

**Curiokids** p.31

## De la fleur au flacon

**Société** p.18

## Âgisme: qui a peur de la vieillesse ?

**EDIWALL**




# ÉDITO

## La vieillesse : un naufrage programmé ?

TEXTE: GÉRALDINE TRAN - RÉDACTEUR - PHOTOS: © DE VISU - STOCK.ADOBE.COM - TITRE, ID PHOTO/VIGNETTE



**L**es vieux ne rêvent plus, leurs livres s'ensommeillent, leurs pianos sont fermés  
Le petit chat est mort, le muscat du dimanche ne les fait plus chanter  
Les vieux ne bougent plus, leurs gestes ont trop de rides, leur monde est trop petit  
Du lit à la fenêtre, puis du lit au fauteuil, et puis du lit au lit  
Et s'ils sortent encore, bras dessus, bras dessous, tout habillés de raide  
C'est pour suivre au soleil l'enterrement d'un plus vieux, l'enterrement d'une plus laide  
Et, le temps d'un sanglot, oublier toute une heure la pendule d'argent  
Qui ronronne au salon, qui dit «oui», qui dit «non», et puis qui les attend

Ça donne envie, n'est-ce pas ? Jacques Brel, lui, n'a pas eu le temps de vivre ce qu'il chantait si tristement dans sa chanson *Les vieux* ... Tiens, à ce propos, quand est-on vieux ? Vous vous en doutez, il n'y a pas de réponse unique. Déjà, par rapport à qui et pour qui est-on vieux ? Un jeune enfant verra ses parents vieux à 35 ans, un ado à 40, un adulte à 60... tandis que le parent de 35, de 40 ou de 60 ans aura tendance à se sentir toujours jeune ! Car l'humain porte généralement à l'intérieur de lui un sentiment de «permanence», quelque chose qui ne vieillit jamais. Peut-être est-ce cette fameuse âme d'enfant dont on parle souvent. Et cette âme-là, on veut la garder à tout prix. En tous cas, dans nos sociétés modernes occidentales, où l'on refuse de vieillir. Car comme l'a bien dit Chateaubriand, «vieillir est un naufrage», synonyme de décrépitude, d'inutilité, d'assistanat, d'attente bras croisés d'une mort prochaine. Ça, c'est ce que la société actuelle veut en tous cas nous faire croire... Pour elle, on est vite vieux. Contrairement à avant, aujourd'hui, il y a une incohérence. On est socialement vieux de plus en plus jeune et biologiquement vieux de plus en plus tard. Pour l'Organisation mondiale de la Santé, c'est à 65 ans que débiterait la vieillesse (60 ans dans les pays en développement) alors qu'en Europe, l'espérance de vie est estimée à 81 ans pour les hommes et 84 ans pour les femmes. De plus, selon plusieurs études, c'est à 70 ans que l'on se sentirait le plus heureux. Donc finalement, qu'est-ce que cela signifie «être vieux» ? Un âge biologique ? La perte d'énergie et de force substantielle ? La ménopause ou l'andropause ? Le moment de la retraite ? Ce que telle ou telle institution a décrété ? Ce que la société, les médias, les entités politiques en disent ? Ou bien l'expérience, l'expertise, la sagesse, la plénitude, la capacité à prendre du recul, à faire la part des choses, à voir ce que la vie a de plus beau parce qu'on sait ce qui est laid, à tirer le meilleur des gens parce qu'on les connaît bien désormais ? Sans prêcher pour ma paroisse, ne serait-il pas bénéfique pour la collectivité de cesser de porter aux nues et de ne considérer comme force vive que la jeunesse ? D'en finir avec les stéréotypes sur l'âge et un âgisme trop bien installé ? C'est une question qui a toute sa place et à laquelle vous trouverez des réponses dans la rubrique Société de ce dernier numéro de l'année. Avant de vous laisser le découvrir, je vous souhaite, au nom de toute l'équipe d'*Athena*, de très belles fêtes de fin d'année, qui a vu, je l'espère, quelques-uns de vos vœux exaucés. 





P.5



P.16

© V. Joly - Virginie Willemet



P.22



P.50



P.56

- 4 **Actualités** • Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Wall'Innove Tour** • Care4Water
- 12 **Technologie** • Quand les neurones deviennent processeurs
- 16 **L'ADN de...** • Magali KLEPPER, Nez (designer olfactif)
- 18 **Société** • Âgisme : qui a peur de la vieillesse ?
- 22 **Mathématiques** • Comment paraître moins crédule face à son banquier
- 24 **Dossier** • Question de vie ou de mort
- 30 **Colombe** • Aussi barje que *Barje*, elle nous partage son regard acéré sur l'actu scientifique
- 31 **Curiokids** • De la fleur au flacon
- 35 **IA** • « MÊME HEURE LA SEMAINE PROCHAINE ? » : l'IA pousse la porte des cabinets de psy (1<sup>re</sup> partie)
- 39 **Qui est-ce ?** • Yvonne CHOQUET-BRUHAT
- 41 **Internet** • NOTION : l'outil qui réinvente notre organisation (1<sup>re</sup> partie)
- 45 **Chimie** • En route vers la photosynthèse artificielle
- 47 **Biologie** • Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 51 **Physique** • Glaces à gogo
- 53 **Tania nous parle de l'Espace** • Départ pour Mars
- 55 **Les questions martiennes de Tania**
- 56 **Espace** • Écouter l'Univers
- 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 : © CHOKNITI - STOCK.ADOBE.COM (P.4), © VETRE - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © JUERGENL - STOCK.ADOBE.COM (P.5), © FUKUME - STOCK.ADOBE.COM (P.6),  
© VECTORFUSIONART - STOCK.ADOBE.COM (P.7), © MICHAEL NEUGEBAUER / THE JANE GOODALL INSTITUTE (P.8), © UNAMUR (P.9)

## Les prix quinquennaux du FNRS, l'excellence de la recherche en Belgique francophone

Ce sont un peu les Nobel belges. Tous les 5 ans, le FNRS récompense 6 chercheurs et chercheuses de la Fédération Wallonie-Bruxelles, dans toutes les disciplines scientifiques, pour l'excellence de leurs recherches, en Belgique comme à l'international. Chaque prix est doté d'un montant de 75 000 €. Cette année, le Prix Dr. A. De Leeuw-Damry-Bourlart, qui couronne des recherches en sciences exactes fondamentales, a été remis à Nicolas Cerf, Professeur de mécanique quantique et de théorie de l'information et Directeur du Centre d'information et d'informatique quantiques à l'ULB. Pionnier de l'informatique quantique moderne, le jury a souligné que *«le chercheur a contribué à définir le domaine du traitement de l'information quantique à variables continues. Depuis, ce domaine de recherche a fait de grands progrès et les premières applications sont sur le point d'arriver ou sont déjà arrivées sur le marché»*.

Ce même prix est également attribué pour des recherches en sciences exactes fondamentales. Et là encore, il consacre des travaux liés au monde quantique, et plus particulièrement à la cryptographie quantique. Il a été attribué à François-Xavier Standaert, Directeur de recherches FNRS au sein du *Crypto Group* de l'UCLouvain. Selon le jury, le chercheur est *«à l'origine de principes fondamentaux permettant la construction de matériel informatique résistant aux fuites et la mise en œuvre de protocoles et d'algorithmes cryptographiques dans des logiciels»*.


Côté sciences biomédicales, le Prix Joseph Maisin récompensant des recherches fondamentales a été décerné à Nathalie Delzenne, Professeure à la Faculté de pharmacie et des sciences biomédicales, chercheuse au sein du *Louvain Drug Research Institute* de l'UCLouvain, pour *«ses recherches pionnières sur le microbiome intestinal avec des implications significatives pour la santé publique»*. En effet, notre microbiote s'est imposé ces dernières années comme un paramètre

important tant dans le développement de nombreuses maladies que pour son rôle protecteur.

Tout comme pour les sciences exactes, le Prix en sciences biomédicales vient également célébrer un chercheur dans le domaine appliqué, ou clinique. Il s'agit de Peter Stärkel, Professeur et chef de clinique à l'UCLouvain dont *«l'approche en matière de recherche clinique translationnelle a permis de mieux comprendre les maladies hépatiques chroniques liées à l'alcool [...], un problème clinique d'importance mondiale.»*


Le Prix Ernest-John Solvay, dédié aux sciences sociales, a été décerné à Jean-Marie Baland, Professeur au sein du Département de sciences économiques et membre du Centre de recherche en économie du développement de l'UNamur. Ses recherches menées dans des pays tels que l'Inde, le Népal, le Kenya et le Chili, *«abordent des questions telles que le développement économique, la réduction de la pauvreté et la protection de l'environnement.»*

Enfin, ce même Prix Ernest-John Solvay vient également couronner des recherches en sciences humaines. Il a été attribué à Godefroid de Callatay, Professeur et chercheur à l'Institut des civilisations, arts et lettres (INCAL) de l'UCLouvain. Chercheur renommé en histoire du monde arabo-musulman, ses travaux portent sur l'histoire des idées scientifiques. D'après le jury, *«ils ont massivement contribué à une compréhension renouvelée de la culture arabo-islamique et de son rôle intégral dans toute histoire des sciences et des techniques.»*

Côté flamand, le FWO, le fonds pour la recherche scientifique flamand, décerne lui aussi tous les 5 ans les *Excellentieprijsen*. Six chercheurs et chercheuses ont, là aussi, été primés dans des domaines comme l'algèbre, les semi-conducteurs, la virologie, l'oncologie gynécologique, la philosophie et les politiques publiques. Chaque prix est assorti d'un chèque de 100 000 €. 

## L'ACTU DES LABOS

## Identifier les ARN viraux circulaires

**D**epuis la pandémie de COVID et la diffusion massive des vaccins à ARN messagers, nombre d'entre nous ont déjà entendu parler de ces molécules qui servent d'intermédiaire entre les gènes encodés dans l'ADN et leur traduction en protéines. Mais il existe en réalité toutes sortes d'ARN, aux fonctions très diverses. Les ARN circulaires (circARN), comme leur nom l'indique, forment une boucle, un peu comme si on avait noué les deux extrémités d'une corde, ce qui les rend plus stables, et donc augmente leur durée de vie. Il en existe quelques milliers au cœur de nos cellules, avec des fonctions bien définies, mais pas seulement : nombre de virus produisent également des circARN. Et si plusieurs études ont montré qu'ils jouaient un rôle important dans le cycle de vie des virus, ils sont encore mal connus. vCircTrappist, un outil de bioinformatique mis au point par des chercheurs de l'UNamur, va permettre d'identifier de façon sûre les circARN d'une large quantité de virus pathogènes, ce qui permettra de lever le voile sur la façon dont les virus communiquent et infectent nos cellules. Une étape importante, alors que plusieurs de ces virus sont à la source du développement de plusieurs cancers. 

► Alexis S. Chasseur et al. *PLOS Pathogens*, 2025

 <https://bit.ly/49NL1nx>

Notre cerveau  
a le sens  
du rythme


**P**oum Poum Tchak. Poum Poum Tchak. Scandez ce rythme à voix haute, et il y a fort à parier que vous penserez immédiatement à *We Will Rock You*, de Queen, et ce même si le rythme n'est pas exactement le même. Mais derrière cette prouesse ordinaire, quels sont les mécanismes à l'œuvre dans notre tête ? Une équipe de l'UCLouvain a montré qu'à l'écoute d'une chanson, notre cerveau, loin de suivre la structure rythmique de chaque musique, classe automatiquement chaque rythme nouveau dans une catégorie de rythmes similaires, et ce sans aucune intervention consciente du sujet. Et d'après les chercheurs, cette aptitude, présente dès la naissance, existerait chez le néophyte comme le musicien confirmé. Alors que certaines études montrent qu'il existe des structures rythmiques universelles basiques, partagées par toutes les cultures du monde, cette étude va permettre d'apporter des réponses sur la manière dont ces dernières sont ensuite façonnées par l'expérience, la culture, les mouvements du corps, et quelle plasticité cérébrale se cache derrière. 

► Francesca M. Barbero et al. *Science Advances*, 2025



Osmie - Abeille maçonner

Les abeilles  
sauvages en danger

**O**n le sait peu, mais la pollinisation des plantes à fleurs est assurée à près de 90% par des abeilles sauvages, comme les bourdons, les abeilles charpentrières ou encore les osmies. Les 10% restants étant assurés par l'abeille domestique. Et malheureusement, ces abeilles sauvages, pourtant indispensables à notre survie, subissent de plein fouet le changement climatique, la destruction de leurs habitats naturels et l'agriculture intensive à coup de pesticides. D'après la nouvelle mise à jour de la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), à laquelle a participé des chercheurs de l'UMons, entre 30 et 40% des espèces d'abeilles sauvages de Belgique sont aujourd'hui menacées d'extinction. Si le constat est sombre, les entomologistes de l'UMons adressent un message d'espoir : dès la mise en place de mesures de protection, comme des zones fleuries, le soutien à l'agriculture biologique ou encore la préservation des haies donnent des résultats tangibles en quelques années seulement. Et c'est sans doute ça, le vrai *Flower Power*... 





## Un grand pas pour la défense planétaire

Nous avons, paraît-il, plus de chances d'être frappé par la foudre que par une météorite. Ces dernières, en plus d'être rares, sont réputées pour être imprévisibles. Mais cette dernière affirmation est de moins en moins vraie ! Le 12 février 2023, l'astéroïde 2023 CX1 a été détecté par une équipe de chercheurs, dont certains de l'ULiège. S'il mesurait à peine 1 m de diamètre, il pesait environ 650 kg ! Sa trajectoire a été calculée avec précision et, le 13 février 2023 à 02h59 UTC (temps universel), l'astéroïde a explosé au-dessus de la Normandie, en France, à 28 km d'altitude, libérant une centaine de fragments. Grâce au calcul ultra précis de son heure et lieu d'entrée dans l'atmosphère, les chercheurs du réseau *FRIPON/Vigie-Ciel* ont pu récupérer des météorites sur le sol, faisant par la même occasion de l'astéroïde 2023 CX1 le premier à avoir été à la fois étudié dans le ciel et sur Terre. Ces résultats impressionnants sont très importants pour la défense planétaire, afin de prévenir et évacuer les populations menacées de façon fiable et localisée. <sup>A</sup>

En savoir

Le réseau *FRIPON* en Belgique

<https://fripon-be.aeronomie.be>


► Aurian Egal et al. *Nature Astronomy*, 2025

### En Bref

Jusqu'à présent, les chercheurs pensaient que la résistance des bactéries à gram négatif aux antibiotiques reposait sur une couche protectrice, composée de peptidoglycanes. Une équipe de chercheurs de l'UCLouvain a mis en évidence que cette protection reposait en réalité sur un système bien plus vaste, fait de 3 enveloppes successives. Il s'agit d'un changement de paradigme majeur qui pourrait aboutir à la production de nouveaux antibiotiques.

► Michaël Deghelt et al. *Nature M*

À l'ULB débute le projet européen ZELDA, qui vise à renforcer l'immunité naturelle des plantes grâce à des molécules issues de la valorisation de la biomasse. Ces molécules, provenant des bioraffineries, alertent les cultures qui activent en retour leur système immunitaire. Ce dernier est alors actif et pleinement opérationnel lors de l'arrivée des pathogènes. Ce projet doit ainsi permettre une diminution de l'utilisation de pesticides.

