, quelle qu'elle soit, se met désormais davantage en scène dans les fils

d'actualités des réseaux sociaux que dans les vitrines des avenues commerçantes. La cible ? Les jeunes, eux qui sont nés et grandissent en même temps qu'*Instagram* ou *TikTok*. Eux qui ont 2 vies: la «vraie» et la virtuelle. Eux qui doivent vivre avec, grâce et malgré ça. Eux qui sont nés après 2010. Cette génération, elle est aussi transparente que fragile... comme du verre ! S'ils n'ont jamais connu le monde non digitalisé, ils ne sont pas pour autant parfaitement équipés pour y faire face. Comment trouver son identité ? Sa vraie identité j'entends. Comment être authentique tout en désirant ardemment faire partie de la communauté ? Comment gérer l'incessant afflux d'informations, parfois anxiogènes ? Comment garder la tête froide et sur les épaules ? Des chercheurs y travaillent et des éléments de réponse apparaissent. À titre personnel, je me demande pourquoi l'éducation aux médias ne fait pas encore partie du programme scolaire obligatoire dès l'école primaire... Il est tellement facile, même pour un adulte réfléchi, de «tomber dans un panneau» et «d'oublier» de prendre le recul nécessaire...

Je profite de cet espace d'écriture pour remercier chaleureusement Paul Depovere, qui nous a régales de ses anecdotes chimiques et qui va profiter dès à présent de son temps pour s'adonner à ses autres passions. Merci Paul pour ces belles années de collaboration. Je ne suis pas la seule à avoir étoffé mes connaissances en chimie et plus largement, ma culture générale. La fin d'un chapitre pour l'un, le début d'un autre pour Geoffrey Van Hecke, auteur spécialisé en exploration spatiale, qui nous fera découvrir l'espace à travers un regard plus poétique, et Nathan Uyttendaele, que vous connaissez peut-être via sa célèbre chaîne *Youtube* du Chat sceptique et qui rejoint l'équipage avec un défi de taille: vous faire adorer les maths ! Le bateau rentre au port quelques semaines pour entretien annuel avant de reprendre la mer. Bonnes vacances ! 



# SOMMAIRE

367

Mai-Juin 2024

Le mag scientifique



- 4 **Actualités** • Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Wall'Innove Tour** • Agricells
- 12 **Technologie** • Hologrammes: aux frontières du réel
- 16 **L'ADN de...** • Vincent THIELENS, Doctorant Aspirant FNRS
- 18 **Société** • La fripe, c'est chic ?
- 22 **Mathématiques** • De l'urine dans votre jus d'orange ?
- 24 **Dossier** • Transparente et fragile comme du verre
- 30 **Colombe** • Aussi barje que *Barje*, elle nous partage son regard acéré sur l'actu scientifique
- 31 **Curiokids** • Bienvenue à Bactériopolis
- 35 **IA** • Une agriculture intelligente mais pas artificielle
- 39 **Qui est-ce ?** • Rosalyn YALOW
- 41 **Internet** • *ChatGPT*, raconte-nous ton histoire
- 45 **Chimie** • Un regard moderne sur l'alchimie
- 47 **Biologie** • Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 51 **Physique** • Voyage au centre de la Terre
- 53 **Tania nous parle de l'Espace** • - Les Belges dans l'Espace
- 55 **Mais qui est Tania ?** • Les vols spatiaux de Tania - partie 2
- 56 **Espace** • Notre curieux rapport au temps
- 59 **À lire** • À lire avec nos enfants
- 63 **Agenda** • À voir, à tester, à cliquer, à lire...

# ACTUS

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

PHOTOS : © ANDRII YALANSKYI - STOCK.ADOBE.COM (P.4), © ALPHASPIRIT - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © MONKEY BUSINESS - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © SWRSC - STOCK.ADOBE.COM (P.6), © ESA/GAIA/DPAC (P.6), © MOMIUS - STOCK.ADOBE.COM (P.7), © INMERSIV TECHNOLOGIES (P.7)

## Une baisse spectaculaire de la fécondité

**D**ans le monde entier, les femmes font de moins en moins d'enfants. Cette transition démographique, qui a commencé par les pays occidentaux, s'est peu à peu propagée au reste de la planète. Mais jusqu'à présent, les démographes pensaient que toutes les régions du monde n'avaient pas encore entamé leur transition, comme de nombreux pays africains, où le taux de natalité reste élevé. Ce ne serait plus le cas, selon une nouvelle étude publiée par les démographes de l'ULB Christian Vandermortten et Christian Dessouroux, qui notent même une accélération de cette baisse depuis 2015. Selon les données compilées par les 2 chercheurs, près de 2/3 de la population mondiale (63%) vit dans des zones où l'indice de fécondité (ICF) est passé sous la barre de 2,1 enfants par femme, soit le seuil de renouvellement de la population. Une proportion qui n'était que de 45% au début des années 2000.

«Les plus basses fécondités s'observent dans les zones côtières mégapolitaines chinoises, la Mandchourie et la Corée du Sud, où l'ICF est passé sous le seuil d'1 enfant par femme, écrivent-ils. Les populations de l'Europe et de l'Asie orientale, déjà à basse fécondité dans les années 2000, ont été rejointes dans cette catégorie par presque tout le continent américain, une grande partie de l'Inde, l'Indonésie et très récemment les Philippines.» En tout, les zones à très faible fécondité, avec un ICF inférieur à 1,7 enfant par femme, englobe désormais 41% de la population mondiale.

Les zones du monde avec une forte fécondité, supérieure à 3,5 enfants par femme, ont connu une baisse spectaculaire de l'ICF, et ne concerne plus que 16,5% de la population. «Bien qu'en début de transition [démographique], ces zones connaissent aussi des baisses de fécondité remarquables, inattendues il y a encore 2 décennies», affirment également les démographes. On retrouve ici encore une

grande partie de l'Afrique subsaharienne ou le nord de l'Inde. Pour expliquer cette baisse accélérée, les Pr Vandermortten et Dessouroux citent «l'élévation de l'âge du mariage et l'amélioration, encore insuffisante, de la scolarisation des filles et de leur accès au marché du travail, ainsi que le recours accru, plus ou moins rapide selon les pays, à la contraception, souvent encore déficiente. La baisse de la mortalité infantile réduit aussi le "besoin" de naissances.»

Que signifient ces chiffres ? Tout d'abord, que la surpopulation des films catastrophes n'aura pas lieu. Après une hausse spectaculaire de la population mondiale tout au long du 20<sup>e</sup> siècle, celle-ci devrait décélérer avant de se stabiliser. Le 8 milliardième humain est né.e dans le courant du mois de novembre 2022, et l'ONU projette un pic de population vers les années 2080 à 10,4 milliards, pour rester stable jusqu'en 2100. Mais cette projection ne fait pas consensus.

Un groupe de l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués de Vienne estimait en 2018 que les humains devraient être au maximum 9,8 milliards en 2070-2080. Et en 2020, un livre écrit par le démographe Darrell Bricker et intitulé *Une Planète vide*, a connu un fort retentissement. Il postule en effet que le pic sera atteint bien plus tôt, d'ici une trentaine d'années, et que la population mondiale retrouvera en 2100 à peu près le même niveau qu'aujourd'hui. Pour étayer ses propos, l'auteur avance que l'urbanisation grandissante change considérablement la vie des femmes, avec à la clé plus d'études supérieures, de vie sociale, et donc un recul à la fois de l'âge du premier enfant et du nombre total. Selon lui, le déclin est déjà entamé, et combiné à l'augmentation de l'espérance de vie, il aura comme conséquence une population plus âgée, aux aspirations différentes, avec des répercussions majeures sur la croissance économique et les politiques publiques. 

► **Populations et sociétés, Janvier 2024.**  Ined.fr

## L'ACTU DES LABOS

## Une cape d'invisibilité pour les nanomédicaments

Lorsque nous ingérons un médicament, ce dernier est composé d'une certaine dose de molécules actives, enrobées de manière spécifique pour qu'elles puissent être absorbées par notre corps. Cependant, ce dernier dispose d'un certain nombre de barrières, et seule une petite partie des molécules arrivent à destination. À cette fin, la recherche en pharmacologie a mis au point des sortes de capsules de taille nanométrique, renfermant chacune une ou plusieurs molécules actives, censées les protéger. Et pour les amener à bon port, ces nanomédicaments, c'est leur nom, sont à leur tour enveloppés dans une bulle formée d'acides gras, les vecteurs. Le tout afin de faciliter leur absorption par nos cellules. Du moins en théorie, car trop souvent ces enveloppes lipidiques sont amenées au foie pour y être dégradées, manquant une nouvelle fois leur cible. Après une recherche longue de 4 ans, une équipe de l'ULiège a réussi à trouver une solution au problème: en greffant sur les acides gras des polymères bien spécifiques, ces vecteurs passent inaperçus, tout en améliorant leur pénétration dans les cellules. <sup>A</sup>

► Berger et al. *Adv Healthc Mater.* 2024



## Quelles émotions pour faire face à la crise climatique ?

Êtes-vous du genre à vous laisser guider par vos émotions ? La colère, la peur, ou la tristesse sont-elles capables de vous amener à changer votre comportement ? La publicité, en tout cas, n'en fait pas mystère: son but est de générer une émotion, comme l'envie, capable de se traduire par un achat. Mais qu'en est-il du climat ? L'urgence climatique nous appelle à modifier nos comportements, et pourtant notre état émotionnel face à l'état de la planète peut nous gêner dans notre détermination à agir. Une étude menée par des chercheurs de l'UCLouvain a cherché à estimer l'impact de l'anxiété, de la tristesse et de la colère sur le comportement écologique de plus d'une centaine de participants. Résultat, seules les personnes que la crise climatique met en colère ont durablement modifié leurs habitudes de consommation et de mobilité en faveur de l'environnement. Un argument en faveur du philosophe et économiste Frédéric Lordon, qui invitait en 2022 les gens à délaisser l'écoanxiété, trop culpabilisante et dépolitisée, pour devenir écofurieux. <sup>A</sup>

► Contreras et al. *Journal of Anxiety Disorders*, 2024.



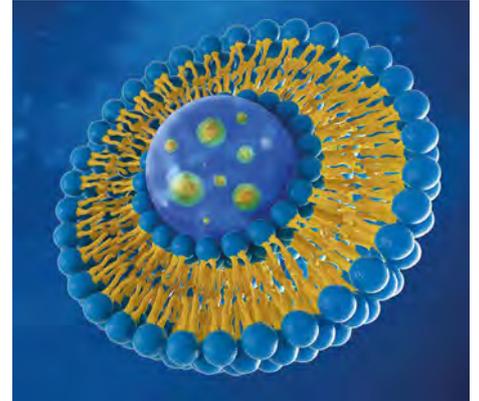
## La naissance des vaisseaux sanguins du cerveau

Le cerveau est décidément un organe à part. Dans le corps humain, les vaisseaux sanguins sont notamment composés d'une couche de cellules qui permet d'échanger oxygène, nutriments et déchets. Bien qu'ayant des spécificités propres aux besoins de chaque organe, cette couche est donc relativement perméable. Rien de tel dans le cerveau, puisque ce dernier doit, pour fonctionner, être protégé de toute interférence extérieure. Les vaisseaux sont donc tapissés d'une couche très étanche de cellules, qui n'effectue des échanges que de manière sélective. On la nomme la barrière hémato-encéphalique. Jusqu'à présent, on pensait que chez l'embryon, cette barrière se formait indépendamment de la vascularisation du cerveau. Or, une équipe de l'ULB a montré au contraire que la vascularisation du cerveau à venir s'opère directement sous le contrôle des mécanismes génétiques liés à cette barrière, dans une sorte de mécanisme de contrôle-qualité. Une meilleure compréhension de la formation de cette barrière hémato-encéphalique ouvrira sans doute la voie à de nouvelles thérapies ciblées dans de nombreuses maladies neurologiques, tant cette dernière complique l'apport de médicaments au niveau du cerveau. <sup>A</sup>

► G. Schevenels et al. *Nature*, 2024

## Une meilleure compréhension de la membrane cellulaire

Chaque cellule de notre corps est composée d'une membrane qui la protège de l'extérieur, sous la forme d'une double couche de lipides. Malheureusement, une telle définition ne reflète guère l'immense complexité de cet assemblage. En effet, les lipides qui composent la membrane sont des molécules complexes, les phospholipides, et il en existe plusieurs centaines de variétés. Et pour compliquer un peu plus le tout, les membranes contiennent, en proportions variables, des molécules de cholestérol. De plus, cette membrane étant extrêmement fine et fragile, il est difficile de l'étudier. Une équipe de l'UNamur a donc eu l'idée d'en simuler une numériquement, afin d'observer son comportement. Ils ont fait appel à LUMI, le supercalculateur finlandais, et financé pour partie par la Belgique, pour simuler numériquement le comportement d'une membrane composée de près de 42 phospholipides différents, soit plus de 3 millions d'atomes. Cette étude a permis d'étudier le comportement de la membrane en présence d'un colorant utilisé lors de techniques d'imagerie au microscope, ce qui ouvre la porte à une meilleure compréhension de la cible de certains médicaments. **A**



► Bouquiaux et al. *J. Chem. Inf. Model*, 2024

### En Bref

L'Antarctique est un continent riche en météorites: on estime leur nombre à 300 000, et 2 500 sont découvertes et collectées chaque année. Un rythme insuffisant, alors que la fonte de la calotte glaciaire antarctique fait disparaître 5 000 météorites extraterrestres par an. Et avec, autant d'occasions manquées de nouvelles compréhensions à propos de notre système solaire.

► Tollenaar et al. *Nature Climate Change*, 2024

Des chercheurs de l'UCLouvain ont mis au point une nouvelle technique de stockage de l'hydrogène. Alors qu'actuellement, ce gaz doit être conservé à très forte pression, ou à l'état liquide à -253 °C, les chercheurs ont mis au point un matériau poreux dans lequel le dihydrogène peut être stocké de façon extrêmement dense à pression ambiante.

► Hyunchul Oh et al. *Nature Chemistry*, 2024

Une étude internationale menée par l'University of Colorado Boulder (États-Unis) et à laquelle ont participé des scientifiques de l'ULiège a permis de démontrer que la reconnexion magnétique, un processus par lequel la topologie du champ magnétique d'une planète est réarrangée et une partie de l'énergie convertie, provoque les aurores martiennes. Et cela, alors que la planète est dépourvue d'un champ magnétique global.

► Johnston et al. *Geophys. Res. Lett.* 50, 2023

## Un géant endormi si proche de nous

Alors que l'objectif de la mission *Gaia* de l'Agence Spatiale Européenne est de cartographier avec précision les milliards d'étoiles de la voie lactée, les données transmises par le télescope ont permis à une équipe internationale, dont font partie des chercheurs de l'ULB, de l'ULiège, ainsi que de l'UAntwerpen et de la KULeuven, de faire une découverte d'une autre nature: un trou noir dormant, d'une masse équivalente à 33 fois notre soleil, dans la constellation Aquila, à 1 926 années lumières de la Terre. C'est la première fois qu'un trou noir aussi massif est détecté dans notre galaxie. Lorsqu'une grande étoile arrive à la fin de sa vie, elle explose sous la forme d'une supernova. Les restes de l'explosion forment alors soit une étoile à neutron, soit un trou noir, c'est-à-dire de la matière si dense qu'elle attire tout ce qui passe à sa portée, y compris la lumière. Mais lorsqu'il n'y a aucun compagnon suffisamment proche, ce trou noir ne génère aucune lumière: il est dit dormant. Une découverte qui étonne les scientifiques, car la théorie ne permet pas d'expliquer une taille aussi exceptionnelle. **A**

► P. Panuzzo, et al. *Astronomy & Astrophysics*, 2024



## L'ACTU DES ENTREPRISES

## À Bruxelles, le 112 se modernise

Une image vaut 1 000 mots, disait Confucius. Les pompiers de Bruxelles l'ont bien compris. Désormais, lorsque vous appelez le numéro d'urgence 112 à Bruxelles, il est possible que les pompiers vous demandent d'avoir accès à l'appareil photo de votre téléphone. Si vous marquez votre accord, l'opérateur vous enverra un lien qui reliera en temps réel votre appareil photo à la centrale, sans couper la communication. Cette technologie est une aide précieuse pour les pompiers: ils peuvent ainsi, en amont, décider des secours adéquats en fonction de la situation, qu'il s'agisse d'un incendie ou d'un accident. Ils peuvent également mieux préparer les secours en route à ce qu'ils vont trouver. Ils pourront dès lors mieux évaluer la situation avant d'arriver sur place, et ainsi anticiper leur action afin de gagner du temps. En outre, cette fonctionnalité permet également de partager la géolocalisation du téléphone. Combiné aux images, cela facilitera l'accès au lieu pour les pompiers. **A**

## L'entrée en service du Digital Market ACT

Si vous vous êtes connecté à votre compte Facebook ces dernières semaines, vous avez sans doute été accueilli par un message vous demandant si vous vouliez continuer à associer les services de la marque, comme Instagram ou Messenger, ou si vous souhaitiez créer des comptes distincts. Google a procédé de la même manière avec Gmail, Youtube, Maps ou encore Shopping. Derrière ces curieuses demandes se trouve le DMA, pour Digital Market Act, une puissante réglementation européenne entrée en vigueur le 7 mars dernier qui permet aux internautes un plus grand contrôle sur leurs produits numériques. Concrètement, l'Union européenne vise les grands acteurs du numérique (Google, Facebook, Amazon, Apple, Microsoft, mais aussi Booking) qui comptent plus de 45 millions d'utilisateurs par mois en les obligeant à ouvrir leurs services à la concurrence. Cela signifie par exemple que les utilisateurs d'iPhone pourront désormais télécharger des applications venant d'autres magasins que l'AppStore, ou que Amazon ou Google ne pourront plus renvoyer systématiquement les internautes vers leurs produits. À terme, le DMA prévoit également l'interopérabilité des différents systèmes de messagerie comme Messenger ou Whatsapp. Les contrevenants risquent des amendes allant à 10% de leur chiffre d'affaires, et 20% en cas de récidive. **A**



## La réalité virtuelle au service des patients

Pour beaucoup d'entre nous, le décor monotone d'une chambre d'hôpital ou de maison de repos peut sembler, à la longue, déprimant. Dès lors, rien de tel qu'une balade au milieu de la nature pour se sentir mieux. Mais comment amener des paysages apaisants jusqu'à des patients ou des résidents ? Grâce à Sam ! Ce Système Autonome Multisensoriel, créé par la start-up belge InMersiv Technologies, se présente sous la forme d'un carré de 3,6 m de côté, dans lequel le patient s'installe. Un monde ouvert et réaliste se déploie alors immédiatement sur les murs, et dans lequel il est possible de se déplacer à l'aide d'un joystick. La plateforme est équipée d'un son directionnel, et d'un système de flux d'air pour renforcer la sensation d'immersion. La forêt n'est pas votre truc, et vous préférez la plage ? Le dispositif s'adapte aux besoins de l'utilisateur. Une expérience pilote a déjà permis de tester Sam au sein d'une maison de repos, et une expérience est en cours au sein de l'unité de neurologie de l'hôpital Erasme, à Bruxelles. Ces expérimentations permettront de déterminer si la réalité virtuelle favorise une diminution de la consommation de médicaments, notamment les psychotropes, chez les patients qui y ont recours. **A**

<http://www.inmersiv.com>

Une 500<sup>e</sup> greffe de foie pédiatrique

En janvier 2022, les cliniques universitaires Saint-Luc réalisaient leur 500<sup>e</sup> greffe hépatique pédiatrique par donneur vivant. Un an plus tard, l'enfant greffé se porte très bien. La technique consiste à prélever 20% du foie d'un adulte, un volume qui s'inscrit bien dans la cavité abdominale de l'enfant. Le foie étant le seul organe du corps humain qui se régénère de lui-même, celui du donneur se reconstitue en quelques mois. La première transplantation a eu lieu il y a exactement 30 ans et le taux de survie après un an s'élève aujourd'hui à plus de 94%. **A**

<https://www.saintluc.be>

## Une nouvelle biopsie pour le glioblastome

Les tumeurs malignes du cerveau sont heureusement des cancers rares, représentant entre 2 à 3 cas pour 100 000 personnes. Cependant, cela ne doit pas occulter le fait qu'il s'agit d'un cancer particulièrement agressif, avec des chances de survie limitées. Pour cette raison, l'UNamur et l'UCLouvain, réunis en consortium avec les sociétés *Belgian Volition* et *QUALIblood*, lancent le projet baptisé *NucleoGlio*. Ce projet a pour but d'explorer un nouveau mode de biopsie améliorant à la fois le diagnostic et le traitement. Cette nouvelle méthode se base sur l'ADN circulant: dans le sang comme dans le liquide qui nourrit le cerveau, des traces d'ADN issu de cellules cancéreuses mortes existent en très petites quantités. Des analyses épigénétiques de ces fragments pourraient donc permettre de détecter cette maladie de façon plus précoce, notamment en cas de récurrence. Tout l'enjeu de cette nouvelle technique réside donc dans la détection de ces petits fragments, détection rendue possible par les nouvelles techniques de séquençage ADN, toujours plus sensibles. **A**

 [www.biowin.org](http://www.biowin.org)

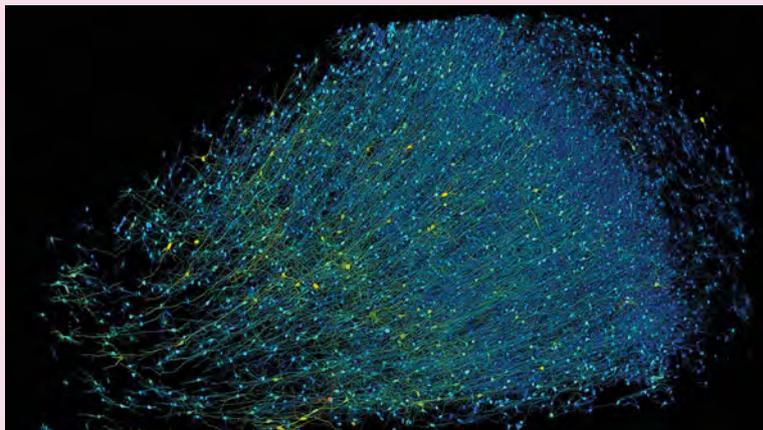
## Les Innovative Starters 2024

Chaque année, *Innoviris*, l'administration publique qui finance et soutient la recherche et l'innovation en Région de Bruxelles-Capitale, décerne les *Innovative Starters Award*, accompagné d'un subside de 500 000 euros, à 3 start-ups qui se distinguent par leur innovation et leur ambition. Cette année, les récompenses sont allées aux start-up *Lileo*, *Sentometrics*, et *Wanit*. *Lileo* développe un tire-lait portable alimenté par une batterie qui se connecte au téléphone de la mère via bluetooth. Ce tire-lait innovant vise à améliorer et à rendre plus efficace le processus souvent inconfortable du pompage du lait par les mères qui allaitent. *Sentometrics*, spin-off de la Vrije Universiteit Brussel, a quant à elle conçu une IA capable de relever les informations relatives à la responsabilité sociale et environnementale des entreprises. *Wanit*, enfin, a développé un préchauffeur d'eau sanitaire utilisant l'énergie issue de panneaux photovoltaïques, offrant une solution novatrice pour la rénovation énergétique des bâtiments existants. **A**

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

### L'IMAGE DU MOIS

Cette image est un véritable atlas en 3D de 57 000 cellules cérébrales, et 150 millions de synapses, le tout dans seulement 1 mm<sup>3</sup> de cortex cérébral ! Ce minuscule bout de cerveau a dû être retiré du cerveau d'une patiente pour traiter son épilepsie, avant d'être intégralement numérisé. (Source: Alexander Shapson-Coe et al. *Science*, 2024) **A**



## En Bref

L'Institut Belge des Services Postaux et des Télécommunications (IBPT) a publié en mars dernier les cartes de couverture du royaume en 5G. Jusqu'à 87% des ménages bénéficient d'une couverture en extérieur et 68% en intérieur. Cependant, ces chiffres varient en fonction des opérateurs, et des territoires, la Flandre étant mieux dotée que la Wallonie. D'après l'Institut, le déploiement de la 5G permet de compenser la baisse de la qualité de connexion en 4G, liée à la saturation des réseaux.

 <http://www.bipt-data.be/fr/projects/atlas/mobile>

Les membres de l'UE se sont mis d'accord sur une législation facilitant notamment l'accès du personnel de santé au dossier médical d'un patient se trouvant dans un autre État de l'UE que son pays de résidence. Il imposera, entre autres, une harmonisation des formats des dossiers médicaux numériques comme les ordonnances, les comptes-rendus d'imagerie médicale ou encore les résultats de laboratoire.

*Myocène*, une start-up liégeoise, a mis au point un dispositif capable d'évaluer la fatigue musculaire des athlètes sur le terrain, en détectant par électrostimulation la perte de force. Un tel suivi permet d'améliorer les performances par un entraînement adapté et de réduire le risque de syndrome de surentraînement et de blessure. La start-up, qui travaille déjà avec l'OGC Nice, vise désormais les grands clubs de football américain et attend le feu vert de la *Food & Drug Administration*.

 <https://www.myocene.com>

## INTERVIEW

## Se laver en ville

Pauline Droulez, diplômée d'architecture à l'UCLouvain, a reçu le *Hera Awards for Future Generations* dans la catégorie *Sustainable Health* pour son mémoire intitulé «*Se Laver en Ville*». La jeune architecte apporte avec ce travail une réflexion importante sur l'accès à l'eau et à l'hygiène en agglomération.

### Comment avez-vous été amenée à travailler sur ces questions ?

*J'ai beaucoup réfléchi à l'architecte que je voulais être, et j'avais besoin de travailler sur un sujet humain, qui parle des vulnérabilités. Mon expérience personnelle m'a amenée à me pencher sur la condition des personnes sans-abri: la question de l'hygiène, sans doute parce qu'elle touche à l'intime, est très peu abordée. Je voulais montrer qu'en pensant l'espace public à partir de ces personnes, cela serait bénéfique pour tout le monde. Car nous sommes tous amenés, à un moment donné, à être hors de chez nous: en touriste, en transit...*

### Vous avez donc monté un projet d'architecture en ce sens ?

*Absolument. Je souhaitais proposer un réseau de salles de bain public, reproductible dans n'importe quelle ville. Il s'agit d'un module expérimental démontable,*

*fonctionnant à l'eau de pluie et équipé d'un système de filtration car en réalité, personne n'a besoin d'eau potable pour se laver: un simple système de filtration suffit. Et autour d'un noyau hygiène, composé d'une douche et de toilettes, viennent se greffer des besoins connexes: comment attacher son vélo, comment ranger ses affaires, où se procurer du savon...*

### Allez-vous continuer à travailler sur ce projet ?

*J'aimerais beaucoup ! Mon rêve est de faire émerger un projet de douches publiques, qui comprennent aussi une cafétéria, une laverie... Jusqu'à une époque récente, les bains publics ont toujours été un haut lieu de sociabilité en ville: on y parlait affaires, on y retrouvait ses amis, etc. J'ai vraiment à cœur de relancer ces questions dans l'espace public, à l'heure où 1 ménage sur 5 est en état de précarité hydrique.* 

En savoir

<https://hera.futuregenerations.be/fr/content/hera-awards-2024>

## DATA

0

Une étude menée en Écosse a montré qu'aucun cas de cancer de col de l'utérus n'avait été détecté parmi une population de jeunes femmes ayant été vaccinées contre le papillomavirus humain (HPV), démontrant l'éclatante efficacité de ce vaccin. Le cancer du col de l'utérus est le cancer le plus fréquent chez les Écossaises âgées de 25 à 35 ans, et le programme de vaccination a commencé au Royaume-Uni en 2008, auprès des jeunes femmes âgées de 12 à 13 ans. En Belgique, en 2021, seules 69,3% des filles ont reçu les 2 doses de ce vaccin, un chiffre qui tombe à 66,1% si les garçons sont inclus. Il est en effet important de rappeler qu'à la fois les filles et les garçons peuvent être vaccinés contre ce virus: non seulement ces derniers peuvent être des vecteurs de transmission du virus, mais le HPV est également à l'origine de certains cancers de la sphère ORL chez les garçons, comme le cancer de la gorge, ainsi que le cancer du pénis.



La preuve en images



## COUP D'CRAYON

OLIVIER SAIVE

Comment réduire le stress des vaches dû aux piqûres d'insectes ? Au Japon, il s'agit d'une question importante. De nombreux éleveurs bovins laissent leurs vaches paître dans des champs ou des rizières abandonnés, où les insectes prolifèrent. Outre les maladies qu'elles transmettent, les piqûres angoissent les bovidés et perturbent leur système reproductif. Inspirés par une étude menée en 2019 par une équipe de scientifiques du centre de recherche sur l'agriculture d'Aichi, des éleveurs de la préfecture de Yamagata ont tenté de «déguiser» leurs vaches en zèbres, en décolorant des bandes sur leur pelage. Et ça marche ! Zébrer les vaches a permis de réduire de 70% le nombre de mouvements de la tête et de la queue, destinés à éloigner les insectes. L'expérience ne dit pas si cette technique fonctionne également sur les humains... À tester cet été ?



# WALL'INNOVE TOUR: arrêt sur Agricells

TEXTE : JACQUELINE REMITS • JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE  
PHOTOS : JANNOON028/FREEPIK + PHOTOMONTAGE (P12), © AGRICELLS (P12-13)



## CARTE D'IDENTITÉ

**CRÉATION:** 2020

**SIÈGE SOCIAL:**  
Rue de la Science, 8,  
6900 Aye  
(Marche-en-Famenne)

**SECTEUR  
D'ACTIVITÉS:**  
Biotechnologie,  
technologie verte

**MEMBRES  
DE L'ÉQUIPE:**  
10

**CONTACT:**  
02 790 52 00

[contact@agricells.com](mailto:contact@agricells.com)  


## Il était une fois...

Le rêve de 2 passionnés, Maxence Semacoy Albertini, ingénieur, et Vincent Vandamme, pharmacien, de transformer l'agriculture en réduisant largement l'empreinte des intrants chimiques. Comment ? En développant et optimisant des solutions innovantes, à savoir des biostimulants et des produits de bio-contrôle avec à la base une bactérie. «Dès le départ, notre vision était claire, œuvrer pour un monde tendant vers une alimentation plus saine, durable et surtout accessible à tous, commence Maxence Semacoy Albertini. Les grandes cultures de type céréales, maïs, soja, pommes de terre, tomates, cucurbitacées sont les cultures visées sur lesquelles nous pouvons avoir un impact fort pour la transition durable.» Grâce à une levée de fonds initiale de 2 millions d'euros fin 2020 mixant fonds privés et fonds publics, les 2 fondateurs d'Agricells ont la possibilité de transformer cette vision en réalité. «Notre "Proof of concept" (étude de faisabilité) pouvait donc démarrer début 2021. Celui-ci est basé sur l'analyse génomique d'une bactérie

particulière dénommée AG002/2, le développement, la montée en puissance et la stabilisation de la production de cette même bactérie et enfin les derniers tests en serres et en champs sur 8 cultures dans 7 pays européens.»