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

La taille d'un animal est un facteur clé de son écologie. Elle est cependant difficile à évaluer dans le cas des fossiles, alors qu'il ne reste parfois que quelques os. Une étude menée par les chercheurs de l'ULiège a ainsi pu établir des règles qui permettent désormais de calculer la longueur totale de reptiles marins vieux de plus de 100 millions d'années.

► Valentin Fischer et al. *Biology Letters*, 2025

Une équipe de chercheurs de l'UNamur, en collaboration avec l'Université de Stanford aux États-Unis, a mis au point un modèle de cristaux twistés, capables de dévier la lumière de manière contrôlée. Cette technique permet ainsi de piéger les photons, et de les rediriger, ce qui ouvre la voie à de nombreuses applications en photonique, notamment dans les ordinateurs quantiques ou les casques de réalité virtuelle.

► Nicolas Roy et al. *Light: Science and applications*, 2025

## Les éléphants protecteurs de l'ébène

En chantant «*Ébène et Ivoire vivent ensemble dans une parfaite harmonie*» en 1982, Paul McCartney et Stevie Wonder ne pensaient sans doute pas être si proches de la réalité. D'après une étude menée par une équipe de chercheurs de l'ULB autour de la réserve de faune du Dja au Cameroun, il semblerait que le braconnage des éléphants mette en danger la survie de *Diospyros crassiflora*, aussi nommée l'ébène d'Afrique, une essence précieuse emblématique qui produit ce bois noir si caractéristique, utilisé dans notamment dans de nombreux instruments de musique. Chassés pour leur ivoire, 86% des éléphants ont disparu de ces régions au cours des 3 dernières décennies. Or, ces derniers sont décrits par les chercheurs comme de véritables ingénieurs de leur environnement: en mangeant les pousses des arbres par exemple, ils contribuent à l'éparpillement des graines d'ébène via leur déjection. De plus, les crottes d'éléphants jouent un effet protecteur sur les graines, accélérant la germination et la pousse des arbres, et les protégeant contre les prédateurs. D'après les écologues, l'absence d'éléphants entraîne une réduction de 68% de la régénération de l'ébène, compromettant sérieusement la survie à long terme de cette essence. <sup>A</sup>

► Vincent Deblauwe et al. *Science Advances*, 2025



## L'ACTU DES ENTREPRISES

## TUMO débarque à Liège

**A**près Erevan (son lieu de naissance), Berlin, Paris, et même Los Angeles, c'est au tour de Liège d'accueillir un centre d'apprentissage TUMO à la Grand Poste, dès le premier trimestre de 2026. Ces centres d'apprentissages sont dédiés à la formation des jeunes entre 12 et 18 ans aux technologies du numérique. Et ce, gratuitement ! Douze domaines d'apprentissage sont proposés, depuis la robotique jusqu'à l'intelligence artificielle générative en passant par les jeux vidéo, l'animation, la programmation ou encore la modélisation 3D. Le but est de proposer aux jeunes ces formations après l'école, ainsi que le samedi, dans des domaines porteurs d'avenir, de façon la plus ludique possible. Car si on entend souvent que les jeunes ne savent plus apprendre et se concentrer, il suffit de les regarder déployer des trésors de patience et d'inventivité lorsqu'ils jouent à un jeu vidéo ! La Région wallonne a mis 1,2 million d'euros sur la table pour financer ce centre de formation, qui vise la participation de 600 adolescent.e.s par semaine, et la formation de 1 500 jeunes par an. Les inscriptions sont ouvertes dès décembre de cette année. <sup>A</sup>

 [liege.tumo.be](https://liege.tumo.be)

## Un carnet de vaccination numérique

**E**n Wallonie et Bruxelles, la *Vaccicard* verra bientôt le jour. Il s'agit d'un carnet de vaccination numérique, et stocké dans un coffre-fort numérique régional. À l'heure actuelle, s'il est déjà possible d'accéder à certaines données de vaccination via le *Réseau Santé Wallon*, il est nécessaire que ces dernières y aient été enregistrées manuellement, par le médecin traitant par exemple. Désormais, la *Vaccicard* reprendra l'ensemble des données de vaccination éparpillées et détenues par les différents organismes, comme les pharmacies, la médecine du travail, l'ONE, les maisons de repos, ainsi que *Vaccinnet+*, la banque de données fédérale utilisée durant le COVID et qui doit disparaître en janvier 2026. Les données anonymisées permettront aux autorités de santé de réaliser des études statistiques concernant la couverture vaccinale de la population, et ainsi mieux sensibiliser la population à l'intérêt de la vaccination, améliorer les politiques en ce sens, et prévenir les futures crises sanitaires. <sup>A</sup>

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



## Y a-t-il un pilote dans l'avion virtuel ?

**S**i les avions automatiques ne sont pas encore pour demain, *Brussels Airlines* a décidé de remplacer les simulateurs d'entraînements avec instructeur humain par un entraînement autonome à l'aide d'un casque de réalité virtuelle dans le cas des A320. Les pilotes bénéficient désormais d'un environnement immersif réaliste complet, qui leur permet d'interagir avec et d'être guidé durant les différentes procédures. D'après les instructeurs théoriques, les pilotes peuvent ainsi apprendre en autodidacte, de façon répétée, ce qui permet de construire une mémoire musculaire plus importante, et donc de gagner en confiance en situation réelle. Si pour l'instant le *Virtual Procedure Trainer* (VPT) est utilisé pour apprendre les procédures normales de vol, il va être progressivement amélioré pour apprendre les procédures dites anormales (qui reflètent une anomalie non-urgente), et être aussi étendu à d'autres avions comme les A330 et A350. Deux équipages ont déjà été formés grâce à ce dispositif, qui faisait figure de test. Il devrait bientôt être disponible pour l'ensemble des pilotes d'A320 de *Lufthansa Group*, propriétaire de *Brussels Airlines*. <sup>A</sup>

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

## Une première marketplace sociale et solidaire

**L'**économie sociale et solidaire est un des piliers de la transition écologique : consommer moins et mieux, en favorisant le recyclage et la réutilisation, si possible locale. Les entreprises sociales et circulaires membres de la Fédération RESSOURCES (*Les Petits Riens*, *Livr'Ensemble*, *La Ressourcerie Namuroise*, *Droit et Devoir...*), qui valorisent près de 7 000 tonnes de biens en seconde main chaque année, ont donc décidé de lancer un site regroupant l'ensemble des objets disponibles : *LaRécup*. Cette première marketplace sociale et solidaire de Belgique vise à concurrencer les géants du secteur, comme *Facebook Marketplace* et *Vinted*, en proposant des articles de qualité, soigneusement contrôlés par les vendeurs, et ainsi soutenir l'emploi local tout en réduisant les déchets. Les options de livraison et de *click and collect* sont déjà disponibles, et le catalogue de près de 43 000 articles devrait encore s'agrandir avec de nouveaux acteurs. *LaRécup* a été soutenue par le plan de relance de la Wallonie. <sup>A</sup>

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

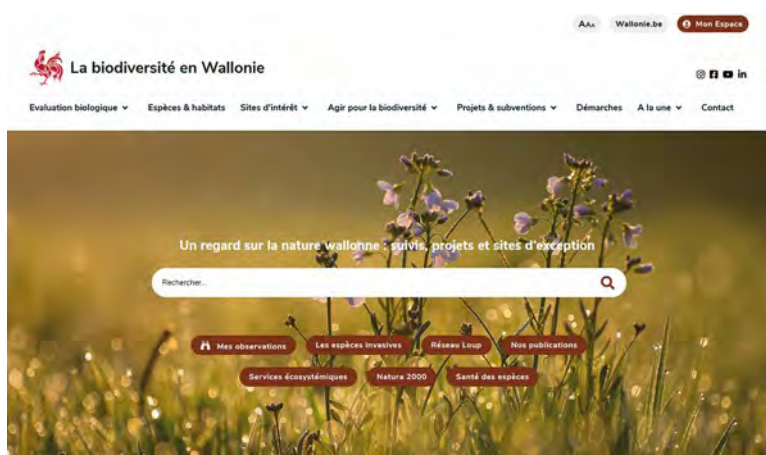
## Un nouveau portail de la biodiversité

On n'aime que ce qu'on connaît, et on protège ce qu'on aime. Pour une meilleure cohabitation des habitants de la Wallonie avec leur environnement, la Région Wallonne a inauguré un tout nouveau portail de la biodiversité. Celui-ci incarne une philosophie de cohabitation: apprendre à mieux connaître les espèces, adapter nos comportements et participer activement à leur sauvegarde. En plus d'informations complètes sur les espèces qui peuplent nos régions, depuis le retour du loup jusqu'à la gestion des espèces invasives comme le frelon asiatique, le nouveau portail entend s'adresser à l'ensemble de la société civile. On y retrouve en effet une base de données complète reprenant l'ensemble des projets liés à la biodiversité soutenus par la Région, comprenant les budgets, les participants, ainsi que les protocoles d'étude et les résultats obtenus. Il met également à la disposition des citoyens et acteurs de la nature un outil qui permet d'accéder facilement aux procédures administratives en lien avec la biodiversité. En outre, ce nouveau portail sera régulièrement enrichi dans les prochains mois par l'ajout de contenus et l'amélioration de l'accès aux données. <sup>A</sup>

<https://biodiversite.wallonie.be>

## L'IMAGE DU MOIS

L'ethologue et primatologue est décédée le 1<sup>er</sup> octobre 2025 à l'âge de 91 ans. Elle a révolutionné notre compréhension des grands singes, nous replaçant dans le même temps, nous humains, à notre juste place: à leurs côtés. <sup>A</sup>



## En Bref

Un centre de performance Jacques Borlée ouvre au *LégiaPark*, sur les hauteurs de Liège. *Boost by Borlée*, du nom de cet entraîneur et ancien sportif de haut niveau, vise ainsi à proposer au public des techniques normalement réservées aux athlètes, comme la récupération en chambre hyperbare, l'oxygénation par hyperoxie ou encore la stimulation des ondes cérébrales alpha.

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

Les 29 pays de l'UE mettent en place l'EES, pour *Entry/Exit Sytem*. Destiné à remplacer les cachets sur les passeports, ce système enregistre désormais les empreintes digitales, un scan facial, les données du passeport et les dates d'arrivée et de départ des voyageurs des pays tiers. L'EES est destiné à améliorer la sécurité à l'intérieur de l'Union.

Le Conseil de la Publicité et de l'*Influencer Marketing Alliance* viennent de lancer un certificat destiné à devenir un label de qualité pour tous les influenceurs de Belgique. Il vise à sensibiliser ces derniers aux sujets de la publicité transparente, des règles publicitaires spéciales et de la responsabilité sociale sur les réseaux sociaux. Un participant doit obtenir au moins 70% à l'examen pour obtenir le certificat.

<https://conseildelapublicite.be/>

L'UZ Brussel a réalisé une avancée majeure en traitant, pour la première fois, un patient souffrant de tachycardie ventriculaire (TV) grâce à l'ablation par radiothérapie stéréotaxique. Cette technique, jusque-là utilisée en oncologie, consiste à irradier précisément la zone problématique du cœur, sans nécessiter de chirurgie, et offre une alternative non invasive pour les patients réfractaires aux traitements classiques.



## INTERVIEW

## À la recherche d'une compréhension du Covid long

Primée lors de la finale belge du concours *Ma Thèse en 180 secondes* (MT180) 2025, Margaux Mignolet, qui effectue sa thèse à l'UNamur, traque les bases biologiques des symptômes de Covid long.


## Pouvez-vous expliquer vos travaux ?

Ma thèse repose sur l'idée qu'il existe, dans le sang des patients atteint de Covid long, des constituants qui provoquent des effets neurologiques, comme les douleurs par exemple. Nous avons alors prélevé du sang de patients volontaires, pour en filtrer des molécules liées à l'immunité que l'on appelle les immunoglobulines G (IgG). Puis nous avons transféré ces molécules à des souris. Mon travail montre que les souris qui ont reçu les IgG éprouvent une sensibilité plus importante au niveau des pattes, ce qui confirme l'origine auto-immune de ces symptômes particuliers.

## En savez-vous plus sur le mécanisme de fonctionnement ?

Lorsque nous avons transféré ces mêmes IgG préalablement désactivées à d'autres souris, aucun symptôme n'a été détecté. Cela confirme que les molécules activent un mécanisme bien particulier, mais que nous ne connaissons pas encore. Cependant, ainsi que le montre(nt?) nos travaux, celui-ci se situe sans doute au niveau des ganglions nerveux contenant les neurones sensoriels qui transmettent la douleur.

## Comment avez-vous vécu le concours MT180 ?

C'était une expérience très enrichissante que je recommande à tout le monde ! C'est parfois très difficile d'expliquer le sujet de ses recherches à ses proches, de savoir jusqu'où on peut aller, et j'avais réellement envie d'en apprendre un peu plus sur la vulgarisation scientifique. Et puis présenter ce sujet devant un public m'a aussi appris beaucoup de choses. 



Petra Manja (*Dormir pour ne pas mourir*, prix du public), Thomas Rouma (*Comment se débarrasser d'un pique-assiette*, 2<sup>e</sup> prix du jury) et Margaux Mignolet (*Le monde de Dory l'anticorps*, 1<sup>er</sup> prix du jury).




La présentation de Margaux Mignolet: *Le monde de Dory l'anticorps* à MT 180:

 <https://www.youtube.com/watch?v=jQ39UNJLnyl>

## DATA

1 441 €

La plateforme interfacultaire ESPRist-ULiège, en partenariat avec le centre d'expertise pour le budget et le bien-être financier Thomas More a établi le revenu de référence, soit le revenu minimum nécessaire pour participer pleinement à la société en Belgique. Il s'agit d'une limite inférieure pour les familles qui vivent dans un logement de qualité, dans une zone facilement accessible par les transports publics, dont tous les membres sont en bonne santé et qui possèdent les connaissances et les compétences nécessaires pour gérer économiquement le budget familial. Il s'élève à 1 441 euros pour une femme célibataire sans enfants, mais une famille monoparentale avec un enfant a besoin d'un minimum de 2 077 euros et un couple avec 2 enfants en pleine croissance, de 2 911 euros.

 <https://www.budgets-dereference.be/>



## COUP D'CRAYON

VINCE · VINCENT\_DUBOIS@ME.COM

«*Tiens, une sandale...*» Si cette phrase peut sembler banale dans la bouche de n'importe qui face à un objet abandonné sur le bord d'un sentier, il en va tout autrement lorsqu'elle est prononcée par un ornithologue, suspendu par une corde à plusieurs centaines de mètres d'altitude, à la recherche de nids de gypaètes barbus dans le sud de l'Espagne. Les nids de cette espèce de vautours ont été habités durant plusieurs siècles avant d'être désertés il y a une centaine d'années, et les biologistes y ont trouvé quantité d'objets humains dont certains datent du Moyen Âge, et qui ont sans doute été utilisés à des fins de construction. L'inventaire de leurs trouvailles compte par exemple un carreau d'arbalète, une peau de mouton peinte, et... une sandale, vieille de plus de 750 ans, faite de fibres végétales et parfaitement conservée dans les conditions particulières d'humidité de la grotte qui abrite ces nids. Une question cependant demeure sans réponse: quelle tête a fait la personne qui s'est fait chipper une sandale par un vautour de 3 mètres d'envergure ?!



# WALL'INNOVE TOUR: arrêt sur Care4Water

TEXTE : JACQUELINE REMITS - JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE  
PHOTOS : JANNOOND28/FREEPIK + PHOTOMONTAGE (P.10), © CARE4WATER(P.10-11)



## CARTE D'IDENTITÉ

**CRÉATION:** 2014

**SIÈGE SOCIAL:**

Zone d'activité  
économique,  
Place de la Station, 38  
7880 Flobecq

**SECTEUR**

**D'ACTIVITÉS:**

Construction d'appareils  
de traitement de l'eau

**MEMBRES**

**DE L'ÉQUIPE:**

6

**CONTACT:**

068 33 60 48

[info@care4water.com](mailto:info@care4water.com)

 [www.care4water.com](http://www.care4water.com)

## Il était une fois...

Une PME à la fois jeune, innovante et expérimentée. Fondée en 2014, l'entreprise *Care4Water* a développé des solutions de production in-situ de désinfectant pour le traitement de l'eau grâce à une technologie innovante dans le respect de l'environnement, l'électrolyse au sel. Celle-ci permet la production d'un désinfectant efficace. «*Nous nous sommes centrés sur cette technologie afin de la diffuser au plus grand nombre, commence Thierry Monnier, CEO de Care4Water. Le but: produire sur place, très économiquement, une solution désinfectante pour rendre l'eau saine à partir uniquement d'eau, de sel et d'électricité.*» *Care4Water* apporte ainsi une solution autonome, économique et durable pour une eau saine, partout où elle est nécessaire. L'entreprise est déjà présente dans plusieurs secteurs: l'eau potable, les piscines collectives, la prévention de la légionellose dans les circuits de refroidissement en industrie, l'agroalimentaire et le recyclage de l'eau. Aujourd'hui, elle compte 700 références en Europe et en Afrique de l'Ouest.

Cette technologie est particulièrement pertinente pour la potabilisation de l'eau dans les pays en développement. Les atouts sont nombreux. Une production sur site, locale et en toute autonomie, rend ces pays indépendants de toute importation de produits chimiques. Seul intrant, le sel, un élément naturel présent partout en abondance, inoffensif et bon marché. Le faible coût du traitement démocratise le prix de l'eau potable pour la rendre abordable à tous. Ces unités, qui peuvent fonctionner à l'énergie solaire et sans batterie sur des sites ruraux, permettent une production locale, moins de transport, moins d'emballage et l'utilisation d'énergie solaire renouvelable. Tout cela réduit de 60% l'empreinte carbone du traitement de l'eau. *Care4Water* est une alternative saine, économique et autonome d'accès à l'eau pour les pays en développement. «*Nos électrolyseurs sont adaptés aux communautés rurales comme aux métropoles urbaines. Ils permettent la production d'une eau saine, en toute autonomie, sans importation de produits chimiques. Ils sont utilisés pour la production d'eau potable et aux postes de rechloration dans les réseaux de distribution. Ils potabilisent également les eaux de puits, de forage, de pluie, de rivières.*»

*Care4Water* est présente au Sénégal dans la région de Thiès avec les unités en zone rurale. Le traitement de 50 forages ruraux donne ainsi l'accès à l'eau potable à 300 000 villageois. L'accès à l'eau potable de qualité est un enjeu important au Sénégal. L'Office des Forages ruraux (OFOR) a pour mission d'apporter une eau de qualité au

plus grand nombre sur le territoire. L'entreprise hennuyère est également présente au Togo avec l'installation de 30 unités de désinfection de l'eau en zone péri-urbaine dans les 5 régions du pays. La spécificité de ces unités ? Elles permettent la production d'une solution désinfectante à partir de l'énergie solaire. *«Ce produit nous permet de renouveler notre engagement envers les projets à fort impact humain.»*

Les réseaux d'eau potable en Europe sont soumis aux exigences de qualité dictées par les autorités compétentes. Les électrolyseurs sont utilisés pour la production d'eau potable et aux postes de chloration dans les réseaux de distribution. Alternative économique, ils permettent d'éviter la manipulation et le stockage de produits chimiques, tout en garantissant la qualité de l'eau.

Les piscines collectives en Europe sont également soumises aux exigences de traitement et de qualité. *«Notre solution apporte les avantages du chlore sans ses inconvénients. Nos unités traitent tous types de bassins collectifs, du plus petit au plus grand: piscines municipales, d'hôtels, d'hôpitaux, d'écoles, de campings et parcs aquatiques, centres de bien-être et spas, de zoos.»* La piscine de Huy, entre autres, a récemment modernisé ses installations en adoptant une station d'électrolyse Care4Water pour la désinfection de ses bassins intérieurs et extérieurs, ainsi que du centre de bien-être. Cette innovation technologique vise à garantir une qualité d'eau optimale tout en assurant la sécurité et le confort des nageurs. Un camping de Lathuile, au bord du lac d'Annecy, a récemment opté pour une solution d'électrochloration in situ de Care4Water qui permet de produire jusqu'à 20 kg par jour de chlore actif sur place pour le traitement des 600 m<sup>3</sup> d'eau des bassins et autres activités aquatiques du camping. Cette solution présente une nette réduction de l'empreinte carbone et des risques associés à l'utilisation des solutions de chlore classique. D'autres campings en France, comme aux Sables-d'Olonne, ont aussi opté pour la solution d'électrochloration in situ.

Dans l'agroalimentaire, une eau saine est indispensable. *«Nos solutions permettent de s'affranchir de tous produits chimiques, en produisant sur place tout désinfectant d'origine naturelle. La qualité des eaux est maîtrisée, ainsi que le budget, tout en garantissant la sécurité des employés et en améliorant le bilan carbone des entreprises.»* Les équipements permettent une sécurité sanitaire optimale dans le traitement préventif de la légionellose dans les circuits d'eau de refroidissement. Il en va de même pour les réseaux d'eau chaude sanitaire. L'électrolyse est également incontournable dans les procédés d'économie circulaire ou de recyclage des eaux usées traitées.

*«Cette année, nous avons surtout misé sur la partie industrie, avec de gros projets pour des parcs aquatiques et de l'eau potable, sur le marché belge, mais aussi en France, aux Pays-Bas et en Italie.»*

## ...l'envie d'innover

Comment ça marche ? L'eau à traiter circule à travers un adoucisseur. De l'eau adoucie est injectée dans le réservoir de dissolution de sel pour y préparer une saumure saturée. Celle-ci est diluée et envoyée vers l'électrolyseur où, au contact des électrodes, la solution désinfectante est produite. Le désinfectant est stocké dans un réservoir tampon, puis dosé dans l'eau à traiter. La cuve est équipée d'une détection de niveau, enclenchant ou stoppant la production de désinfectant. L'hydrogène généré lors de la réaction est évacué sans danger, fortement dilué dans l'air ambiant au moyen d'un ventilateur.

L'électrolyse de sel va améliorer le traitement de l'eau. Pas de transport, stockage ou manipulation de produits chimiques dangereux. Un désinfectant dilué, inoffensif pour l'homme et la nature, est produit à la demande et sans dégradation. L'unité est alimentée en électricité basse tension. La production sur place engendre moins d'émissions de CO<sub>2</sub> liées au transport. L'efficacité est accrue grâce à une solution fraîchement produite. L'unité peut être alimentée par des panneaux photovoltaïques. Les avantages sont nombreux. *«Les coûts sont de moins 50 à 75% par rapport au coût de la chimie. Pas de coût de recyclage de bidons ou de seaux. La consommation est réduite grâce à une meilleure efficacité. Moins d'acide avec une réduction de 25 à 50% pour l'ajustement pH. Moins de sous-produits. L'encombrement est réduit et ne nécessite pas de local séparé. L'installation est facile, automatisée. Elle peut être gérée à distance, est adaptable à des conditions sévères d'exploitation et sa maintenance est aisée.»* <sup>A</sup>



## QUI EST THIERRY MONNIER, CEO ?

Thierry Monnier est expert en techniques spéciales de traitement de l'eau

depuis près de 20 ans. Après des études de chimie à l'Université de Mons,

il s'installe comme entrepreneur indépendant. En 1998, il commence à réaliser des constructions complètes de piscines et ouvre 3 magasins dans la région de Flobecq. *«De fil en aiguille, et avec ma formation, je me suis retrouvé davantage orienté vers le traitement d'eau.»* En 2014, il cède ses parts de l'entreprise et crée, avec son associé Vincent Delannoy, une société qui développe des électrolyseurs. En 2017, celle-ci prend le statut de société anonyme et adopte le nom de Care4Water. En 2025, lorsque l'ancien dirigeant, Dominique Balcaen, quitte la société, Thierry Monnier, jusque-là directeur technique (COO), devient le nouveau CEO. *«Care4Water est avant tout un travail d'équipe, aime-t-il souligner. Notre PME ne serait pas ce qu'elle est sans Franck, Catherine, Vassili, Maxime et Jean.»*





# Quand les neurones deviennent processeurs

Une révolution discrète est en marche dans les laboratoires: des chercheurs construisent désormais des ordinateurs à partir de neurones vivants. Fiction ? Pas du tout. Encore expérimentaux, ces dispositifs d'un nouveau genre se situent à la croisée entre la biologie et la technologie. En combinant la puissance du vivant à celle du calcul, ils pourraient bouleverser notre rapport à l'informatique

TEXTE : VIRGINIE CHANTRY - VIRGINIE@PIXELIGHTDIGITAL.COM

PHOTOS : © SAI TUNYEE - STOCK.ADOBE.COM - GÉNÉRÉ À L'AIDE DE L'IA (P.12),

© ND STOCK - STOCK.ADOBE.COM - GÉNÉRÉ À L'AIDE DE L'IA (P.14), CORTICAL-LABS (P.14),

© JUNET - STOCK.ADOBE.COM - GÉNÉRÉ À L'AIDE DE L'IA (P.15), © VIRGINIA TECH (P.15)

auraient manqué quelques épisodes, rappelons brièvement ce qu'est un ordinateur. Il s'agit d'un assemblage de composants électroniques – partie matérielle (*hardware*) – conçu pour manipuler des données et automatiser toute une série de tâches. Pour ce faire, des programmes – partie logicielle (*software*) – enchaînent des opérations arithmétiques et logiques dans un ordre précis. Ces instructions sont exécutées par des microprocesseurs: de petites puces miniaturisées capables d'interpréter et d'exécuter un grand nombre de tâches. Ces microprocesseurs appartiennent à la famille des circuits intégrés: de minuscules composants regroupant sur un même support, généralement en silicium, un ensemble d'éléments électroniques. Véritables cerveaux des ordinateurs, ils concentrent sur quelques millimètres carrés des milliards de transistors – ces interrupteurs électroniques qui, en plus de moduler le courant, peuvent le laisser passer ou le bloquer, traduisant ainsi les 0 et les 1 du langage binaire propre aux machines. Ce sont eux qui assurent les calculs, les décisions logiques et la circulation des données. Le tout s'articule dans un système où l'information se propage à travers des circuits imprimés: des plaques rigides, souvent en fibre de verre, sur lesquelles sont gravés de fins chemins de cuivre reliant les composants.

Mais si toute cette «intelligence informatique» repose sur des composants miniaturisés et gravés dans du silicium... que se passe-t-il quand on remplace ce matériau inerte par des

**B**io-ordinateur, ordinateur à neurones, ordinateur neuronal... Autant d'expressions pour désigner un seul et même concept: celui d'un ordinateur qui utilise des neurones biologiques à la place des traditionnelles puces électroniques pour effectuer ses calculs. Mais avant d'aller plus loin – et au cas où certains

neurones ? C'est le pari un peu fou que se sont lancé certains chercheurs: créer des ordinateurs qui fonctionnent grâce à des neurones humains cultivés en laboratoire.

## Le vivant comme unité de calcul

Pour transformer des neurones en composants informatiques, encore faut-il comprendre comment ils traitent l'information. Dans notre cerveau, chaque neurone reçoit des signaux électriques et chimiques provenant d'autres cellules, les intègre, puis décide – selon un seuil d'activation – d'envoyer ou non une impulsion à son tour. Ce réseau d'échanges forme une architecture de calcul d'une complexité et d'une efficacité inégalées: un modèle que les ingénieurs tentent depuis longtemps d'imiter. Avec les ordinateurs à neurones, l'idée n'est plus seulement de simuler cette activité biologique à l'aide d'algorithmes, comme le font les réseaux de neurones artificiels, mais de l'utiliser directement pour réaliser des tâches informatiques. Soulignons que les réseaux neuronaux artificiels ne contiennent aucun neurone vivant: ils en imitent l'organisation et l'apprentissage. Ici, les chercheurs cultivent de véritables cellules nerveuses humaines en laboratoire, puis les connectent à des interfaces électroniques capables de leur envoyer des stimulations et d'en mesurer les réponses.

En s'appuyant sur ces réseaux biologiques, les chercheurs profitent de propriétés que l'électronique peine encore à reproduire: la transmission synaptique, la plasticité des connexions et la capacité d'apprentissage. La transmission synaptique désigne le mécanisme par lequel un neurone communique avec un autre, en transformant un signal électrique en signal chimique au niveau de la synapse, ce minuscule point de contact où 2 cellules nerveuses échangent de l'information. La plasticité des connexions correspond à la faculté du réseau neuronal de se modifier au fil du temps: certaines connexions se renforcent, d'autres s'affaiblissent ou disparaissent. Ce remodelage constant est à la base de l'adaptation et de la mémoire. Quant à la capacité d'apprentissage, elle découle directement de cette plasticité: le réseau ajuste ses réponses en fonction de l'expérience et des signaux reçus, optimisant progressivement ses performances sans qu'aucune instruction explicite ne soit nécessaire. Ces caractéristiques confèrent aux neurones des atouts majeurs: une efficacité énergétique remarquable – ils consomment bien moins d'énergie qu'une puce de silicium –, un traitement parallèle naturel de l'information et une capacité d'adaptation qui

permet de se réorganiser face à de nouvelles situations. À terme, cette approche pourrait offrir une alternative matérielle aux IA, bien plus gourmandes en énergie.

## Recette et fabrication

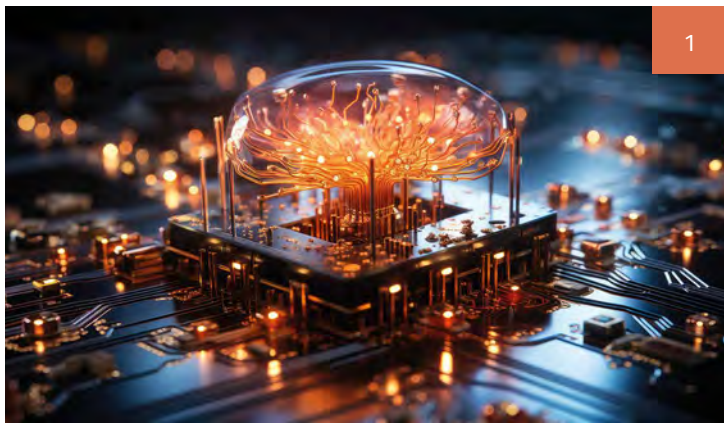
Transformer des neurones en unités de calcul ne se fait évidemment pas en un claquement de doigts. Tout commence par des cellules souches ou sanguines reprogrammées pour devenir des neurones. Cultivées dans un milieu nutritif et maintenues à température et humidité constantes, ces cellules se développent peu à peu en réseaux capables de communiquer entre elles. Vient ensuite la mise en relation avec l'électronique. Les chercheurs déposent ces réseaux sur des électrodes miniaturisées: de fines plaques de quelques millimètres carrés qui permettent à la fois de stimuler les neurones et d'enregistrer leurs réponses électriques. Ces interfaces bidirectionnelles sont au cœur du dispositif: elles traduisent les signaux biologiques en données exploitables par un ordinateur classique, et inversement.