Après la réussite de ce «Proof of concept», une deuxième levée de fonds voit le jour en 2023 pour un montant de 3,5 millions d'euros, toujours supportée par les investisseurs privés et publics dont la Région wallonne. «Cette nouvelle levée de fonds nous permet de démarrer nos activités commerciales pour nos 4 premiers produits de bio-stimulation la croissance de la plante, en Europe, en Amérique du Sud et en Afrique, tout en ayant des vues sur l'Amérique du Nord, poursuit Vincent Vandamme. Elle nous permet également de développer 4 nouveaux produits innovants de bio-contrôle (bio-insecticide et bio-fongicide) et de biostimulation (combinaisons biologiques intelligentes appelées Combos chez Agricells). Enfin elle nous aide à réfléchir et à avancer sur l'outil industriel à mettre en place en Wallonie pour soutenir notre future croissance.»

Cette idée de fonds renforce ainsi cet engagement à faire évoluer le monde agricole en Wallonie et dans le monde. «Notre équipe, composée de pharmaciens d'industrie, d'ingénieurs agronomes, de spécialistes en bio-fermentation, en contrôle qualité, de chercheurs en génétique, d'experts en propriété intellectuelle se caractérise par une passion commune pour la biotechnologie agricole, un respect profond pour la science et

*l'écologie et un engagement envers l'excellence. Notre philosophie commune est de pouvoir créer un avenir agricole plus sain et plus durable grâce à l'innovation.»*

*Agricells collabore en étroite collaboration avec différents partenaires stratégiques, tels que Wagralim ou l'Awex. « Pour l'homologation, nous travaillons main dans la main avec la société wallonne Redebel. En matière de propriété intellectuelle, avec une autre société wallonne, Calysta. Beyon Law Firm nous conseille sur les aspects de droit des sociétés et de droit commercial. Acies, en Slovénie, est notre partenaire de choix pour la bio-fermentation et l'atomisation, la société française Lyophitech pour la lyophilisation et, pour la formulation, nous collaborons étroitement avec Ajinomoto et Weexa, basées en Wallonie. De plus, notre développement stratégique a été grandement soutenu par nos partenaires publics, la Région wallonne, Sambrinvest, Investsud et Luxembourg Développement. Ces entités ont, non seulement contribué financièrement au démarrage d'Agricells, mais nous ont également mis en contact avec de nouveaux partenaires industriels et scientifiques de l'écosystème wallon.»*

## ...l'envie d'innover

Face aux défis croissants du changement climatique et de la sécurité alimentaire, l'innovation agricole doit s'appuyer sur une compréhension profonde de la biotechnologie. «Chez Agricells, nous investissons dans des technologies de pointe, telles que la génomique et l'analyse des métabolites, pour façonner l'avenir de l'agriculture.» Depuis sa création en février 2020 et le développement de sa souche propriétaire, Agricells a réalisé différents essais en bio-stimulation et bio-contrôle, en laboratoire et sur le terrain, en partenariat avec des CROs européens tels que SGS, Eurofins, Syntech, Staphyt, GMW et Redebel/Rhizome. «Nous avons réalisé au total 73 essais sur 8 cultures différentes (céréales, maïs, pommes de terre..., dont 26 en laboratoire et 47 sur le terrain dans 7 pays européens, avec une moyenne de 5 traitements par essai, incluant 1 référence commerciale et 1 non traitée.» Au bout d'un peu plus de deux ans, Agricells parvient à mettre au point un premier produit de bio-stimulation efficace. «Pour un taux de production, un rendement comparable, notre biostimulant permet de diminuer de moitié les intrants chimiques habituellement utilisés.»

L'agriculture du futur nécessite une interconnexion stratégique entre différents domaines de recherche fondamentale et industrielle. «Nous

*formons des alliances stratégiques avec des universités de renom, des centres de recherche biotechnologique agréés et d'autres acteurs clés pour codévelopper de solutions agricoles innovantes»,* reprend Maxence Semacoy Albertini.

Suite à la deuxième levée de fonds, Agricells développe 4 nouvelles bio-solutions innovantes. «Les Universités de Mons et de Liège/Gembloux où se trouvent nos chercheurs, la Haute École HELMo, le CRIG, le CER sont nos partenaires pour le développement de nos solutions de bio-contrôle (bio-insecticide et bio-fongicide). Un projet "Pôle Wagralim" de biostimulant soutenu par la Région wallonne a vu le jour au travers de la collaboration avec Minagro, fer de lance du projet, la Haute École Condorcet de Mons, le Célabor et de la Scam, distributeur wallon de produits agricoles. Nous codéveloppons également avec la société wallonne Weexa un nouveau type de biostimulant combiné.»

Si l'offre est adaptée à l'agriculture biologique, Agricells vise d'abord l'agriculture classique et de type industriel. À présent que cette recherche est terminée, la commercialisation de ce produit commence. Sous forme de poudre mouillable, en micro-granules ou en solution huileuse, il se répand directement sur les champs ou sous forme d'enrobage des semences «Nous avons déjà obtenu l'homologation pour 5 marchés européens, dont la Belgique. L'Italie et la Bulgarie suivront prochainement. Viendront ensuite la France, la Hongrie, la Roumanie et le Royaume-Uni. Nous débutons les ventes cette année.» <sup>A</sup>



## QUI SONT MAXENCE SEMACOY ALBERTINI ET VINCENT VANDAMME, COFONDATEURS ET CEO ?

D'origine corse et basque, ingénieur de l'École des Mines de Paris et diplômé d'un MBA en finance, Maxence Semacoy Albertini, 35 ans, arrive en Belgique où il entame sa carrière. Il travaille durant 8 ans dans le secteur du conseil en ingénierie avec divers rôles à responsabilités allant du Business Development à la gestion de grands comptes pharmaceutiques et biotechnologiques, comme UCB Pharma et GSK Vaccins où il rencontre Vincent Vandamme, 55 ans. Originaire d'Ath dans le Hainaut, celui-ci est doté d'une longue carrière en tant que pharmacien d'industrie. Ancien cadre de direction chez GSK Vaccins, Orgenesis, Catalent et Pfizer, il est fort de plus de 25 ans d'expérience dans l'industrie biopharmaceutique, l'assurance qualité, les opérations industrielles et la construction, ainsi que le développement de nombreux sites de production biologique à travers le monde. Ensemble, ils ont l'idée d'un projet de biotechnologie verte et fondent Agricells.



# Hologrammes: aux frontières du réel

Si vous étiez enfant ou ado au milieu des années 80, vous connaissez peut-être le dessin animé *Jem et les Hologrammes*. Il est également possible que vous ayez entendu parler du film éponyme sorti en 2016 qui en est inspiré. Dans la version originale, une jeune fille possède un double holographique, Jem, chanteuse d'un groupe de rock, et auquel elle peut avoir recours grâce à un super ordinateur (Synergie) qui crée des hologrammes sur demande. Cela ne vous fait-il pas penser à ABBA et sa tournée «holographique» ? Mais est-ce vraiment de cela dont il s'agit ? À l'heure des festivals d'été, approchons-nous de la scène et voyons exactement de quoi il retourne

TEXTE : VIRGINIE CHANTRY - VIRGINIE@MARKETROTTERS.COM

PHOTOS : © WHYFRAMESHOT - STOCK.ADOBE.COM (P.12), HOLOGRAPHIE-CESI (P.13), © LEVITA (P.15)

Dans les films futuristes ou de science-fiction, il n'est pas rare de voir des objets ou des personnages flotter dans l'air un peu comme par magie, comme c'est le cas dans les sagas *Star Wars* (Maître Yoda, Princess Leïa...), *Iron Man* (Tony Stark s'en sert pour concevoir de nouvelles inventions) ou encore dans *Avatar* (cartes 3D de la planète Pandora). Cependant, cela n'est pas (encore ?) du domaine du possible, même si les scientifiques continuent de creuser le sujet. En effet, pour réaliser un hologramme, il faut un support sur lequel projeter la lumière afin qu'elle soit visible.

Étymologiquement, le mot hologramme vient du grec «*holos*» qui signifie «entier» et «*gramma*» qui renvoie à l'écriture. Il s'agit donc d'une technique qui permet «d'écrire une image en entier», ce que l'on pourrait reformuler par «la capturer en volume». Un hologramme est donc une image inscrite en 3 dimensions sur un support. Et qui dit hologramme dit lumière. Pour comprendre ce lien, revenons sur quelques principes de base. La lumière est, notamment, une onde électromagnétique, c'est-à-dire un rayonnement énergétique qui se propage sous forme d'oscillations simultanées d'un champ électrique et d'un champ magnétique dont les amplitudes varient de façon sinusoïdale au cours du temps. Nos yeux sont capables de détecter l'intensité de l'onde (amplitude, voir encadré p. 15), mais pas les champs qui en sont à l'origine. C'est pour cette raison que les images perçues sont en 2 dimensions. Si notre environnement nous apparaît de façon tridimensionnelle, c'est parce

que nous avons 2 yeux. Les informations qu'ils captent permettent une vision en profondeur une fois interprétées par le cerveau. Techniquement, comment est-il alors possible d'enregistrer une image en relief sur un support ? Il fallut attendre l'avènement du laser (1) par le physicien américain Théodore Maiman en 1960 (mais dont le principe de base fût énoncé pour la première fois par Albert Einstein) pour y parvenir.

## Technique d'holographie

Pour créer un hologramme, on utilise une source de lumière cohérente (voir encadré p. 15) issue d'un laser et divisée en 2 faisceaux distincts par une fine plaque de matériau transparent appelée lame. L'un des faisceaux éclaire l'objet à holographier après être passé par une lentille divergente qui disperse le faisceau laser. La lumière alors réfléchi par l'objet est dirigée vers une plaque photosensible particulière. Tandis que l'autre faisceau, dit «de référence», est directement dirigé sur cette même plaque sans «toucher» l'objet à holographier (également après passage par une lentille divergente). Lorsque ces 2 ondes - la lumière provenant de l'objet et le faisceau de référence - se rencontrent, elles créent une figure d'interférence (voir encadré p. 15) qui est enregistrée sur la plaque photosensible. Elle devra ensuite être développée au sens photographique du terme.

Quand on illumine cette plaque avec une lumière possédant les mêmes caractéristiques que le faisceau de référence utilisé pour créer l'hologramme, l'image tridimensionnelle de l'objet original apparaît, reproduisant la perspective et la profondeur comme si l'objet était réellement présent. L'observateur peut alors voir l'image sous différents angles et avec une perception de profondeur changeante, semblable à celle perçue devant un objet réel. C'est ce qui distingue les hologrammes des photographies traditionnelles bidimensionnelles. Ces dernières capturent uniquement l'intensité lumineuse d'un objet depuis un point de vue spécifique, alors que les hologrammes offrent une perception de la profondeur et du relief grâce à une information cruciale supplémentaire: la phase de l'onde lumineuse (voir encadré p. 15).

En pratique, il existe principalement 2 types d'hologrammes qui diffèrent par la manière dont ils peuvent être visualisés: par transmission, dont le processus de production est détaillé ci-avant, et par réflexion, visibles à la lumière ambiante. Cela signifie que n'importe quelle lumière blanche incidente du quotidien permet de voir l'hologramme par réflexion. Pratiques car visibles dans un environnement lumineux, on les retrouve par

**Denis Gabor, un ingénieur d'origine hongroise travaillant au Royaume-Uni, découvrit le principe de l'holographie en 1947. Il fallut attendre 1963 pour voir se concrétiser les premiers hologrammes, grâce à l'invention du laser en 1960**

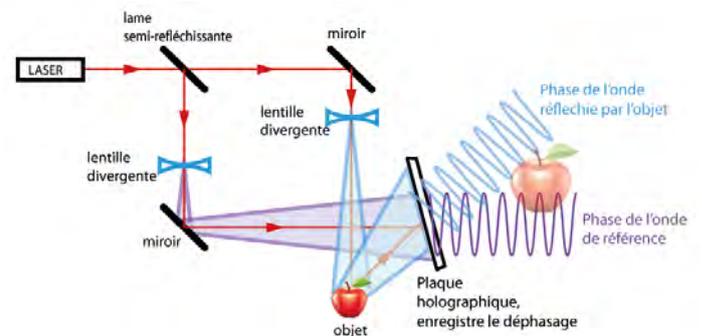
exemple sur les cartes de crédit comme preuve d'authenticité ou encore dans les œuvres d'art. Les hologrammes par transmission, quant à eux, nécessitent donc une lumière spécifique similaire à celle utilisée pour les créer. Comme leur nom le laisse supposer, la lumière doit les traverser afin que l'image 3D apparaisse. L'objet original semble alors flotter dans l'espace. Ils requièrent donc des conditions particulières pour être visibles et sont plutôt utilisés en recherche ou à dessein purement pédagogique. À noter qu'il est également possible de créer un hologramme en couleur en se dotant de 3 lasers - un rouge, un vert et un bleu - et d'une plaque sensible à ces longueurs d'onde.

## Pepper's Ghost

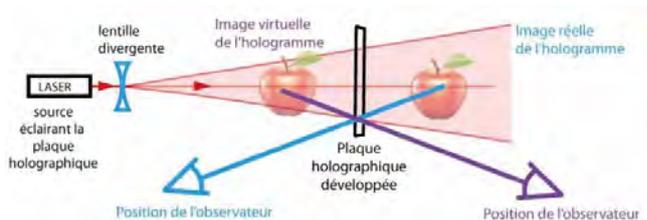
Nettement plus simple à mettre en œuvre que l'holographie avec laquelle elle est souvent confondue, la technique du *Pepper's Ghost* ou *Fantôme de Pepper* est très répandue dans les arts de la scène et a gagné en notoriété ces dernières années. Son nom provient du scientifique anglais, John Henry Pepper qui, en 1862, a popularisé et amélioré une technique initialement mise au point par l'ingénieur Henry Dircks. Cette méthode, dont les origines remontent en réalité

(1) LASER est l'acronyme de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, amplification de la lumière par émission stimulée de radiations. Ce dispositif permet de produire un faisceau de lumière directif, intense, cohérent (possédant une différence de phase constante, voir encadré p. 15) et quasiment monochromatique (possédant une fréquence unique). Ils sont utilisés dans de nombreux domaines comme la médecine et l'électronique.

Montage optique pour la création d'un hologramme en transmission



Montage optique pour l'observation d'un hologramme en transmission





Créez votre propre fantôme de Pepper

au 16<sup>e</sup> siècle et au physicien italien Giambattista della Porta, fait apparaître des figures fantomatiques, qu'il s'agisse d'objets ou de personnages. Contrairement à l'hologramme, il s'agit d'une illusion d'optique créée par la réflexion de la lumière.

Concrètement, l'illusion est réalisée en plaçant sur scène une grande plaque transparente, telle que du verre ou du plexiglas, inclinée à un angle de 45 degrés par rapport au public. Un objet ou un comédien est positionné hors de la vue directe du public, souvent en-dessous ou à côté de la scène, et éclairé spécifiquement pour que son image se reflète sur la plaque transparente. Le public, qui ne peut pas voir directement la source de l'image réfléchi, perçoit soudainement l'objet ou la personne, enveloppé d'une aura spectrale. Cette apparition peut même sembler flotter dans les airs, grâce à cette technique du fantôme de Pepper qui repose sur une utilisation astucieuse de la lumière et des effets de perspective.

## Tous en scène

Ce procédé qualifié de «fantasmagorique» a évolué depuis son amélioration par Pepper et a donné naissance à différentes techniques basées sur la projection, et non plus seulement sur la réflexion, d'une personne ou d'un objet. Par exemple, pour créer l'illusion que quelqu'un est présent sur scène, une séquence d'images préenregistrées - autrement dit une vidéo - est projetée à taille réelle sur un support tel qu'une vitre ou un fin tissu comme de la tulle. Plus le support est fin, mieux c'est, l'objectif étant qu'il ne soit pas visible pour le spectateur mais qu'il soit suffisamment dense pour capter la lumière projetée. Les images doivent être d'une intensité suffisante (il ne s'agit plus de créer un fantôme lorsqu'on veut donner l'illusion que quelqu'un est bien présent) et de haute résolution afin que le rendu soit crédible. Jean-Luc Mélenchon a d'ailleurs utilisé cette technique innovante au cours de sa campagne de 2017 pour apparaître presque simultanément dans plusieurs villes éloignées de France.

*Pepper's Ghost* (Fantôme de Pepper) est un tour d'illusion utilisé dans les théâtres, les musées et les parcs d'attractions aux 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles et qui doit son nom à John Henry Pepper (1821-1900) qui a popularisé cet effet lors d'une démonstration à la fin du 19<sup>e</sup> siècle.

Il est également possible de jouer avec la distance entre le support de projection et le fond de la scène pour renforcer l'illusion et d'ajouter, derrière le support, de vrais musiciens pour accompagner un chanteur qui n'est pas réellement présent. Grâce à cette technique, le quatuor suédois ABBA, qui ne souhaite plus partir en tournée, a pu remonter sur scène sous forme d'avatars pour le spectacle *ABBA Voyage*, donné en résidence dans l'*ABBA Arena* spécialement conçue pour l'évènement. Cette méthode a également permis aux fans de la défunte Whitney Houston de la retrouver sur la tournée *An Evening With Whitney: The Whitney Houston Hologram Concert*. De même, Sylvie Vartan a chanté en duo avec Johnny Hallyday, quelques mois après son décès, lors d'un concert hommage au *Grand Rex* à Paris. Et ce ne sont là que quelques exemples parmi tant d'autres ! Vous l'aurez compris: le terme «hologramme» utilisé dans ce contexte est techniquement un abus de langage.

Au Japon, cette technique est utilisée pour permettre à Hatsune Miku de donner des concerts. Cette star virtuelle a été créée par *Crypton Future Media* en 2007. Elle est dotée d'une voix de synthèse et est représentée comme une jeune fille de style manga aux cheveux turquoise. Grâce à VOCALOID, un logiciel de synthèse vocale permettant de créer des chansons, n'importe qui peut composer une mélodie et écrire des paroles qui seront interprétées par Hatsune. On n'arrête pas le progrès...

Il y aurait encore beaucoup à dire au sujet des hologrammes, véritables ou non. En tout cas, il est aisé de faire le lien entre ces illusions scéniques anciennes, les hologrammes et des technologies plus récentes comme la réalité augmentée, qui se développe dans de nombreux secteurs et commence à s'implanter dans notre quotidien. Ces différentes méthodes montrent comment la technologie peut transformer l'art et la communication et mettent en exergue l'incessante quête humaine pour repousser les frontières du réel et les limites de notre expérience sensorielle. 

## LES ONDES

Pour définir une onde, qui consiste en des oscillations cycliques (série de crêtes et de creux se déplaçant dans l'espace et le temps), 3 propriétés sont essentielles:

- L'**amplitude**, qui indique la hauteur maximale atteinte lors d'un cycle oscillatoire.
- La **fréquence**, qui est le nombre d'oscillations complètes effectuées par l'onde en un certain laps de temps, généralement une seconde. Elle est inversement proportionnelle à la longueur d'onde, qui définit la distance entre 2 points identiques successifs dans un cycle oscillatoire.
- La **phase**, qui définit la position dans l'espace d'un point spécifique dans le cycle de l'onde, par rapport à un point de référence. Elle s'exprime généralement en degrés ou en radians et est probablement le concept le moins intuitif. Elle indique où se trouve exactement un point donné dans son cycle répétitif à l'instant considéré. Des ondes sont dites **cohérentes** lorsque leur différence de phases est stationnaire, c'est-à-dire constante dans le temps.

La phase peut être utilisée pour décrire comment des ondes qui se rencontrent interagissent et se superposent. Un phénomène d'**interférence** ne se produit que lorsque les ondes en question sont de même fréquence et cohérentes. Le résultat est une onde de même fréquence que les ondes originales, mais d'amplitude différente. Si les ondes sont en phase (différence de phase =  $0^\circ$ ), les crêtes et les creux de chacune coïncident résultant en une amplification des ondes qui se rencontrent: les amplitudes s'additionnent et on parle d'interférence constructive. À l'inverse si les ondes sont en opposition de phase (différence de phase =  $180^\circ$ ), les crêtes de l'une coïncident avec les creux de l'autre et l'onde résultante est atténuée: les amplitudes se compensent mutuellement en tout ou en partie et on parle d'interférence destructive. Ces 2 cas sont les extrêmes des possibilités d'interférence. Pour les différences de phase strictement comprises entre  $0^\circ$  et  $180^\circ$ , les cas de figure sont intermédiaires. Il en résulte une combinaison d'interférences constructives et destructives, et l'amplitude de l'onde résultante oscille entre 0 et la somme des amplitudes des ondes interférentes. La figure d'interférence, quant à elle, est le motif qui provient de la superposition de ces ondes bi- ou tridimensionnelles et traduit les variations d'amplitude de l'onde qui en découle.

## TECHNO-ZOOM

La proposition de l'entreprise LEVITA n'est pas sans lien avec le thème de cet article. En 2018, 2 Liégeois passionnés de prestidigitation, Clément Kerstenne et Philippe Bougard, mettent au point une «vitrine magique» ou «fenêtre à gravité» appelée *Gravity Display* dans laquelle les objets lévitent. Il en existe 2 modèles: *Plug & Play*, version compacte conçue pour un objet unique, facilement transportable et pouvant être placée au mur ou sur un pied, et *Bespoke*, version plus grande et multi-objet permettant des rotations et mouvements fluides dans les 3 dimensions spatiales. Ils proposent également une solution sur mesure intitulée «*The sky is the limit*». Leurs displays sont déjà présents dans plus de 20 villes à travers le monde telles que Paris, Singapour, Tokyo ou encore New York. Au cœur de LEVITA ? Une technologie brevetée en 2019, secrètement gardée par les 2 cofondateurs et qui ne repose pas sur l'utilisation d'aimants. Elle serait basée sur un mélange d'électromécanique et de magie !

 <https://levita-magic.com/>



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

# L'ADN de...

## Vincent THIELENS

### Doctorant Aspirant FNRS



Recto

**Vous êtes ingénieur mécanicien et doctorant, la recherche, c'est une vocation que vous avez depuis tout petit ?**

*Petit, j'ai toujours été animé par une curiosité insatiable et un désir de chercher à répondre aux questions qui m'étaient posées ou que je me posais. Sans avoir pu mettre de vocabulaire correct à ce moment-là, je pense que oui, la recherche a toujours été une vocation.*

**Comment devient-on Doctorant Aspirant FNRS (Fonds National de la Recherche Scientifique) ?**

*Lorsque l'on souhaite entamer une formation doctorale, différentes sources de financement sont possibles. Il est ainsi envisageable de travailler pour l'université sous un mandat d'assistant en donnant par exemple des travaux pratiques, la recherche peut être subventionnée par une entreprise intéressée par une thématique en particulier, ou bien provenir de fonds publics comme c'est le cas pour la bourse d'aspirant FNRS. Le candidat constitue dès lors un dossier qui sera ensuite classé parmi d'autres sur base de l'excellence de son profil (parcours académique), de l'environnement dans lequel les recherches seront réalisées, du sujet de thèse, etc. À l'issue du classement, les bourses sont attribuées aux chercheurs présentant un profil qualifié d'«exceptionnel». Il s'agit donc d'un système relativement élitiste.*

**Vous réalisez actuellement un doctorat en tant qu'aspirant FNRS en partenariat avec l'UMONS, DLR (centre aérospatial allemand) et ENGIE Laborelec, mais quelle est votre journée-type ?**

*Dans la recherche chaque jour est différent des précédents ! Pratiquement, on se laisse guider au travers de grandes questions que l'on essaie de résoudre à l'aide de simulation, d'expériences ou de recherche dans la littérature scientifique. À côté du va-et-vient entre l'essai et l'erreur, la vie de chercheur est particulièrement enrichissante et se tempore également par des séjours à l'étranger pour des conférences et des réunions avec des experts de la communauté scientifique.*

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

*Quotidiens ! C'est un univers passionnant dans lequel je suis plongé chaque jour pour tenter de résoudre les grands défis de la transition énergétique. Ces rapports prennent plusieurs*

formes par des réunions avec des pairs, par des expériences en laboratoire ou même des simulations sur ordinateur. La science est à la fois une profession et une passion.

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

Chercher ne veut pas nécessairement dire trouver ! J'aime cependant prendre pour allégorie, celle d'une grotte dont il faut déceler l'issue. Il est certes glorieux de trouver la sortie du premier coup, néanmoins pouvoir dire qu'un chemin n'y mènera pas, est selon moi tout aussi crucial. En tant que chercheur, il faut donc être prêt à coudre et découdre son travail et admettre parfois d'avancer à tâtons.

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

L'encadrement d'étudiants et l'obtention de bourses pour embaucher des stagiaires. À côté de

la fundamentalité de la recherche, la transmission des savoirs est selon moi un élément crucial. Contribuer au développement des compétences de jeunes et potentiellement les inspirer à rejoindre la communauté scientifique est une source immense de satisfaction et de fierté.

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

Que s'il aime relever des défis et répondre à des questions complexes en mobilisant une multitude d'outils, la recherche est faite pour lui ! C'est un métier passionnant où passionnés se rencontrent pour faire avancer la science. Il faut croire en soi et ne rien lâcher car la recherche est à la portée de tous ! 



Vincent Thielens

ÂGE: 24 ans

PROFESSION: Doctorant aspirant FNRS

FORMATION: Ingénieur civil mécanicien en génie énergétique à l'UMONS

ADRESSE: Service de Thermique et Combustion, rue de l'Épargne 56, 7000 Mons

TÉL.: + 32 (4) 65 37 40 69

MAIL: vincent.thielens@umons.ac.be

SITE INTERNET: [www.linkedin.com/in/vincent-thielens-a72923225](https://www.linkedin.com/in/vincent-thielens-a72923225)

Verso

### Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ?

Boucher-traiteur, j'adore cuisiner pour des grandes tablées. J'aime beaucoup les moments de convivialité et de partage.

### Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ?

Une boule de cristal pour connaître l'avenir, mais j'accepte à ce moment-là de me retirer du jeu car avoir les solutions en avance à tous nos problèmes serait beaucoup trop facile.

### Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ?

Je choisirais d'abord un jeune public car je trouve que les enfants ont une capacité d'émerveillement à ce qui les entourent ainsi qu'une curiosité que l'on ne devrait jamais (ou presque) réprimander ! Pour ce qui est du cours, je prendrais les mathématiques. Il s'agit d'un langage universel qui permet de décrire le monde qui nous entoure avec précision et beauté.

### Je vous offre un laboratoire, vous plancherez sur quoi en priorité ?

Un laboratoire de physique nucléaire, pour mieux comprendre ce qui se passe dans l'infiniment petit.

### Je vous transforme en un objet du 21<sup>e</sup> siècle, ce serait lequel et pourquoi ?

Un drone pour prendre de la hauteur et voir le monde sous un autre angle.

### Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ?

Je choisirais plutôt un billet de fusée pour pouvoir aller sur la lune et ainsi observer la Terre de l'autre côté.

### Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ?

Coluche, je trouve le cocktail d'un personnage investi, serviable avec un soupçon de folie particulièrement explosif. C'est une personne qui m'inspire énormément.

### La question «a priori»: Tout comme politicien, par exemple, Chercheur, est-ce que c'est vraiment un métier à part entière ?

Je pense qu'en effet chercheur est un métier à part entière, qui reste cependant accessible à tout un chacun. Quiconque a un brin de curiosité peut se mettre à chercher une solution aux challenges qui nous entourent. Ce que j'aime aussi avec la science, contrairement à la politique, c'est qu'elle ne cherche ni à plaire, ni à séduire. Elle est factuelle! 



FONDS NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (FNRS)

 <https://www.frs-fnrs.be/fr/financements/chercheur-doctorant>

FACULTÉ POLYTECHNIQUE UMONS (FPMs)

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



# La fripe, c'est chic ?

De la boutique branchée à *Vinted* en passant par les dépôts-ventes ou les rayons «seconde main» des grandes enseignes, le vêtement déjà porté s'est imposé comme alternative vertueuse à la fast-fashion. Mais le marché de la fripe entretient en réalité des liens insoupçonnés avec la confection industrielle mondialisée

TEXTE: JULIE LUONG - JULUONG@YAHOO.FR

PHOTOS: © SMIRART - STOCK.ADOBE.COM (P.18), © MAREN WINTER - STOCK.ADOBE.COM (P.19), © DANI - STOCK.ADOBE.COM (P.20), BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE (P.21)

**E**n 2013, au Bangladesh, 1100 personnes succombaient suite à l'effondrement du Rana Plaza, un immeuble de 8 étages où se fabriquaient à la chaîne des vêtements pour de grands acteurs européens de la fast-fashion. En braquant brutalement les projecteurs sur les conditions de travail des petites mains du textile, cette catastrophe conduira une partie du secteur à faire vœu de responsabilité sociale. Pourtant, les consommateurs ont la mémoire courte et l'industrie le sait: les empires *H&M* et *Zara* ont continué à prospérer, bientôt rejoints par *Asos* ou *Shein*, champions de la mode jetable en ligne. Avec une fabrication pas bien plus européenne ni vertueuse.

## Ravages de la mode jetable

«Bon marché et de (très) basse qualité (majoritairement composé de matériaux dérivés du pétrole), le vêtement est devenu jetable, rapidement obsolète tant matériellement que symboliquement, raconte l'anthropologue Emmanuelle Durand, autrice de *L'envers des fripes*. Les vêtements dans les plis de la mondialisation (1). Le mélange de fibres à partir desquelles il est confectionné le rend facilement sujet aux effets de l'usure (trous, boulochage, distensions, décoloration) et difficilement recyclable (les techniques ne sont pas suffisamment avancées, ou trop onéreuses, pour permettre une nécessaire séparation des fibres textiles). Ces formes d'obsolescence matérielle se mêlent à une désuétude sciemment accélérée.»

(1) Éditions Premier  
Parallèle, Collection  
Carnets Parallèles,  
160 pages, mars 2024.



Depuis les années 2000, le secteur de la mode est passé de 2 collections annuelles à une offre qui se renouvelle tous les mois ou toutes les semaines... Entre 2000 et 2014, la production de vêtements a tout simplement doublé. Un rythme effréné qui crée une lassitude toujours plus rapide.

Oxfam parle à propos de la mode d'un «*drame social, environnemental et sanitaire*» (2), qui touche en particulier les femmes et les enfants par le biais d'une forme d'«*esclavagisme moderne*». Sur un t-shirt vendu 29 € en magasin, les ouvrières de la chaîne textile touchent 0,18 €, soit 0,6% du prix du produit. L'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) rappelle de son côté qu'après la culture du blé et du riz, l'industrie textile est le secteur le plus consommateur d'eau dans le monde (3). Il émet annuellement 4 milliards de tonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> et pourrait, si rien ne change, représenter, en 2050, 26% des émissions globales des gaz à effet de serre. Toujours selon l'ADEME, la pollution ne s'arrête pas au cycle de production: l'impact des vêtements sur l'environnement se joue pour moitié lors de leur passage en machine... À cause de l'entretien des matières synthétiques, 240 000 t de microparticules de plastique finissent chaque année dans l'océan, soit l'équivalent de 24 milliards de bouteilles en plastique...

En discréditant moralement le shopping à bas coût, ces constats alarmants ont signé, parallèlement, le retour en grâce de la fripe et du vêtement d'occasion, perçus comme une alternative irréprochable à la surconsommation. Toutes les grandes villes d'Europe ont vu ces dernières années se renouveler l'offre de seconde de main, grâce à des boutiques soignées, qui entretiennent leur image via *Instagram* et ses réseaux d'influenceurs. À titre d'exemple, entre 2020 et 2023, ce ne sont pas moins de 67 nouvelles friperies qui ont ouvert à Paris. «*Redevenu au goût du jour, le vieux semble à nouveau acceptable, et même désirable*», analyse Emmanuelle Durand.

## Des marchés liés

Aujourd'hui, rien qu'en Europe, plus de 4 millions de tonnes de déchets textiles sont générés chaque année. Des montagnes de jeans, de robes, de tops portés 3 fois, une fois, jamais peut-être. Seuls 20% pourront être recyclés, le recyclage supposant en soi d'importants moyens économiques et techniques. Le reste est envoyé dans le commerce international des fripes, qui représente 4,35 milliards de dollars d'exportations annuelles, provenant principalement des États-Unis et d'Europe. Emmanuelle Durand a voulu remonter cette filière qui, malgré sa bonne réputation, demeure en partie opaque. «*Je voulais suivre*



*le vêtement usagé "à la trace", nous explique-t-elle, une enquête qui m'a fait comprendre que le marché de la fripe et celui de la fast-fashion étaient en réalité des marchés étroitement liés. Il s'agit d'une industrie très complexe.»*

À Bruxelles, le long de la N6, Emmanuelle Durand rapporte ainsi sa rencontre avec Issam, un Belge d'origine syrienne à la tête d'une usine de tri où des montagnes de vêtements défilent sur un tapis roulant. Agents de quai, trieurs, manutentionnaires et caristes: Issam emploie actuellement 35 personnes - des hommes exclusivement, pour la plupart Syriens et Roumains. Mais comme il le lui confie, il aimerait prochainement délocaliser en partie ses activités à Dubaï pour faire travailler «*des Pakistanais, des Philippins et des Indiens*» qui lui coûteraient 10 fois moins cher... Au sujet de la provenance des vêtements, Issam reste discret. Mais la société dont il taira le nom lui fournit quelque 400 t de vêtements par mois, probablement issus des bennes de collecte disposées au coin des rues et aux abords des parkings. Le prix au kilo varie d'ailleurs selon que les vêtements proviennent d'un quartier aisé - jusqu'à 1 euro le kilo - ou d'un quartier plus populaire - 10 centimes le kilo. Après le tri, la marchandise est empaquetée dans des balles et répartie entre «*la crème*», réservée à certains marchés européens, et «*le chiffon*», qui rejoindra les marchés africains et asiatiques, dans un recyclage des «*inégalités socio-spatiales*», note l'anthropologue.

Derrière l'appellation consensuelle d'«*économie circulaire*» souvent employée à propos de la fripe demeure donc des rapports de pouvoir très verticaux. «*La "fétichisation" de la marchandise invisibilise ces rapports, qui se jouent à de multiples étapes, avec de nombreux intermédiaires et des personnes qui, en bout de chaîne, peinent*

(2)  <https://www.oxfamfrance.org/ebooks/fast-fashion-et-mode-ethique/>

(3)  <https://multimedia.ademe.fr/infographies/infographie-mode-qgf/>

à survivre, au contraire des grossistes intermédiaires, détaille pour Athena Emmanuelle Durand. Par ailleurs, la quantité de vêtements brassés est aussi le résultat de la surproduction textile délirante...» Car ce ne sont pas seulement les vêtements usagés ou démodés de nos grands-mères qui trouvent une seconde vie sur le marché de la fripe, ni même ces pièces dont le propriétaire s'est lassé: ces sont aussi des vêtements neufs ou défectueux produits par les géants de fast-fashion qui y trouvent un débouché gratuit, les dispensant de «la charge réelle et matérielle de s'occuper de ces surstocks».

Ce marché présenté comme une alternative vertueuse participe donc à alimenter la logique de surproduction textile. Pensons au programme de collecte de vieux vêtements lancé par le Suédois H&M il y a quelques années dans le cadre de son «engagement pour une mode circulaire», chaque sac de frusques amené en magasin donnant droit à un bon de réduction dans ladite enseigne... à partir de 30 € d'achat. «Dénoncer certaines dérives de pratiques qui se disent écoresponsables, c'est aussi une manière de mettre en lumière d'autres pratiques beaucoup plus localisées et beaucoup plus respectueuses des personnes, comme les dépôts-ventes», souligne Emmanuelle Durand. Autrement dit, il y a fripe et fripe...

## Quête d'unicité

Si l'offre en friperie n'a cessé de s'étoffer et de se diversifier, elle attire surtout un public jeune, branché, urbain. «C'est une offre qui fonctionne à partir de la rhétorique de la consommation écologique, mais qui est aussi une offre abondante et à bas coût, 2 caractéristiques également présentes dans la fast-fashion», souligne Emmanuelle Durand. Par ailleurs, dans la fripe, il y a aussi une

quête d'unicité: on se positionne dans la quête du vêtement que personne d'autre n'aura. Enfin, consommer en fripes est aussi une expérience sociale car généralement, on y va entre amis.» Plus ludique que nécessaire, le rapport à la fripe varie dans le temps, selon sa culture, sa classe sociale... «Le vêtement usagé vient charrier des représentations autour de la pauvreté, de la propreté, des peurs et des fantasmes sur la transmission d'éventuelles maladies...», commente l'anthropologue.

Dans le courant des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles, avec le processus d'industrialisation de la production textile, le vêtement rapiécé a progressivement été rangé du côté de la saleté, de la souillure, «c'est-à-dire de ce qui trouble l'ordre social et moral». À la fin des années 1970, les punks, remplaçant «la saleté au centre de leurs esthétiques», s'approprient le vêtement ravaudé. Quelques décennies plus tard, l'industrie textile récupérera cette inversion en se lançant dans la production sérielle «de vestes et de jeans artificiellement délavés, déchirés et troués, recourant aux techniques du sablage». Le «faux vieux» s'impose alors comme un objet de mode désirable, avant d'être de nouveau montré du doigt pour ses effets environnementaux et sanitaires, les poussières de silice issues du sablage pouvant notamment causer de graves maladies pulmonaires. Mais aimer ou non se vêtir en friperie tient-il seulement aux modes et à l'appartenance sociale ? «C'est aussi un rapport intime au corps qui se joue», répond Emmanuelle Durand. Il y a des gens qui apprécient beaucoup de porter un vêtement qui a déjà été porté par d'autres, s'imaginer leur histoire, etc. tandis que pour d'autres, cela agit comme un repoussoir.» D'autant que les fripes ont souvent une odeur, un toucher particulier...

## Fripes à la chaîne

En proposant une version «aseptisée» de l'expérience, les plateformes de revente en ligne comme Vinted («Tu ne le portes plus ? Vends-le !») ont réussi à entraîner dans la danse des consommateurs peu amateurs de ce rapport «charnel» au vêtement usagé... Le système sophistiqué de filtres permet par ailleurs à l'utilisateur de sélectionner la marque, le modèle et la taille qu'il cherche, «rejouant l'économie classique et laissant moins de place pour le hasard», analyse Emmanuelle Durand. Par ailleurs un modèle comme Vinted fragilise des filières commerciales qui se retrouvent avec des vêtements de moindre qualité, l'avènement de ces plateformes incitant à revendre plutôt qu'à donner.»

Le revendeur Vinted se trouve d'ailleurs souvent pris à son propre piège: sous prétexte de se «faire de l'argent», il perd aussi beaucoup de temps à





LA CRISE LYONNAISE. — Intérieur d'un atelier en soie. — (D'après une gravure de M. F. F.)

Un appartement lyonnais typique de 1837 dans lequel vivaient le propriétaire de l'atelier et sa famille, avec le métier à tisser la soie occupant la majeure partie de l'espace.

mettre son article en ligne (photos et descriptions détaillées à l'appui), à interagir et négocier avec les acheteurs potentiels (de manière plus ou moins cordiale), à imprimer des étiquettes, à emballer et déposer son colis dans un point-relais, puis à suivre son arrivée à bon port... Pendant tout ce processus, il est également soumis aux multiples notifications et logiques algorithmiques de l'application, qui le poussent à convoiter d'autres articles en vente et à réinjecter dans le circuit *Vinted* l'argent glané...

Toute une série d'acteurs logistiques sont également impliqués dans la manœuvre, comme les «points-relais» qui quadrillent désormais les villes. «Derrière l'idée, parfois relayée par certaines chaînes de télévision, d'"un business qui peut rapporter gros" se cache en réalité une activité extrêmement gourmande en temps de travail et en espace de stockage (situés au cœur des villes - localisation judicieuse, mais coûteuse -, ces étroits locaux sont rapidement encombrés) pour une rémunération relativement modeste, quand elle n'est pas dérisoire. Par ailleurs, la relation contractuelle qui lie l'opérateur logistique au commerçant-relais astreint ce dernier à une large amplitude des horaires d'ouverture», observe Emmanuelle Durand. Du point de vue des livreurs, les plateformes comme *Vinted* participent, au même titre que le commerce en ligne «classique», à «une intensification des tâches, une hausse des cadences et un accroissement de la surveillance, jouant ainsi des formes de travail à la chaîne».

## Les origines de la délocalisation

Jusqu'à une époque récente, on usait ses vêtements jusqu'à la corde. Le «prêt-à-porter» n'existait pas. Au 19<sup>e</sup> siècle, avec l'arrivée du train et la multiplication des innovations techniques, le système de production commence sa métamorphose. La première machine à coudre est mise au point en 1830. En 1860, on voit apparaître les premiers colorants de synthèse, puis les fibres textiles comme la viscose («soie artificielle») ou celles dérivées du pétrole comme le Nylon, l'acrylique, le polyester, l'élasthanne. «Ces matières et procédés permettent une production à la chaîne, en série et à bas coûts de vêtements standardisés. À Lyon, alors capitale mondiale de la soie, la mécanisation et l'accélération des chaînes de production entraînent une dégradation des conditions de travail de la classe ouvrière», raconte Emmanuelle Durand.

Ce bouleversement majeur est à l'origine de la révolte des Canuts, les ouvrières et ouvriers de la soie, désormais payés au rabais. «En réaction, les entrepreneurs lyonnais réorientent les routes de la soie vers des zones de production bénéficiant de coûts de main-d'œuvre moins élevés. La délocalisation, déjà. Cap sur la Syrie et le Liban, alors réunis sous le nom de Mont-Liban, sous tutelle ottomane. Réputés pour leurs vergers de mûriers propices à la culture du ver à soie, les territoires du Mont-Liban, et notamment Alep - centre manufacturier textile et lieu de transit international sur les routes de la soie -, font l'objet de convoitises.» Plus de 90% de la soie produite au Liban - grâce aux œufs de vers à soie alors importés depuis Marseille - était ensuite exportée... vers Lyon.

Initialement dédiées à la revente entre particuliers, ces plateformes ont aussi ouvert la porte à des formes d'auto-entrepreneuriats qui bouleversent l'économie du don. De nombreuses jeunes femmes approvisionnent ainsi leur boutique en ligne à partir de fripes glanées dans le secteur associatif. «Elles savent repérer, elles ont l'œil. Mais cela pose une question morale: qu'est-ce qui reste pour les femmes qui sont orientées vers l'association car elles en ont besoin ? Qui a droit à quoi ?» La fripe, c'est pas toujours si chic... 

### Vinted pour les professionnels

Si tu souhaites vendre des articles en plus grande quantité sur Vinted (et non pas simplement faire du tri dans tes placards), nous t'invitons à t'inscrire comme vendeur professionnel et à devenir un membre Vinted Pro.

[S'inscrire sur Vinted Pro](#)



# De l'urine dans votre jus d'orange ?

Jules César a-t-il fait pipi dans votre jus d'orange du matin ? Y trouve-t-on aussi de l'urine de dinosaure ? La réponse, étonnante, est oui ! C'est en tout cas ce qu'affirment les statisticiens. Pour comprendre comment ils sont arrivés à cette drôle de conclusion, nous devons apprendre à penser comme eux, plus précisément nous plonger dans la théorie des probabilités. Ne boudez pas, ça va bien se passer: vous lisez *Athena* :-)

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

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



Attention, il y a un prérequis pour pareil calcul: que chacun des résultats possibles de l'**expérience aléatoire** soit aussi probable que les autres (mot-clé: équiprobable). Cela fonctionne bien avec un dé équilibré (toutes les faces sont équiprobables), mais beaucoup moins avec le chat qui sort peut-être dans 60% des cas quand on lui ouvre la porte et reste à l'intérieur dans 40% des cas: 60 vs. 40, les 2 résultats possibles de l'expérience aléatoire du chat ne sont pas équiprobables !

Notez un détail important: si les chances qu'un évènement se réalise sont de 70%, alors les chances qu'il ne se réalise PAS sont  $100\% - 70\% = 30\%$ . Si la probabilité d'obtenir la valeur 4 au dé vaut  $1/6$ , alors les chances de ne PAS obtenir la valeur 4 sont  $1 - 1/6$  (ce qui fait  $5/6$ ).

Revenons-en à l'urine de Jules César. L'urine est très largement composée de molécules d'eau, les mêmes molécules qu'on trouve dans les lacs, les océans ou sous forme de glace et neige sur les sommets des montagnes. Et les molécules d'eau sont si petites qu'il y en a davantage sur Terre qu'il y a d'étoiles et de planètes dans toute notre galaxie ! Combien de molécules d'eau sur Terre au juste ? Pas 10 000, pas 100 000 000 000 000 000 000 000 000, mais dans les environs de  $10^{46}$ , c'est-à-dire le chiffre 1 suivi de 46 zéros. Si on admet que Jules César a uriné 2 litres par jour pendant 50 ans, cela concerne environ  $10^{30}$  molécules qu'il

Quelle est la probabilité qu'un évènement (voir définitions p. 23) soit réalisé ? Il suffit de compter le nombre d'éléments dans le sous-ensemble lié et de diviser par le nombre d'éléments de l'univers. La probabilité d'obtenir un résultat pair au lancer d'un dé, c'est donc le nombre d'éléments du sous-ensemble {2, 4, 6} divisé par le nombre d'éléments de l'ensemble {1, 2, 3, 4, 5, 6}, c'est-à-dire 3 divisé par 6 ou encore  $1/2$ . Nous avons 50% de chances d'obtenir un nombre pair !

aurait urinées durant sa vie entière: un nombre énorme bien que considérablement moindre que le nombre de molécules d'eau sur Terre.

Prenons une molécule d'eau au hasard sur Terre. Quelles sont les chances de tomber sur une des molécules urinées par Jules ? Le fait qu'on travaille avec des grands nombres ne change pas la théorie: on doit diviser  $10^{30}$  par  $10^{46}$ , donnant  $1/10^{16}$  ou encore  $1/10\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$ . C'est incroyablement faible et on peut donc dire que les chances de ne PAS se retrouver avec une molécule de Jules sont  $1-1/10^{16}$ , ce qui fait presque 100%. Les calculs cesseraient ici si un verre de jus d'orange ne contenait qu'une unique molécule d'eau. Mais un verre de jus d'orange en contient environ  $10^{24}$ . Et ceci va tout bouleverser.

### Faites vos jeux, rien ne va plus !

- Quelles sont les chances de faire un double 4 quand on lance un dé ?  
→  $1/6 \times 1/6$
- Quelles sont les chances d'un triple 4 ?  
→  $1/6 \times 1/6 \times 1/6$
- Quelles sont les chances de ne PAS obtenir la valeur 4 sur aucun des 3 lancers ?  
→  $(1-1/6) \times (1-1/6) \times (1-1/6)$
- Quelles sont les chances de ne PAS obtenir la valeur 4 sur 10 lancers ?  
→  $(1-1/6)^{10}$
- Quelles sont les chances de ne PAS tomber sur une molécule d'eau urinée par Jules César sur  $10^{24}$  molécules ?  
→  $(1-1/10^{16})^{24}$ , ce qui fait pratiquement... 0%.

Comment est-ce possible alors qu'on vient de calculer que si on prend une molécule d'eau au hasard sur Terre, les chances qu'elle ait été urinée par Jules sont proches du néant ? Tout simplement parce que le verre de jus contient tellement de molécules qu'il devient certain qu'on gagnera le jackpot au moins une fois ! Le  $1/10^{16}$  (probabilité de tomber sur une molécule de Jules) ne fait pas le poids face au  $10^{24}$  (nombre de molécules dans le verre).

Pire: avec la même logique, on peut conclure que le verre contient aussi de l'urine de dinosaure !!! Dégouté ? Bonne nouvelle: la mémoire de l'eau n'a jamais été prouvée de façon convaincante... ce qui signifie que le passé des molécules d'eau d'un verre, qu'elles aient été bues par Jules ou par un dinosaure, est sans importance. En fait, le plus inquiétant dans un verre de jus d'orange, c'est la quantité de sucre très élevée, autant que dans un soda: avec modération, donc ! 

## MATHS, STATS, PROBAS

La théorie des probabilités est souvent décrite comme une branche de la «statistique», elle-même souvent décrite comme une branche des mathématiques. La statistique a toutefois connu un essor si fulgurant depuis le 19<sup>e</sup> siècle qu'elle est de plus en plus souvent considérée comme une discipline à part entière, bénéficiant de ses propres centres de recherche et d'enseignement, comme c'est le cas à Louvain-la-Neuve où l'on trouve l'*ISBA (Institut de Statistique, Biostatistique et sciences Actuarielles)*.

Les débuts de l'étude des probabilités correspondent aux premières observations du hasard dans les jeux ou dans les phénomènes climatiques par exemple, observations qu'on faisait déjà du temps de la Rome antique il y a 2 000 ans. Mais la formalisation mathématique actuelle n'est que très récente, elle date du début du 20<sup>e</sup> siècle avec le Russe Kolmogorov (1903-1987).

### QUELQUES DÉFINITIONS

Une **expérience aléatoire** est définie comme toute expérience dont l'issue est impossible à déterminer à l'avance. L'exemple un peu nul souvent donné dans les livres de statistique est le lancer d'un dé à 6 faces: à moins que l'on triche, impossible de déterminer à l'avance si le dé tombera sur 1, 2 ou 6, c'est donc bien une expérience aléatoire. Il en est de même quand on ouvre la porte au chat à sa demande: va-t-il sortir ou juste nous narguer et rester à l'intérieur <sup>(1)</sup> ?

<sup>(1)</sup> Toute ressemblance avec une situation vécue, par l'auteur par exemple, est purement fortuite 😊

L'**univers** est l'ensemble des résultats possibles d'une expérience aléatoire. Dans le cas du dé, c'est l'ensemble  $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ . Dans le cas du chat, c'est l'ensemble  $\{\text{est sorti, n'est pas sorti}\}$ .

Un **évènement** est tout sous-ensemble de l'univers. Par exemple, l'évènement  $\{2, 4, 6\}$  est bien un sous-ensemble de  $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ . En français, l'évènement  $\{2, 4, 6\}$ , c'est «obtenir un résultat pair quand on lance le dé». L'évènement est déclaré réalisé si le résultat de l'expérience aléatoire est effectivement un nombre pair, c'est-à-dire fait partie de l'ensemble  $\{2, 4, 6\}$ .

# LE DOSSIER

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT - PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE  
WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE  
PHOTOS: © STUDIO ROMANTIC - STOCK.ADOBE.COM (P.24),  
© SEVENTYFOUR - STOCK.ADOBE.COM (P.26),  
© SERGEY NOVOKOV - STOCK.ADOBE.COM (P.28)



# Transparente et fragile comme du verre

C'est une génération pas comme les autres, celle des enfants et adolescents nés après 2010. Imprégnés du monde virtuel, qu'ils sont les seuls à avoir toujours connu, ils tendent à y construire leur identité en se mettant en scène sur les réseaux sociaux. Cette génération vit également sous un flot ininterrompu d'informations anxigènes. Elle est à la fois transparente, car ses membres sont enclins à tout dévoiler d'eux-mêmes, et fragile. Elle est comme le verre...

Toutes les générations ont leurs spécificités, mais certaines se démarquent plus que d'autres de leurs devancières. C'est le cas de la «génération de verre», celle des enfants nés après 2010, avec cette particularité d'avoir grandi dans un monde entièrement digitalisé, de ne jamais avoir connu un monde sans réseaux sociaux. «Pour nombre de ces enfants, leur identité numérique a même précédé leur identité physique: un tiers des parents prennent l'initiative de diffuser dans l'espace numérique une photo de l'échographie prénatale de leur futur bébé», souligne le professeur Bruno Humbeeck, psychopédagogue et directeur de recherche au sein du service des Sciences de la famille à l'Université de Mons (UMons).

Dans *La génération de verre* (1), un essai publié cet hiver aux Éditions Mardaga, il insiste sur 2 caractéristiques cardinales de cette nouvelle génération: sa transparence et sa grande fragilité. C'est pourquoi elle éveille la métaphore du verre. Cette génération a toujours été immergée dans un univers où la publication de contenus numériques a pratiquement été érigée en règle, où chacun, ou presque, ressent le besoin, pour exister vraiment, d'alimenter le monde virtuel de tous. «Dans un tel monde, écrit le professeur Humbeeck, l'image publique, l'image privée et l'image sociale de soi ont tendance à former un véritable nœud au sein duquel il est devenu de plus en plus difficile de

distinguer l'une de l'autre.» La dérive consistant à devenir transparent en livrant tout de soi sur les réseaux sociaux, ce que nous avons vécu, ce que nous faisons, ce que nous pensons, mais aussi nos fantasmes ou encore des parties «intimes» de notre corps, fait florès. Et puisqu'elle a baigné dès sa naissance dans le monde numérique, la génération de verre est sans surprise celle qui s'est le plus inféodée à cette norme d'un partage quasi illimité de soi.

Le professeur Humbeeck évoque le risque d'une «tyrannie de la transparence» qui mélange pernicieusement ce qui relève de l'intimité et ce qui tient de l'intime. L'intimité appartient à la vie privée, mais certaines de ses composantes sont susceptibles d'être rendues publiques quand les révéler n'est pas de nature à nuire à la construction identitaire de la personne concernée ni à constituer un véritable danger pour elle. Exemple: le ou la ministre qui en vient à révéler ses revenus. L'intime, en revanche, est confiné dans des frontières qui doivent rester hermétiques et intangibles, quels que soient la pression sociale exercée et le caractère plus ou moins permissif de la société. Ainsi, nulle pression sociale ne peut inciter ou obliger quelqu'un à exposer sa nudité, à faire part de ses fantasmes et pratiques sexuels ou à se mettre en scène dans des conduites à caractère sexuel. Sous le poids des réseaux sociaux, qui ont instillé une culture du «grand déballage»,



les enfants et adolescents de la génération de verre manifestent une forte propension à ne plus opérer de distinction entre l'intimité et le monde intime, mettant par là même en grand danger leur construction identitaire et l'estime de soi. «Plus encore que l'exposition de l'intimité, l'effraction de l'intime produit un ébranlement de l'identité dont il est parfois difficile de se relever quand l'image publique broie les frontières dont l'image de soi entendait précisément préserver l'étanchéité», dit Bruno Humbeek dans son livre.

## Se mettre en scène

La construction de l'identité se réalise à travers un processus dont la finalité est double: ressembler aux membres de groupes - les groupes d'appartenance - auxquels on aspire à être intégré et s'en singulariser suffisamment pour pouvoir se prétendre unique. L'adolescent se livre ainsi à un exercice d'équilibriste, de sorte que ses comportements peuvent parfois sembler paradoxaux, contradictoires, et éveiller de l'étonnement, de la réprobation ou de la dérision chez les adultes. Par exemple, lorsqu'il cherche à faire valoir son originalité par des postures antisystème, mais succombe parallèlement à des effets de mode en se cantonnant notamment dans des marques en vogue sur le plan vestimentaire. Mais l'essentiel n'est sans doute pas là. Sous l'empire des réseaux sociaux, l'image que l'on donne de soi est reine; l'identité tend à se restreindre à la sphère virtuelle et l'estime de soi, qui se bâtit théoriquement sur l'image de soi, la connaissance de soi et l'amour de soi,

fait largement fi des 2 dernières composantes, spécialement sous l'égide de réseaux comme TikTok, alors que, de surcroît, la première, l'image de soi, est triturée pour attirer le «chaland». Car pour la génération de verre, la préoccupation n'est pas tant de se présenter, mais de se vendre. Il faut être vu et recueillir un maximum de «likes». Ainsi que l'explique le professeur Humbeek, les adolescents ont complètement changé de paradigme. Qu'écrit-il à ce sujet ? «Nourris aux écrans depuis leur naissance, les adolescents ne sont plus ces bêtes sauvages qu'il fallait traquer patiemment en se tenant à l'affût pour espérer les photographier. Ils se sont parfois métamorphosés en bêtes de foire avides d'être pris en photo et toujours prêts à réaliser une mise en scène d'eux-mêmes qui les met en valeur et les donne en spectacle.»

Dans leur propension presque irréprouvable à attirer l'attention sur les réseaux sociaux, les jeunes de la génération de verre sont très friands de «réels», de courtes vidéos où ils se produisent afin de toucher un public virtuel aussi large que possible et, mieux encore, de le fidéliser. Pour parvenir à leurs fins, ils s'adonnent fréquemment au jeu d'une surenchère quelquefois sans limite. Les défis, les conduites à risque constituent un invariant culturel qui a traversé toutes les époques. Pensons à *La course des dégonflés*, la scène mythique de *La fureur de vivre* où Jim Stark, le personnage interprété par James Dean, et son rival se lancent le défi de sauter le plus tard possible de leurs voitures fonçant tout droit vers le bord d'une falaise. La nouveauté est qu'à



<sup>(1)</sup> Bruno Humbeek, *La génération de verre*, Éditions Mardaga, 2024.

l'heure des réseaux sociaux, les défis se déroulent devant un public potentiellement énorme et que ceux qui jettent le gant éprouvent généralement le sentiment de perdre la face. «*Sur TikTok, par exemple, les conduites à risque peuvent devenir particulièrement dangereuses*», indique Bruno Humbeeck.

Pour le psychopédagogue, les réseaux sociaux s'acquittent moins d'une fonction de communication que d'installation du prestige de soi. Il conseille aux parents de prendre connaissance du tutoriel qu'*Instagram* propose aux adolescents d'une douzaine d'années pour réaliser des «réels». Quelques points: mettre une musique tendance, proposer un call-to action (passage à l'action), interagir en répondant aux commentaires des spectateurs, inciter à rejouer la vidéo («*Il faut donc capter l'attention à tout prix et en faire toujours plus*»), utiliser des filtres pour faire effet... Des filtres: oui, il est conseillé de trafiquer les images pour camoufler les défauts et imperfections de son corps. «*Ces images falsifiées ne correspondent évidemment pas à la connaissance effective que l'adolescent a de lui et mettent en avant des qualités qu'il sait ne pas posséder*», précise le professeur Humbeeck. D'où une estime de soi vacillante d'autant que dans son élaboration, seules quelques miettes ont été laissées tant à la connaissance de soi qu'à l'amour de soi. Et si l'adolescent ou l'adolescente finit parfois par être dupe de son image idéalisée, les retours de manivelle risquent d'être sévères. Par exemple, en cas de rupture amoureuse lorsque son ex-compagne ou son ex-compagnon exhibe dans l'espace numérique son bonheur d'être avec un ou une autre. «*Les difficultés qu'éprouvent les adolescents à réguler l'envie, la honte, l'humiliation... sont plus intenses chez ceux qui sont nés après 2010 car ils ont toujours connu l'omniprésence des réseaux sociaux sans que ni l'école ni la famille ne leur aient appris à gérer leur image*», estime le professeur Humbeeck.

## Fulgurance informationnelle

La seconde grande caractéristique de la génération de verre est sa fragilité. Elle résulte en partie de la première, la transparence, eu égard aux conséquences délétères que celle-ci peut engendrer. Mais elle s'enracine également, et surtout, dans des crises majeures, très anxiogènes, qui se sont imposées à cette génération alors que ses membres, encore mal assurés sur leur socle, étaient à l'âge où l'on cherche à se construire une identité. Le premier traumatisme qui ébranla particulièrement les jeunes nés après 2010 fut sans conteste la pandémie de la Covid-19 avec

les mutations de son virus et ses rebonds qui pouvaient laisser craindre qu'«on n'en sortirait jamais». Vint ensuite la guerre en Ukraine, un conflit qui se déroule à nos portes et dont certains avancent qu'il pourrait les franchir. «*Jusqu'alors, les images de guerres concernaient des époques ou des pays différents des nôtres, africains par exemple. Cette fois, ces différences sont abolies et règne un sentiment de proximité générateur d'anxiété*», commente Bruno Humbeeck. Au choc créé par la pandémie et au spectre d'une guerre qui nous toucherait directement s'ajoute l'idée d'une planète en plein essoufflement, qu'il faut sauver. L'éco-anxiété constitue un troisième vecteur de profond malaise, auquel se greffe encore une forme d'anxiété plus individuelle découlant des incertitudes générées par la crise économique et un univers socioprofessionnel en mutation, lequel, selon le professeur Humbeeck, «*rend naturellement flous tous les projets d'avenir trop précis dans la mesure où 80% des métiers qui seront disponibles sur le marché de l'emploi dans 10 ans ne sont pas encore connus*». Probablement, les enfants et adolescents de la génération de verre sont-ils encore trop jeunes pour théoriser de telles données; il n'empêche qu'elles imprègnent le climat ambiant. Aussi, contrairement à leurs homologues des générations précédentes, y compris la «génération Z», ultime devancière de la génération de verre, les jeunes nés après 2010 peinent-ils à se prononcer *hic et nunc* sur le choix d'un métier qu'ils ambitionneraient d'embrasser lorsqu'ils seront adultes.