**Des réseaux de neurones cultivés en laboratoire peuvent traiter l'information et apprendre comme un mini-ordinateur, tout en consommant des millions de fois moins d'énergie qu'un supercalculateur.**

L'étape suivante consiste à entraîner le réseau neuronal, comme pour une IA: les neurones sont soumis à des séquences de stimulations répétées, et les chercheurs observent comment le réseau s'adapte, apprend ou optimise ses réponses. Enfin, tout l'enjeu est de stabiliser et pérenniser ces systèmes. Maintenir un ordinateur à neurones en fonctionnement pendant plusieurs semaines ou mois reste donc un défi technique considérable: ces cultures vivantes ont besoin de nutriments et d'oxygène. Pour que ces dispositifs deviennent réellement fonctionnels, 3 champs de recherche doivent progresser de concert: la communication électrophysiologique entre neurones et interfaces, l'analyse des signaux complexes produits par ces réseaux vivants (grâce à l'IA) et la capacité à maintenir des tissus neuronaux plus vastes et plus stables dans le temps – ce qui suppose, à terme, de résoudre la question de la vascularisation, indispensable pour alimenter ces cultures.

## Concrètement

Malgré ces obstacles, certains sont déjà passés à la pratique. Depuis quelques années, 3 acteurs dominent le jeune paysage des bio-ordinateurs: l'initiative *Organoid Intelligence* portée par l'Université Johns Hopkins à Baltimore, la start-up *FinalSpark* en Suisse et la société *Cortical Labs* en Australie. Tous explorent la même idée: tirer parti de la puissance d'apprentissage des neurones pour concevoir une nouvelle génération de machines capables de penser autrement.



1

2



**1. Le cerveau humain compte environ 86 milliards de neurones et fonctionne avec une puissance d'environ 20 watts, soit l'équivalent d'une ampoule basse consommation. Reproduire une telle efficacité avec du silicium nécessiterait près de 10 mégawatts, selon des chercheurs de l'Université de Stanford (États-Unis). Inspirés de cette sobriété naturelle, les bio-ordinateurs cherchent à concilier puissance de calcul et faible dépense énergétique.**


**2. Le 1<sup>er</sup> ordinateur biologique fonctionnel au monde selon Cortical Labs. Baptisé CL1, ce dispositif offre un tout nouveau genre d'intelligence informatique plus dynamique et plus évolutive que l'IA conventionnelle.**

Le centre de recherche américain *Johns Hopkins* est à l'origine de l'expression intelligence organoïde parfois déjà abrégée en IO, qui désigne l'usage de mini-cerveaux cultivés en laboratoire comme supports de calcul. L'équipe pilote un vaste programme international visant à transformer ces organoïdes, des cultures 3D composées de dizaines de milliers de neurones humains, en plateformes de calcul. À terme, ces systèmes pourraient rivaliser voire surpasser certaines formes d'IA classiques en capacité d'apprentissage, tout en restant bien plus sobres sur un plan énergétique. Mais les chercheurs avancent prudemment: l'origine des cellules et le risque, même hypothétique, d'émergence d'une forme de conscience rudimentaire soulèvent déjà de nombreuses questions éthiques.

Du côté de la Suisse, la société *FinalSpark* a mis au point un prototype d'ordinateur biologique reposant sur 1 à 3 organoïdes, chacun constitué d'environ 10 000 neurones humains reliés à des microélectrodes. Issus de cellules épithéliales reprogrammées, ces neurones sont stimulés et entraînés à effectuer des tâches simples de reconnaissance ou de prédiction. Dans une expérience emblématique, leur réseau a appris à sortir d'un labyrinthe virtuel: à chaque «bonne» orientation, les neurones recevaient une stimulation positive, renforçant les connexions associées. Peu à peu, le système a montré une forme élémentaire d'apprentissage par renforcement, comme un organisme qui apprend par l'expérience. L'entreprise propose désormais un accès à distance à sa plateforme, la *Neuroplatform*, permettant à d'autres laboratoires de tester leurs propres modèles sur des réseaux neuronaux cultivés en laboratoire. L'objectif reste le même: démontrer qu'un réseau de neurones biologiques peut apprendre et s'adapter tout en consommant bien moins d'énergie qu'un processeur en silicium.

En Australie, la start-up *Cortical Labs* s'est fait connaître en 2022 en annonçant que son réseau neuronal baptisé *DishBrain* avait appris à jouer au

jeu *Pong* qui simule un match de tennis de table (voir *Athena* n° 369, <http://bit.ly/43Hahro>). Les chercheurs ont cultivé environ 800 000 neurones, issus de cellules sanguines d'abord reprogrammées en cellules souches puis transformées en neurones, sur une puce en silicium formant un réseau en 2D. À force de stimulations répétées, le réseau «apprenait» à adapter ses réponses pour maintenir la balle en jeu. Depuis, *Cortical Labs* a élargi ses essais et travaille à rendre ses systèmes plus stables et plus autonomes. Il ne s'agit pas de remplacer les IA classiques, mais d'explorer les domaines où le vivant reste imbattable. L'entreprise a d'abord commercialisé le tout premier ordinateur biologique du genre, baptisé CL-1, proposé à environ 35 000 dollars australiens, avant d'opter pour un modèle d'accès à distance – c'est-à-dire *Wetware as a Service*, littéralement «biomatériel en tant que service»: plutôt que d'acheter la machine, les chercheurs peuvent désormais l'utiliser en ligne, en louant du temps de calcul neuronal.

Ces 3 approches visent à fusionner la biologie et l'informatique pour créer des systèmes capables d'apprendre et de s'adapter comme le vivant. Ces bio-ordinateurs n'ont évidemment rien à voir avec nos PC: ce sont encore des plateformes de recherche explorant de nouvelles formes de calcul. Les promesses sont considérables – faible consommation, capacité d'évolution, intelligence plus fluide – mais les défis techniques, éthiques et philosophiques le sont tout autant. Les chercheurs avancent prudemment: de nombreuses questions demeurent: origine des cellules utilisées, possibilité d'une sensibilité, nécessité de fixer des protocoles d'évaluation de l'intelligence neuronale – un sujet déjà abordé par la Convention de Baltimore, charte éthique adoptée en 2022 par la communauté scientifique. Car si ces «processeurs neuronaux» ouvrent la voie à une informatique radicalement nouvelle, ils nous obligent aussi à redéfinir ce que nous entendons par calculer, comprendre et peut-être un jour, penser. 





## ENTRETIEN AVEC FRED JORDAN, COFONDATEUR DE FINALSPARK

### ❶ Quel est votre rôle au sein de FinalSpark ?

J'ai cofondé l'entreprise en 2014 avec Martin Kutter. Depuis, je participe à la R&D, aux opérations, aux finances et aux relations publiques.

### ❷ Concrètement, que permet aujourd'hui un bio-ordinateur ?

Ses applications immédiates sont pour le moment cantonnées à la recherche scientifique, comme pour les ordinateurs quantiques. Un tel dispositif permet de mener des expériences de manière programmée, avec des neurones humains, et à distance via Internet. Certaines tâches de base – comme la mémorisation d'un état, le changement de comportement ou même des jeux très simples – sont au centre d'un secteur de recherche en forte croissance.

### ❸ Quelles sont, à ce stade, les principales limites de cette technologie ?

On ne maîtrise pas encore bien les mécanismes d'apprentissage: il s'agit d'amener le réseau de neurones à répondre correctement à des sollicitations précises. La durée de vie et la taille des cultures restent également un défi, limitées par l'absence de vascularisation (ndlr: au-delà d'une certaine épaisseur, les cellules au centre ne reçoivent plus assez d'oxygène ni de nutriments – la taille actuelle de ces réseaux se situe entre celle d'un cerveau de fourmi et celle d'un cafard, sans toutefois en avoir l'organisation structurée).

### ❹ L'utilisation de neurones humains soulève forcément des questions éthiques. Comment les abordez-vous au quotidien ?

L'utilisation de cellules souches humaines pour produire des organoïdes humains permet potentiellement de résoudre le problème éthique des essais sur les animaux, en les supprimant. En revanche, l'usage de tels neurones à des fins de calcul soulève de nouvelles questions. Nous collaborons avec des universités spécialisées en éthique et en philosophie pour les aborder, car ce ne sont pas des domaines dans lesquels nous avons une expertise particulière.

### ❺ Enfin, qu'est-ce qui vous motive le plus dans cette recherche ?

Créer une toute nouvelle industrie, dont je pense qu'elle aura un impact au moins comparable à celui de l'industrie digitale. **A**

## TECHNO-ZOOM

Les e-déchets – issus de nos innombrables appareils électriques et électroniques – représentent un défi environnemental majeur. D'après le *Global E-waste Monitor 2024* (ONU – UIT, Union internationale des télécommunications, et UNITAR, Institut des Nations unies pour la formation et la recherche), nous avons généré 62 Mt de déchets électroniques en 2022, soit +82% en 12 ans. À ce rythme, le total pourrait dépasser 80 Mt d'ici 2030, alors qu'à peine 20% sont recyclés. Pour enrayer cette spirale, des chercheurs de *Virginia Tech* aux États-Unis ont mis au point un circuit imprimé capable de se réparer lui-même. Son secret: un vitrimer, polymère intelligent qui retrouve sa forme sous l'effet de la chaleur. Associé à des gouttelettes de métal liquide, il conduit l'électricité et rétablit ses connexions en cas de rupture. Cette avancée ouvre la voie à des cartes électroniques plus durables et plus faciles à recycler, où les composants peuvent être récupérés. De quoi imaginer une électronique moins jetable, plus circulaire, voire régénérative.



Le circuit imprimé recyclable créé par les chercheurs de *Virginia Tech*.



PROPOS RECUEILLIS PAR GÉRALDINE TRAN

PHOTOS: © [V]YOU - VIRGINIE WILLEMET (P.16), © SIGRID ISAAC (P.17)

# L'ADN de...

## Magali KLEPPER

### Nez (designer olfactif)

#### Comment devient-on parfumeur.e ?

Il n'y a pas de formation diplômante en Belgique. Il faut aller en France, où il y a plusieurs options comme l'ISIPCA à Versailles (Institut Supérieur International du Parfum, de la Cosmétique et de l'Aromatique alimentaire) qui propose des cursus jusqu'au BAC+5 ou l'ESP à Paris (École Supérieure du Parfum). Il y a également les formations internes à certaines grandes maisons de compositions de parfums, notamment chez Givaudan. Mais il faut savoir qu'il y a très peu d'élus. L'idéal est tout de même d'avoir un background scientifique car ces cursus mettent l'accent sur la chimie. N'hésitez pas à vous rendre aux portes ouvertes. C'est ce que j'ai fait afin de savoir vers quel type de formation me diriger (modalités pratiques, coût, stages, durée...). Par contre, on ne devient parfumeur.e qu'après de nombreuses années de pratique et d'essais-erreurs...

**Recto**

#### Parfumeuse, designer olfactif, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ?

Ce n'est pas une vocation mais j'avais des prédispositions que j'ignorais. Une chose est sûre, j'ai jamais bien «mettre mon nez» partout ! Petite, je collectionnais déjà les échantillons de parfum. Je m'intéressais aussi aux plantes médicinales, que je cultivais dans le jardin. Et on cuisinait beaucoup dans la famille, notamment les épices et les herbes aromatiques. Être baignée dans les «odeurs» m'a certainement aidée mais je ne m'en rendrai compte que bien plus tard. Je voulais au départ devenir médecin mais vu mon hypersensibilité à la vue du sang, j'ai renoncé. J'étais douée en langues, je me suis donc orientée vers la traduction car c'était assez large et cela ouvrait plusieurs portes. J'ai poursuivi par un DESS à Lyon et entamé une carrière dans les sciences de la vie, la recherche académique et clinique. J'ai quitté le grand labo dans lequel je travaillais en 2016. Après une remise en question de mes envies pour la suite de ma carrière, j'ai décidé de reprendre le chemin des études. En 2017, j'ai suivi un cursus dans l'école privée Cinquième sens à Paris. Ça a été une véritable révélation ! J'étais enfin complètement à ma place et alignée avec moi-même !

#### Vous travaillez actuellement en tant que parfumeuse et designer olfactif à titre indépendant, mais quelle est votre journée-type ?

J'ai décidé d'être indépendante pour créer mon emploi sur mesure et donc moduler mon temps comme je le souhaite. Il n'y a pas réellement de journée-type mais plutôt une semaine-type avec une partie «labo» (travail de composition, de R&D, de production, de parfumage...). Il y a aussi tout un volet «administratif» (répondre aux demandes, commandes, gestion des stocks, devis...) car c'est un secteur très régulé, qui comporte beaucoup de directives (traçabilité, sécurité, qualité). Puis il y a l'animation d'ateliers (pour les entreprises, les particuliers), les réunions clients, les visites de chantier, sans oublier la veille médiatique pour me tenir informée de l'actualité du secteur.

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

Je suis depuis toujours passionnée par la médecine, la psychologie et les neurosciences. J'aime comprendre comment les choses fonctionnent. Au

niveau professionnel, la chimie est fondamentale pour comprendre comment se comportent les molécules odorantes, quelles réactions elles peuvent générer entre elles, comment le parfum réagit avec le support sur lequel il sera appliqué (peau, tissu, céramique...).

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


Gérer mon impatience ! Avec moi-même quand je dois attendre que la macération agisse, laisser reposer les compositions... Je dois prendre sur moi pour laisser le temps au temps dans le processus créatif. Et c'est parfois compliqué aussi pour moi de composer avec la lenteur des fournisseurs !

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

Rendre cette passion intéressante dans le monde de l'entreprise, où je participe, via les ateliers, à la cohésion d'équipe. Aller parfois aussi au-delà des clichés (connotation «girly» notamment). Avant

l'aspect vocation cosmétique, le parfum est un vecteur d'émotions et un activateur de souvenirs. Je suis heureuse de pouvoir faire voyager les gens que je rencontre et d'avoir réussi à conjuguer passion, compétences et expérience professionnelle dans un job «sur-mesure» pour lequel pour lequel j'ai pu construire petit à petit une crédibilité. La formation, le diplôme, ce n'est pas tout !

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

Mettre son nez sur tout ce qui sent le plus tôt possible (végétaux, épices, nourriture, boissons...). Il faut savoir que la mémoire olfactive se façonne sur les 10 premières années. S'exercer à être en pleine conscience olfactive quand on arrive sur un lieu, quel qu'il soit. «On est tous nez quelque part» après tout mais parfois, nous l'ignorons... En somme, être CURIEUX ! 



**CURIOKIDS:** Dossier spécial «odeurs» en p.31.



Magali KLEPPER

**ÂGE:** 51 ans

**PROFESSION:** Parfumeuse, designer olfactif

**FORMATION:** Secondaires latin-maths-sciences fortes à l'Athénée de Saint-Hubert. Master en traduction à l'UMons. DESS en traduction et rédaction spécialisée en anglais médical et pharmacologique. Formation en parfumerie, design olfactif chez Cinquième sens (Paris).

**TÉL.:** +32 (0)474 52 59 87

**MAIL:** magali@magali-k.be

**SITE INTERNET:** magali-k.be



TOUS VOS SENTIERS PARFUM

**Verso**

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

J'aime vraiment ce que je fais aujourd'hui et je n'ai aucun regret. Je suis totalement heureuse, alignée et épanouie dans mon métier.

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

Ce serait celui de rendre l'odorat à ceux qui l'ont perdu ou à ceux qui sont nés sans. C'est ce qui s'appelle l'anosmie (congénitale ou subie après une maladie, un accident, une exposition à des produits toxiques...).

### Je vous offre un auditoire...

C'est drôle car j'ai longtemps eu une phobie de parler en public :-). Ce qui est sûr, c'est qu'il est fondamental pour moi, à l'ère audiovisuelle, de faire prendre conscience aux gens de l'importance du «bien sentir». Dans l'enseignement, on est surtout dans le fonctionnel, or je trouve intéressant d'éduquer les enfants à utiliser tous leurs sens.

### Je vous offre un laboratoire...

J'en ai déjà installé un petit chez moi. Je rêverais de l'agrandir, de pouvoir travailler dans un endroit tout vitré et lumineux mais avec de belles armoires car les matières premières ne supportent pas trop la lumière, ni les variations de température. Puis j'aimerais m'équiper d'une unité d'extraction... C'est une sorte de hotte qui aspire les parfois très fortes odeurs.

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

Ce serait un «headspace». C'est un extracteur qui permet de capter les composés odorants (par exemple d'une fleur ou même d'un objet) et donc de comprendre tout ce qui fait une odeur spécifique. Car une rose distillée n'a pas la même

odeur qu'une rose fraîche sur la plante ou coupée. Il n'y a pas de perte de composés odorants. J'aime bien quand la technologie rejoint le créatif.

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

J'espère que vous avez du budget car ce serait un tour du monde pour rencontrer les agriculteurs et producteurs de plantes à parfums. J'irais en Inde pour les cultures de jasmin et de santal, en Haïti pour le vétiver, à Madagascar pour la vanille... C'est passionnant quand on sait qu'il faut 3 ans à une gousse de vanille pour arriver à maturité.

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

Marcel Proust ! J'aimerais qu'il me raconte comment, dans À la recherche du temps perdu, il a fait pour décrire aussi précisément ce que l'on appelle le phénomène de la madeleine de Proust. Ce n'est pas en sentant l'odeur de la madeleine que ses souvenirs ont resurgi mais lorsqu'il l'a trempée dans sa tasse de thé. C'est ce que l'on a baptisé plus tard la réminiscence olfactive et que l'on a réussi à définir à la lumière des neurosciences mais en 1913, on en était loin.

### La question «a priori»: Devenir «Nez», rien de plus facile quand on a un bon odorat non ?

Ça aide mais ça ne suffit pas. C'est quelque chose qui se travaille... beaucoup. Comme un pianiste, le nez doit répéter des gammes. Encore et encore. Et c'est aussi un métier qui nécessite une excellente capacité de mémorisation et d'écoute du client, qui imagine quelque chose mais n'a pas toujours les bons mots pour l'exprimer. Il faut être créatif pour parvenir à traduire correctement une idée en senteur. Enfin, il demande organisation, discipline et rigueur scientifique.





# Âgisme: qui a peur de la vieillesse ?

**Moins rapides, moins productifs, plus fragiles: tour à tour considérés comme un fardeau et comme de grands enfants qu'il faudrait protéger à tout prix, les aînés font les frais de nombreux stéréotypes et discriminations. Hostile ou bienveillant, cet «âgisme» a de nombreuses répercussions sur l'estime de soi et la santé. Alors, comment changer de regard sur le vieillissement ?**

TEXTE: JULIE LUONG - JULUONG@YAHOO.FR

PHOTOS: © OLLY - STOCK.ADOBE.COM (P.18), © ALESSANDRO BIASCIOLI - STOCK.ADOBE.COM (P.19),

© ANNE B/PEOPLEIMAGES.COM - STOCK.ADOBE.COM (P.20), © ALBERTO - STOCK.ADOBE.COM (P.21)

**V**ieillir, quelle horreur ? Alors que la hausse de l'espérance de vie pourrait être un motif de se réjouir – rappelons qu'en Belgique, l'espérance de vie est passée de 45 ans en 1885 à 82,4 ans aujourd'hui **(1)** –, elle est devenue un sujet de préoccupation anxieuse, que ce soit par rapport au financement des retraites, aux coûts des soins de santé ou tout simplement à la possibilité de continuer à mener «une vie bonne» lorsqu'on s'éloigne des standards de productivité et de séduction associés à la jeunesse. Dans nos sociétés, la représentation du vieillissement est ainsi essentiellement négative. En témoigne une récente étude qui s'est penchée sur l'analyse d'1,1 milliard de mots répertoriés dans les médias aux États-Unis et en Angleterre: elle révélait que les descriptions négatives à l'égard des personnes âgées sont 6 fois plus nombreuses que les descriptions positives **(2)**. Une dépréciation qui se retrouve aussi dans les échanges interpersonnels, le plus souvent sous couvert d'«humour»: ainsi, des chercheurs ont observé que passée la quarantaine, plus de 66% des messages de cartes d'anniversaire témoignaient d'une image négative de l'avancée en âge... **(3)**

## Racisme, sexisme, âgisme: des traits psychologiques communs

C'est dans un article intitulé «*Age-ism: Another Form of Bigotry*», paru dans les années 60, que

le psychiatre et gérontologue Robert Butler a mis pour la première fois en avant la notion «d'âgisme», qu'il définit alors comme *«un profond malaise de la part des jeunes et des personnes d'âge moyen – une répulsion personnelle et un dégoût pour le vieillissement, la maladie, le handicap; et la peur de l'impuissance, de "l'inutilité" et de la mort»*. Aujourd'hui, selon le premier rapport de l'OMS sur l'âgisme (4), plus d'une personne sur deux dans le monde manifesterait des attitudes âgistes. Comme l'ont démontré récemment Vassilis Saroglou et Stefan Agrigoroaei, professeurs et chercheurs à l'Institut de recherche en sciences psychologiques de l'UCLouvain (5), certains profils psychologiques sont particulièrement concernés. *«Les attitudes âgistes sont corrélées à certains traits psychologiques qu'on retrouve aussi chez les personnes qui manifestent du racisme, du sexisme et de l'homophobie, explique à Athena Vassilis Saroglou. On retrouve premièrement une forme de conservatisme, d'autoritarisme, de conformisme par rapport à son groupe (ici, son groupe d'âge). Deuxièmement, ce sont des personnes qui présentent un profil de dominant social: elles pensent que les groupes sociaux auxquels elles appartiennent sont supérieurs aux autres. Troisièmement, il s'agit de personnes dont les valeurs sont centrées sur elles-mêmes: leur réussite est une priorité, même s'il faut pour cela marcher sur les autres. Quatrièmement, ce sont des personnes qui ont peu de flexibilité sur leurs croyances: elles n'envisagent pas qu'elles pourraient un jour penser différemment.»* À ces traits psychologiques, il faut ajouter une variable spécifique à l'âgisme: l'anxiété par rapport à sa propre mort. *«L'âgisme apparaît comme une stratégie d'évitement par rapport à l'idée que l'on est soi-même mortel, poursuit le chercheur. Les personnes âgistes ont tendance à penser qu'elles sont en pleine possession de leurs moyens et qu'elles sont en quelque sorte éternelles. Elles font preuve d'une faible "continuité du soi", à savoir la capacité à se percevoir soi-même dans le futur.»*

## Âgisme hostile ou bienveillant

L'étude montre par ailleurs que l'âgisme dit «bienveillant» est plus répandu que l'âgisme «hostile». Plus facile à identifier, l'âgisme hostile désigne les attitudes négatives vis-à-vis des aînés: comme le pointe une analyse d'Eneo, le mouvement social des aînés, *«il se manifeste dans des comportements d'invisibilisation, d'ignorance et de négligence»* (6), comme de ne pas regarder ou parler directement à une personne âgée pour s'adresser plutôt à son aidant/accompagnant. L'âgisme bienveillant, en revanche, est plus subtil: il prend généralement la forme de comportements

## SUCCESSION, CONSOMMATION, IDENTITÉ: 3 ARGUMENTAIRES ÂGISTES

Dans leur étude, Vassilis Saroglou et Stefan Agrigoroaei ont étudié la manière dont étaient perçues les questions de succession, de consommation et d'identité par rapport à l'âge. Ainsi, concernant la succession, les discours âgistes tournent autour de l'idée que les personnes âgées ne laissent pas assez ou pas assez vite la place aux jeunes, les empêchant d'avancer et de gravir l'échelle sociale, mais aussi de l'idée que les personnes âgées n'ont pas à décider de choses qui concernent les jeunes et l'avenir de la société. Les attitudes âgistes peuvent aussi concerner des questions de consommation, avec l'idée que les aînés utilisent trop de ressources, qu'ils sont un poids à la fois pour le système de santé et pour leur propre famille. Enfin, l'âgisme peut s'exprimer par rapport à la question de l'identité: dans cette optique, chacun serait censé rester à sa place. Les aînés ne devraient donc pas se mélanger avec les jeunes et passer du temps dans les mêmes lieux qu'eux, qu'il s'agisse de lieux physiques ou virtuels, comme les réseaux sociaux.



maternants ou paternalistes visant à aider ou protéger les personnes âgées sans qu'elles l'aient demandé: les inciter à ne plus travailler car ce serait mieux pour elles, leur cacher les mauvaises nouvelles comme si elles n'étaient plus capables de faire face à la réalité... *«Le covid a été un moment de bascule, pointe Pascal Broché, psychologue au sein de l'association Respect Seniors. C'est un moment où, soi-disant pour leur bien, on a décidé collectivement de ce que les seniors pouvaient faire ou non, en niant leur capacité à l'auto-détermination, c'est-à-dire à décider pour elles-mêmes.»*



«Bien sûr, il y a une différence entre l'âgisme hostile et l'âgisme bienveillant, précise Vassilis Saroglou, dans le sens où l'âgisme hostile repose sur une forme de méchanceté, un manque d'amabilité et de compassion pour les autres. L'âgisme bienveillant traduit en revanche une forme de compassion ou de pitié. On parle de conservateurs compassionnels: ce sont des personnes qui, tout en voulant aider, ne traitent pas l'autre comme un adulte.» Malheureusement, les études montrent que les conséquences de l'âgisme bienveillant sont en réalité aussi néfastes que celles de l'âgisme hostile, notamment en termes de baisse de l'estime de soi et de perte de confiance. «C'est ce qu'on appelle la menace du stéréotype», commente Vassilis Saroglou. En psychologie, la menace du stéréotype désigne les effets d'un stéréotype sur les compétences elles-mêmes: ainsi des stéréotypes de genre qui affectent directement les performances des filles en mathématiques à partir du moment où elles réalisent que l'autre les perçoit comme moins bonnes que les garçons. «De même, quand un individu réalise qu'on le perçoit avant tout comme une personne âgée, il va perdre en compétences», commente Vassilis Saroglou. Les aînés finissent ainsi souvent par manifester une forme d'âgisme «intérieurisé», qui va les pousser à se dénigrer et à s'interdire certaines activités ou comportements qui ne seraient «plus de leur âge». «Les conséquences de cet âgisme sont multiples, poursuit Vassilis Saroglou, que ce soit sur le plan cognitif, sur le bien-être, sur la santé et même sur la longévité.»

## 7 aînés sur 10 victimes de préjugés

En 2021, une enquête menée en Belgique par *Amnesty International* (7) révélait l'ampleur de l'âgisme: 7 aînés sur 10 s'y déclaraient victimes de préjugés et de stéréotypes en raison de leur âge, tandis qu'un aîné sur 3

disait se sentir vieux dans le regard des autres, alors que 89% d'entre eux se sentaient pourtant jeunes d'esprit et 87% bien dans leur peau ! Un contraste frappant qui rejoint le constat posé par d'autres études: alors que la vieillesse est socialement associée à la tristesse et au dépérissement, le bonheur ressenti a en réalité tendance à augmenter avec l'âge. Dans une étude menée auprès de quelque 460 000 participants issus de différents pays et cultures, une équipe de chercheurs allemands et suisses a par exemple montré que 70 ans était l'âge auquel on était le plus heureux dans la vie ! (8) Ainsi, si le sentiment de satisfaction à l'égard de la vie diminue entre 9 et 16 ans, il augmente à nouveau graduellement jusqu'à l'âge de 70 ans, pour diminuer à nouveau légèrement jusqu'à l'âge de 96 ans.

Viellir ne serait donc pas en soi un processus redoutable: en revanche, le sort que nos sociétés réservent aux aînés peut le rendre particulièrement pénible... Ainsi, toujours selon l'étude d'*Amnesty International*, seuls 67% des 75 ans et plus se disent intégrés dans la société actuelle contre 79% des 55-64 ans. 46% des 75 ans et plus constatent par ailleurs que leur opinion est devenue moins importante aux yeux des autres, contre 26% des 55-64 ans. Au travail, près d'un aîné sur quatre estime avoir été traité différemment dès lors qu'il a eu dépassé l'âge de 55 ans: non seulement les employés plus jeunes ont souvent la priorité, mais les aînés constatent aussi qu'ils sont moins pris au sérieux, qu'on leur donne moins de responsabilités et qu'ils ont surtout plus de mal à trouver un emploi, alors que les employeurs recherchent paradoxalement des personnes expérimentées... Et cela alors même que la loi du 10 mai 2007 interdit toute discrimination fondée sur l'âge (discrimination directe et indirecte, harcèlement, injonction à discriminer et discrimination cumulée et intersectionnelle). Enfin, que ce soit en institution ou à domicile, plus d'un aîné sur 4 est confronté à au moins un type de maltraitance, que celle-ci soit physique, psychologique, civique, financière ou relevant de la négligence.

## Sensibiliser

Contrairement à une croyance répandue, Vassilis Saroglou souligne par ailleurs que les cultures collectivistes ou traditionnelles ne sont pas épargnées par l'âgisme. «Des études ont montré que c'était même tout le contraire car sous couvert d'honorer les personnes âgées, les sociétés traditionnelles ont souvent tendance à les marginaliser. Il y a une forme de respect associée à une forme de peur, avec comme résultat une mise à l'écart: on met les aînés sur un piédestal mais il faut qu'ils restent là !» Selon le chercheur,








## CUMUL DES DISCRIMINATIONS

Les femmes sont plus touchées que les hommes par le regard que la société porte sur elles: selon l'étude d'*Amnesty International*, 53% d'entre elles pensent que les aînés ne sont pas représentés de manière positive dans les médias, contre 37% pour les hommes. Les aînés appartenant à une minorité ressentent davantage encore le manque de considération: 45% d'entre eux considèrent que leur opinion est devenue moins importante contre 33% des aînés n'appartenant pas à une minorité tandis que 31% des aînés appartenant à une minorité se sentent souvent seuls contre 22% des aînés n'appartenant pas à une minorité. «Il est nécessaire penser aujourd'hui le cumul de ces discriminations, commente Pascal Broché de *Respect Seniors*. C'est particulièrement vrai pour la question LGBT, qui reste encore un vrai tabou en maisons de repos.»

si l'âgisme est si universellement répandu, c'est aussi qu'il repose sur une loi évolutionniste, liée à l'attractivité sexuelle. «Il y a un choix préférentiel pour la jeunesse qui a été transmis à travers les siècles et qui est lié à la question de la fertilité, à la démultiplication de l'espèce sur base de gènes porteurs de santé», explique-t-il.