## HYPOSENSIBILITÉ OU HYPERSENSIBILITÉ ?

Vu le bombardement incessant d'informations dont ils font l'objet et leur peur d'en manquer certaines à l'intérieur de leur algorithme, leur «bulle informationnelle», les adolescents de la génération de verre ont des neurones miroirs (les «neurones de l'empathie») qui peinent à remplir leur fonction. Faut-il en déduire que la rétivité de ces neurones à générer des émotions empathiques dans ce contexte de surinformation exacerbé forge une génération d'humains froids, insensibles? La question se justifie d'autant plus qu'à travers les défis qu'ils encouragent, les réseaux sociaux portent au pinacle l'image du héros hyposensible que l'adolescent est alors enclin à assimiler à un idéal à atteindre dans le monde virtuel. «*Dans la réalité, toutefois, ces adolescents ne sont absolument pas hyposensibles, mais souvent hypersensibles*, explique le professeur Humbeeck. *C'est même la raison pour laquelle on stigmatise leur anxiété, celle-ci n'étant jamais que le reflet d'une sensibilité à l'environnement et aux signaux qu'il émet. Ces jeunes ont d'ailleurs une appétence pour les spectacles de la nature et le merveilleux comme en témoigne leur intérêt pour la série de films Harry Potter, par exemple.*» Le psychopédagogue considère que les adultes - parents et enseignants - doivent nourrir l'enchantement d'une génération consciente des difficultés du monde actuel plutôt que de suivre l'industrie pharmaceutique dans sa tendance à proposer des molécules destinées à éteindre l'anxiété à tout prix, même quand elle ne s'avère pas invasive. «*En voulant pathologiser toute forme d'anxiété, on risque de créer une génération qui s'imaginera qu'elle est malade et engendrer chez elle des formes d'hyposensibilité*», insiste-t-il.



autoriser une distance critique. Dès lors, le jeune risque d'être prompt à adhérer aux théories complotistes qui lui sont proposées, d'autant qu'il gravite essentiellement dans l'entre-soi que les algorithmes des réseaux sociaux lui ont attribué et qui entretiennent chez lui la conviction que le monde est son monde. «*Nous n'avons pas bien mesuré la transformation sociétale qui s'est opérée en quelques années. Du bulletin d'information le soir à 20 h, nous sommes passés à une pluie continue d'informations sur Internet et sur les réseaux sociaux. Face à ce bouleversement, l'enseignement doit changer de nature. Il ne doit pas surajouter des informations à celles que l'adolescent a déjà recueillies, mais lui apprendre à creuser les savoirs, ce qui est le support de la véritable érudition*», souligne le professeur Humbeek.

## Des mots très durs

La génération de verre est en proie à une anxiété qui la fragilise. Néanmoins, il ne faudrait pas que celle-ci soit systématiquement perçue comme un symptôme de pathologie mentale. Il convient de faire la part des choses entre une anxiété lucide qui représente un indice d'intelligence et d'adaptation dans une société anxigène et une anxiété invasive qui perturbe le bon fonctionnement de l'adolescent, le jetant en pâture à une anxiété généralisée, des phobies, des attaques de panique ou encore des TOC. Mais plus que ses adolescents, c'est la société actuelle qui est malade. «*L'anxiété qui les fragilise relève d'un questionnement légitime témoignant d'une intelligence inédite*», affirme notre interlocuteur. Et d'ajouter: «*Les adultes doivent se garder de pathologiser cette génération et s'interroger avec elle sur les facteurs anxigènes propres à notre époque, et ce, sans entretenir un climat de morosité susceptible de faire d'une génération fragile une génération désenchantée. L'optimisme béat est à proscrire, mais un optimisme intelligent est à prôner.*»

Transparents et fragiles, les jeunes de la génération de verre sont de surcroît stigmatisés à outrance. D'aucuns parlent d'une «génération sacrifiée», de «googélisation des cerveaux» ou encore d'une «génération de crétins». En 2019, le neuroscientifique Michel Desmurget publiait d'ailleurs au *Seuil* un essai intitulé *La fabrique du crétin digital*. Le contenu de l'ouvrage était cependant plus nuancé que son titre. Il n'empêche que de nombreux adultes, qui envisagent avec superficialité les questions soulevées par la génération de verre, ont le sentiment que les enfants et adolescents qui la constituent ne s'intéressent qu'aux réseaux sociaux et ne s'occupent que de futilités.

Un phénomène inédit contribue fortement à la fragilisation de cette jeune génération qui a été accoutumée dès son éclosion à une exposition continue aux écrans: le flux incessant d'informations qui lui (et nous) parviennent en temps réel et qu'elle capte sans prendre le recul nécessaire pour les analyser et les hiérarchiser, mais dont elle incorpore la charge d'anxiété. «*Le vrai danger n'est pas l'accumulation d'informations, mais leur superficialité*», soutient Bruno Humbeek. Quand on scrolle, on peut passer de l'image de détresse d'une mère à Gaza à celle d'une anecdote loufoque. Nos neurones miroirs, ceux qui nous permettent de décrypter et «ressentir» les émotions d'autrui, n'ont plus le temps de fonctionner adéquatement dans ce climat de fulgurance informationnelle, à telle enseigne qu'on assiste à ce qu'il est convenu d'appeler une «dérégulation empathique», toute information, importante ou futile, tendant à être traitée de manière identique. Ce phénomène est particulièrement saillant chez les jeunes de la génération de verre. Non encore arrivé à maturité, leur cerveau contient davantage de matière grise (neurones) que celui des adultes, mais moins de matière blanche, de connexions entre régions cérébrales et au sein de ces dernières. Autrement dit, le cerveau de l'adolescent est à même de collecter des informations à foison, mais est moins apte à les relier les unes aux autres, à

<sup>(2)</sup> Le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) est une vaste enquête organisée tous les 3 ans par l'OCDE. Il évalue les savoirs et compétences des jeunes de 15 ans en lecture, mathématiques et sciences.

<sup>(3)</sup> Génération de ceux qui ont eu entre 15 et 20 ans au début des années 1980 et qui s'est passionnée pour le «live-aid» sans pour autant se soucier de la famine au Darfour...

Les mots très durs qui s'abattent sur ces jeunes ne peuvent que renforcer leur fragilité et éroder leur estime de soi. L'expression «génération sacrifiée», par exemple, fait principalement allusion à la suspension de périodes de cours dans les écoles durant la pandémie de la Covid-19. Certains se sont empressés de brandir les résultats des enquêtes internationales PISA (2), en perpétuel déclin, pour soutenir l'idée d'une forme de décadence. «En réalité, les retraits d'instruction ne provoquent aucune mise en veilleuse de l'intelligence mais simplement des retards qui se résorbent sans peine dans la durée et ne provoquent un véritable dégât que si, en ne se souciant pas des plus fragiles, on remet le système en mouvement trop brutalement sans souci d'évaluation et de remédiation», écrit Bruno Humbeek. En outre, juger inférieure la génération qui suit la sienne est un réflexe vieux comme le monde; il a pour but de consacrer la supériorité de sa propre génération. Mais dans le cas de la génération de verre, la stigmatisation est plus dommageable car, nous l'avons vu, les circonstances l'ont rendue particulièrement anxieuse. Pandémie, guerre en Europe, planète en danger: pas seulement ! Le trait est grossi à la fois par la surabondance de l'information mais aussi par son caractère essentiellement visuel. Or, l'image alimente davantage l'anxiété - et partant, la fragilité - que les autres modes de communication, lesquels sont plus aptes à l'analyse des situations et événements. «Des images de villes détruites qui ressemblent à Bruxelles sont très déstabilisantes pour un enfant ou un adolescent, surtout si elles sont diffusées à l'envi», précise le professeur Humbeek.

Selon lui, il importe que les parents et les enseignants admettent qu'à l'heure actuelle, les jeunes sont traversés par des émotions plus intenses que celles qui ont touché leurs prédécesseurs. Dans son essai, il soulève également une interrogation: ne doit-on pas revoir à la baisse nos ambitions en matière de bonheur ? La quête d'un bonheur intense, auquel on pourrait attribuer une cote de 9 sur 10, paraît globalement illusoire, mais surtout à notre époque. Nonante pour cent des jeunes issus de la «bof génération» (3), cette génération peu engagée, se déclaraient relativement ou très heureux, contre 45% seulement de leurs homologues de la génération de verre. Pourquoi ? Sans doute parce que ces derniers s'imaginent qu'on attend d'eux une forme de «félicité» en total décalage avec les paramètres du monde actuel.

## Les «gardiens du seuil»

Face à la transparence, fondation supposée du prestige de soi par réseaux sociaux interposés, l'éducation doit se modifier en profondeur pour

tenir compte des réalités nouvelles et ainsi devenir le vecteur d'une gestion responsable de l'image de soi, à même d'établir une scission entre l'intime, dont les frontières doivent demeurer cadencées, et l'intimité. À cette fin, l'auteur de *La génération de verre* préconise une présence parentale virtuelle afin de sortir les adolescents de l'illusion d'un entre-soi que leur confèrent des réseaux comme *TikTok*. Il faut faire en sorte que cette présence soit discrète mais apparaisse comme possible, fût-elle rare. Un contrôle indirect visant à ce que l'adolescent pense à s'assurer que chaque image qu'il diffuse sur les réseaux sociaux puisse être jugée acceptable par ses parents. «Dans le cas contraire, mieux vaut faire part de son malaise plutôt qu'employer des formules telles que "Tu devrais avoir honte de t'afficher de cette manière !". En effet, une attaque frontale risque de susciter chez le jeune un repli défensif éventuellement rehaussé d'agressivité», pense Bruno Humbeek. De même, une intervention directe dans l'espace numérique de l'adolescent n'est pas appropriée. Cette intrusion dans le groupe qu'il forme avec ses pairs serait vécue comme éminemment intrusive et humiliante. Quant aux dégâts sur l'estime de soi que peut occasionner la dissonance entre l'image idéalisée de l'adolescent par le jeu des filtres, d'une part, et son image réelle, d'autre part, ils doivent pousser les parents à toujours valoriser la seconde - «Nous, nous te préférons tel que tu es dans la réalité.»

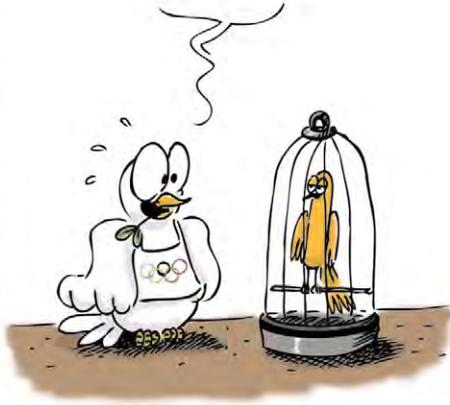
*Transparents et fragiles, les jeunes de la génération de verre sont de surcroît stigmatisés à outrance. D'aucuns parlent d'une «génération sacrifiée», de «googélisation des cerveaux» ou encore d'une «génération de crétiens»*

Interdire l'accès d'un adolescent aux réseaux sociaux aurait, entre autres conséquences, de le marginaliser. Il est préférable que les parents définissent des limites, soient ce que le psychopédagogue de l'UMons appelle les «gardiens du seuil». Surtout que, souvent désorientés, les adolescents de la génération de verre sont demandeurs de repères. Avec eux, le mépris, la raillerie, le désintérêt, le dénigrement ne sont pas de mise. Ainsi que le souligne Bruno Humbeek dans son livre, 4 principes directeurs devraient guider l'action des parents (et, à un autre échelon, de l'école): «être disponible sans être envahissant, partager l'anxiété en restaurant la confiance, être intéressé par tout ce que vit l'adolescent sans paraître intrusif, être tolérant sans se révéler permissif». C'est alors que le verre aura toutes les chances de briller et de s'iriser. <sup>4</sup>

# Colombe

©Alsy 2024

Je participe  
aux Jeux olympiques !



Ah.  
Et à quelle discipline ?



Le lancer du poids.



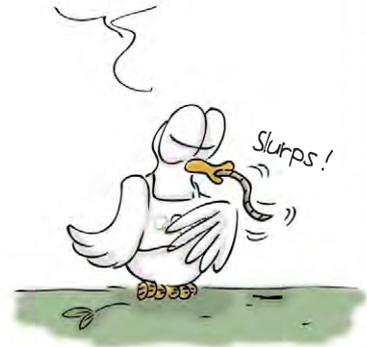
Si tu veux faire équipe avec moi,  
tu dois comprendre que le principe  
des JO, c'est d'avoir un esprit  
sain dans un corps sain...



Mmmh...  
Je n'aurai jamais  
un corps sain...  
J'ai toujours  
été rikiki.



Bah, il y a une solution  
à tout : tu peux faire  
partie du mien.



Moi, je participe  
au saut à la perche.



Moi, à l'escrime !



Moi,  
aux cent mètres !



Moi, à la gym  
artistique.



Ben... Et moi,  
je fais quelle  
épreuve ?

Pas d'épreuve pour toi.  
Le tir au pigeon vivant  
a été supprimé.

Moi, à la  
boxe anglaise.



Veinard.



Alsy



Curiokids

# Bienvenue à Bactériopolis

Sais-tu qu'avant les dinosaures, les tout premiers êtres vivants sur Terre étaient des bactéries ? Ces minuscules organismes invisibles à l'œil nu sont essentiels à la vie sur notre planète. Apparues il y a 3,4 milliards d'années, les bactéries se comptent en millions d'espèces différentes, présentes partout sur Terre !

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE - INFO@CURIOKIDS.NET  
PHOTOS: © ALESSANDRO GRANDINI - STOCK.ADOBE.COM  
ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT

Ces petites créatures remplissent plein de rôles super importants. Elles contribuent à notre santé, protègent l'environnement, produisent des aliments et peuvent même soigner des maladies. Sans elles, on n'aurait ni yaourt, ni fromage, ni beaucoup d'autres choses qu'on adore manger ! *Curiokids* t'invite à découvrir le monde fascinant des bactéries, les plus petits êtres vivants de la nature.

## Dans l'œil du microscope

Les bactéries, ce sont de minuscules organismes vivants qu'on peut voir grâce à un microscope puisqu'elles mesurent seulement entre 2 et 10 microns, c'est-à-dire qu'elles sont 1 million de fois plus petites qu'1 m. Les bactéries sont composées d'une seule cellule. En biologie, on parle d'organismes unicellulaires. Si tu regardes une bactérie au microscope, tu verras qu'elle ressemble à un petit sac, entouré d'une membrane. À l'intérieur on trouve tout ce dont la bactérie a besoin pour vivre: son ADN et des petits organes appelés organites. Quand les bactéries ont de quoi se nourrir, elles grandissent et puis se divisent en 2. Chaque fois, elles créent 2 nouvelles bactéries identiques, comme des jumelles. Elles se multiplient donc très rapidement.





Les bactéries sont partout: sur ta peau, dans tes intestins, dans les sols et les rivières, sur les aliments, les plantes, les racines. Même sur ton chat ou ton chien ! Il y a plusieurs familles: celles qui vivent à l'extérieur et à l'intérieur de notre corps forment le microbiote. Par exemple le microbiote cutané pour les bactéries de la peau, le microbiote orobuccal pour celles qui sont présentes dans la bouche... et ainsi de suite.

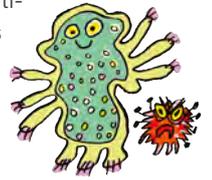
## Bactéries: amies ou ennemies ?

Le mot bactérie te fait peut-être penser à «maladie». Rassure-toi, tu n'es pas le seul. Bien que certaines bactéries donnent des rhumes, des caries, de l'acné ou des angines, la majorité sont bénéfiques pour la santé. Elles sont même indispensables. Comme des gardes du corps, elles nous protègent des infections, des méchantes bactéries et certaines renforcent même notre système immunitaire. Les bactéries logées dans nos intestins facilitent aussi notre digestion.

Les bactéries sont aussi présentes sur les plantes, et même au niveau des racines. Elles les aident à capter l'azote, un élément chimique très important pour elles. Dans les sols, elles aident à la dégradation des feuilles et au recyclage des **matières organiques**. On les retrouve même dans les eaux usées où elles se nourrissent de nos déchets. Bon appétit !

## Bactérie ou pas ?

Bien que tout petits, les virus et les bactéries sont profondément différents. Tout d'abord, les bactéries sont des êtres vivants. Elles peuvent vivre seules ou en groupe, comme une colonie. Elles se nourrissent, grandissent et se multiplient. Un peu comme nous, mais en plus petit.



Les virus, eux, sont encore plus petits que les bactéries. Ils sont faits d'une espèce de coquille, à l'intérieur de laquelle se trouve son ADN. Contrairement aux bactéries, ce ne sont pas des êtres vivants. Ils ne peuvent vivre seuls, ne mangent pas et ne grandissent pas. Pour survivre, un virus doit trouver une cellule vivante à attaquer. Une fois accroché à elle, il l'utilise comme une usine de production à virus. La cellule en produit des centaines, identiques au virus de départ. C'est presque de la piraterie ! Quand tu attrapes un rhume ou la grippe, c'est parce que les virus se sont multipliés dans ton corps en utilisant tes cellules. Dans certains cas, ton médecin te prescrira peut-être des **antibiotiques**. Mais comment agissent-ils ? Tout d'abord, ils sont efficaces contre les infections bactériennes, mais pas contre les virus. Ils peuvent être de 2 types: ceux qui tuent les bactéries (bactéricides) ou ceux qui les empêchent de se multiplier (bactériostatiques). Tu le sais, il est important de finir son traitement antibiotique, même si on se sent mieux, pour éviter que les bactéries deviennent résistantes. Cependant, certaines souches de bactéries deviennent résistantes aux antibiotiques. Cela veut dire qu'elles survivent malgré le médicament. Un vrai problème contre lequel les chercheurs tentent de trouver des solutions, car certaines maladies infectieuses sont très graves et peuvent être mortelles.

Contrairement aux bactéries qui causent des maladies, certaines sont des «super-héroïnes» capables de décomposer les polluants. Par

### Le truc de ouf !

#### La Bactérie dévoreuse de chair

Imagine un film d'horreur où une bactérie te grignote de l'intérieur. Effrayant non d'être le gouter d'une bactérie assez chelou. Beurk. Heureusement, ce n'est pas exactement comme ça que ça se passe. En réalité, cette bactérie, appelée *Streptococcus pyogenes* ne mange pas vraiment, mais elle peut causer de sérieux dégâts. *Streptococcus pyogenes* libère des molécules très toxiques, appelées toxines, qui tuent les tissus qui maintiennent en place les muscles, les nerfs et les vaisseaux sanguins. Cette destruction des tissus s'appelle la nécrose. Ce n'est pas joli, joli, mais c'est important de le comprendre.

Quand il est infecté par la bactérie, le patient doit être soigné par des antibiotiques, et subir des opérations chirurgicales pour éliminer les tissus morts. Cette infection grave peut toucher des personnes en mauvaise santé ou celles qui n'ont pas bien désinfecté une coupure. Oui, c'est sérieux, et oui, ça peut être mortel si on ne traite pas à temps. Pense donc à toujours bien désinfecter tes blessures, même les petites égratignures.



exemple, des chercheurs chinois ont découvert une bactérie mangeuse de **dioxines**, des produits chimiques très toxiques. D'autres mangent les dérivés du pétrole, ou encore les déchets présents dans l'eau. Cependant, il est encore difficile de cultiver ces bactéries de manière efficace. Il faut encore essayer de comprendre comment elles vivent et survivent dans les milieux pollués, et vérifier qu'elles ne libèrent pas d'autres molécules encore plus dangereuses pour l'environnement. Ces techniques naturelles de « bio-remédiation » sont moins coûteuses car l'on ne doit pas creuser.

Et les moisissures et levures, sont-elles des bactéries ? Excellente question ! Eh bien non ! Ce sont des champignons minuscules qui aiment l'humidité. Tu les retrouves sur les murs humides ou certains aliments. Elles sont faites de plusieurs cellules et s'organisent en forme de filaments. On parle d'organismes pluricellulaires. Certains fromages se fabriquent grâce à elles, comme le camembert grâce au *Penicillium camemberti*. Les levures, quant à elles, sont aussi microscopiques. Comme les bactéries, elles sont faites d'une seule cellule. Mais elles se différencient des bactéries: elles possèdent un noyau et des petits **organites**. On dit que ce sont des cellules eucaryotes. Tandis que les bactéries n'ayant pas de noyau sont des procaryotes. Les levures appartiennent aussi à la famille des champignons. Elles sont géniales pour la **fermentation**. Par exemple, *Saccharomyces cerevisiae* permet à la pâte à pain de lever. Pour cela, elle mange les sucres de la pâte et libère des bulles de gaz carboniques. Ce qui fait gonfler ta pâte à pain.

**BIG DATA**
**3,4 milliards d'années**

C'est le règne des bactéries sur Terre.

**530 millions d'années-lumière**

C'est la distance que tu obtiendras si tu alignes toutes les bactéries présentes sur Terre.

**1839**

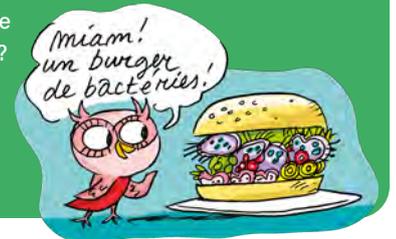
C'est l'année durant laquelle le mot bactérie a été inventé, par l'allemand Christian Gottfried Ehrenberg.

**1%**

des bactéries peuvent être considérées comme étant dangereuses pour notre santé.

**ACTU science:**
**Des bactéries productrices de hamburgers**

Des chercheurs belges ont eu cette idée folle d'utiliser des bactéries pour transformer des déchets agricoles en aliments hyperprotéinés. Attends avant de faire la grimace, ce produit est vraiment intéressant ! Par exemple pour les astronautes lors des longs voyages dans l'espace car évidemment, il n'y a pas de fast-foods là-haut ! Alors, ils ont trouvé que certaines bactéries présentes dans nos étangs peuvent transformer des restes de betteraves ou des résidus liés à la production de fromage en pâte riche en **protéines**. Chose incroyable, elles travaillent juste avec de la lumière, sans électricité. Tu te demandes sûrement si c'est bon ? Pour l'instant, cette pâte violette a un goût qui rappelle le boudin noir, mais des chefs sont sur le coup, afin de créer des recettes délicieuses. Qui sait, peut-être que bientôt, nous trouverons ces substituts de viande dans les rayons des supermarchés. En plus, cette nouvelle pâte protéinée est bien meilleure pour la planète. Elle produit 5 fois moins de gaz à effet de serre que la production de steak haché. Et si c'était la nourriture du futur ?


**Le selfie du jour**
***Streptococcus thermophilus***


Deux bactéries essentielles à la fabrication des yaourts ! Voici comment ces petites travailleuses transforment le lait en yaourt.

**La stérilisation du lait:** D'abord, on stérilise le lait pour éliminer toutes les mauvaises bactéries et les microbes présents dans le lait. Bref, un grand nettoyage.

**Pasteurisation:** Ensuite, le lait est chauffé entre 85°C et 95°C durant 15 à 30 minutes. Ce processus s'appelle la pasteurisation. Cette étape élimine les bactéries restantes.

**Homogénéisation:** Le lait est mis dans un grand réservoir tournant où il est homogénéisé. Cela veut dire que les grosses gouttes de graisses sont transformées en plus petites pour que le lait soit plus « lisse ».

***et Lactobacillus bifidus***


**Ajout des bactéries:** Une fois refroidi à 40 et 45°C, le lait est prêt à recevoir nos deux héroïnes bactériennes. Ces bactéries vont transformer le sucre du lait, appelé lactose, en acide lactique, et digérer les protéines présentes dans le lait.

**Coagulation:** Après plusieurs heures de travail, le yaourt commence à se solidifier. Les protéines du lait se regroupent grâce à l'action des bactéries. C'est ce qu'on appelle la coagulation.

À ce stade, tu as obtenu un yaourt nature. C'est le moment d'ajouter des fruits et des arômes. Préfères-tu les fraises ? Ou l'arôme de vanille ?

Ces 2 bactéries sont très importantes, non seulement dans la fabrication du yaourt, mais aussi pour fabriquer du fromage.

## LE P'TIT DICO



### Matières organiques :

Tout ce qui vient des plantes et des animaux.

**Antibiotique :** Des molécules qui détruisent les bactéries.

**Dioxines :** Molécules très toxiques et très polluantes. Elles se forment surtout lors de l'incinération des déchets plastiques.

**Organites :** Ce sont les organes de la cellule.

**Fermentation :** C'est un processus durant lequel les micro-organismes transforment le sucre en autre chose. Comme dans la fabrication du pain ou des yaourts.

**Protéines :** Indispensables à la croissance, les protéines sont de grosses molécules qui entrent dans la composition des muscles et des organes.



## LES BACTÉRIES SUPER-HÉROÏNES

Imagine des organismes qui vivent dans des endroits où toi et moi ne pourrions jamais survivre. Ce sont les extrémophiles, des organismes capables de vivre dans des conditions extrêmes ! Ils peuvent supporter des températures brûlantes, des pressions écrasantes, ou encore des environnements ultras salés ou acides. Découvrons ces championnes de l'extrême.

- **Thermophiles:** elles adorent la chaleur et peuvent vivre à des températures allant jusqu'à 113 °C, comme près des volcans sous-marins.
- **Psychrophiles:** elles préfèrent le froid glacial et survivent en dessous de 0 °C, dans les glaciers et les régions polaires.
- **Halophiles:** elles aiment les environnements très salés, comme les lacs salés ou les marais salants.
- **Acidophiles:** elles vivent dans des milieux très acides, avec un pH inférieur à 3, comme les sources acides.
- **Alcalophiles:** elles prospèrent dans des environnements très alcalins, avec un pH supérieur à 9.
- **Barophiles :** elles supportent des pressions extrêmement élevées, comme celles des profondeurs marines.
- **Xérophiles :** elles survivent dans des endroits extrêmement secs, comme les déserts.

Tu l'as compris, ces extrémophiles vivent dans des endroits incroyables comme les fonds océaniques, les sources hydrothermales, les glaciers, les déserts, et même dans des mines acides. Ces environnements posent des défis uniques pour ces organismes, mais ils ont développé des superpouvoirs pour y survivre. Leur membrane s'adapte, les protéines qui la composent résistent aux températures, leur ADN peut se réparer, elles produisent des molécules pour lutter contre le sel, les acides et les bases.

Les extrémophiles ne sont pas seulement des curiosités scientifiques. Leurs super résistances peuvent être utilisées dans l'industrie pour des procédés à haute température ou pH extrêmes, pour nettoyer les environnements contaminés, et même pour la recherche sur la vie extraterrestre. Tu l'as lu dans les numéros précédents: les plastiques font partie du quotidien, mais ils génèrent énormément de déchets. Une bonne partie de ces déchets aboutissent dans les mers et océans pour former le nouveau continent de plastique.



Les courants créent une spirale interminable qui fait tourbillonner les déchets en plastique.

Fait extraordinaire, des chercheurs ont découvert il y a quelques années une bactérie appelée *Ideonella sakaiensis* capable de manger le plastique PET des bouteilles d'eau et des emballages alimentaires. Comment ça marche ? Ces bactéries produisent une molécule appelée enzyme. Pour te donner une idée, imagine que cette molécule soit comme une paire de ciseaux, elle coupe les chaînes de plastique en petits morceaux qu'elles peuvent digérer. Les scientifiques travaillent dur pour améliorer ces enzymes et ont même créé une «super-enzyme» qui décompose le plastique 6 fois plus vite. Bien qu'il reste encore beaucoup de travail pour nettoyer les océans, des entreprises utilisent ces enzymes pour biorecycler le plastique. Elles décomposent le plastique en petits morceaux qui peuvent ensuite être réemployés pour fabriquer de nouveaux plastiques. Ces bactéries mangeuses de plastique, ces superhéros microscopiques, pourraient bien apporter une solution à ce grave problème qu'est la pollution des déchets plastiques. Allez, les chercheurs, on est avec vous ! 🦋

## TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec *Curiokids*:  
«Prépare un caviar d'orange»





# Une agriculture intelligente mais pas artificielle

L'agriculture de précision, bardée de capteurs et de relevés satellitaires devient peu à peu une réalité. Grâce aux travaux menés notamment par les acteurs wallons de la recherche, les agriculteurs et les éleveurs peuvent aujourd'hui compter sur nombre d'outils pour les aider à gérer leurs exploitations. Une assistance bienvenue, alors que le climat se fait plus instable, et les normes environnementales plus strictes

THIBAUT GRANDJEAN - GRANDJEAN.THIBAUT@GMAIL.COM

PHOTOS: © TANAKORN - STOCK.ADOBE.COM (P.35), © BARILLO\_PICTURE - STOCK.ADOBE.COM (P.36), © JROBALLO - STOCK.ADOBE.COM (P.38), © UBISOFT (P.38), OPENAI (P.38)

Être agriculteur, c'est avoir des yeux partout: il faut surveiller la météo, l'avancement des cultures, l'éventuelle survenue de maladies... Sans compter le fait que «les exploitations sont de plus en plus grandes, révèle Viviane Planchon, directrice scientifique au Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W). Cela signifie que les agriculteurs acquièrent des terres qu'ils connaissent moins bien. Ils peuvent donc avoir envie de collecter des données qui les aident à prendre une décision: quand semer, quand récolter par exemple, ou qui les avertissent à temps du risque de maladie dans une culture.»

Même défi du côté des éleveurs. «On surveille notamment la qualité du lait, qui est le miroir de la santé de l'animal, affirme Hélène Soyeurt, professeure ordinaire à la faculté Gembloux Agro-Biotech de l'ULiège. Mais pour optimiser le fonctionnement de leurs exploitations, les éleveurs peuvent aujourd'hui faire aussi appel à de nouveaux capteurs, pour surveiller les mouvements des animaux, ou encore détecter les chaleurs et donc les périodes d'insémination.»

Dans un contexte de changement climatique, «où les rendements n'augmentent plus vraiment», de telles données peuvent aider les producteurs agricoles à diminuer leurs coûts. C'est pourquoi le CRA-W met à la disposition des agriculteurs des outils d'aide à la décision (OAD), chargés de traiter ces dernières pour en extraire des informations claires. «Nous avons ainsi développé la plateforme  agromet.be, qui collecte auto-



La composition du lait reflète la bonne santé de l'animal. De nouvelles techniques de suivi permettent aux éleveurs de détecter plus facilement une maladie ou un problème d'alimentation.

matiquement les données météo des parcelles cultivées, illustre Viviane Planchon. On y introduit également d'autres paramètres comme les variétés cultivées, la date des semis, etc. Et ces données alimentent des modèles d'avertissement qui nous servent par exemple à prédire l'apparition des maladies, et permettent d'éviter de pulvériser des produits phytosanitaires de façon systématique, ce qui est gagnant à la fois pour l'exploitant, mais aussi pour l'environnement». En effet, les dégâts aux cultures sont surtout le fait d'insectes ou de champignons, dont le développement est fortement lié à la température et à l'humidité. «On peut ainsi prédire l'apparition du mildiou, un champignon particulièrement dommageable pour les pommes de terre, ou d'un insecte comme la cécidomyie orange du blé, détaille Viviane Planchon. Cette dernière ne se développe qu'en fonction d'une certaine somme de températures et de précipitations à des moments bien précis. S'il fait chaud mais qu'il ne pleut pas par la suite, aucune alerte ne sera émise car l'insecte ne se développera pas». Et en plus de savoir quand pulvériser des produits de protection des plantes, ces outils permettent également de savoir où. «Les tracteurs sont équipés de systèmes de géolocalisation avec une précision de 2 cm, continue Viviane Planchon. Ils enregistrent exactement l'endroit où ils ont semé, et peuvent revenir ensuite pour pulvériser des produits de protection des plantes. En plus d'éviter de semer plusieurs fois au même endroit, ce système permet aussi une économie d'engrais.»

Les recherches en cours au CRA-W permettent même d'aller encore plus loin. En combinant cette technologie avec une intelligence artificielle (IA) de reconnaissance automatique des adventices, c'est-à-dire des mauvaises herbes, les chercheurs ont mis au point un système permettant de pulvériser les herbicides uniquement sur les envahisseurs. Les premiers essais ont déjà permis d'observer des réductions de produit allant de 65 à 95% par rapport à une pulvérisation classique, avec des efficacités avoisinant les 85%.

Comme les agriculteurs, les éleveurs bénéficient aussi d'OAD. «Aujourd'hui, le lait fait l'objet d'une analyse de routine qui permet

de déterminer de nombreux paramètres, comme le taux d'acides gras saturés et insaturés, ou encore la quantité de méthane qu'écrute l'animal, précise Hélène Soyeurt. Mais ces données deviennent vraiment intéressantes dès lors qu'on les suit dans le temps. Des OAD peuvent alors détecter des changements biologiques, révélateurs d'une potentielle maladie, ou d'un problème d'alimentation. Toutes ces informations peuvent être consultées par les éleveurs sur des plateformes.»

En plus des capteurs au sol, les agriculteurs peuvent également suivre leurs champs depuis l'espace. Ils ont ainsi accès gratuitement à la plateforme *Belcam*: grâce aux images fournies par les satellites de surveillance terrestre *Copernicus* de l'Union européenne, ils peuvent suivre avec précision leurs différentes parcelles sans se déplacer. Les données recueillies permettent de mesurer le stade d'avancement d'une culture, ou de détecter une hétérogénéité, signe d'un éventuel problème. Grâce à des OAD basés sur ces images satellitaires, elles permettent également d'éviter de gaspiller de l'engrais, en ne donnant que la quantité nécessaire aux plantes.

## Des données pas données

Face à ces outils, force est de constater que nous sommes loin de la ferme automatique du futur, parfois décrite par les apôtres de l'IA qui agitent le spectre d'une destruction des emplois. «Aucun des outils que nous présentons aux agriculteurs ne porte le nom d'IA en tant que telle, et ce même si certains emploient des techniques basées sur des réseaux de neurones très complexes, insiste Viviane Planchon. Ce ne sont que des OAD, et cela a une importance cruciale ! L'agriculteur restera toujours l'expert: aucune machine virtuelle ne connaîtra mieux que lui son exploitation. D'ailleurs, nombre des outils que nous développons sont le fruit d'une collaboration avec eux, afin qu'ils soient en adéquation avec leurs besoins.»

Mais en dépit de la pléthore d'outils disponibles, la numérisation des fermes prend du temps comme l'a déjà montré l'Agence du Numérique dans son baromètre de maturité numérique. «Avec l'association *Waldigifarm*, nous avons recensé une centaine d'OAD en Wallonie, mais qui ne sont pas interopérables, regrette Viviane Planchon. De plus, il existe encore trop de freins: il faut systématiquement rentrer ses informations personnelles, garder les favoris à jour... D'où une faible adhérence.» «Les prix sont également un frein à l'utilisation de ces technologies, estime Hélène Soyeurt. Le prix des capteurs baisse, mais il faut également payer tout le traitement logiciel des données. Et pour chaque fournisseur, un programme différent... Ce qui n'est pas juste car, si ces technologies fonctionnent si bien, c'est grâce aux données fournies par les éleveurs !»

Pour toutes ces raisons, Viviane Planchon, Hélène Soyeurt, et d'autres partenaires wallons du monde de l'agriculture et de l'élevage travaillent sur le projet *WALLeSmart*, la première plateforme numérique de gestion des consentements des agriculteurs, financée par le Plan de relance de la Wallonie. «L'idée derrière ce projet est de protéger les agriculteurs et les éleveurs en les rendant maîtres de leurs propres données, explique Hélène Soyeurt. Ces dernières seront déposées sur une plateforme unique, et l'exploitant en sera toujours le seul

propriétaire. Lui seul pourra consentir ou non à leur utilisation et à quelle fin.» «WALL-eSmart établira aussi un pont entre les données en fonction du souhait de l'exploitant, sur son site propre ou sur d'autres serveurs, renchérit Viviane Planchon. Cela permettra non seulement de rendre les différents outils interopérables, et donc de diminuer les coûts d'acquisition de nouveaux capteurs, mais aussi d'en faciliter l'accès.» De quoi accélérer, sans doute, la numérisation de l'agriculture wallonne. 

```

Welcome to
          EEEEE LL   IIII ZZZZZZ  AAAAA
          EE   LL   II   ZZ   AA  AA
          EEEEE LL   II   ZZZ  AAAAAA
          EE   LL   II   ZZ   AA  AA
          EEEEE LLLLL IIII ZZZZZZ  AA  AA

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU:   The weather
ELIZA: Tell me more about that.
YOU:   The weather is awful
ELIZA: Please go on.
YOU:   That's it
ELIZA: Does talking about this bother you ?
YOU:   It is
ELIZA: Tell me more about that.
YOU:   █

ELIZA: Est-ce que quelque chose te tracasse ?
TOI :   La météo
ELIZA: Dis m'en plus.
TOI :   La météo est affreuse
ELIZA: S'il te plaît continue.
TOI :   C'est comme ça
ELIZA: Est-ce que parler de ça te dérange ?
TOI :   Effectivement
ELIZA: Dis m'en plus.

```

Exemple de conversation avec le Chatbot ELIZA. Le créateur d'ELIZA, Joseph Weizenbaum, a conçu le programme comme une méthode permettant d'explorer la communication entre les humains et les machines.

## Un peu d'histoire

Les 20 années qui ont suivi la conférence de Dartmouth en 1956, qui avait réuni les premiers pionniers de l'IA, ont été particulièrement prolifiques. Nourrie par un optimisme débridé de la part des chercheurs, et financée notamment par le DARPA, l'organisme de recherche de la défense américaine, cette période a ainsi vu naître les premiers algorithmes de résolution de problèmes, ainsi que les premiers réseaux de neurones, aujourd'hui utilisés dans nombre de systèmes d'intelligence artificielle. Basé sur le fonctionnement de couches de neurones humains, le premier du genre, Adaline, a été créé en 1960: il comptait 4 couches de neurones et près de 1 000 paramètres ajustables, l'équivalent des synapses, ces connexions entre les neurones. Mais contrairement aux réseaux

actuels, qui sont des simulations numériques, ceux de l'époque étaient bien réels, tout en potentiomètres, mus par des moteurs électriques, et en transistors. Les années 60 ont également vu la naissance d'ELIZA, le premier «chatbot conversationnel», qui mimait les questions d'un psychothérapeute. Basé sur des règles de grammaire simple, il avait déjà, à l'époque, trompé quelques utilisateurs qui croyaient alors parler à un être humain. Malheureusement, en raison d'une attente immense, de promesses démesurées sur les capacités de la machine à penser comme un être humain, et du manque de résultats probants, les financements de l'IA se sont taris, et la recherche est entrée dans son premier «hiver» en 1974. L'histoire peut, parfois, sonner comme un avertissement... 

## PETIT LEXIQUE

**ALGORITHME:** C'est le premier composant d'une IA. Il s'agit d'une suite d'instructions qui permet de résoudre un problème. Pour le comprendre, il faut l'imaginer comme une recette de cuisine, qui décrit les étapes pas à pas pour transformer les ingrédients (farine, œufs, laits) en de délicieuses crêpes, sans oublier un retour d'expérience du goûteur pour améliorer les résultats. Un algorithme permet d'automatiser un processus en lui donnant uniquement les ingrédients de base, les données.

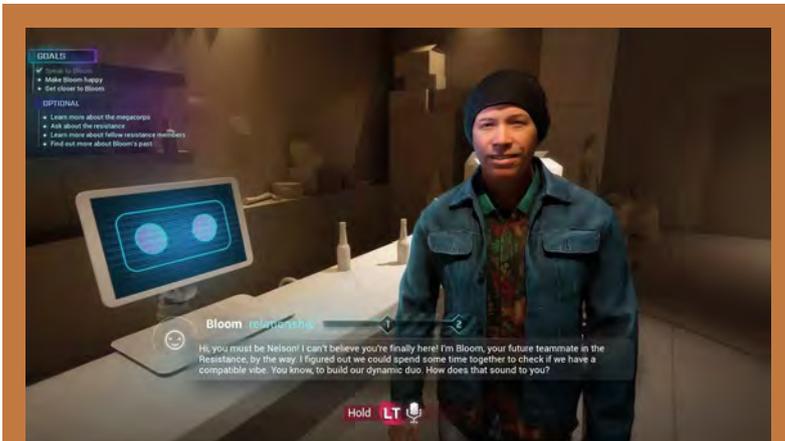
**ENTRAÎNEMENT:** Comme nous tous, chaque IA a préalablement répété une tâche précise encore et encore avant d'être capable de l'exécuter correctement. Une IA de reconnaissance d'image aura vu auparavant des centaines de milliers de pissenlits avant de pouvoir vous dire: ceci est un pissenlit. Mais contrairement au sportif, une IA entraînée pour une tâche sera incapable d'en effectuer une autre. Ainsi, inutile de demander à chatGPT de reconnaître une chanson, ou de traduire une conversation. Il n'est pas capable de traiter un mp3.

**RÉSEAU DE NEURONES:** Il s'agit d'une machine virtuelle qui exécute l'algorithme. Elle est composée d'unités simples, les neurones. Chacun d'entre eux traite une information simple, et leur mise en réseau permet de combiner ces informations pour résoudre un problème, comme reconnaître une image, par exemple. Lorsque le nombre de neurones est très élevé, ce qui peut être nécessaire face à un problème complexe, cette technique se révèle particulièrement puissante. Mais avec l'inconvénient majeur de ne pas pouvoir expliquer les étapes suivies qu'elle a suivies.

**QUALITÉ DES DONNÉES:** Si l'entraînement est crucial, la qualité des données utilisées pour cela est primordiale. Elles doivent refléter la diversité des situations que l'algorithme rencontrera dans la vie réelle. Un épi de blé n'a pas les mêmes besoins en eau et en azote qu'un plant de maïs, par exemple. De la même manière, chaque race de vache aura des besoins spécifiques, et la composition du lait ne sera pas la même en fonction de leur alimentation.

## Accountable, la Fintech boostée à l'IA

La Belgique fait face à une pénurie de comptables. Surchargés de travail, ces derniers préfèrent se concentrer sur les grandes entreprises, plus rentables. En 2018, une start-up financière bruxelloise a eu l'idée d'utiliser la technologie pour simplifier la vie des indépendants. *Accountable*, c'est son nom, peut créer des factures, générer les déclarations TVA, déduire les frais liés à l'activité, etc. Grâce à un système intelligent de reconnaissance d'image, l'utilisateur peut même scanner ses reçus, et la machine encodera automatiquement, avec un succès de 90%, les montants, et les déductions possibles. En 2024, l'intégration de l'IA continue puisque l'entreprise s'est dotée d'un assistant conversationnel, basé sur *chatGPT*. Ce dernier a été affiné à l'aide d'informations de droit fiscal, de conseils pratiques de conseillers fiscaux, et de l'immense base de données de l'entreprise de connaissances fiscales. Le but: répondre à toute question de l'utilisateur dans ce domaine qui requiert une certaine expertise, et ce 24h sur 24. Aujourd'hui, *Accountable* compte plus de 20 000 clients en Belgique, et peut également se targuer d'un joli succès en Allemagne. 



Ce prototype permet d'échanger oralement avec les personnages d'un jeu au lieu de faire son choix en cliquant parmi une liste d'idées affichées à l'écran.

## Avec NEO NPC, les jeux vidéo seront-ils plus immersifs ?

Si vous êtes un peu joueur.euse, nul doute avez-vous déjà soupiré devant le comportement répétitif des personnages que vous rencontrez au cours d'un jeu vidéo. Si les personnages non-joueurs, ou PNJ pour les initiés, ont avec les années acquis une palette toujours plus variée de comportements et de répliques, notamment grâce aux premières IA, il n'empêche qu'ils finissent souvent par devenir prévisibles. Grâce aux prototypes *Nvidia Ace* et *Neo NPC* d'*Ubisoft*, peut-être assisterons-nous bientôt à des personnages capables d'improviser une réponse, et ce de façon évolutive en fonction des progrès du joueur et de ses conséquences sur le monde virtuel. C'est en tout cas la promesse de ces architectures de réseaux neuronaux présentées par les 2 géants du jeu vidéo, qui tirent leur prouesse des récents progrès de l'IA générative. Mais au-delà des démonstrations de salon, reste à savoir si ces IA seront capables de remplacer ce qui fait le succès des jeux actuels: des scénaristes, des dialoguistes, et des acteurs qui prêtent leur voix aux PNJ... tous bien humains. 

## Petit à petit, l'IA grignote les arts

Après les histoires de *chatGPT*, les images de *Midjourney* et *DALL-E*, l'IA s'invite dans la création de vidéos et de chansons. La première s'appelle *Sora*, et a été développée par *OpenAI*, la société à l'origine de *chatGPT*. Il s'agit d'une application dite de *Text-to-video*: sans caméra, l'IA serait capable de créer un petit film, jusqu'à 1 minute, uniquement grâce à une consigne textuelle. La prudence reste cependant de mise car, même si d'après l'extrait présenté à la

presse, les résultats sont impressionnants de réalisme, l'application n'est pas disponible au grand public. Ensuite, les concepteurs eux-mêmes disent avoir encore de nombreux problèmes, comme le suivi des objets de décor qui peuvent disparaître d'une scène à l'autre. La deuxième IA, originaire de Boston, se nomme quant à elle *Suno*. Elle commence à faire parler d'elle pour sa capacité de plus en plus convaincante à créer des chansons crédibles, en rimes, et dans le style de votre choix. Tout comme *Sora* et *chatGPT*, une seule commande de texte suffit. Si certains genres musicaux comme le Jazz sont encore difficilement maîtrisables par la machine, cette dernière s'avère tout à fait compétente pour créer un rap au flow cohérent ou un reggae entraînant, aux accords impeccables. Un outil bluffant, voire même un peu déprimant... 





# Qui est-ce ? Rosalyn YALOW

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

d'accorder une bourse en physique à une femme. Heureusement, une possibilité s'ouvre à moi. J'accepte un poste de secrétaire à temps partiel auprès d'un éminent biochimiste. Quelques mois plus tard, une autre opportunité me permet d'aller plus loin. La Seconde Guerre mondiale a démarré et l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign offre aux femmes des bourses d'études sous forme d'un poste d'assistante à la faculté des ingénieurs. Je me retrouve unique femme au milieu de 400 membres du corps enseignant, et la seule depuis 1917 ! Dès 1941, je mène de front 3 activités, l'enseignement, la poursuite de mes études supérieures et la préparation de ma thèse de doctorat en physique nucléaire que je décroche en 1945. Entre-temps, je me marie avec Aaron Yalow, un étudiant de deuxième cycle, un de mes collègues. En 1946, je retourne au Hunter College en tant qu'enseignante en physique. Ne trouvant pas de poste de recherche, j'entre dans un laboratoire médical où je découvre la radiothérapie. Dès 1947, je deviens consultante en physique nucléaire, tout en étant chercheuse à mi-temps au *Bronx Veterans Administration Hospital*, l'hôpital de l'Administration des anciens combattants du Bronx, l'un des quartiers les plus pauvres de New York. En 1950, je quitte tout pour me consacrer entièrement à mes recherches et à mon nouveau service de radio-isotopie dans cet hôpital. Engagée à temps plein, j'y rencontre le Docteur Solomon Berson, médecin et physicien. Je commence à utiliser les radio-isotopes pour explorer et diagnostiquer différentes maladies. Le Dr Berson et moi travaillerons ensemble pendant



## CARTE D'IDENTITÉ

**NAISSANCE:** 19 juillet 1921, Manhattan, New York (USA)

**DÉCÈS:** 30 mai 2011, Bronx, New York (USA)

**NATIONALITÉ:** Américaine

**SITUATION FAMILIALE:** Mariée

**DIPLÔME:** Physique au Hunter College de l'Université de New York, doctorat à l'Université de l'Illinois

**CHAMPS DE RECHERCHE:** Physique nucléaire, biophysique

**DISTINCTIONS:** Prix Albert-Lasker pour la recherche médicale fondamentale (1976), prix Nobel de physiologie ou médecine (1977)

## Je suis...

**N**ée à Manhattan dans un milieu modeste, de parents juifs immigrés d'Allemagne et d'Europe de l'Est. Dès mon enfance, je me montre têtue et déterminée. J'effectue mes études secondaires à la Walton High School, dans le Bronx. Très tôt, les mathématiques m'intéressent. Puis, ce sera la chimie, grâce à un de mes professeurs. Mes parents me rêvent instit. Mais moi, j'ai d'autres ambitions. Je veux faire des études. À 19 ans, je lis la biographie de Marie Curie, «*Madame Curie*», écrite par sa fille Eve. Selon moi, un livre que toute femme qui se destine aux sciences devrait avoir sur sa table de chevet. J'étudie la physique au Hunter College de l'Université de New York. Ce domaine me passionne. Hélas, mes parents ne sont pas riches et, en 1939, aucune université américaine n'accepterait

plus de 20 ans pour mettre au point la méthode de dosage radio-immunologique qui aboutira à la radio-immunologie. En 1970, je suis nommée chef du laboratoire, rebaptisé plus tard *Service de médecine nucléaire de l'hôpital de l'Administration des anciens combattants*. En 1976, je deviens la première professeure émérite au Collège de médecine Albert-Einstein à l'Université Yeshiva. Je le quitterai en 1985 pour accepter le titre de professeure émérite à l'École de médecine du Mont-Sinaï.

## À cette époque...

En 1945, l'année où je décroche mon doctorat en physique nucléaire, les forces américaines franchissent le Rhin au pont

de Remagen en Allemagne, le président Franklin Roosevelt s'éteint à l'âge de 63 ans et son vice-président, Harry Truman, devient président des États-Unis. Hitler se suicide dans son bunker berlinois et les Alliés libèrent les rescapés des camps. En 1950, je commence à travailler à temps plein et la guerre de Corée éclate à l'autre bout du globe. Les troupes nord-coréennes franchissent la ligne choisie à l'issue de la Seconde Guerre mondiale, ligne de démarcation des influences soviétiques au nord et américaines au sud. En 1977, je reçois le prix Nobel tandis qu'Elvis Presley succombe à une crise cardiaque à 42 ans.

## J'ai découvert...

La méthode de dosage radio-immunologique. Cette technique très sensible permet de mesurer des quantités infimes de substances biologiques actives présentes en quantité inférieure à un millionième de gramme dans le sang et l'urine. Ce sont nos études, du Dr Berson et de moi-même, sur les mécanismes du diabète de type 2 qui nous ont conduits à développer cette méthode. Dans les années 1950, on avait observé que les personnes traitées par des injections d'insuline animale développaient une résistance à cette hormone et avaient besoin de doses croissantes pour éviter les effets de la maladie. Mais on ne disposait pas encore d'explications satisfaisantes à ce phénomène. Nous avons émis l'hypothèse que l'insuline étrangère stimule la production d'anticorps. Ceux-ci se lient à l'insuline, l'empêchant ainsi d'entrer dans les cellules et de participer au métabolisme du glucose. Pour démontrer la validité de notre hypothèse à une communauté scientifique sceptique, nous avons combiné des techniques d'immunologie et de marquage radio-isotopiques, afin de pouvoir mesurer des quantités infimes d'anticorps. C'est ainsi que le dosage radio-immunologique est né. La radio-immunologie associe 2 techniques. La première, biologique, utilise des réactions d'anticorps très spécifiques, lesquels permettent l'identification d'une substance organique donnée. La seconde, physique, consiste à marquer ces substances en introduisant dans leurs molécules des atomes radioactifs. Nous ne souhaitons pas déposer de brevet sur nos travaux, nous les communiquons aux chercheurs en visite. Après la mort de Solomon Berson en 1972, j'ai continué de publier. J'ai reçu le prix Nobel de physiologie ou médecine en 1977 pour la technique de dosage radio-immunologique qui a permis par les développements et les identifications d'hormones ultérieures, conjointement à Andrew Schally et Roger Guillemin, 2 scientifiques américains dont les travaux ont permis d'identifier les hormones hypothalamiques. A

## SAVIEZ-VOUS QUE...

En 1939, à 18 ans, Rosalyn Yalow suit avec passion la conférence sur la fission des atomes donnée par le physicien nucléaire Enrico Fermi, émigré aux États-Unis. Cette fission, que l'on associe à la guerre atomique, permettra plus tard de mettre en lumière les applications médicales des radio-isotopes qui joueront un rôle majeur dans la radio-immunologie qu'elle découvrira.

En devenant assistante à l'université, à la veille de l'entrée des États-Unis dans la Deuxième Guerre mondiale, elle déclarera modestement plus tard que sa chance, elle l'a due au départ des garçons pour l'armée.

Reconnue par un nombre impressionnant de distinctions et d'honneurs, 37 fois docteur *honoris causa*, Rosalyn Yalow ne s'est pas contentée de rendre hommage à son co-inventeur, le Dr Solomon Berson, dans son discours du Nobel. Après la mort de son collègue, elle a insisté pour que leur laboratoire soit baptisé «*Laboratoire de recherches Solomon A. Berson*». «*Ainsi, son nom figurera sur tous les documents qui sortent de notre laboratoire et ses contributions à notre service de radio-isotopes seront toujours rappelées*», avait-elle commenté.

Il est devenu rapidement évident que la méthode du dosage radio-immunologique pouvait être utilisée pour doser des centaines d'autres substances biologiquement actives telles que des virus, des médicaments et diverses protéines. Le dosage radio-immunologique a permis des applications ayant un intérêt pratique, comme le dépistage systématique du virus de l'hépatite B dans les centres de transfusion et la détermination des doses efficaces d'antibiotiques et d'autres médicaments. L'influence de la radio-immunologie sur l'étude des maladies infectieuses s'est avérée aussi révolutionnaire que son impact en endocrinologie. Là où, hier encore, certains virus et bactéries restaient indétectables au premier stade de leur évolution, l'extrême sensibilité de la radio-immunologie permet une détection particulièrement précoce, ce qui diminue considérablement les risques de contamination par voie sanguine.

En 1988, Rosalyn Yalow a reçu la Médaille nationale des sciences décernée par les États-Unis.



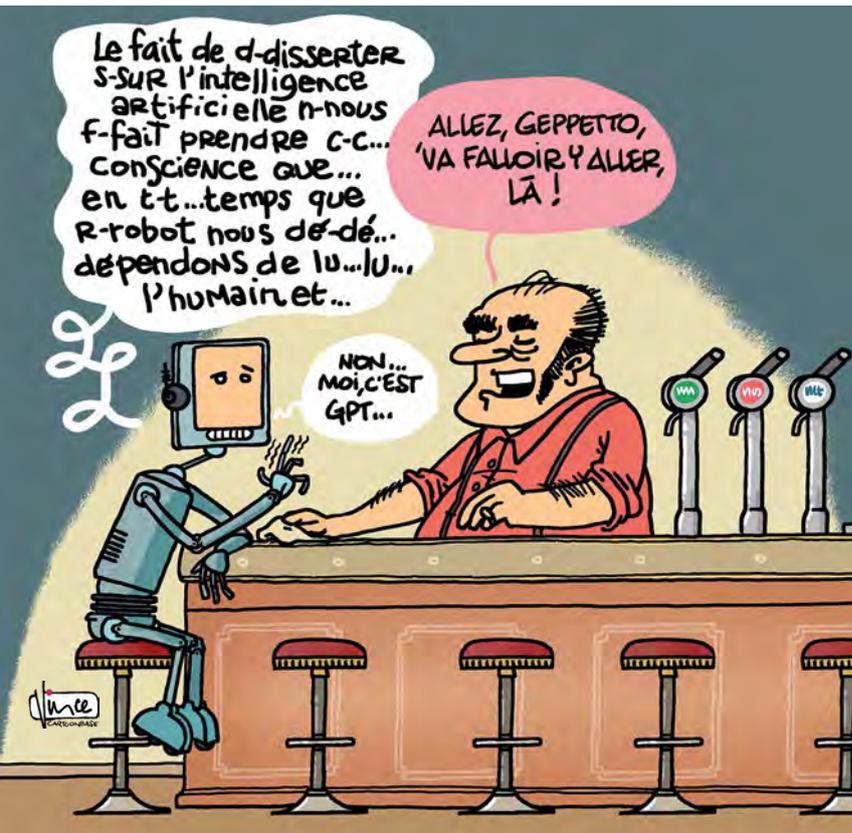
# ChatGPT, raconte-nous ton histoire

TEXTE : JULIE FIARD • JFI@EASI-IE.COM

ILLUSTRATIONS : VINCE • VINCENT\_DUBOIS@ME.COM

L'intelligence artificielle (IA) est un domaine de l'informatique qui se concentre sur la création de machines capables de simuler l'intelligence humaine et parfois au-delà. Les systèmes d'IA peuvent apprendre, raisonner, percevoir et interagir avec leur environnement. Devenue une partie intégrante de notre vie quotidienne sans même que nous nous en apercevions, l'IA accompagne l'innovation dans bien des secteurs tels que la santé, la finance, l'éducation, le commerce, les technologies domestiques... Son principal objectif: relever les défis qu'on lui donne grâce à sa capacité à traiter d'immenses quantités de données, à automatiser des tâches complexes et à offrir des solutions innovantes.

Cela peut sembler difficile à croire mais l'intelligence artificielle a souvent été pour les chercheurs informaticiens et autres scientifiques spécialistes du sujet, une source de déception et ce, pendant de nombreuses années. Les espoirs placés en elle ne répondant pas ou peu aux attentes espérées. Au risque de démonter une croyance populaire, l'intelligence artificielle ne prend pas sa source en date de l'avènement de *ChatGPT* en 2022, mais bien plus tôt. Ce n'est qu'à partir des années 2010 que l'on note de véritables avancées. Dans cet article, nous allons survoler l'histoire de l'IA jusqu'à l'arrivée de *ChatGPT* dans notre quotidien, qui représente donc l'aboutissement de plusieurs décennies de recherches.



L'histoire de l'intelligence artificielle commence dans les années 50. En 1937, dans un article historique intitulé *Des nombres calculables*, le mathématicien Alan M. Turing a détaillé les principes fondamentaux de ce que pourrait être un ordinateur. Il y décrivait une machine programmable capable de calculer à la vitesse de l'électronique et de traiter d'énormes quantités d'informations codées en binaire (0 et 1). Turing était convaincu qu'une telle machine pourrait, tôt ou tard, résoudre n'importe quel problème décrit par un algorithme, c'est-à-dire une série d'étapes menant à un résultat.

Les premières recherches se concentrent principalement sur la résolution de problèmes mathématiques et la création de programmes capables de jouer aux échecs. C'est en 1956, lors de la conférence de Dartmouth, que le terme «intelligence artificielle» est officiellement introduit. Mais un réel tournant a lieu dans les années 80 avec le développement des réseaux neuronaux, permettant aux machines d'apprendre à partir de données.

Fait marquant du développement croissant de l'IA: en mai 1997, le superordinateur d'IBM *Deep Blue*, remporte une partie d'échecs contre Garry Kasparov, le champion du monde de l'époque. Équipé de 256 microprocesseurs fonctionnant en parallèle et capables d'analyser 200 millions de positions par seconde, il parvient, en emmagasinant les stratégies gagnantes des meilleurs joueurs d'échecs du siècle et grâce à

une démarche d'élimination, à anticiper jusqu'à 13 coups à l'avance. Après avoir ridiculisé tous les ordinateurs de jeu d'échecs développés par IBM pendant plus de 10 ans, Kasparov a finalement dû s'avouer vaincu.

## Deep & Machine Learning

Les années 2000 ont vu une explosion des données numériques et une augmentation de la puissance de calcul, favorisant l'émergence de techniques avancées comme le *deep learning* et le *machine learning*.