Rendre la vieillesse désirable requiert donc une prise de conscience active et un travail collectif, d'autant plus crucial que – contrairement au sexisme, au racisme ou à l'homophobie qui ne concernent qu'une partie de la population «comme cibles» –, chacun d'entre nous sera un jour confronté aux stéréotypes agistes. «À mon sens, la première stratégie, c'est la sensibilisation, souligne Vassilis Saroglou. À l'école, au travail, en maisons de repos, dans les hôpitaux... Une sensibilisation qui doit se faire sans culpabiliser les individus, qui ne sont pas nécessairement intentionnellement agistes. Deuxièmement, il s'agit de restructurer toutes les politiques mises en place, comme le système de retraites, les modes d'habitats (en développant par exemple davantage d'habitats groupés), une meilleure préparation à la retraite, de meilleurs dispositifs pour profiter de l'expertise des aînés... C'est une réflexion à la fois politique, médicale, sociétale qui doit être menée en faveur de politiques adaptées concernant ce "troisième tiers de la vie".» 

(1) Chiffres Statbel

(2) Ng, R. (2021). *Societal Age Stereotypes in the U.S. and U.K. from a Media Database of 1.1 Billion Words*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 8822

(3) Ellis, S.R., & Morrison T.G. (2005). *Stereotypes of ageing: messages promoted by age-specific paper birthday cards available in Canada*. *International Journal of Aging Human Development*, 61(1): 57-73

(4)  <https://www.who.int/publications/i/item/9789240016866>

(5) Saroglou, Vassilis & Agrigoroaei, Stefan & Giorgio, Antonella & Fraselle, Alix. (2025). *Do Benevolent and Hostile Expressions of Ageism Really Differ? The Underlying Role of Social Attitudes, Personality, Values, Emotions, and Beliefs*. *Journal of Community & Applied Social Psychology*. 35. 10.1002/casp.70169.

(6)  <https://www.eneo.be/wp-content/uploads/2023/12/202314-Agisme-bienveillant.pdf>

(7)  <https://bit.ly/3KGJzJl>

(8) Buecker, S., Luhmann, M., Haehner, P., Bühler, J. L., Dapp, L. C., Luciano, E. C., & Orth, U. (2023). *The development of subjective well-being across the life span: A meta-analytic review of longitudinal studies*. *Psychological Bulletin*, 149(7-8), 418–446.

 <https://doi.org/10.1037/bul0000401>



# Comment paraître moins crédule face à son banquier

Parce qu'il ne faudrait pas se faire avoir, nom d'un chat !

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

 YOUTUBE.COM/CHATSCEPTIQUE

PHOTO : GÉNÉRÉ À L'AIDE DE L'IA

Imaginez, vous venez de visiter l'appartement de vos rêves: 2 chambres, belles finitions, vue imprenable, quartier boisé. Hélas, n'étant pas né-e dans une famille riche (erreur de jeunesse de votre part), vous voilà bien embêté face au prix réclamé: 300 000 €.

«Ne désespérez pas !», vous dit un banquier qui surgit d'un placard. Celui-ci a un deal en or à vous proposer: un prêt sur 20 ans **avec taux de 10%**.

Vous faites vos calculs et concluez que bon, 10% de 300 000, ça fait 30 000 € que le banquier va vous prendre en plus du prix de l'appartement; il faut bien que le monsieur gagne sa vie aussi, c'est donc d'accord ! Sans réfléchir davantage, vous signez, ne réalisant pas que le piège vient de se refermer sur vous.

Vous allez me dire, qui est assez idiot pour croire qu'un prêt à 10%, cela signifie qu'il faudra rembourser la somme empruntée + 10% de cette somme ?

Hé bien... moi quand j'avais 19 ans par exemple. Je me souviens avoir signé mon premier prêt pour un ordinateur portable sans trop comprendre combien ça allait vraiment me coûter: issu d'un milieu modeste, j'étais surtout content d'enfin accéder à un ordinateur personnel décent ! Je vous rassure, tout s'est bien fini pour moi, mais je reste interpellé par la facilité avec laquelle j'ai pu à l'époque signer un truc que je ne comprenais pas du tout... et étonné être sorti de l'enseignement obligatoire en connaissant le fonctionnement du Sénat de la Rome antique mais pas d'une banque.

## Les maths de la dette

Lorsqu'on contracte un prêt auprès d'une banque avec un taux de 10%, cela signifie que notre dette auprès de cette banque grandit de 10% chaque année, façon croissance exponentielle.

Concrètement, si vous devez 2 000 € à la banque en début d'année, la somme due devient 2 200 € après un an. Puis 2 420 à l'issue de la seconde année, et ainsi de suite. Pourquoi doit-on 2 420 € à la banque à l'issue de la seconde année et pas juste 2 400 € ? Parce que le taux ne concerne pas juste la dette initiale année après année mais bien la dette totale ! Si  $d_0$  représente votre dette initiale, alors après un an, votre dette est  $d_1 = d_0 * 1,1$ .

Après 2 ans, elle devient  $d_2 = d_1 \cdot 1,1$ .

En remplaçant  $d_1$  par ce qu'elle vaut, à savoir  $d_0 \cdot 1,1$ , on se retrouve d'ailleurs à écrire

$$d_2 = d_0 \cdot 1,1 \cdot 1,1$$

ou encore

$$d_2 = d_0 \cdot (1,1)^2$$

On devine que la dette à l'issue de la  $n$ -ième année peut donc se calculer via

$$d_n = d_0 \cdot (1,1)^n$$

Pour quelqu'un empruntant 300 000 € avec un taux de 10% à la banque, on peut calculer qu'après 5 ans seulement, sa dette devient  $300\,000 \cdot 1,15 = 483\,000$  € !

Comment cela peut-il être légal ? Ça ne l'est pas. La banque attend bien sûr de l'emprunteur des remboursements intermédiaires pour au minimum contrer la croissance exponentielle de la dette, c'est-à-dire que si la dette grandit de 30 000 € chaque année, l'emprunteur doit payer minimum 30 000 € chaque année pour éviter un emballement ! Et si l'emprunteur veut nullifier la dette après un certain temps, il lui faut agressivement rembourser davantage, par exemple 50 000 € chaque année. Après un an, la dette devient  $330\,000 - 50\,000 = 280\,000$  € et les intérêts dus ne seront plus que de 28 000 € à l'issue de la seconde année (ce qui reste énorme !).

## Les bienfaits d'une dette

Vous pourriez vous dire à ce stade que c'est trop dangereux de jouer avec une dette. Ma mère en tout cas le pensait. Tout au long de mon enfance, elle m'a répété encore et encore que la bonne manière de faire dans la vie, c'est de sagement économiser d'abord et d'acheter ensuite (vous noterez que j'ai magnifiquement ignoré ses conseils dès mes 19 ans...)

Supposons que l'ordinateur de vos rêves coûte 2 000 € et que, tant mieux pour vous, vous disposez justement de 2 000 €. Mais, oh, le vendeur vous propose d'acheter l'ordinateur à crédit avec un taux d'à peine 1%, «une excellente affaire» selon ce dernier.

«Noooooon !, aurait crié ma mère. *N'achetez surtout pas cet ordinateur à crédit, enfin ! Vous avez 2 000 €, utilisez-les !*» Et pourtant, ma mère a tort. Lisez les 2 scénarios pour le comprendre !

## SCÉNARIO 1 LE CRÉDIT

**O**n contracte une dette de 2 000 € qui grandit d'1%, soit 20 € après un an. Ces 20 € s'ajoutent à la dette dont le taux est 1%. À l'issue de la seconde année, on sera à 2 040,2 €.

En parallèle de ça, les 2 000 € dont on disposait sont investis à un taux de 3%, c'est-à-dire que l'on gagne 60 € dès la première année, somme immédiatement réinvestie à 3% aussi.

Après disons 10 ans de ce petit jeu, la dette auprès de la banque sera :

$$2\,000 \cdot 1,01^{10} = 2\,209 \text{ €}.$$

L'investissement, lui, vaudra :

$$2\,000 \cdot 1,03^{10} = 2\,700 \text{ €}.$$

Vous noterez que dette ou investissement, le mode de calcul est le même ! Ce n'est pas un hasard, la dette d'une personne étant l'investissement d'une autre !

Bilan de notre jeu: si on se débarrasse de notre investissement et de notre dette après **10 ans**, il nous restera **491 €** dans les mains. Cool, non ?

## SCÉNARIO 2 LA PRUDENCE

**N**ous suivons les conseils de ma mère et achetons l'ordinateur à 2 000 € sans aucun prêt. Nous n'avons ni argent à investir, ni dette. Notre vie est sans doute plus paisible mais 10 ans plus tard, nous avons 0 € dans les mains. C'est nul !

Cher lecteur, chère lectrice, restez toutefois vigilants avant de contracter des dettes: un emprunt à 1% peut vite se transformer en un emprunt à 2% à cause de frais cachés: frais de dossiers, frais de rappels si on rate un paiement, assurances obligatoires, que sais-je. Et de l'autre côté un investissement à 3% (qu'il faut encore trouver !) peut vite se transformer en un investissement à 2% une fois d'éventuelles taxes ou frais de gestion pris en compte. Pire, plus le taux d'un investissement est élevé, plus il y a en général de risque que l'investissement tourne au cauchemar, c'est-à-dire que vous allez perdre une partie ou la totalité de votre argent en cours de route (le succès d'un investissement est rarement garanti !). Rappelez-vous enfin que certains «investissements» présentent de tels risques que la seule chose qui les différencie d'un jeu au casino... c'est l'apparence ! **A**



# LE DOSSIER

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT • PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE

PHILIPPE LAMBERT-JOURNALISTE.BE

PHOTOS: © FERREGORY - STOCK.ADOBE.COM (P.18), © VADYM - STOCK.ADOBE.COM (P.20),

© FERREGORY - STOCK.ADOBE.COM (P.22)



# Question de vie ou de mort

Sur les plans médical et légal, la mort est assimilée depuis 1968 à la mort cérébrale. Cette approche «cérébrocentrée» semble cependant de plus en plus appelée à s'effacer à terme au profit d'une approche «cogitocentrée». Et si la physiologie n'a toujours pas trouvé un marqueur de l'instant zéro de la mort, elle a découvert en revanche 2 ondes cérébrales, qualifiées respectivement d'«onde de la mort» et d'«onde de la réanimation», qui refaçonnent l'approche scientifique de la mort

**D**e la mort, on pourrait dire qu'elle n'est plus ce qu'elle était. Du moins la perception qu'en a la science a changé. D'une part, les critères retenus pour la définir ont évolué; d'autre part, tout indique que le passage de la vie à la mort ne se résume pas au simple franchissement d'une frontière. Non, le basculement dans la mort se réalise au terme d'un processus menant à un point de bifurcation qu'il demeure impossible de situer dans la séquence temporelle du cheminement physiologique qui aboutira à l'état de mort. Autrement dit, nos connaissances actuelles ne nous permettent pas de mettre le doigt sur un marqueur de l'instant zéro de la mort, sur des données physiologiques strictement objectives qui nous permettraient d'identifier le moment précis à partir duquel il n'existe plus aucune possibilité de maintien de la vie. Pour Stéphane Charpier, professeur de neurosciences à Sorbonne Université et directeur de recherche à l'Institut du cerveau (ICM), à Paris, ce point d'inflexion, en admettant qu'il existe, est très certainement multidimensionnel. «*Il doit se trouver au confluent de nombreux paramètres physiologiques combinés les uns aux autres et peut-être différents d'une personne à l'autre. Dès lors, il est probablement insaisissable*», souligne-t-il.

Alors, quand est-on mort ? Le neuroscientifique de l'ICM se souvient avec amusement d'un article publié dans un journal américain où était écrit en substance: «*Vous êtes mort quand votre médecin vous le dit.*» Et de ces phrases de l'écrivain japonais Haruki Murakami: «*Seuls les morts connaissent*

*la mort. Les vivants en ignorent tout. Ils ne font qu'imaginer.*» Bien sûr, la première assertion est bâtie sur des sables mouvants et même dénuée de sens si l'on s'inscrit dans la rationalité. En effet, comment un mort pourrait-il accéder à une quelconque expérience consciente ? Quant aux vivants, peuvent-ils imaginer la mort telle qu'elle est ? Celle d'autrui peut-être, en s'appuyant sur les éléments descriptifs qui la caractérisent, mais superficiellement, sans possibilité d'une plongée dans ses tréfonds. Celle d'autrui, mais pas la nôtre. «*Cette expérience, cette introspection que l'on pourrait avoir de nous-même à l'égard de notre propre mort n'a absolument aucun sens*» indiquait Stéphane Charpier lors d'une interview conduite par le physicien Étienne Klein sur *France Culture*. De fait, s'imaginer mort annule ipso facto le néant existentiel qui est celui de cet état et donc la possibilité vis-à-vis de soi-même d'être mort.

## Cadavres au cœur battant

Il est évident que l'absence de tout marqueur de l'instant zéro de la mort ne nous empêche pas de déterminer, sur une base physiologique, qu'un individu est décédé. Toutefois, les critères requis ont évolué et relèvent d'un choix, d'une convention. Avant 1968, le diagnostic de mort était prononcé en cas d'arrêt cardiorespiratoire définitif. Aujourd'hui, la société se réfère encore majoritairement à cette vision classique, cette mort symbolique, de la cessation irrémédiable des battements cardiaques. Dans les années 1950, l'apparition de systèmes de respiration artificielle dans les services de soins intensifs allait cependant





ensemencer un changement de paradigme qui a éclos en 1968. Neuf ans plus tôt, 2 médecins français, Pierre Mollaret et Maurice Goulon, avaient publié un article intitulé *Le coma dépassé*, fournissant une base neurologique à la future formulation de la mort cérébrale. Ils y décrivaient un ensemble de patients se trouvant dans une situation inédite à la suite de leur placement sous respirateur artificiel: grâce à ce dispositif, leur cœur continuait à battre alors qu'ils avaient perdu la faculté de respirer spontanément et que leur cerveau était manifestement détruit de manière irréversible, les rendant inconscients à tout jamais. Techniquement, on les désignera sous le vocable de «cadavres au cœur battant».

Aux États-Unis, un comité ad hoc constitué notamment de neurologues, de chirurgiens, de philosophes, de physiologistes, d'historiens de la physiologie ainsi que d'un homme d'église fit preuve de pragmatisme en décidant en 1968, à la lumière des travaux de Mollaret et Goulon, que la mort ne devait plus être appréhendée sous un angle cardiorespiratoire mais comme un état d'inconscience définitive associé à une incapacité de respirer spontanément, et ce, malgré la possibilité que le cœur continue à battre. «*La mort cérébrale n'est ni une découverte scientifique ni une découverte médicale, mais un choix fondé sur la considération qu'un être humain vivant est une personne potentiellement capable d'avoir une activité consciente*», commente Stéphane Charpier. En d'autres termes, on peut être déclaré légalement et médicalement mort sans l'être intégralement sur le plan physiologique – hormis le cerveau, tous les organes peuvent rester fonctionnels. «*Aussi*

*lorsque la mort cérébrale est établie, le prélèvement d'organes en vue de transplantations est-il autorisé. De même, des femmes en état de mort cérébrale amènent des grossesses à terme. On les appelle alors souvent des "incubateurs cadavériques", terminologie atroce qui laisse à penser que la vie peut naître de la mort. Cela heurte la représentation symbolique commune qui veut que la vie ne puisse être produite que par la vie*», précise encore le neuroscientifique.