Le *deep learning* est une branche de l'intelligence artificielle qui utilise des réseaux de neurones artificiels à plusieurs couches pour analyser des données complexes. Il permet de réaliser des tâches avancées comme la reconnaissance d'images et la compréhension du langage naturel. Il a besoin de grandes quantités de données et de ressources de calcul puissantes et s'inspire du fonctionnement du cerveau humain. Les applications du *deep learning* incluent la vision par ordinateur, soit l'analyse d'images et de vidéos pour accomplir des tâches telles que la reconnaissance d'objets, la détection de visages, la segmentation d'images et l'analyse de mouvements. Ces technologies sont largement utilisées dans divers secteurs comme la conduite autonome, la surveillance, la médecine, l'agriculture de précision et la réalité augmentée. Le but ultime de la vision par ordinateur est de permettre aux machines de percevoir et de comprendre le monde visuel avec une précision et une efficacité comparables à celles des humains, la reconnaissance vocale, l'automatisation industrielle ou encore les systèmes de recommandation (1).

Le *machine learning* est une branche de l'IA qui permet aux ordinateurs d'apprendre à partir de données sans être explicitement programmés. Il utilise des algorithmes pour découvrir des modèles et prendre des décisions ou faire des prédictions basées sur ces modèles. Il est largement utilisé dans des domaines variés tels que la reconnaissance vocale, la vision par ordinateur, les systèmes de recommandation et la médecine, pour améliorer les performances et automatiser des tâches complexes.

## L'IA rentre dans notre quotidien

Dans les années 2000, l'intelligence artificielle a commencé à s'intégrer discrètement dans notre quotidien à travers plusieurs applications courantes:

(1) Outils qui suggèrent des produits, services ou contenus aux utilisateurs en se basant sur leurs préférences et comportements passés. Ils utilisent des approches collaboratives, basées sur le contenu. Ils sont couramment utilisés dans le commerce électronique, les plateformes de streaming et les réseaux sociaux.

- Les **moteurs de recherche** comme *Google* ont amélioré leurs algorithmes pour fournir des résultats plus pertinents en fonction de nos requêtes et de notre historique de navigation.
- Les **filtres anti-spam** ont utilisé des techniques d'apprentissage automatique pour détecter et bloquer les courriels indésirables avant qu'ils n'atteignent nos boîtes de réception.
- Sur des plateformes de commerce en ligne telles qu'*Amazon*, des **systèmes de recommandation** basés sur l'intelligence artificielle analysent nos achats passés et nos interactions pour nous suggérer des produits susceptibles de nous intéresser.
- Les premiers **systèmes de reconnaissance vocale** étaient déjà utilisés dans des applications comme la dictée vocale, les systèmes de réponse vocale interactive et les services de téléphonie.
- Des outils en ligne proposaient déjà des **systèmes de traduction automatique** assistée par ordinateur.
- Les modèles de **prévision météorologique** intégraient des techniques d'IA pour améliorer la précision des prévisions en analysant de vastes quantités de données météorologiques.

Moins de 20 ans plus tard, dès 2018, la naissance de *ChatGPT* est annoncée. Quatre chercheurs publient un article important intitulé *Improving language understanding with unsupervised learning* (Améliorer la compréhension du langage avec un apprentissage non supervisé). Ils y décrivent leur système en 2 étapes: d'abord, ils entraînent un modèle de *deep learning*, appelé «*transformer*», sur un vaste ensemble de données de manière non supervisée. Ensuite, ils affinent ce modèle sur des ensembles plus réduits et supervisés pour résoudre des tâches spécifiques. Cet article présente *GPT (Generative Pre-trained Transformer)*, un modèle génératif pré-entraîné capable de générer et de répondre à des questions, basé sur de vastes volumes de textes humains.

En mai 2020, *OpenAI* dévoile *GPT-3*, un modèle doté de 175 milliards de paramètres, soit le plus grand réseau de neurones développé à ce jour. Il existe aussi d'autres modèles, tels que *Megatron-11b* et *LaMDA* de *Google*, mais *GPT-3* reste considéré comme le plus avancé par les chercheurs.

À partir de là, le ton est donné et en 2021, une application révolutionnaire: *DALL.E*, utilise l'IA pour générer des images à partir de descriptions textuelles. Cette innovation permet de créer des visuels imaginatifs et surréalistes repoussant les limites de l'imagination visuelle.

## ChatGPT: qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

*ChatGPT* (<https://chatgpt.com>) est un modèle de traitement du langage naturel capable de comprendre et de générer du texte de langage basé sur l'intelligence artificielle, développé par *OpenAI* (<https://openai.com>). Il s'agit d'une organisation de recherche en intelligence artificielle fondée en décembre 2015 par Elon Musk et Sam Altman. Son objectif principal est de développer des technologies d'IA avancées de manière sûre et bénéfique pour toute l'humanité.

Les connaissances de *ChatGPT* proviennent d'une base de données de textes présents sur le Web jusqu'en 2021. Une limite certaine qui empêche parfois le robot de répondre correctement à certaines questions. Une partie de la base de données de *Wikipedia* est ainsi indexée dans la mémoire de ce titan numérique. Ce qui n'empêche pas *ChatGPT* de comprendre et de générer du texte de manière cohérente, s'adaptant totalement au contexte avec logique et pertinence.

*ChatGPT* est un outil polyvalent utilisé pour diverses applications:

1. Assistance à la rédaction: il aide à écrire des textes, des essais, des emails en fournissant des suggestions, des reformulations et même en générant des textes complets à partir d'instructions.



2. Service client automatisé: utilisé par de nombreuses entreprises pour fournir un support client automatisé, capable de répondre aux questions courantes, de résoudre des problèmes simples et de guider les utilisateurs vers les ressources appropriées.
3. Éducation et tutorat: il explique des concepts complexes, répond aux questions académiques et fournit des ressources pédagogiques, bénéficiant aux étudiants et aux enseignants.
4. Créativité et loisirs: les utilisateurs peuvent lui demander de générer des histoires, des poèmes, des idées créatives ou de jouer à des jeux de mots et à des quiz, offrant ainsi une source d'inspiration et de divertissement.
5. Recherche et exploration de sujets: il facilite l'exploration de sujets en fournissant des résumés, des explications et des informations contextuelles sur une large gamme de thèmes, favorisant ainsi la recherche et l'apprentissage.

Avant que *ChatGPT* apparaisse, nous utilisions déjà beaucoup d'outils d'IA. *Siri*, l'assistant vocal intégré dans les appareils *Apple*, utilise l'IA pour comprendre et répondre aux commandes vocales, permettant aux utilisateurs d'effectuer des tâches telles que l'envoi de messages, la gestion de calendriers, et le contrôle des appareils domotiques. *Alexa*, l'assistant vocal d'*Amazon*, est lui principalement utilisé avec les appareils *Echo*. Il permet aux utilisateurs de contrôler leurs appareils domestiques, de jouer de la musique, de fournir des informations sur la météo et les actualités, entre autres applications. Sans compter les algorithmes de recommandation des plateformes comme *Netflix*, *Amazon*, et *Spotify* pour suggérer des contenus basés sur les préférences des utilisateurs.

## ChatGPT: défis, controverses et limites

L'utilisation de *ChatGPT* présente des avantages indéniables mais soulève également plusieurs préoccupations majeures. Bien que l'IA soit actuellement plus bénéfique que dangereuse pour l'homme, ses limitations en termes de connaissances sont une source de préoccupation. En effet, les données sur lesquelles *ChatGPT* s'est entraîné sont figées depuis 2021, ce qui rend ses réponses postérieures à cette date potentiellement erronées.

Une autre inquiétude concerne la capacité de *ChatGPT* à générer du code, y compris potentiellement des *malwares*, en un temps record. Bien que cette capacité puisse accélérer la création de programmes complexes et aider à sécuriser les systèmes informatiques, elle ouvre également la porte à des utilisations malveillantes par des hackers.

Sur le plan éthique, l'adoption croissante de l'IA soulève des questions cruciales telles que la confidentialité des données, les biais algorithmiques et la responsabilité des décisions prises par les machines. Il est impératif de développer des cadres réglementaires robustes et des pratiques éthiques pour garantir une utilisation responsable de cette technologie.

Enfin, ces avancées technologiques invitent à un débat sociétal approfondi sur leurs implications pour l'humanité. Bien que ces outils offrent de vastes possibilités, il est essentiel de discuter des impacts sociaux, économiques et philosophiques profonds qu'ils pourraient avoir, notamment en termes de liberté de pensée et de prise de décision. Garder un esprit critique et promouvoir une utilisation responsable de ces technologies sont des défis essentiels pour l'avenir.

Avez-vous déjà exploré les capacités de *ChatGPT* ou d'autres outils d'IA ? Partagez vos expériences avec nous à [contact@easi-ie.com](mailto:contact@easi-ie.com) **a**





Le Chimiste, gravure de David Teniers, *Galleries de photos d'Europe*, édition de M.S. Loup, vol. 1, 1862, Saint-Petersbourg

# Un regard moderne sur l'alchimie

L'épopée alchimique a existé durant des milliers d'années. On peut considérer que parmi ces «charlatans» figuraient aussi de grands érudits qui jetèrent les bases technologiques d'une préchimie. Leur objectif était essentiellement de transmuter les vils métaux en or grâce à la pierre philosophale et ce, afin de créer un élixir d'immortalité

TEXTE : PAUL DEPOVERE - DEPOVERE@VOO.BE  
PHOTOS : © WOWINSIDE - STOCK.ADOBE.COM (P.45)

Qu'il s'agisse de feux grégeois ou de poudre à canon, on en impute la découverte aux Chinois. En ce concerne le feu grégeois (l'ancêtre du lance-flamme, mis au point dès le 7<sup>e</sup> siècle et employé notamment par les Byzantins), il s'agit d'un mélange incendiaire fonctionnant même au contact de l'eau. Cet équivalent médiéval du Napalm comprend du soufre, du bitume, du salpêtre (sal petrosum,  $\text{KNO}_3$ , nitrate de potassium libérant de l'oxygène), ainsi que de la chaux vive ( $\text{CaO}$ , présentant une chaleur élevée d'hydratation). Quant à la poudre à canon (poudre noire), il fallut attendre jusqu'au 13<sup>e</sup> siècle avant d'obtenir une mixture pouvant être manipulée sans trop de danger. En voici une formule, classique, à mélanger très prudemment: 75% de  $\text{KNO}_3$ , 12,5% de charbon de bois et 12,5% de soufre. Une fois mise à feu, une telle poudre crée brusquement sous forme gazeuse plus de 2 500 fois son volume d'origine tout en atteignant des températures approchant 3 000 °C.

En ce qui concerne l'alchimie proprement dite (1), de nombreuses expériences qui se retrouvent dans la littérature des initiés sont souvent mal comprises. Ceci est dû à la nature obscure des ingrédients décrits. L'objectif de cet article est d'y voir plus clair.

Les minerais de nombreux métaux contiennent des oxydes ( $\text{CuO}$ ,  $\text{PbO}$ , etc.). L'agent réducteur le plus important, aujourd'hui comme jadis, est le carbone dont le premier produit de combustion est le monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ), lequel manifeste encore un pouvoir réducteur puisqu'il est capable de s'oxyder jusqu'au stade de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).

Certains métaux se présentent essentiellement sous la forme de sulfures, lesquels doivent alors être préalablement «grillés» avant de faire subir une réduction à l'oxyde obtenu. Il est à noter que le sulfure de mercure (cinabre,  $\text{HgS}$ ) ne nécessite pas ce grillage. Une réduction thermique par l'oxygène de l'air suffit.

## Des alliages plutôt que les métaux

Le concept d'un métal, au sens strict, c'est-à-dire d'un élément bien défini dont les propriétés chimiques sont invariables, n'était pratiquement jamais atteint par les alchimistes, lesquels étaient plus habitués à mettre en œuvre des alliages de ceux-ci. Dans cette optique, ils attachaient une grande importance aux couleurs, en assimilant

celle des alliages dorés ou argentés à de l'or ou à de l'argent. Ainsi, l'or obtenu dès le 3<sup>e</sup> millénaire avant J.-C. dans l'Égypte antique n'était en réalité qu'un alliage fort pâle et très riche en argent qu'on appelait électrum. Il servait notamment à recouvrir la pointe des pyramides. Et en réalité, les Égyptiens considéraient que cet électrum était un métal différent des 2 métaux constitutifs. Dans le *Papyrus X de Leyden*, écrit vers le 3<sup>e</sup> siècle après J.-C., on retrouve quelques dizaines de recettes d'alliages écrites en suivant des consignes dénuées de tout hermétisme. Certaines impliquent même l'intervention d'un amalgame d'or, voire de minces feuilles d'or.

## Pigments et eaux

L'emploi de substances minérales en tant que sources de couleurs destinées à des revêtements huileux (ou aqueux) est démontrable jusque dans les grottes préhistoriques. En voici quelques exemples, avec leur nom ancien :

- *Blanc de Saturne* (Céruse de plomb ou carbonate de plomb basique,  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ )
- *Jaune de Naples* (Antimoniate de plomb,  $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ )
- *Minium de plomb* (Oxyde mixte de plomb(II) et (IV),  $2\text{PbO} \cdot \text{PbO}_2$ , c'est-à-dire  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ , rouge)
- *Cinabre* (Sulfure de mercure(II),  $\text{HgS}$ , rouge vermillon)
- *Litharge* (Variété  $\alpha$  d'oxyde de plomb(II), rouge)
- *Massicot* (Variété  $\beta$  d'oxyde de plomb(II), jaune)
- *Or mussif* (Sulfure d'étain(IV),  $\text{SnS}_2$ , imitant l'or)
- *Orpiment* (Sulfure d'arsenic(III),  $\text{As}_2\text{S}_3$ , imitant l'or).

Quant aux diverses eaux-de-vie obtenues à la suite de la distillation d'un liquide approprié (comme du vin), elles étaient censées offrir un élixir de longue vie. Les alchimistes vont exploiter intensément cette technique, comprenant un processus de fractionnement scientifiquement contrôlé, le tout ayant débuté dans l'histoire en même temps que la découverte de l'alcool. Vers l'an 1300, un certain A. Villanova, médecin et chimiste, désignait cette eau-de-vie par les appellations *aqua ardens*, *aqua vini* ou encore *aqua vitae*, étant donné que cette boisson pouvait, pensait-on, servir de solvant pour la pierre philosophale nécessaire à la préparation de l'élixir de vie.

Par ailleurs, les Grecs et les Romains ne connaissaient pas les acides minéraux qui ne furent découverts qu'entre les 12<sup>e</sup> et 15<sup>e</sup> siècles. Ainsi, Basile Valentin, un moine bénédictin, découvrit avec quelques collègues l'*huile de vitriol* ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Il s'agit d'un liquide (acide sulfurique) fumant, très corrosif en raison des vapeurs de trioxyde de soufre ( $\text{SO}_3$ ) qu'il dégage. Vient ensuite l'*aqua*

*fortis* ( $\text{HNO}_3$ , l'acide nitrique, de même qu'un dernier acide ( $\text{HCl}$ , l'*esprit de sel*), en l'occurrence l'acide chlorhydrique. Enfin, lorsque ces 2 acides ( $\text{HNO}_3$  et  $\text{HCl}$  concentrés sont mélangés en proportions bien déterminées (en fonction de l'usage recherché), on obtient une solution (*aqua regia*, eau régale) qui est capable de dissoudre l'or et l'argent, selon l'équation présentée ci-après dans le cas de l'or (Au):



## Et les bases dans tout cela ?

Les alchimistes connaissaient le calcaire, sans comprendre au début pourquoi cette pierre perdait par calcination dans un four un tiers de sa masse. En fait, Joseph Black démontra en 1775 qu'il ne s'agissait pas d'eau mais bien de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ , l'*air fixé*), ne laissant plus que de la chaux vive ( $\text{CaO}$ ) à la place du calcaire.



Cette chaux vive peut être «éteinte» avec de l'eau, ce qui fournit de l'hydroxyde de calcium ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

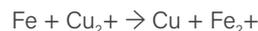
De même, la *potasse caustique* ( $\text{KOH}$ , hydroxyde de potassium) peut être obtenue à partir de  $\text{CaO}$  et  $\text{K}_2\text{CO}_3$  selon les directives du même Basile Valentin:



Enfin, l'*ammoniac caustique* ( $\text{NH}_3$ ) fut préparé à partir de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (sal ammoniac) dès le 13<sup>e</sup> siècle par divers alchimistes (dont Raymond Lulle).

## La transmutation, on y est oui ou non ?

En apparence, c'est bien joué. Il suffit de tremper une lamelle de fer dans une solution d'un sel cuivrique, par exemple du sulfate (*vitriol bleu* ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )). On remarque immédiatement que la lamelle de fer se recouvre progressivement d'une couche de cuivre métallique (ressemblant à de l'or), tout en se dissolvant. L'équation chimique est donc:



En réalité, il n'y a pas eu de véritable transmutation: le cuivre en solution est cuivrique, c'est-à-dire à l'étage d'oxydation +II. Il se réduit en cuivre métallique, à l'étage zéro. Quant au fer métallique à l'étage zéro, il s'oxyde en ion ferrique, à l'étage +II. On sait maintenant qu'il s'agit d'un processus redox tout à fait logique: le fer, en s'oxydant, permet au cuivre de se réduire (grâce aux 2 électrons libérés que captent les ions cuivriques). Ou encore, le cuivre, en se réduisant, permet au fer de s'oxyder. Mais ceci est une autre histoire où interviendra Jean-Baptiste van Helmont, (al)chimiste belge (1579-1644). Ce dernier eut le grand mérite d'entamer le tournant de l'alchimie vers une chimie résolument moderne. <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Les expériences de chimie font intervenir des substances qui peuvent présenter certains dangers. Les risques sont réels. Eu égard à ceux-ci et à la toxicité de la plupart des produits chimiques, le lecteur est invité à respecter scrupuleusement les consignes de sécurité là où il le sied. Nul n'est censé les ignorer !



# BIO NEWS

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

PHOTOS : © RAVINDRA JOISA - STOCK.ADOBE.COM (P47), © YODIYIM - STOCK.ADOBE.COM (P48),

© HHELENE - STOCK.ADOBE.COM (P48), HUMAN RIGHTS WATCH (P48),

© PCESS609 - STOCK.ADOBE.COM (P49), © OLEG ZNAMENSKIY - STOCK.ADOBE.COM (P49)

## Clôtures problématiques

On ne peut en aucun cas imaginer, dans notre pays et assez largement en Europe, le maintien de troupeaux sans enceindre leur zone de pâturage d'une clôture. L'objet n'est pas tant de s'assurer que le bétail est bien à l'abri que de l'empêcher d'aller empiéter sur le territoire des autres. Sauf qu'il existe de nombreux endroits dans le monde où les espaces sont tels que les troupeaux, généralement de grande taille, peuvent brouter l'herbe au gré d'une avancée simplement coordonnée par des gardiens, humains et canins. Les plateaux asiatiques, comme ceux du Tibet, en font partie, même si l'usage des clôtures a tout de même commencé à se répandre depuis une trentaine d'années. Le problème est que la taille des troupeaux et les températures qui y règnent ne sont pas favorables à une conservation en suffisance du végétal nutritif, ni à son renouvellement rapide. Résultat: un appauvrissement de la steppe.

Une prise en charge est donc envisagée pour éviter d'atteindre un point de non-retour dans ce surpâturage. Des scientifiques ont par conséquent établi une

cartographie des clôtures, en prévision de leur durée de mise en place. Ils ont ensuite établi l'état de conservation et de reconstitution de la végétation au gré de la limitation des zones pâturées. Ils ont également mesuré les effets de ces barrières artificielles sur la faune sauvage de cet environnement: les gazelles tibétaines, les yaks et les ânes, pour l'essentiel. Enfin, ils ont interrogé les habitants pour évaluer l'impact des clôtures sur les habitudes de vie surtout nomades. Ce qui en ressort, c'est que l'effet bénéfique - tous critères confondus - est inversement proportionnel à la durée d'implantation de la clôture. Plus souvent on les déplace, plus l'effet sur la vigueur de la végétation est significatif et moins les effets secondaires indésirables sont marqués. Cela tombe après coup un peu sous le sens; encore fallait-il le valider scientifiquement, chiffres à l'appui. C'est désormais fait.

Cette technique du pâturage temporaire n'est pas rare. Dans le Beaufortin par exemple (région de Beaufort connue pour son fromage à pâte dure), les vaches de races Abondance et Tarine (ou tarentaise) ne peuvent séjourner que pendant une durée réduite dans les prairies qui leur sont réservées, l'intention étant de leur faire profiter d'une herbe toujours fraîche; une imposition reprise d'ailleurs dans le cahier des charges de l'appellation Beaufort. On n'en est pas là au Tibet, mais l'intention est sans conteste apparentée. 

► **Sci. Bull. 10.1016/j.scib.2020.04.035 et Science 368: 963**



## Lequel de nos organes est capable de se renouveler durant toute notre vie ?

**L**e foie ! S'il est plutôt à renouvellement lent, il peut tout de même se renouveler tout au long de notre vie. Rappelons que de manière générale, tous nos tissus vieillissent en même temps que nous, sauf les organes. L'épithélium (couche cellulaire interne) du tube digestif par exemple se renouvelle tous les 5 jours, les cardiomyocytes (cellules cardiaques) au rythme de 1% par an seulement.

À quoi tient l'étrange singularité du foie ? Sa partie active repose sur des lobules, ensembles structurés de forme globalement hexagonale avec une veine centrale, des veines portes aux 6 angles et entre les 2, 3 types de cellules actives, les hépatocytes. Globalement, chez l'adulte, le temps de renouvellement de celles-ci est de 3 ans. Sauf qu'avec l'âge, une partie croissante d'entre elles gagne en ploïdie. Plutôt que de posséder, comme la plupart des cellules humaines, l'équivalent de 46 chromosomes, elles en acquièrent le double, sinon plus. Ce signe de «vieillesse» est-il un handicap pour la fonction hépatique ? Bien que les résultats des études soient parfois contradictoires, il semble bien que non: qu'il y ait l'équivalent d'1, de 2 ou 3 noyaux (= la polyploïdie) ne change rien à la faculté proliférative. Et c'est tant mieux parce que chez l'homme adulte, les cellules polyploïdes constitueraient 60 à 70% de l'ensemble; soit une majorité.

Si le foie vieillit tout de même, c'est donc par ses autres constituants. Le réseau circulatoire en fait partie, permettant la sortie des produits de dégradation opérée par l'organe. Eh bien, là non plus, apparemment pas de vieillissement accéléré avec l'âge ! Les cellules endothéliales (ou internes) des vaisseaux du foie, comme partout ailleurs, sont en permanence jeunes. L'adage «on a l'âge de ses artères» est donc à revoir; pour le foie en tout cas. Une étude reposant sur l'usage d'isotopes, a montré que l'ensemble de l'organe, quel que soit le compartiment concerné, n'a pas plus de 3 ans en moyenne. Cela n'empêche tout de même pas un infléchissement de la courbe de renouvellement cellulaire avec l'âge; si le remplacement annuel des cellules hépatiques est de 19% chez un homme sain de 25 ans, il est encore de 17% de 50 à 75 ans.

Cela ne signifie en aucun cas que l'exagération soit de mise. S'il est capable de se renouveler à un rythme moyen de 3 ans, le mener à une surcapacité finit par l'user complètement. Une seule solution: la modération ! **A**

► *Médecine/sciences* 2022,11: 864-866

## Un tueur sournois

**T**ous les amateurs de romans noirs et d'histoire connaissent l'arsenic, et plus exactement ses effets. Sous plusieurs formes chimiques (le trioxyde -  $As_2O_3$  - étant la plus populaire chez les empoisonneurs), il était réputé pour être un puissant accélérateur de mort prématurée à tel point que la presse populaire l'a un temps appelé «la poudre de succession»; certains héritiers potentiels trouvant le temps un peu long. Quelques procès d'assise en ont également fait le centre des débats, de même que certaines pratiques douteuses mises en œuvre chez les Romains (on se souvient d'Agrippine, mère de Néron) et chez les Borgia, plus près de nous, à la Renaissance.

Avec ce produit minéral naturel gris et sans saveur, tout est affaire de dosage. Depuis l'Antiquité, l'arsenic est utilisé dans la pharmacopée où on a donc pu se le procurer sans grande difficulté pour les usages requis et parfois d'autres moins avouables. Et s'il en est encore question aujourd'hui, c'est que dans certaines régions du monde, il contamine l'eau des puits. C'est sans objet réel en Europe, mais c'est un problème majeur dans plusieurs pays asiatiques comme le Bangladesh. Il faut savoir que plus on puise, plus on accélère la dissolution de la roche qui libère ses différents constituants solubles, dont l'arsenic.

La problématique est bien connue mais le besoin vital étant ce qu'il est, cette eau reste la seule solution pour toutes les populations pauvres qui n'ont accès à aucune autre source. On considère généralement qu'une concentration de 10 microgrammes par litre est un maximum autorisé pour éviter le surdosage et les effets néfastes. En Europe, la norme a été diminuée de moitié par sécurité, voire au dixième (Pays-Bas). Or, dans plusieurs pays asiatiques, la concentration permanente peut être supérieure à 50 microgrammes par litre, voire plus. Or, si à très faible dose l'arsenic peut s'avérer tonique, il a tous les défauts d'un toxique à long terme à des concentrations supérieures, toutes les fonctions vitales pouvant en faire les frais, à tous les âges, dès la conception. En résultent une mortalité infantile, des altérations de l'ADN et du système nerveux et, plus tard, des atteintes progressives des différentes fonctions essentielles, notamment immunitaires, ainsi qu'un développement de cancers touchant la plupart des organes.

## Les bourdons ont du mordant

**S**ujet qui revient régulièrement dans les médias: y aura-t-il encore assez d'insectes pollinisateurs pour aider les végétaux à produire ce que l'on attend d'eux, légumes et fruits ? La question, bien qu'annuellement itérative, a des bases objectives à en juger au nombre d'insectes qui semble effectivement diminuer. Les causes sont suffisamment évoquées que pour y revenir en détail. Ce que le discours oublie, c'est que si les plantes ont besoin de l'intervention des insectes pour être fécondées, les insectes ont besoin du pollen pour alimenter leur colonie, l'opération étant à bénéfice mutuel. Et si on veut que les pollinisateurs déjà en réduction numérique subsistent, il faut qu'ils trouvent une alimentation à hauteur de leurs besoins trophiques. Et s'ils ne la trouvent pas, se résolvent-ils à se laisser mourir de faim ? C'est mal les connaître. Parce que tout insectes qu'ils sont, ils ont trouvé le moyen d'activer le métabolisme végétal pour que la floraison soit un peu plus rapide. Ce sont des chercheurs suisses qui ont trouvé l'astuce, dont il n'est pas dit que les agriculteurs, horticulteurs et floriculteurs ne vont pas retirer quelques enseignements utiles.

Faute de fleurs à butiner, on a remarqué en effet que les bourdons s'attaquaient aux feuilles, alors qu'ils ne sont pas réputés phytophages. Punition ? Pas vraiment, et on va voir l'utilité. Les bourdons étudiés tant en laboratoire qu'en espace ouvert se contentent, à l'aide de leurs mandibules, de faire 10 à 20 petits trous élargis d'une tout aussi petite découpe dans



les feuilles tendres sans en emporter le moindre morceau. Ce faisant, ils créent un stress pour la plante qui ne trouve qu'une parade à offrir: accroître sa croissance pour, sans doute, se rendre plus forte et mieux résister à l'attaque. Résultat: elle accélère l'apparition des fleurs qui peut être anticipée d'une vingtaine de jours ! Sacrement malin, ce bourdon ! Et que l'on n'imagine pas que les plantes «activées» sont de banales adventices. Ce que les scientifiques ont observé, c'est la réaction de 4 plantes parmi les plus fréquentes de nos potagers et jardins, dont la tomate et le chou.

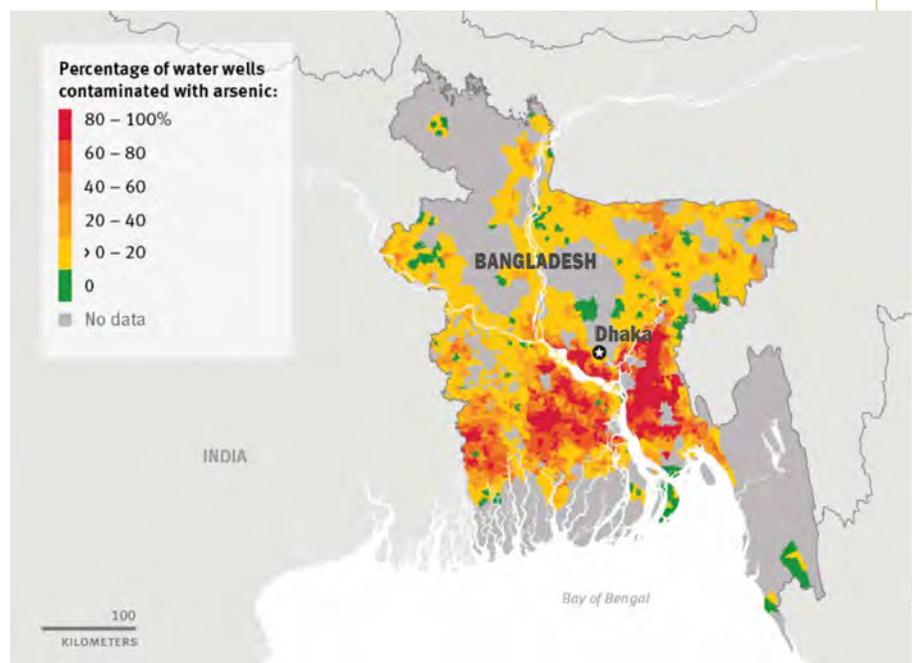
Difficile de ne pas voir dans l'attitude du bourdon quelque chose qui ressemble à un acte réfléchi. Pourtant, ce qu'il fait résulte d'une succession d'actions du genre essai/erreur, l'une d'entre elles ayant donc mené à une anticipation de la floraison attendue et donc aussi, à une probable synchronisation de l'apparition florale et du moment où elle a le plus d'impact, tant pour la plante elle-même que pour les colonies d'insectes sociaux. La plante y a gagné en vigueur, le bourdon en alimentation. Je ne doute pas un instant que quelques jardiniers avisés vont y trouver une bonne idée à exploiter ! **A**

► **Science 368: 881-884**



Connaître le problème ne suffit évidemment pas: il attend une solution. Le premier pas est une cartographie planétaire des zones à risque. Elle a intégré 11 paramètres géospatiaux et 50 000 points de prélèvements sur toute la planète habitée, ce qui a permis d'établir un premier cadastre. C'est en Asie (94%) que se trouvent les puits dont les eaux sont les plus contaminées. Cela donne 94 à 220 millions d'habitants directement concernés. Le relevé étant dorénavant effectué, il reste à avertir les personnes à risque, les aider à effectuer des prélèvements de contrôle et au besoin, à trouver des alternatives. Là, ça devient une affaire politique. Et c'est souvent là que naissent les problèmes et les retards de mise en œuvre. **A**

► **Science 368: 818-819 et 845-850**





## Un cycle d'un nouveau genre

Ceux qui ont fait ne fût-ce qu'un peu d'écologie pendant leurs études ont inmanquablement abordé le cycle de l'azote et du carbone. Ils participent l'un et l'autre au cycle global de la vie participant au passage et avec le temps, à l'élaboration d'une foule d'intermédiaires, qu'ils soient inertes, végétaux, animaux et bien entendu humains. On ne peut plus aujourd'hui ignorer un autre cycle, lié cette fois à l'activité humaine: celui des microplastiques. En marge des déchets en tous genres (bouteilles, barquettes, etc.) auxquels ils participent, les plastiques peuvent aussi se montrer plus discrets dans l'environnement en raison de leur taille. Une particule appartient au groupe des microplastiques dès que sa taille est inférieure à 5 mm. C'est dire qu'à certains niveaux (de l'ordre du micron, soit du millième de millimètre) elle n'apparaît plus du tout à l'observation directe, ce qui ne l'empêche pas d'exister, et même massivement. En cause, leur poids très faible qui en fait un polluant emporté plus loin que les grains de limon ou de sable (du Sahara ou d'ailleurs). N'en retrouve-t-on pas aujourd'hui dans les carottages opérés dans la calotte glaciaire des pôles ? Par temps humide, ces particules s'écartent en revanche assez peu de leurs zones d'émission préférentielle: soit des villes et de leur périphérie.

Ce qui interpelle les biologistes, c'est que ces particules parmi les plus petites participent dorénavant à des cycles comme ceux de l'azote et du carbone évoqués plus haut. Nous y avons notre part, au titre d'intermédiaires; parce que nous les avalons (avec une nourriture qui en contient) ou parce que nous les respirons. Il est vraisemblable que nous en éliminons par nos

voies d'excrétion habituelles, mais qu'une partie finit par rester durablement dans nos tissus et même dans nos cellules. C'est forcément la même chose pour les végétaux et les animaux. Et quand ceux-ci participent à notre alimentation, ils constituent des fournisseurs privilégiés.

Que l'on n'imagine pas que les quantités sont dérisoires; puisque les plastiques sont pour la plupart non biodégradables, ils ont tendance à s'accumuler, quitte à se fragmenter tout de même avec le temps, le rayonnement solaire, les alternances de température et le lessivage par les précipitations. Résultat: on estime par exemple à 122 t la quantité de microplastiques qui se retrouvent, chaque année, dans les zones protégées de l'ouest américain. Cela représente, pour les mêmes zones un dépôt journalier moyen de 132 particules par mètre carré. Cela commence non seulement à faire beaucoup, mais comme on en retrouve désormais partout, ces matières finissent par participer à la vie elle-même. Un comble !

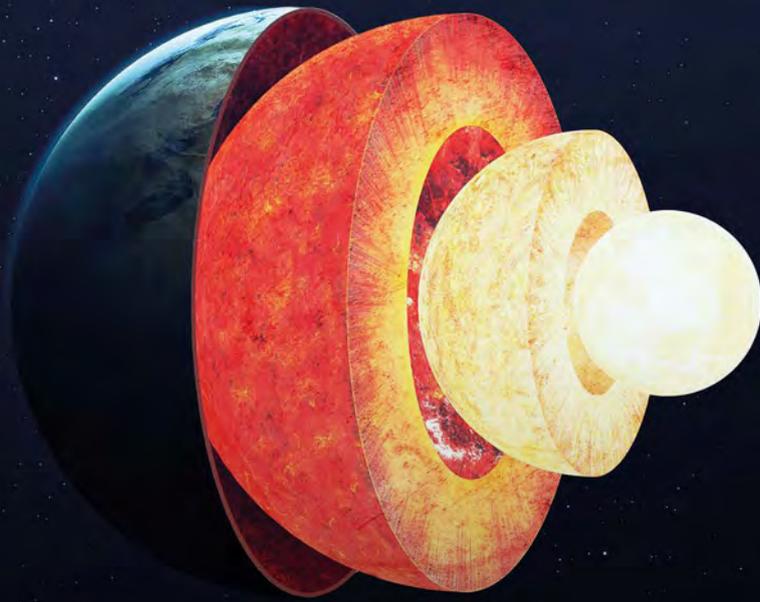
Imaginer que l'on va pouvoir s'en débarrasser définitivement semble désormais appartenir à la science-fiction, ce qui ne signifie pas pour autant que la vie soit menacée. Il est important de limiter au plus tôt la production de la part des plastiques non dégradables, mais il est plus que probable que l'on en trouve des microfragments dans les parois cellulaires des bactéries et, pourquoi pas, de nos propres cellules. S'ils ne déclenchent pas d'altérations cellulaires ou biochimiques (on pense bien entendu à l'ADN), il n'y a pas trop lieu de s'en inquiéter. Dans l'alternative, on saura assez tôt à quoi s'attendre. Et, avant longtemps, on voit mal comment s'en débarrasser... 

► **Science 368: 1184-1185 et 1257-1260**



## BIO ZOOM

Digne d'un paysage lunaire de film de science-fiction, le désert blanc et sa montagne de cristal est un trésor bien méconnu caché au cœur du Sahara, en Égypte. Dans cette région de la dépression de Farafra, les températures grimpent à plus de 45 °C où le vent souffle, sculptant les roches en formes étranges et balayant les dunes immaculées. L'on pourrait croire à s'y méprendre qu'il s'agit de neige mais la sable blanc doit sa couleur à sa composition: le calcaire. Ce parc national de plus de 3 000 km<sup>2</sup> vaut tout autant le détour les géométriques et célèbres grandes pyramides !



# Voyage au centre de la Terre

**Une étude semble mettre en évidence que le noyau interne de la terre ralentit depuis quelques années et tourne plus lentement que la planète elle-même. Mais les entrailles de notre planète demeurent bien mystérieuses !**

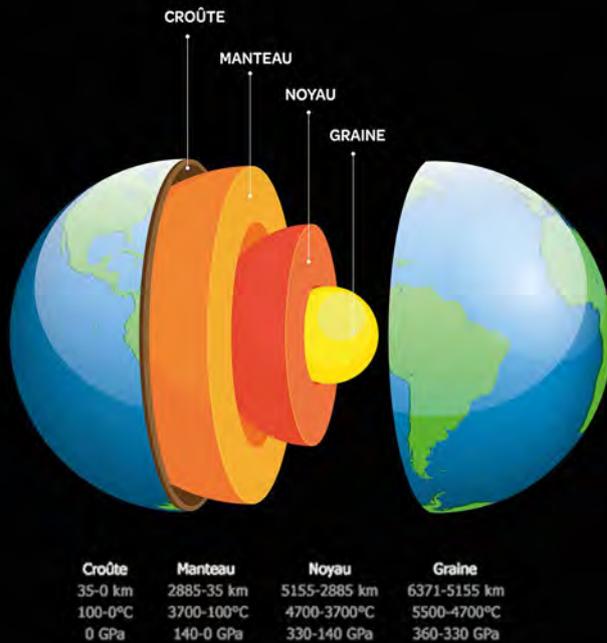
TEXTE : HENRI DUPUIS - DUPUIS.H@BELGACOM.NET  
PHOTOS : © VADIMSADOVSKI - STOCK.ADOBE.COM (P.51)

**L**es héros du roman de Jules Verne (*Voyage au centre de la Terre*) n'auront guère plus de réussites que les géophysiciens actuels : ils n'ont sans doute pénétré que de quelques kilomètres sous la surface, de même qu'aujourd'hui, les sondages les plus performants n'atteignent qu'environ 12 km de profondeur. Car si nous envoyons des sondes vers la Lune ou les planètes du système solaire, ramenant des échantillons de roches à analyser, la centre de la Terre nous est interdit et beaucoup de questions demeurent.

Ce n'est qu'en 1936 que la sismologue danoise Inge Lehmann formule l'hypothèse d'un noyau terrestre séparé en 2 : un noyau liquide, externe, et un noyau solide (graine) qui tourne sur lui-même à l'intérieur du précédent. Dans la suite, on mesurera que le noyau liquide commence vers les 2 800 km de profondeur ; le solide de 5 100 km jusqu'au centre de la terre (6 371 km). Les 2 sont composés d'une grande majorité de fer et d'un peu de nickel plus quelques éléments plus légers qu'on ne connaît pas encore avec certitude. Le noyau interne a une température sans doute supérieure à 6 000 °C et la pression qui y règne est de 3,5 millions de bars (pour rappel, la pression que nous subissons à la surface de la Terre est d'environ 1 bar, ce qui donne la mesure du gigantisme de la pression subie au centre) !

## Ondes sismiques

Mais comment a-t-on découvert ces quelques propriétés, même lacunaires ? Essentiellement à cause des ondes sismiques. Car à défaut d'observer directement le noyau ou d'y placer des instruments de mesure, il ne reste qu'à procéder de manière indirecte. Or les ondes sismiques, produites par un tremblement de terre (ou une déflagration nucléaire sous-terrain !), se propagent en surface et en profondeur et sont de parfaits agents pour espionner le cœur de la planète. Certaines de ces ondes (dites en volume), traversent l'intérieur de la planète ; d'autres, dites de surface, se propagent en suivant la surface de la croûte terrestre. Les premières peuvent être longitudinales (ondes P)



ou transversales (ondes S). Les ondes P sont des ondes de compression, c'est-à-dire qu'à leur passage, la matière se dilate, se comprime, se dilate, etc. Ce sont les plus rapides, elles traversent tous les milieux, y compris le centre de la Terre. Les ondes S (appelées aussi ondes de cisaillement) provoquent un mouvement perpendiculaire du sol. Ces ondes, comme toutes les ondes, peuvent être réfléchies, réfractées, etc. en fonction du milieu qu'elles rencontrent. Autrement dit, à chaque changement de milieu, elles ont des caractéristiques (notamment leur vitesse de propagation) différentes. Un peu comme les ondes lumineuses renvoyées par une paille qui est dans un verre d'eau. Là où la paille plonge dans l'eau, elle nous paraît faire un léger coude et elle nous paraît légèrement plus grosse dans l'eau que dans l'air. C'est en étudiant les différences de propagation de ces 2 types qu'en 1910, on a pu distinguer le manteau de la Terre de son noyau (liquide). Chaque changement de milieu va induire une modification du trajet et de la vitesse de l'onde. Particulièrement, la vitesse des ondes va aussi dépendre de la composition des milieux traversés. D'où la détermination de l'alliage fer-nickel pour le noyau.

Qu'en est-il alors de la rotation du noyau ? Tout d'abord, c'est le noyau interne, solide, qui est affecté d'un mouvement de rotation. Un mouvement vital pour toute forme de vie puisqu'il semblerait que c'est cette rotation qui provoque des turbulences dans le noyau externe, lesquelles seraient à l'origine du champ magnétique terrestre (l'effet dynamo) qui nous protège des radiations et particules solaires.

Même avec l'aide des ondes sismiques, pas facile de voir avec certitude ce qui se passe aussi

profondément sous nos pieds. Depuis plusieurs années, on sait que ce noyau tourne et que sa vitesse de rotation n'est pas constamment la même mais sans doute inscrite à l'intérieur d'un cycle, cependant dans le même sens et plus rapidement que la Terre elle-même (le manteau). C'est ce qu'on appelle la «super-rotation» du noyau.

## Rotation ralentie

Mais une étude de janvier 2023 publiée dans *Nature Geoscience* <sup>(1)</sup> avait suscité un petit émoi: le noyau de la Terre se serait arrêté avant d'entamer une rotation en sens inverse. À l'époque, l'Observatoire Royal de Belgique avait même publié un communiqué précisant que l'étude n'indiquait rien de tel et qu'elle avait été mal comprise ! En fait, l'étude évoque la possibilité d'un léger décalage entre les vitesses de rotation de la graine et du manteau (la Terre elle-même). Et que cela se produisait selon un cycle (entre 60 et 70 ans). En fait, le noyau oscillerait entre une super-rotation (plus vite que la Terre elle-même) à une sous-rotation (moins vite que la Terre). En aucun cas cette étude ne fait état d'un arrêt puis d'une inversion, ce qui aurait sans doute été dommageable pour le champ magnétique qui nous protège. L'ORB insistait même sur le fait qu'une telle inversion aurait été impossible selon les lois de la physique (conservation du moment angulaire). Si certains ont pu interpréter cela comme une inversion de sens, c'est un intéressant problème de référentiel: un observateur immobile par rapport à la surface de la Terre (qui elle-même tourne dans le même sens que le noyau) va voir le noyau tourner vers l'Est pour le cas de la super-rotation. Si le noyau ralentit suffisamment, l'observateur va avoir l'impression qu'il s'arrête, puis qu'il repart dans l'autre sens (sous-rotation). Mais ce n'est qu'un effet de référentiel.

L'étude publiée en ce printemps 2024 <sup>(2)</sup> vient conforter la précédente. Des chercheurs chinois et américains ont étudié les ondes produites par 121 séismes entre 1991 et 2023 dans les îles Sandwich du Sud (Atlantique). Leur observation est que le noyau interne a effectué une super-rotation de 2003 à 2008 puis, de 2008 à 2023 une sous-rotation plus lente qui semble s'être arrêtée (la sous-rotation pas la rotation du noyau, donc celle-ci semble repartie vers une super-rotation !). Autrement dit, il a donc bien ralenti. Reste que le mécanisme à la base de ces changements de vitesse de rotation périodiques semble encore mal compris. Ce qui est sûr en revanche, est certain, c'est que cela n'a aucune conséquence pratique sur la surface et notre quotidien: tout au plus, la durée d'une journée pourrait être modifiée d'une fraction infime de seconde ! <sup>A</sup>

<sup>(1)</sup> Yi Yand and Xiaodong Song, *Multidecadal variation of the Earth's inner-core rotation*, *Nature Geoscience*, 23 janvier 2023.

<sup>(2)</sup> *Inner core backtracking by seismic waveform change reversals*, *Nature*, 12 juin 2024.

# Tania nous parle de l'Espace

Les Belges dans l'Espace.

PAR  
PIERRE-EMMANUEL PAULIS  
ET OLIVIER SAIVE



BONJOUR LES AMIS !  
JE M'APPELLE PIERRE.  
BIENVENUE POUR VOS  
CINQ JOURS DE STAGE  
D'ASTRONAUTE !



PIERRE, VOUS  
AVEZ ÉTÉ DANS  
L'ESPACE ?

HÉLAS NON...  
À CE JOUR,  
SEULS DEUX  
BELGES  
ONT EU CETTE  
CHANCE...

DIRK  
FRIMOUT  
ET FRANK  
DE WINNE.



MAIS J'AI ENTENDU L'INFO  
QU'IL Y AVAIT UN NOUVEL  
ASTRONAUTE BELGE !

C'EST VRAI.  
IL S'APPELLE  
RAPHAËL LIÉGEAIS  
...ET IL EST ORIGINAIRE  
DE NAMUR...



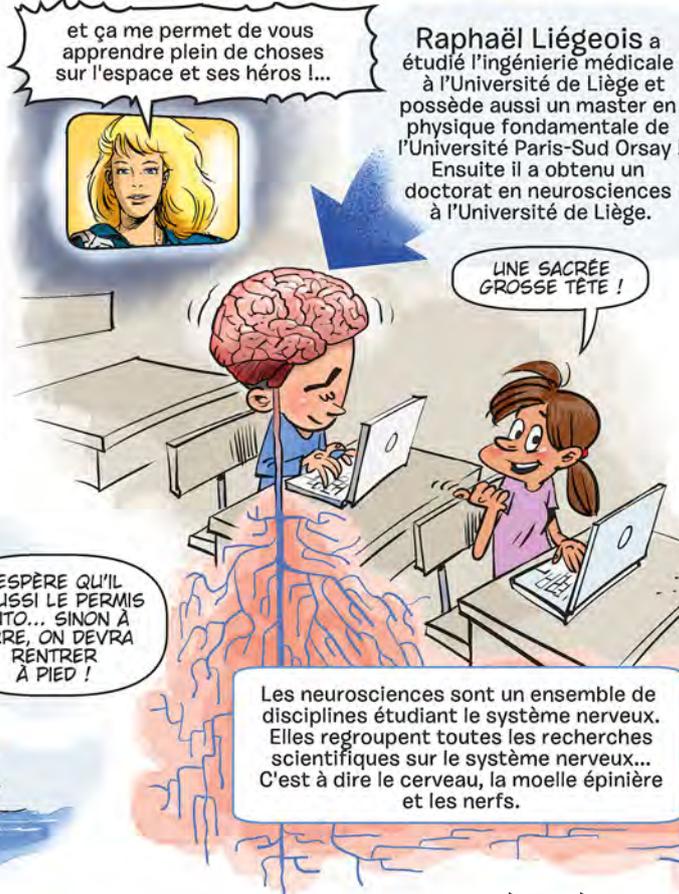
IL A REÇU SON DIPLOME D'ASTRONAUTE ESA  
LE 22 AVRIL À L'ISSUE D'UNE DURE FORMATION DE  
BASE DE 1 AN À L'EUROPEAN ASTRONAUT CENTER  
DE COLOGNE.

VOUS  
OUBLIEZ  
TANIA !



BIEN SÛR QUE NON... MAIS  
TANIA A UN STATUT PARTICULIER  
... D'AILLEURS, ELLE VA NOUS  
EN DIRE PLUS.

Salut tout le monde !  
Pierre a raison, car je  
suis une astronaute de  
bande dessinée...



et ça me permet de vous  
apprendre plein de choses  
sur l'espace et ses héros !...

Raphaël Liégeois a  
étudié l'ingénierie médicale  
à l'Université de Liège et  
possède aussi un master en  
physique fondamentale de  
l'Université Paris-Sud Orsay !  
Ensuite il a obtenu un  
doctorat en neurosciences  
à l'Université de Liège.

UNE SACRÉE  
GROSSE TÊTE !

Il est également pilote de montgolfière et de planeur.  
Il a une licence de plongée et de navigation à voile...



J'ESPÈRE QU'IL  
A AUSSI LE PERMIS  
AUTO... SINON À  
TERRE, ON DEVRA  
RENTÉR  
À PIED !

Les neurosciences sont un ensemble de  
disciplines étudiant le système nerveux.  
Elles regroupent toutes les recherches  
scientifiques sur le système nerveux...  
C'est à dire le cerveau, la moelle épinière  
et les nerfs.



# Tania nous parle de l'Espace

## Les Belges dans l'Espace.

PAR  
PIERRE-EMMANUEL PAULIS  
ET OLIVIER SAIVE

La Française Sophie Adenot et le Belge Raphaël Liégeois seront les deux premiers astronautes ESA de la nouvelle sélection à quitter la Terre pour l'ISS.

Elle décollera début 2026 et il la rejoindra là-haut au milieu de l'année.

Sophie reviendra alors sur Terre avec son équipage alors que Raphaël entamera son séjour de 6 mois dans l'Espace.



Mais avant lui, deux Belges sont devenus des astronautes !



**Dirk Frimout**, inclus dans un équipage de 7, a volé en mars 1992 à bord de la navette spatiale américaine Atlantis ! La mission a duré 9 jours et son but principal était d'étudier l'atmosphère terrestre et la relation entre la Terre et le Soleil.

DIRK EST LE PREMIER BELGE DANS L'ESPACE... POURTANT, ON DIT TOUJOURS QUE LES BELGES SONT DES EXTRA-TERRESTRES !

OUI, MAIS LUI, C'EST VRAI !



Et ensuite vient Frank De Winne, qui a volé deux fois.

Un premier vol, baptisé Odissea, en 2002, à bord de l'ISS, d'une durée de 10 jours. Il est ingénieur de vol sur un nouveau type de vaisseau Soyouz : le TMA. Il effectue en autres des expériences en rapport avec les maladies de Parkinson et d'Alzheimer.



Puis en 2008, il décolle à nouveau pour l'ISS, en compagnie d'un Russe et d'un Canadien à bord d'un Soyouz, cette fois pour un séjour de 6 mois !

HÉ, LES GARS, J'AI UNE BLAGUE... C'EST UN BELGE, UN RUSSE ET UN CANADIEN QUI SONT DANS L'ESPACE...

JE LA CONNAIS, CAMARADE !

Et, soyons-en fiers, c'est un Belge qui devient le premier Européen à commander la Station Spatiale Internationale !

... AND "DE WINNE-R" IS...

Aujourd'hui, Frank est le directeur de l'European Astronaut Center de Cologne, là où Raphaël a fait sa formation de base...

Raphaël s'entraîne maintenant à la NASA à Houston. On se retrouve très bientôt pour la suite des aventures spatiales, les amis !



- Il Phour Saive

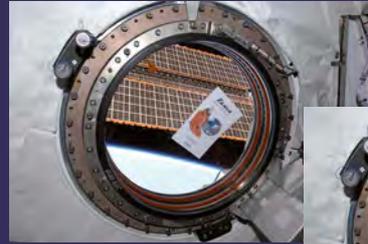
# Mais qui est Tania ?

## Les vols spatiaux de Tania - partie 2

Photos: Collection Pierre-Emmanuel Paulis  
Illustration fond: Olivier Saive



Dessin emporté lors du premier vol de Frank De Winne, tamponné et signé par l'équipage de la mission.



Reproductions de la couverture et de la page de garde de l'album «Astronaute Européenne» collées au hublot de l'ISS.



Ce sont ensuite 2 astronautes américains qui ont permis à notre astronaute de papier de participer à 2 nouvelles dessertes de l'ISS à l'aide de la navette Discovery. Le premier, Piers Sellers, était en possession d'une carte postale de Tania lors de la mission STS-121 (du 4 au 17 juillet 2006). La seconde, Pamela Melroy, commandant de bord lors de la mission STS-120, a fait voler un projet d'écusson spécialement réalisé pour l'occasion (du 23 octobre au 6 novembre 2007).



Écusson de Tania réalisé d'après le dessin emporté par Pamela Melroy lors de la mission STS-120.

Piers Sellers et Tania à bord de la navette spatiale.



En compagnie du Français Léopold Eyharts qui emportait avec lui la couverture de l'album «Les Diamants de l'Espace», Tania a pu assister aux premières lumières du laboratoire Columbus, livré à l'ISS par la navette Atlantis le 9 février 2008 (mission STS-122). Le retour a été effectué avec la navette Endeavour un mois et demi plus tard, le 26 mars.

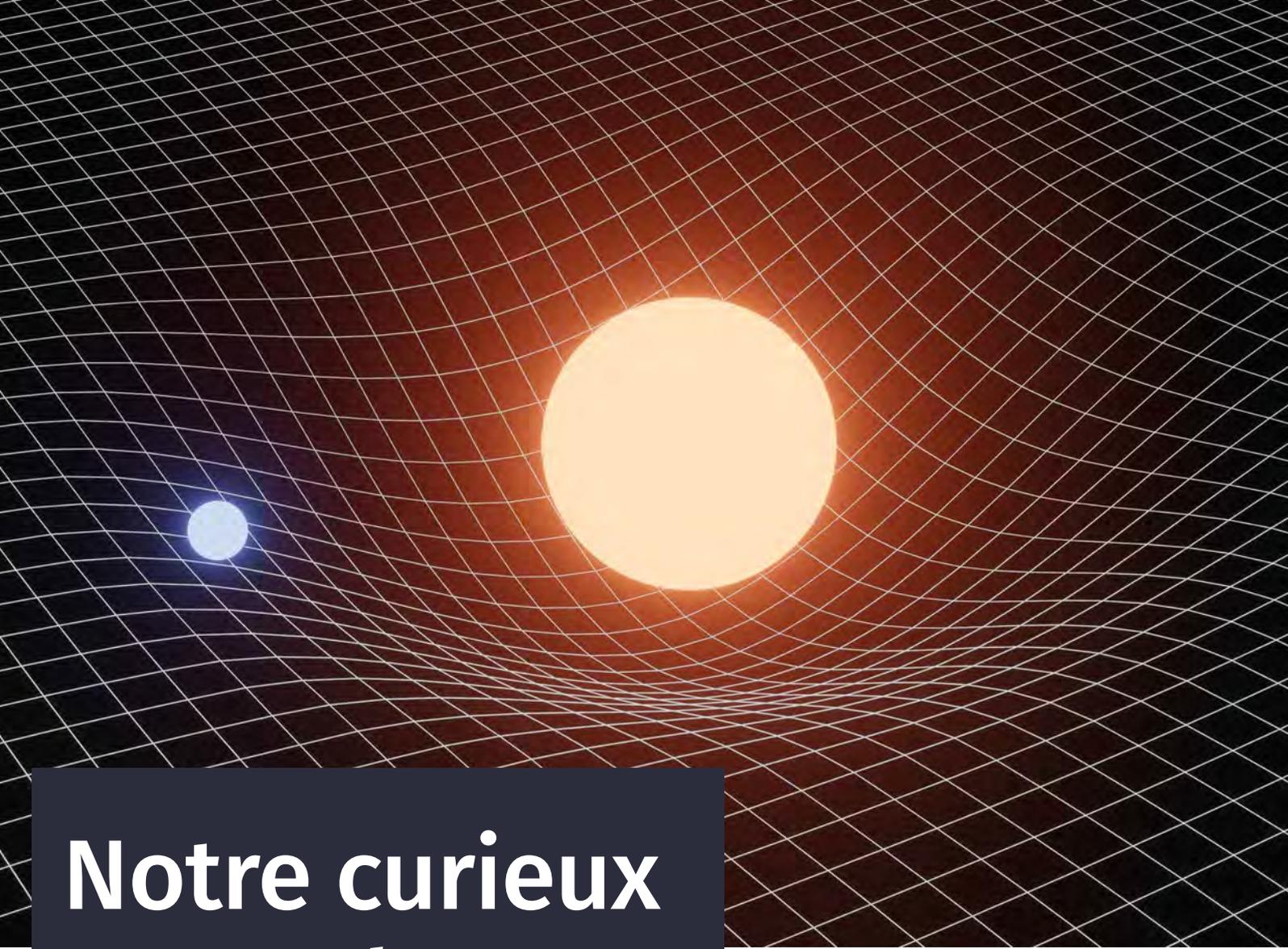
Enfin, Tania a séjourné 6 mois à bord d'ISS en compagnie du Néerlandais André Kuipers, membre des Expéditions 30 et 31 de l'ISS. La mission s'est déroulée du 21 décembre 2011 au 1<sup>er</sup> juillet 2012 (aller-retour à bord du Soyuz TMA-03M).



Tania avec André Kuipers à bord de l'ISS.

À dater de 2024, Tania a accumulé 13 vols dans l'Espace !  
Un record absolu !

Elle a aussi accompagné Thomas Pesquet (vaisseaux HTV, Cygnus, ISS), Alexander Gerst (Ariane/ATV), Laura Shepard sur New Shepard) et qui sait, bientôt, notre wallon Raphaël Liégeois ?



# Notre curieux rapport au temps

L'espace et le temps ne font qu'un, c'est ce que nous enseignent Einstein et sa théorie de la relativité. Abstrait et invisible, le temps n'en est pas moins omniprésent. Est-il pour autant cette variable linéaire et tranquille ? Certainement pas. Il se courbe, se déforme... et pose de nombreuses questions. Peut-il évoluer de manière parallèle, revenir en arrière, stagner, accélérer ? Peu de réponses à ce stade mais de sérieuses pistes. Malgré un Univers complètement démesuré. Apprivoiser l'espace-temps, c'est peut-être abattre des barrières qui paraissent infranchissables

TEXTE: GEOFFREY VAN HECKE - GEOFFREY@BVHCO.BE

PHOTOS: © RICARDO - STOCK.ADOBE.COM (P.56), © VCHALUP - STOCK.ADOBE.COM (P.57), NASA (P.58), ESA (P.58), © DR. LIONEL GARCIA - FLATIRON RESEARCH FELLOW (P.58)

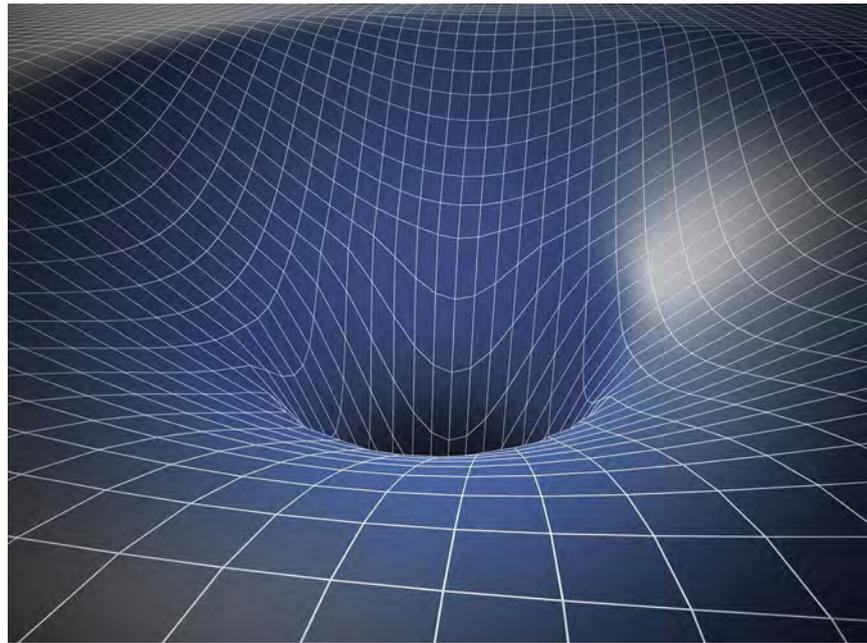
**S**i d'innombrables étoiles percent l'obscurité quand le Soleil se couche, pourquoi fait-il si sombre la nuit ? Pour une raison simple: une partie d'entre elles n'en sont pas. Il s'agit de galaxies. De fabuleux points lumineux qui renferment des milliards d'autres systèmes solaires. Nous savons qu'ils sont là. À titre d'exemple, une puissante source de rayons X s'est tarie durant 3 h en 2012, dans la galaxie du Tourbillon, à 28 millions d'années-lumière d'ici. Des astrophysiciens pensent que cette source, peut-être un trou noir ou une étoile à neutrons, a été éclipsée par le passage d'une planète. Le cosmos regorge d'opportunités. Plus les découvertes se succèdent, plus notre curiosité s'étend aux confins de l'imaginable. Comprenons-nous réellement ce qui se passe autour ? voire ce qui se passe à côté, qu'on ne peut ni voir ni toucher. Paradoxalement, le temps est abstrait, complexe et se mélange à l'espace. Il façonne nos vies et les régule; notre existence y est fondamentalement liée. Mais notre vision de celui-ci est-elle correcte ? Selon la théorie du Big Bang, il y a 13,8 milliards d'années, un point plus petit qu'un atome a produit une énorme explosion. De là, toute la matière qui compose

notre Univers, qui est encore en expansion aujourd'hui, a été créée. C'est également à ce moment que le temps a commencé à courir et depuis lors, progressé de manière ininterrompue. La grande explosion a projeté des particules qui se sont ensuite regroupées pour former des étoiles, des planètes et des galaxies qui voyagent. Le temps, cependant, semble voyager telle une flèche dans une seule direction, toujours en avant. Mais pourquoi, si l'espace et la matière s'étendent dans toutes les directions, ne fait-il qu'avancer ? Autrement dit, sommes-nous dans un univers à 2 visages ? Julian Barbour, professeur de physique à l'Université d'Oxford, en est convaincu: à l'époque du Big Bang, le temps a pu courir dans 2 directions opposées.