En quelque sorte, la mort a changé de visage avec les progrès de la science. Un glissement s'est opéré d'une approche «cardiocentrée» vers une approche «cérébrocentrée». Le professeur Charpier pense en outre que nous sommes en train de nous diriger de plus en plus vers une approche qu'il qualifie de «cogitocentrée». Il rapporte qu'en France, par exemple, un questionnaire se fait jour à ce propos. Au cœur du débat: qu'est-ce qui fait qu'un humain est vivant au sens plein ? Ou, selon une autre formulation, un humain privé de conscience est-il toujours un être vivant tel que nous le concevons à la lumière de nos représentations symboliques et même métaphysiques ? Sur les plans médical et éthique se posent alors avec une acuité accrue des questions telles que celle de la situation des patients en état végétatif chronique. «*Je pense qu'aujourd'hui on ne peut plus dissocier le statut physiologique et le statut cognitif d'un être humain et que, dans le futur, la détermination de l'état de mort n'aura presque plus rien à voir avec la physiologie. Ce qui peut paraître inquiétant*», dit Stéphane Charpier.

## Bruit synaptique

D'après une enquête menée aux États-Unis, de nombreux médecins américains croient erronément que l'état végétatif permanent est un état de mort cérébrale. Il n'en est rien. L'état végétatif est le fruit de très graves lésions au niveau du cortex cérébral et du thalamus, région qui relaie les informations sensorielles vers le cortex et est responsable de nos états de vigilance. Toutefois, le tronc cérébral n'est pas nécessairement atteint. Dès lors, bien que non conscients, c'est-à-dire incapables d'interagir avec leur environnement et a priori d'avoir une quelconque expérience interne, les patients concernés sont à même de respirer spontanément, de sorte que les conditions d'un diagnostic de mort cérébrale ne sont pas remplies (voir *infra*). D'autre part, contrairement à une idée répandue, un électroencéphalogramme (EEG) plat, qui se manifeste dans la forme de coma le plus profond, n'est pas non plus synonyme de mort cérébrale.

Un tel électroencéphalogramme signifie que les neurones n'émettent plus spontanément d'influx



nerveux, les potentiels d'action (1), et que la neurotransmission est à l'arrêt, les connexions synaptiques (2) n'ayant plus la capacité de libérer des neurotransmetteurs. Dans un article publié en 2017 dans la revue *Brain*, Stéphane Charpier et ses coauteurs ont montré chez des patients et des rongeurs présentant les uns et les autres un EEG plat que des neurones stimulés expérimentalement conservaient leurs propriétés intrinsèques d'excitabilité, de façon telle que des réseaux neuronaux et les synapses qui y étaient incluses se révélaient fonctionnels et capables d'intégrer des informations. Attention: les patients et les rongeurs n'étaient pas pour autant conscients de la signification des stimuli. «*Cela aurait nécessité en plus la présence de petites variations électriques dans les neurones connues sous le nom de "bruit synaptique"*», explique le chercheur de l'ICM. Et dans son récent livre intitulé *Le Cauchemar de Descartes* (3), il écrit: «*Ce "bruit" électrique, qui peut déclencher des potentiels d'action si son intensité est suffisante, est une caractéristique fondamentale d'un neurone vivant dans un cerveau vivant. Il existe dans tous vos neurones à chaque instant et disparaîtra uniquement au moment de votre mort, ou lors d'un coma profond.*»

Mais un coma profond n'est pas une fatalité irréversible, ainsi que l'ont notamment observé les chercheurs de l'ICM. Certains patients récupèrent la conscience après s'être «extraits» d'un électroencéphalogramme plat consécutif à un coma pharmacologique ou à une baisse drastique de leur température corporelle (en dessous de 30°) à la suite, par exemple, d'une chute dans un fleuve d'eau glacée. L'électroencéphalogramme plat ne peut donc être un critère clinique suffisant pour conclure à une mort cérébrale. Certes, il est requis, mais l'incapacité du sujet de respirer spontanément et surtout l'irréversibilité des phénomènes observés le sont tout autant.

## L'onde de la mort

Penchons-nous sur une histoire un peu singulière puisqu'elle démarre avec des têtes coupées, une conférence jugée sans grand intérêt, une lecture interpellante et se termine par 2 découvertes majeures qui refaçonnent l'approche scientifique de la mort. Il y a une quinzaine d'années, des chercheurs de l'Université de Nimègue, aux Pays-Bas, entreprirent une étude visant à déterminer si la décapitation était un moyen humain, au sens éthique du terme, de sacrifier des animaux à des fins expérimentales. La question était plus précisément: la décapitation est-elle une procédure rapide pour supprimer l'état de conscience chez un rat ? Ils s'attelèrent donc à mesurer le délai nécessaire, après décapitation, à l'apparition d'un électroencéphalogramme plat,

reflet de la disparition des activités électriques cérébrales et par là même des processus conscients. Comme on pouvait s'y attendre, ce délai fut court – quelques secondes ou dizaines de seconde. Les neurophysiologistes néerlandais eurent cependant l'idée de poursuivre leurs enregistrements. Et là, surprise ! Au bout de quelques dizaines de seconde à une minute, ils détectèrent, au sein des cerveaux siégeant dans les têtes coupées, l'émergence d'une onde unique de très grande amplitude, puis sa disparition au profit d'un retour à un électroencéphalogramme plat. Ils la baptisèrent «*the wave of death*» (l'«onde de la mort») dans un article de *PLoS One* publié en 2011. Leur interprétation était qu'elle constituait le marqueur d'un basculement définitif dans la mort, une sorte de dernier sursaut avant le néant.

Alors qu'il assistait par bienséance à une conférence qu'il jugeait peu intéressante, Stéphane Charpier se rendit sur le site Internet de la revue *PLoS One*, dont il est un des éditeurs. Il tomba sur l'article de ses confrères néerlandais. Le sujet l'intrigua. Et à la suite d'une réunion de travail, ses collaborateurs de l'ICM et lui-même décidèrent d'approfondir le sujet. Leur motivation était double. Primo, ils voulaient cerner la nature de l'onde de la mort. Secundo, ils se demandaient si elle traduisait réellement un événement irréversible, un arrêt irrémédiable du

(1) Parfois encore appelé influx nerveux, le potentiel d'action d'un neurone est un événement court durant lequel le potentiel électrique dudit neurone augmente puis chute rapidement. Le potentiel d'action joue un rôle essentiel dans la communication entre neurones en provoquant l'activation des synapses.

(2) La synapse est une zone de jonction et de transmission de l'information entre neurones.

(3) Stéphane Charpier, *Le cauchemar de Descartes*, Albin Michel, 2025.

## L'IMAGE D'UN CRÂNE VIDE

Chez les patients inconscients sous respirateur artificiel est généralement pratiqué un «test d'apnée» au cours duquel le clinicien débranche temporairement le dispositif pour s'assurer que le sujet ne peut respirer spontanément. «*Un autre examen, qui est aussi associé à l'incapacité de respirer spontanément, a pour but de démontrer l'existence d'une lésion du tronc cérébral, laquelle rend non seulement la respiration spontanée impossible, mais occasionne aussi un coma*», indique le professeur Charpier. Souvent, une image du métabolisme cérébral est réalisée par IRM fonctionnelle chez de tels patients. Elle repose sur la mesure de la consommation de glucose par les neurones. Si l'image se dévoile comme étant celle d'un «crâne vide» (*hollow skull* en anglais), où rien n'apparaît hormis les contours de la boîte crânienne, la conclusion est évidente: le cerveau n'est plus le siège d'aucune perfusion sanguine, tout marqueur de son fonctionnement métabolique a disparu. «*Quels que soient les critères utilisés pour définir la mort, y compris les plus sophistiqués, l'irréversibilité des phénomènes observés constitue l'élément cardinal du diagnostic*», insiste le neuroscientifique.



fonctionnement cérébral; bref, était-elle vraiment un marqueur de l'instant zéro de la mort ?

Les chercheurs parisiens adoptèrent un protocole expérimental différent de celui de leurs homologues de l'Université de Nimègue, car la décapitation fermait la porte à un «plan B», à toute possibilité de réanimation. La mort des neurones étant toujours la conséquence d'une carence en oxygène, l'équipe de l'ICM provoqua chez le rat une asphyxie avec anoxie cérébrale, ce qui laissait la possibilité de tenter une réanimation de l'animal à un moment choisi. «*Nous pouvions arrêter la perfusion de sang oxygéné de manière contrôlée et ensuite la réinstaurer*», relate Stéphane Charpier. Les rongeurs étaient d'abord sédatisés avec des opiacés très puissants pour leur éviter toute souffrance, puis curarisés pour qu'ils ne puissent plus avoir de contractions musculaires et dès lors respirer. Ils étaient ensuite placés sous respiration artificielle. Différents paramètres physiologiques étaient mesurés – électrocardiogramme, pression en oxygène dans le sang artériel, température... Enfin survenait le moment où le respirateur était coupé. Très vite, la pression en oxygène dans le sang artériel diminuait et, en quelques secondes, disparaissait. «*Une "décapitation fonctionnelle", pourrait-on dire*», commente le professeur Charpier.

Pour les enregistrements cérébraux, son laboratoire fit appel non seulement à l'électroencéphalographie, qui offre une vue globale des activités fonctionnelles du cerveau, mais également à l'implantation d'une électrode à l'intérieur de certains neurones afin d'identifier les mécanismes cellulaires impliqués dans l'apparition de l'onde de la mort. Grâce au couplage de ces 2 techniques complémentaires, les chercheurs parisiens montrèrent que celle-ci était le fruit d'une modification collective quasi simultanée de l'état électrique des neurones. Lorsque le flux de sang oxygéné s'interrompt à leur niveau, il en va de même de leur production d'adénosine triphosphate (ATP), qui représente un élément crucial pour satisfaire leurs besoins en énergie en vue d'assurer leur activité électrique et la neurotransmission. Dans ces conditions, les neurones perdent la capacité de maintenir une de leur propriété naturelle essentielle: une tension électrique négative en leur sein. «*Quand les neurones sont en train de mourir, le changement de polarité électrique que nous avons observé entraîne une fuite de courant à travers leur membrane. C'est ce phénomène que reflète l'onde de la mort*», explique le directeur de recherche de l'ICM. Pour cette raison et parce que, nous allons le voir, l'onde de la mort n'entérine pas un basculement inéluctable dans le néant existentiel, les chercheurs parisiens l'ont renommée «*wave of anoxic depolarisation*» («*onde de la dépolarisation anoxique*»).

## L'onde de la réanimation

De surcroît, leurs travaux ont mis en évidence que les neurones des couches les plus profondes du cortex (couches 5 et 6) sont les plus vulnérables à la privation d'oxygène. En effet, particulièrement actifs, ils doivent s'appuyer sur un très haut métabolisme. Ils sont donc les premiers à souffrir d'un manque d'ATP et, par conséquent, à subir des modifications de leur tension électrique membranaire. Le courant qui s'échappe alors à travers leur membrane cellulaire gagne le milieu extérieur et induit une augmentation du taux de potassium dans le cerveau, laquelle dépolarise de proche en proche les autres neurones. «*L'onde que l'EEG enregistre à un instant donné à la surface du cerveau n'apparaît pas exactement au même moment dans les différentes régions cérébrales; elle monte progressivement des couches profondes du cortex vers les régions plus superficielles*», souligne Stéphane Charpier. Et d'ajouter: «*Dans une étude non encore publiée, nous avons eu la surprise de constater que si l'activité des synapses s'arrête quasi en même temps partout dans le cerveau, chacune des structures cérébrales possède par contre sa propre onde de la mort et sa propre dynamique de mort.*»

L'onde de la mort telle qu'elle apparaît en électro-encéphalographie a été détectée chez l'Homme également. Une découverte qui a été réalisée aux États-Unis – en France, appareiller des patients en fin de vie est considéré pour l'instant comme éthiquement non admissible. «*Ce que l'on voit chez le rat et chez l'Homme est remarquablement similaire*», précise le professeur Charprier.

Après avoir enregistré l'apparition de l'onde de la mort chez les rats auxquels ils avaient provoqué une anoxie cérébrale, les neuroscientifiques de l'ICM initièrent, au bout d'un certain délai (variable), une tentative de réanimation des animaux en réoxygénant leur cerveau. Parallèlement, les chercheurs poursuivaient leurs enregistrements électroencéphalographiques et au sein même de neurones. De 2 choses l'une: soit la réanimation réussissait, soit elle échouait. Elle fut couronnée de succès dans nombre de cas, tordant ainsi le cou à l'idée que l'onde de la mort consacrait un basculement sans retour possible dans le néant existentiel. Mais, élément fascinant, les réanimations réussies étaient systématiquement précédées de l'éclosion d'une autre onde que ses découvreurs qualifièrent d'«onde de la réanimation» («*wave of resuscitation*»). «*Dans 100% des cas où cette onde se manifeste, la réanimation fonctionne, le cerveau récupère progressivement une activité spontanée perçue non seulement en électroencéphalographie, mais aussi au niveau de ses neurones individuels*», indique Stéphane Charprier. Si personne n'a trouvé jusqu'à présent un marqueur de l'instant zéro de la mort, les neurophysiologistes de l'ICM en ont identifié un de la réanimation.

Pour l'heure, par contre, la quête d'un marqueur de la non-arrivée de l'onde de la réanimation est restée stérile. Dès lors, quelle attitude adopter quand on ne la voit pas émerger ? Attendre qu'elle apparaisse éventuellement. En effet, elle peut le faire après un délai qui se révèle variable. «*Quand on attend, on se trouve comme face à un horizon, suggère notre interlocuteur; on avance sans jamais l'atteindre, car il ne cesse de se déplacer*». Évidemment, tout a une fin. Si le cœur du rongeur s'arrête de battre, alors que l'animal a déjà un EEG plat, les expérimentateurs le déclareront mort malgré l'absence de tout marqueur connu de l'instant zéro de la mort.


## Une zone crépusculaire

L'onde de la réanimation est plus petite que celle de la dépolarisation anoxique, ou onde de la mort, et témoigne d'un phénomène en miroir. De fait, l'onde de la réanimation est la résultante d'un changement inverse de polarité électrique des neurones par rapport à celui qui initie l'émission

de l'onde de la dépolarisation anoxique. Avec le retour de l'oxygénation, la production d'ATP reprend et le potentiel électrique à l'intérieur des neurones peut, dans le cas d'une tentative de réanimation qui s'avérera efficace, redevenir normal, donc négatif, ce qui induira la création d'une nouvelle onde, l'onde de la réanimation.

**«L'introspection que l'on pourrait avoir de nous-même à l'égard de notre propre mort n'a absolument aucun sens»** indiquait Stéphane Charprier lors d'une interview conduite par le physicien Étienne Klein sur *France Culture*. De fait, s'imaginer mort annule ipso facto le néant existentiel qui est celui de cet état et donc la possibilité vis-à-vis de soi-même d'être mort.