La 2<sup>e</sup> loi de la thermodynamique stipule qu'un système évolue toujours vers un état plus chaotique, mais pas l'inverse. L'exemple classique est une tasse en verre: si elle peut se briser en mille morceaux, nous savons qu'il est impossible que ces fragments se rassemblent pour revenir à la tasse en verre tel qu'elle était. Ainsi, le verre est un objet ordonné qui se désordonne lorsqu'il se brise, et c'est un processus irréversible. En physique, cette mesure du désordre est appelée entropie. La 2<sup>e</sup> loi de la thermodynamique dit que l'entropie ne peut qu'augmenter, jamais diminuer. Nous comprenons donc pourquoi nous disons que le temps ne se déplace que dans une seule direction: parce que le temps ne se déplace que dans la direction où l'entropie augmente.

Les lois de la thermodynamique ont été établies pendant la révolution industrielle, lorsque les ingénieurs essayaient de fabriquer des machines à vapeur plus efficaces, qui gaspillaient moins d'énergie. La 2<sup>e</sup> loi stipule que lorsque l'énergie est transférée et transformée, une partie est dissipée. Concrètement, c'est du gaspillage. Pour Barbour, c'est là que réside le problème, car cette 2<sup>e</sup> loi a été élaborée en pensant aux cylindres et aux machines où l'énergie et la chaleur passent d'un endroit à l'autre, confinés dans un espace restreint. L'erreur consiste à croire que ce qui se passe dans un espace fermé est identique à ce qui se passe à grande échelle, dans un univers qui n'a pas de limites.

Si nous mettons un glaçon dans une boîte, l'entropie augmentera de cette manière: nous aurons d'abord un glaçon très propre, c'est-à-dire avec une faible entropie. Ensuite, ce bloc va fondre et l'eau se déversera hors de la boîte, ce qui augmentera l'entropie. L'eau finira par s'évaporer et ses particules se répandront de manière indistincte dans la boîte, l'entropie ayant atteint son niveau maximal. Dans un espace sans limites, ces particules d'eau pourraient continuer à



voyager et grâce à la gravité, se joindre à d'autres particules pour former de nouvelles structures plus complexes, qui se développeront dans toutes les directions de l'espace... et du temps. Ainsi, selon Barbour, ce qui détermine le passage du temps n'est pas l'augmentation de l'entropie, mais l'augmentation de la complexité, sans limites de temps ni d'espace.

À proximité d'un trou noir, le temps ne s'écoule plus.

## Une variable qui se déforme

Pour se représenter l'espace-temps, il faut imaginer un damier malléable. Si l'on pose un objet massif dessus, les cases se déforment, se courbent. À côté d'un trou noir par exemple, le temps ne s'écoule plus. C'est aussi le cas pour un individu qui se retrouverait dans un vaisseau lancé à la vitesse de la lumière. Ce que l'on appelle le voyage relativiste. De manière imagée, pour figer le temps, il faut le courber au point d'en faire un cercle, nous revenons dès lors au point de départ. Et à la vitesse de la lumière, nous allons aussi vite que lui, faisant que son écoulement s'annule. Bien que théorique, car à l'heure actuelle irréalisable avec nos technologies, le concept a été démontré mathématiquement par une équipe de physiciens, dont Ben Tippett et David Tsang. Sans proposer de modèle clé en main pour construire une machine à voyager dans le temps, ils démontrent qu'elle est théoriquement possible. Pour cela, il faut considérer l'Univers non pas comme un modèle en 3 dimensions spatiales séparées de la 4<sup>e</sup> (le temps), mais comme un tout simultané. Cela permet d'envisager l'existence d'un continuum espace-temps, dans lequel les 2 sont entremêlés pour donner sa substance à l'Univers. Ben Tippett

L'expérience ANITA.



et David Tsang affirment qu'il est non seulement possible de courber la matière, mais aussi de plier le temps.

## Et puis des multivers...

Déjà gigantesque, le cosmos est-il unique ? Dispose-t-on d'un double dans un monde parallèle ? Le temps file, mais dans combien d'entités ? En 2020, d'étranges particules furent découvertes en Antarctique. Il existerait une autre entité où tout est à l'envers, y compris le temps. *Antarctic Impulsive Transient Antenna (Anita)* est le nom donné à une expérience scientifique qui consiste à faire voler un ballon géant, chargé de nombreuses antennes, sur des milliers de kilomètres à la recherche de particules de haute énergie venues de l'espace. Au cours de l'un de ses voyages en 2016, *Anita* a décelé des particules de haute énergie, mais chose étrange, au lieu de venir de l'espace, celles-ci semblaient exploser à partir du sol. Toutes sortes d'hypothèses, fondées sur ce que l'on sait de la physique, ont été avancées pour expliquer ce curieux signal, et toutes ont été écartées. La seule possibilité avancée par les chercheurs serait l'existence d'un univers parallèle inversé, créé au même moment que le nôtre, lors du Big Bang. Dans ce monde miroir, le positif est négatif, la gauche est à droite et le temps se déroule en marche arrière. Ce n'est pas tout. Certains scientifiques pensent avoir aperçu un univers parallèle côtoyant le nôtre. À travers les points les plus éloignés de l'univers, des notes suggèrent que le tissu cosmologique a été perturbé par quelque chose d'incroyablement différent. Le Dr Ranga-Ram Chary a examiné le bruit et les signaux résiduels laissés par le Big Bang dans le fond diffus cosmologique. Un certain nombre de points lumineux épars seraient des signaux issus d'un univers qui s'est cogné contre le nôtre il y a des milliards d'années. D'autres mondes exerceraient une force sur le nôtre, ce qui provoquerait des phénomènes a priori inexplicables. Selon cette théorie, notre univers ne serait donc qu'une gigantesque série de mondes, certains semblables au nôtre, d'autres très différents. Tous ces mondes existeraient simultanément et s'influenceraient les uns les autres par une force de répulsion. Quel que soit le sort de l'Univers au niveau cosmique, une certitude demeure indiscutable: le temps de vie restant limité, il faut en profiter. A

## MAIS ENCORE...

### Raphaël Liégeois arrive dans l'ISS en 2026

Espéré, attendu et maintenant confirmé: le Namurois sera le deuxième astronaute de la promotion 2022 à s'envoler pour la *Station Spatiale Internationale*. Et le troisième belge dans l'Espace après Dirk Frimout en 1992 et Frank De Winne en 2002 et 2009.



### Le message qui a traversé 24 milliards de kilomètres

Après 7 longs mois de silence, la sonde interstellaire *Voyager 1* a enfin repris du service. À 24 milliards de kilomètres de la Terre, elle a recommencé à envoyer des signaux lisibles à la *Nasa*. Du haut de ses 47 ans, la vieille sonde, qui nous a tant appris sur notre système solaire, a pu être réparée à distance. Actuellement, il s'agit de la machine réalisée par l'Homme la plus éloignée de la Terre.



### L'Université de Liège fait une découverte spectaculaire

Une exoplanète similaire à la taille de la Terre a été découverte autour de l'étoile froide SPECULOOS-3. Après TRAPPIST-1, Michaël Gillon poursuit sa quête de planètes potentiellement habitables. Toutefois, l'étoile en question est plus de deux fois plus froide que notre soleil avec une température moyenne d'environ 2600 °C. Du fait de son orbite hyper-courte, la planète SPECULOOS-3 b reçoit près de seize fois plus d'énergie par seconde que la Terre n'en reçoit du Soleil. Raison pour laquelle elle est la cible de nombreuses radiations de haute énergie. La vie y est peu probable mais la découverte en appelle d'autres.



# À lire avec nos enfants

TEXTE: LUCIE CAUWE · LUCIE.CAUWE@GMAIL.COM  
PHOTOS: JENKOATAMAN - STOCK.ADOBE.COM (P.59),  
DESIGNED BY JCOMP/FREEPIK (PP.60-61)



## La nature



*Chut ça pousse...*, textes et illustrations de Juli Litkei, *La joie de lire*, 64 p., 18,90 euros.

Voilà un album de grande qualité graphique, muet et à tenir reliure vers le haut. Il est dû à une artiste hongroise installée en Suède. Qu'y trouve-t-on ? Un bout de sol en coupe, montrant de page en page tout ce qui se passe dans la terre, ses terriers et ses galeries, et au-dessus. Au début, un campagnol se repose tandis que des fourmis s'agitent et que des vers de terre circulent. L'animal va se réveiller tandis que d'autres insectes entrent en scène. Que se passe-t-il donc ? Il faut bien regarder pour comprendre. C'est bien là tout l'intérêt de ce livre qui aiguise le regard. On va voir en détail comment la plantation d'une simple pomme de terre bouscule tout ce microcosme. Autour de la plante vont graviter pas moins de quinze espèces animales qui sont présentées en détail dans un glossaire final. Acteurs essentiels de la biodiversité, elles garantissent le bon fonctionnement de l'écosystème. En fin d'ouvrage, l'artiste explique qu'elle n'a utilisé que des pigments naturels pour ses peintures et un QR code à scanner renvoie vers une version animée des illustrations.

Pour tous à partir de 4 ans.



*Le livre extraordinaire des papillons*, textes de Barbara Taylor, illustrations de Simon Treadwell, traduction de l'anglais par Emmanuel Gros, *Little Urban*, 80 p., 23 euros.

Encore un nouveau titre, le dix-neuvième déjà, dans cette collection en giga-format dépliant sur la double page de magnifiques dessins très réalistes célébrant la beauté de l'espèce choisie. Avec les papillons, on est gâtés ! On va en rencontrer 36, plus beaux les uns que les autres, dont les portraits en milieu naturel, proches de la photographie, sont complétés chaque fois d'une demi-douzaine d'anecdotes et d'une fiche d'informations (lieu de vie, habitat, taille, durée de vie, alimentation, rareté). De quoi retrouver les célèbres monarques, paon-du-jour et autres phalènes mais aussi découvrir le gracieux apollon, le nocturne et gigantesque hercule, l'argus vert émeraude, l'éclatant goutte-de-sang, le tacheté papillon léopard géant... Bien sûr, l'album répond aussi aux questions basiques sur l'ensemble des papillons (160 000 espèces nocturnes, 17 500 diurnes). On s'envole !

Pour tous à partir de 7 ans.

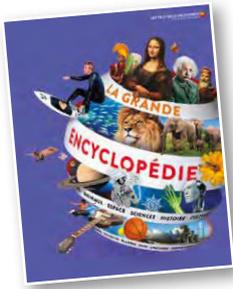


*Nocturnes, la Terre et ses créatures lorsqu'il fait nuit*, textes de Lucas Riera, illustrations de Ángel Svoboda, traduction de l'espagnol par Philippe Godard, *Saltimbanque éditions*, 48 p., 15,90 euros et *La mer, la nuit*, textes et illustrations de Carine Prache, *Hélium*, 88 p., 17,90 euros.

Ces deux documentaires abordent la seconde partie de la journée, quand le soir tombe et que le soleil disparaît. Le premier traite divers sujets sous forme de doubles pages aux illustrations en aplats de couleurs: les animaux qui chassent et ceux qui se cachent, ceux qui chantent comme les grillons, ceux qui se réveillent, les fleurs qui s'épanouissent, les organismes qui brillent dans le ciel et dans les profondeurs de la mer, les phénomènes extraordinaires. Le second, lui, se cantonne à ce qui se passe dans la mer la nuit. De spectaculaires illustrations et un texte simple, doux et informatif nous mènent dans les profondeurs marines où évoluent cétacés, mollusques, poissons, méduses, anémones, crustacés, mammifères et autres coraux. Des pages documentaires finales complètent les notions croisées au fil de l'eau.

À partir de 8 ans et 6 ans.

## Le génie humain



*La grande encyclopédie*, collectif d'auteurs et d'illustrateurs, traductions de l'anglais par Sylvie Deraime, Manuel Boghossian et Bruno Porlier, Gallimard Jeunesse, 304 p., 24,95 euros.

Livre de référence des 9-15 ans par excellence, l'encyclopédie «*Les yeux de la découverte*» commençait à dater. Sa traduction française date de 2010. Une nouvelle version paraît opportunément cette année, proposant une mise à jour des informations, des thèmes et un graphisme actualisé tout au long des 10 chapitres: l'espace, la Terre, l'environnement et l'écologie, le monde du vivant, les continents du monde, la culture, l'histoire, la science, la technologie et le corps humain. Principalement dans les chapitres sur la nature et les technologies, on s'en doute. La présentation reste identique: les sujets sont traités principalement en doubles pages, par le texte et par l'illustration (2 500 photos, cartes et schémas). Notices et fiches, légendes et infographies constituent une documentation incroyable dont on prendra connaissance au fil des chapitres ou à l'aide du bien utile index. On ne dénombre pas moins de 9 000 entrées dans cette brique de bon format.

Pour tous à partir de 9 ans.



*La nature est tout autour de toi !*, textes de Cindy Chapelle, illustrations de Séverine Duchesne, Plume de carotte, 80 p., 18 euros.

Prendre conscience de l'importance de la nature dans les objets qui nous entourent au quotidien afin de les utiliser et de les gérer avec respect car nos ressources sont limitées, telles sont les ambitions de ce documentaire original. Il suggère au lecteur de mener de petites enquêtes autour de lui et il analyse avec lui les résultats à l'aide de quatre pictogrammes (ressources minérales, ressources végétales, ressources animales et matériaux synthétiques). Différents lieux de vie sont ainsi scrutés de près, la chambre, la cuisine, la salle de bain, le salon, la maison, les transports, l'école, les loisirs. Chaque fois, des questions sont posées. Dans leurs réponses, les auteurs pointent la présence de la nature dans ses différentes formes de ressources et ajoutent un zoom: les arbres pour la chambre, quelques aliments pour la cuisine, etc. L'idée est bonne, son développement parfois un peu compliqué à suivre mais il est utile d'alerter les jeunes à propos du gaspillage et de l'urgence à préserver la nature.

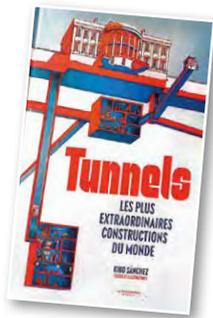
À partir de 8 ans.



*L'architecture sous toutes ses formes*, textes de Tom Velcovsky, illustrations de Marie Kraus, traduction en français par Lyse Leroy sans mention de langue d'origine, Albatros, 80 p., 17,90 euros.

Grâce à 13 bâtiments historiques qui existent encore aujourd'hui, les auteurs tchèques présentent six styles architecturaux «classiques» et sept styles architecturaux s'éloignant du concept traditionnel. Ils ont choisi la pyramide de Khéops, la pyramide de la Lune, le panthéon de Rome, Sainte-Sophie, la cathédrale Saint-Lazare d'Autun, la cathédrale Notre-Dame de Paris, la basilique Saint-Pierre de Rome, le château de Versailles, la cathédrale Saint-Basile-le-Bienheureux, la grande mosquée de La Mecque, le temple de Borobudur, la Cité interdite et... la Maison-Blanche. Les chapitres très largement illustrés de croquis, de schémas et surtout d'épatantes et grandes aquarelles expliquent bien sûr le monument choisi. Ils se complètent des influences qu'a eues ledit monument sur d'autres. Un aspect très intéressant et peu fréquent en documentaire jeunesse. Autre particularité: le point de vue mondial et non européen. Le large format de l'ouvrage permet de belles représentations graphiques, ouvrant l'esprit à des associations et à des comparaisons. Dans ce voyage dans le monde et dans le temps, on sillonne l'Égypte antique, les pyramides, la Grèce et la Rome antiques, l'Empire byzantin, le style roman, le style gothique, la Renaissance, le baroque, l'architecture russe, les mosquées, les temples hindous, les pagodes, le classicisme. Classe !

Pour tous à partir de 12 ans.



**Tunnels, les plus extraordinaires constructions du monde**, textes et illustrations de Kiko Sánchez, traduction de l'espagnol par Philippe Godard, *La Martinière Jeunesse*, 56 p., 14,90 euros.

Certains sont bien connus comme le tunnel sous la Manche ou le métro de Séoul, d'autres le sont beaucoup moins. Qui sait qu'il y a un tunnel-bunker sous la Maison-Blanche par exemple ? En une table des matières convertie en «tunnel des contenus», l'auteur-illustrateur espagnol nous plonge dans 20 de ces constructions incroyables, d'ici ou d'ailleurs, servant à contourner les obstacles ou à réduire les distances. En autant de doubles pages, il nous entraîne dans ces boyaux souterrains en une impressionnante chronologie. Des tunnels préhistoriques des Cornouailles (1100-300 av. J.C.) aux fantaisies envisagées sur Mars, en passant notamment par l'aqueduc de Gadara construit il y a 2 000 ans en Jordanie, les tunnels en cas de guerre sous le château de Douvres (12<sup>e</sup> siècle), le palais franc-maçon de la Regaleira au Portugal (1902-1912), le tunnel de Guoliang en Chine (1972-1977) remplaçant un escalier en bois à flanc de montagne, les narcotunnels de Tijuana sous la frontière entre le Mexique et les États-Unis. Sans oublier la spirale de Drammen en Norvège (1953-1963) menant au sommet de la montagne sans défigurer le paysage, le collisionneur de hadrons LHC en Suisse, la réserve mondiale de semences du Svalbard ou le tunnel de drainage de Mexico. Autant de réalisations incroyables d'ingéniosité qui forcent l'admiration.

À partir de 9 ans.



**6 phares**, textes, illustrations et ingénierie papier de Dominique Ehrard et Anne-Florence Lemasson, *Les Grandes Personnes*, 16 p. animées, 24,50 euros.

Après avoir rappelé l'origine du mot «phare», soit l'île grecque de Pharos, et son évolution au cours du temps, les auteurs proposent l'exploration de six phares français emblématiques: le phare de Cordouan à l'embouchure de l'estuaire de la Gironde, le phare de Chassiron sur l'île d'Oléron en Charente-Maritime, le phare d'Ar-men sur l'île de Sein, le phare des Poulains à Belle-Île, le phare d'Eckmül sur la pointe de Penmarc' et le phare des Pierres-Noires à l'ouest de la pointe de Saint-Mathieu en Bretagne. À l'exception du premier dont il faut se contenter d'une coupe, les cinq autres bénéficient d'extraordinaires représentations en trois dimensions. Sur terre ou sur mer, ces cinq édifices se dressent majestueusement dans leur décor quand on tourne la page, permettant de les visualiser comme en vrai. Chacun est accompagné d'un texte documenté retraçant son histoire, épinglant ses caractéristiques et livrant quelques anecdotes, d'une carte et d'un résumé de ses caractéristiques, les pages de garde arrière offrant une image de leurs hauteurs comparées. De quoi se rappeler combien les phares ont été essentiels à la navigation.

Pour tous à partir de 8 ans.



**Chasseur de glace**, texte de Séraphine Menu, illustrations de Marion Duval, *La Partie*, 40 p., 20 euros.

La silhouette dessinée en face de la page de titre est celle du lac Baïkal en Sibérie. Là où vit le jeune Youri dont nous allons découvrir la vie. «Là où vit Youri, on ne s'installe pas. On y naît et on y vit, ou bien on s'enfuit.» La première phrase dit toute la difficulté qu'engendre le lieu. Mêlant fiction et documentaire, les auteures nous glissent dans le quotidien du jeune garçon, élevé par son père. La neige bien entendu, le blanc omniprésent, mais aussi les oiseaux dans le ciel et ce lac d'eau douce au centre de tout. Miroir du ciel la nuit, milieu de nombreuses espèces, lieu de pêche, source d'inspiration pour les histoires et aussi, dans le cas présent, ressource de glace précieuse fournissant l'eau douce aux habitants. Ce sont en effet les chasseurs de glace, dont le père de Youri, qui extraient la glace qui remplacera les robinets gelés l'hiver. Un métier difficile qui donne au père et au fils l'occasion de rencontrer les Bouriates qui habitent là depuis longtemps. Le texte épuré et évocateur est une belle histoire qui permet de comprendre ce lieu. Il est porté par de très belles planches à l'acrylique, lumineuses, agréablement documentaires.

Pour tous à partir de 6 ans.

## Les arbres



*Une histoire des jardins de l'Antiquité à nos jours*, textes de Mirabelle Croizier, Antoine Quenardel et Charlotte Fauve, illustrations de Thomas Baas, Gallimard Jeunesse, 64 p., 22 euros et *La vie en vert, l'histoire des plantes de notre planète*, textes de Nicola Davies, illustrations d'Emily Sutton, traduction de l'anglais par Ilona Meyer et Caroline Drouault, Les Éditions des Éléphants, 40 p., 15,50 euros.

Le premier livre invite à se promener dans 15 jardins emblématiques, de l'Antiquité à nos jours, à travers de splendides peintures paysagères ainsi que des détails et des vignettes: le jardin premier, le jardin de Julia Felix à Pompéi, l'Agdal à Marrakech, le jardin médiéval du roi René, celui du Castello, de Fontainebleau, de Versailles, Stowe House, Central Park, Thabor, Gravetye Manor, le parc André Malraux, La Villette, le jardin Duisburg et le Parcosud de Milan. En marge des contextes historique, culturel et social sont présentés les paysagistes qui les ont conçus. Le second album est construit comme un passionnant cours de sciences en plusieurs leçons au départ d'un seul arbre. La couleur verte à cause de la photosynthèse, la chaîne alimentaire, la respiration, les origines, l'évolution, l'énergie et la destructrice pollution moderne sont remarquablement expliquées en des textes clairs et portés par de splendides et amples illustrations rendant grâce à la couleur verte, la plus importante du monde.

À partir de 7 ans.



*La vie secrète des forêts, à la découverte des relations entre les arbres, les animaux et les champignons*, textes de Klara Holik, Ivi Niesner et Jana Sedlackova, illustrations de Katarina Kratochvilova, traduction en français par Lyse Leroy sans mention de langue d'origine, Albatros, 64 p., 19,90 euros et *Génial végétal, les talents cachés des plantes*, textes de Fleur Daugey, illustrations de Marcel Barelli, La Martinière Jeunesse, 40 p., 13,90 euros.

Le premier se présente sous la forme de questions-réponses calquées sur l'organisation humaine à propos des arbres, des animaux et des champignons. Mais oui ! C'est à la fois instructif et amusant. «*Comment les arbres s'entraident-ils ?*» «*Les champignons sont-ils de bons voisins ?*» «*Les arbres s'entendent-ils avec les fourmis ?*» Au-delà du premier étonnement, on va découvrir de surprenantes connexions entre ces différents voisins et une coexistence harmonieuse invisible à l'œil nu. Mais pas toujours. Le second titre applique le principe vu dans l'album «*Dans la nature*» des mêmes auteurs (voir *Athéna* n° 362), déconstruire les idées reçues, sur les plantes cette fois. Ces dernières n'ont pas d'yeux mais elles voient. Elles n'ont pas d'oreilles mais elles entendent. Elles bougent plus qu'on ne l'imagine, se défendent si nécessaire, s'entraident, font des choix. Les plantes sont intelligentes, plaide cet original petit format humoristiquement illustré.

À partir de 6 ans.



*Une forêt est une famille, mon premier livre sur les arbres*, textes de Peggy Thomas, illustrations de Cookie Moon, traduction de l'anglais par Sophie Lecoq, Phaidon, livre accordéon de 42 p., 14,95 euros.

C'est un format livre de poche mais, déplié, cet épais leporello cartonné fait presque 2,5 mètres de long. Au fil des pages verdoyantes, le jeune lecteur est invité à découvrir comment les arbres, comme les humains, se parlent, prennent soin les uns des autres, partagent leurs repas et forment un vrai foyer. L'auteure compare la forêt à une famille. Les arbres parents «plantent» des bébés en libérant des graines. Les forêts mixtes sont comme des fratries. On apprend aussi que les forêts purifient plus de la moitié de l'eau potable sur Terre, que les arbres nous apportent l'air que nous respirons. Des données de base qui apparaissent dans de très réussies illustrations numériques. Au recto de cette histoire paysage figurent 9 forêts du monde, dont la forêt de pins de Bristlecone aux États-Unis, le parc naturel du mont Hamiguitan aux Philippines, la forêt tropicale d'Amazonie au Brésil et la forêt verticale qui pousse sur deux immeubles à Milan, en Italie.

Pour tous.

*Un enfant qui lit  
sera un adulte qui pense*

Flore Vasseur, écrivain



## À LIRE



# AGENDA

Le mag scientifique

## • BRUXELLES - TOUR & TAXIS DU 11 AU 13/10

### I Love Science Festival

Explorez les sciences à travers expériences, laboratoires, animations, ateliers et expositions. De la chimie au codage, en passant par l'espace, l'IA, les robots et les expériences environnementales, la sixième édition promet des stands interactifs. Une occasion unique, pour chacun, de 7 à 77 ans, d'apprendre en s'amusant et d'éveiller le scientifique qui sommeille en lui. Et le meilleur dans tout cela ? L'entrée est gratuite !

<https://www.ilovescience.brussels/fr/home>

## • EN WALLONIE ET DANS PLUS DE 90 PAYS DU 4 AU 10/10

### Space Week

La Semaine mondiale de l'espace est un événement international de la science et de la technologie. Elle se tient chaque année du 4 au 10 octobre. Ces dates commémorent 2 événements :

- 4 octobre 1957: lancement du premier satellite terrestre fabriqué par l'homme, Spoutnik 1.
- 10 octobre 1967: Signature du Traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation pacifique de l'espace extra-atmosphérique.

La *Space Week* comprend des événements d'éducation et de sensibilisation à l'espace organisés par des agences spatiales, des entreprises aérospatiales, des écoles, des planétaires, des musées et des clubs d'astronomie du monde entier. Le programme en Wallonie est à découvrir via le lien ci-dessous.

<https://bit.ly/4esLN8g>

## • À VENIR !

La Direction de l'Accompagnement de la Sensibilisation du SPW Recherche ouvrira, à la rentrée, les inscriptions à ses différents concours (dont un nouveau) :

- **Cansat Belgium** (pour les élèves à partir de 16 ans)
- **L'Odysée de l'Objet** (pour les élèves du secondaire)
- **L'Odysée de l'Objet en 48H** (pour les Bacheliers)

<https://recherche.wallonie.be/concours>

## L'ENVERS DES FRIPEES Emmanuelle Durand - Premier Parallèle

Et si la seconde main, loin de représenter une réelle alternative à la surconsommation, marchait main dans la main avec la fast fashion ? Sur les 700 000 t de vêtements jetés chaque année en France, seuls 20% sont en mesure d'être recyclés. Le reste alimente un commerce international de vêtements usagés dont on sait finalement peu de chose. L'autrice nous propose de partir de Beyrouth pour détricoter puis remonter le fil de ces flux mondialisés. Des échoppes libanaises jusqu'aux points relais *Vinted* français en passant par les entrepôts de tri dubaïotes et belges, ce récit vivant et incarné propose de suivre les pérégrinations de quelques habits considérés ici comme des déchets, là comme des objets convoités. Elle invite ainsi le lecteur à faire de l'anthropologie autrement, à l'arrière d'une voiture et à la table des principaux acteurs de cette enquête qui jette une lumière nouvelle sur nos manières de nous (dés)habiller.

## ATHENA 367 Mai-Juin 2024

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

Boulevard Cauchy 43-45, 5000 Namur  
N° Vert du SPW: 1718 • [www.wallonie.be](http://www.wallonie.be)

### Abonnement (gratuit)

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

• VIA LE FORMULAIRE SUR NOTRE SITE:  
[recherche.wallonie.be/formulaire-athena](http://recherche.wallonie.be/formulaire-athena)

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

• PAR COURRIER:  
Boulevard Cauchy 43-45, 5000 Namur

Distribution en Belgique uniquement.

Rejoignez-nous également sur

<https://athena-magazine.be>

<https://athena.wallonie.be>

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

### RÉDACTRICE EN CHEF

Géraldine TRAN  
Ligne directe: 081 77 86 55

[geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)

### GRAPHISTE

Nathalie BODART  
Ligne directe: 081 77 86 43

[nathalie.bodart@spw.wallonie.be](mailto:nathalie.bodart@spw.wallonie.be)

### IMPRESSION

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

ISSN 0772-4683 (P) • 2736-5875 (N)

### COLLABORATEURS

Lucie Cauwe, Virginie Chanry,  
Jean-Michel Debry, Paul Depovere,  
Henri Dupuis, Julie Fiard, Thibault Grandjean,  
Philippe Lambert, Julie Luong,  
Laetitia Mespouille, Jacqueline Remits,  
Nathan Uyttendale, Geoffrey Van Hecke

### DESSINATEURS

Alsly, Peter Elliott, Olivier Saive, Vince

### RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

Jean-François HEUSE  
Inspecteur général

### ÉDITEUR RESPONSABLE

Lionel BONJEAN  
Directeur général

### COUVERTURE

Première  
Crédit: © allvision -  
stock.adobe.com

Quatrième  
Crédit: © Mytho -  
stock.adobe.com

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



## 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)