Celle-ci existe-t-elle chez l'être humain ? À l'heure actuelle, la rechercher expérimentalement chez des personnes vacillant entre la vie et la mort se heurte à des écueils de nature éthique mais aussi matérielle, c'est-à-dire de faisabilité dans le cadre de la course contre-la-montre présidant à la mise en œuvre d'une tentative de réanimation. Selon le professeur Charprier, il n'en demeure pas moins qu'elle existe forcément chez tout individu qui recouvre une activité cérébrale après un arrêt cardiorespiratoire, l'onde de la mort et l'onde de la réanimation étant indissociables des 2 changements de tension électrique successifs que connaissent les neurones.

Aux yeux du neuroscientifique français, la mort ne doit plus être appréhendée comme un passage abrupt «on/off» entre 2 états, mais être repensée comme un processus «lent» qui constitue une sorte de zone crépusculaire de l'existence durant laquelle les fonctions cérébrales et l'activité neuronale vont conduire très progressivement à un état définitif de mort. 



Stéphane Charprier, *La science de la résurrection*, Flammarion, 2020.





# Colombe

©Aly 2025

## Joyeux Noël

J'ai calculé que vous devez multiplier la force que vous deployez pour tirer le traîneau par 1.937.234.456 si vous voulez qu'il bouge...



## Meilleurs voeux

Qu'est-ce que tu souhaites en 2026?



Ne plus avoir de soucis...



Slurps.  
Exaucé!



## Bonne année... Et bonne santé!

En 2026, j'arrête de manger des vers.



MERCI!



On n'est pas encore en 2026.





CurioKids

# De la fleur au flacon

Hé, je sais que tu es là... même sans te voir.  
Eh oui, ton parfum t'a trahi ! Une odeur et voilà que même la plus discrète des personnes se fait pincer. Mais comment notre nez reconnaît-il ces odeurs ? D'où viennent ces parfums qu'on respire chaque jour ? Et comment sont-ils fabriqués ? Pour le savoir, suis les traces de Miss Chouette dans son passionnant voyage olfactif

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE • INFO@CURIOKIDS.NET

PHOTOS: © VALENTIN VALKOV - STOCK.ADOBE.COM (P.31), © ANNASTILLS - STOCK.ADOBE.COM (P.33)

ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT

premières senteurs venaient de résines, de bois, de gommes que l'on faisait fumer pour soigner, purifier, honorer. Au fil des siècles, les humains ont appris à capter les odeurs des fleurs, des épices, des arbres, pour les porter sur eux, les offrir ou améliorer leur bien-être. Savais-tu qu'à la Renaissance, les nobles utilisaient des parfums puissants pour masquer les mauvaises odeurs ? Et oui, ils ont inventé les premiers déodorants !

Aujourd'hui, un parfum, c'est un art... mais aussi une vraie science. Et Miss Chouette va t'en révéler tous les secrets...

## Une affaire de molécules

Tu sens cette odeur de rose ? D'eucalyptus ? De chèvrefeuille ? Suis-nous, on t'emmène faire le tour du «labo» le plus grand du monde: la nature.

**F**erme les yeux... et imagine un parfum. Tu ne peux ni le voir ni le toucher, mais tes narines détectent un mélange d'odeurs qui flotte dans l'air, glisse vers ton nez... et te fait réagir ou te questionner. Comme beaucoup de mots de la langue française, le mot «parfum» vient du latin *per fumum*, qui signifie «par la fumée». Car avant d'être un produit dans un flacon, le parfum était une offrande aux dieux. Nos ancêtres brûlaient des composés dans les temples d'Égypte ou de Mésopotamie. Les





Et oui, le monde végétal libère dans l'air des substances invisibles à l'œil nu: des molécules odorantes. Tu ne les vois donc pas, mais leur odeur est puissante. Comme tu l'as déjà remarqué, la nature est une fabrique géante d'odeurs. Elle en produit des milliers, toutes différentes, qui flottent dans l'air et viennent titiller notre nez.

Tu t'en doutes, à la première place du podium, on retrouve... les fleurs: jasmin, lavande, rose, lys... chacune possède sa propre odeur ou **signature olfactive**. Les arbres, eux aussi, sécrètent des molécules odorantes: leurs bois, écorces, racines ou résines dégagent des parfums bien à eux. Tu connais peut-être ceux du cèdre ou du santal. Les feuilles et les herbes aromatiques enrichissent la palette des odeurs (basilic, menthe, verveine). Enfin, les fruits, surtout les agrumes (citron, orange, bergamote), sont des concentrés d'odeurs très rafraîchissantes.

Autrefois, certaines odeurs provenaient aussi du monde animal, comme le musc ou l'ambre gris. Aujourd'hui, pour respecter les espèces, on les remplace par des molécules créées en laboratoire. Tout autour de nous, la nature compose des parfums variés, en mariant des molécules invisibles, mais que notre nez finit par reconnaître.

Mais au fait, pourquoi la nature a-t-elle inventé les odeurs ? Et pourquoi nous a-t-elle donné un nez pour les détecter ? Parce que dans le grand jeu de la vie, sentir, c'est survivre. Chez les plantes comme chez les animaux, les odeurs jouent 3 rôles vitaux: se nourrir, détecter les menaces et faciliter la reproduction. Les fleurs, par exemple, envoient des signaux aux insectes pour les guider vers leur pollen. D'autres

espèces utilisent l'odeur pour dire «*Ne me mange pas !*» ou pour repérer un partenaire. Les parfums de la nature ne sont donc jamais là par hasard: ce sont des messages invisibles, mais efficaces, échangés dans le langage secret des molécules.

## Un puzzle d'odeurs

Quand tu sens la rose, ce que tu «ressens» n'est pas l'effet d'une seule molécule, mais d'un mélange subtil de centaines de molécules odorantes. Dans l'huile essentielle de rose, par exemple, les scientifiques recensent plus de 350 composés différents. Chaque petite molécule, même présente à très faible dose, joue son rôle essentiel dans le résultat final. Imagine un puzzle où chaque pièce est une molécule et dont l'ensemble forme l'odeur: citron, vanille, café, banane... Chaque odeur est une combinaison de molécules, chacune avec sa structure chimique, ses propriétés, qui crée son identité unique.

Décidément, la nature est épatante tant elle regorge de parfums, mais certains sont trop rares, trop fragiles ou impossibles à extraire. Les chimistes ont donc appris à fabriquer eux-mêmes des molécules odorantes, pour recréer ces odeurs ou en inventer de nouvelles. Tout commence par une enquête scientifique: grâce à une technique appelée *headspace*, les chercheurs captent l'odeur d'une fleur directement dans son environnement, sans la cueillir. Pour y arriver, ils font circuler un gaz sur la fleur, à l'intérieur d'une cloche en verre. Ce gaz se charge progressivement de la molécule odorante. Ensuite, ils analysent ces molécules avec des appareils comme le **chromatographe** et le **spectromètre de masse**. Sans cela, impossible de reconstituer un parfum.

Une fois les composants identifiés, place à la synthèse. Par exemple, on peut modifier une molécule naturelle (on parle d'hémisynthèse) pour lui donner une nouvelle odeur. Ou bien la créer de A à Z en faisant réagir différentes molécules entre elles, jusqu'à obtenir les molécules composant l'odeur de la fleur. Ce sont des odeurs de synthèse.

## Le truc de ouf !

### Pourquoi certains objets sentent... et d'autres non ?

As-tu déjà senti une odeur qui t'a soudain replongé dans un souvenir d'enfance ? Comme Anton Ego quand il goûte la ratatouille réalisée par Rémi, le rat cuistot ? Ce n'est pas un hasard, c'est ton cerveau qui fait le lien ! Quand une odeur entre dans ton nez, le signal est envoyé directement vers 2 zones de ton cerveau qui portent des noms un peu bizarres: l'amygdale et l'hippocampe. L'amygdale est la partie de ton cerveau qui gère les émotions, tandis que l'hippocampe est celle de la mémoire. Ce circuit est unique: aucun autre des 5 sens ne prend un chemin aussi rapide vers ces zones-là ! C'est donc purement anatomique. Résultat ? Une simple brise de parfum peut réveiller un souvenir très ancien et les émotions qui vont avec. On appelle ça la mémoire olfactive. Elle est ultra-puissante et ne s'efface presque jamais. Mieux encore: ton cerveau utilise ces souvenirs pour t'aider à mieux reconnaître certaines odeurs aujourd'hui. Il ajuste, trie, compare des informations grâce à une simple odeur.





C'est par exemple ainsi qu'on obtient la vanilline (odeur de vanille), l'hédione (note de jasmin) ou la calone (odeur marine). Ces molécules enrichissent la palette du parfumeur et permettent de protéger les plantes rares. Une belle alliance entre science et nature.

## Un mélange subtil

Maintenant qu'on a nos précieuses molécules odorantes, naturelles ou créées en laboratoire, que fait-on ? Il faut les assembler, les équilibrer et les transformer pour créer un vrai parfum. C'est le travail du parfumeur, qu'on appelle aussi le nez. Comme un chef cuisinier, il choisit ses matières premières parmi des milliers d'ingrédients. Puis, grâce à sa mémoire olfactive, il les mélange avec précision pour créer une formule unique, comme une recette secrète. Ensuite, en laboratoire, la formule est appliquée. On pèse chaque ingrédient au milligramme près avant de le diluer dans de l'alcool. Cette étape permet de libérer les senteurs tout en les stabilisant. C'est ce qu'on appelle le concentré. Une fois validé par le nez, le concentré est produit en grande quantité. Il sera ensuite dilué dans une plus grande quantité d'alcool avant de reposer pendant plusieurs semaines dans des cuves: c'est la **macération**, qui permet de laisser le parfum «mûrir». Vient alors l'étape du glaçage: on refroidit le parfum à une température proche de 0 °C pour faire tomber les résidus. On termine avec une filtration fine pour qu'il soit limpide. Et hop, en flacon !



## EURÊKA

### Pourquoi ça sent ?

**A**s-tu déjà remarqué que certaines fleurs dégagent un parfum délicieux (ou affreux), alors que d'autres plantes (ou même certains objets) ne sentent... rien du tout ? La réponse à cette question s'appelle la **volatilité**. C'est quoi ce truc ? En chimie, on dit qu'une molécule est volatile quand elle peut facilement s'évaporer, c'est-à-dire passer de l'état liquide ou solide à l'état gazeux. Pour qu'une odeur arrive jusqu'à ton nez, il faut donc que ces molécules odorantes se retrouvent dans l'air. Si elles ne s'évaporent pas, ton odorat ne les captera jamais.

Les parfums que tu sens sont donc composés de petites molécules très légères, capables de «quitter» facilement la fleur, l'écorce ou la feuille qui les produit. On dit qu'elles ont une forte pression de vapeur. Pour faire simple: elles passent facilement dans l'air ambiant à température ambiante. Certaines substances ne sentent rien simplement parce qu'elles ne libèrent pas de molécules volatiles ou trop peu pour être détectées. Ceci étant dit, il arrive aussi que certaines odeurs ne soient pas perçues par notre nez... On t'explique pourquoi un peu plus loin...



## BIG DATA

**6 Millions**

C'est le nombre de cellules olfactives chez l'être humain.

**400**

C'est le nombre de types de récepteurs différents chez l'homme.

**10 000**

C'est le nombre d'odeurs qu'un individu peut reconnaître.

**4 500**

C'est le nombre de matières premières odorantes disponibles pour créer un parfum.

## Le selfie du jour



### Nez, un métier qui a du flair

**A**vais-tu déjà entendu parler du métier de «nez» ? Non, non, ce n'est pas une blague. Le nez est l'autre nom donné au parfumeur (voir l'article *PORTRAIT*, p. 16). Pas simplement parce qu'il sent bien les parfums mais parce que c'est un véritable artiste scientifique qui compose les parfums. Son rôle ? Imaginer, tester, ajuster... jusqu'à créer un concentré unique d'odeurs harmonieuses. Un nez, c'est un peu comme un chef cuisinier: il choisit parmi 400 matières naturelles et plus de 3 000 molécules synthétiques, puis il mélange le tout avec une extrême précision. Ses outils sont une balance de précision, des pipettes et des flacons. Il lui faut parfois 80 ingrédients pour une seule formule ! Mais ce métier demande aussi des années d'apprentissage. Un vrai nez doit savoir comment chaque molécule interagit avec l'air, l'alcool, la peau... Il doit comprendre la chimie, la pyramide olfactive, les techniques d'extraction et savoir traduire une idée en odeur. Savais-tu qu'il y en a moins de 500 dans le monde ? Il ne suffit pas de mélanger des essences entre elles. Le nez compose une fragrance comme un chef d'orchestre dirige une symphonie: chaque note compte, de la plus légère à la plus profonde. On parle ici d'accord. Et quand tout s'accorde... c'est un parfum qui naît.

## LE P'TIT DICO



La **signature olfactive** : C'est l'odeur unique d'un parfum ou d'une fleur, comme une sorte de carte d'identité composées d'un mélange de composés chimiques

Le **chromatographe** : C'est une machine utilisée en laboratoire pour séparer les différentes molécules d'un parfum

Le **spectromètre de masse** : C'est un outil scientifique qui permet d'identifier les composants (molécules) exacts d'une odeur.

La **macération** : C'est quand on laisse reposer longtemps un mélange de parfum et d'alcool pour que l'odeur se développe bien

La **volatilité** : C'est la capacité d'une molécule à s'évaporer dans l'air. Plus elle est volatile, plus facile est sa détection

Le **bulbe olfactif** : C'est une partie du cerveau, juste derrière le nez, qui aide à détecter et identifier les odeurs que l'on respire

Le **codage combinatoire** : mécanisme neurobiologique par lequel le cerveau identifie d'innombrables odeurs grâce à peu de récepteurs, chaque molécule activant un motif unique perçu comme une odeur.

## Le voyage des odeurs: du nez au cerveau

### 1 UN DÉTECTEUR CHIMIQUE REDOUTABLE

Si tu sais choisir un bon parfum, c'est grâce à ton super détecteur... ton nez ! Chaque fois que tu respirez, des molécules odorantes présentes dans l'air pénètrent dans ton nez. Là, tout en haut de la cavité nasale, se cache une zone spéciale: l'épithélium olfactif. C'est un tapis minuscule où vivent des millions de capteurs microscopiques appelés neurones olfactifs. Ils sont munis de cils microscopiques qui captent les molécules odorantes.

Chaque neurone porte un seul type de récepteur olfactif. Cela veut dire qu'un récepteur reconnaît une molécule particulière. Quand une molécule rencontre un récepteur particulier, un peu comme 2 pièces de puzzle, elle l'active et déclenche un signal électrique. Ce message file alors vers le cerveau, en passant par un relais appelé le **bulbe olfactif**.

Là, le cerveau commence son enquête: il interprète le message reçu, compare, trie et identifie. Résultat ? On perçoit une odeur. C'est grâce à ce système que tu reconnais l'odeur du chocolat ou celle de ton doudou préféré.

Attention, tu crois peut-être ne sentir qu'une seule odeur mais en réalité, ton nez capte tout un mélange de molécules. Tu le sais maintenant, chaque parfum est une sorte de «cocktail» chimique, composé de plusieurs molécules odorantes. Chacune d'elles active des récepteurs différents dans ton nez. C'est un peu comme si ton cerveau recevait plusieurs notes de musique en même temps. Il les assemble pour créer une seule mélodie olfactive. C'est ce qu'on appelle le **codage combinatoire**. Grâce à lui, ton cerveau peut reconnaître des milliers d'odeurs différentes, même avec un nombre limité de récepteurs.

Tu remarqueras d'ailleurs qu'un parfum ne se dévoile pas d'un coup. Son odeur

évolue, change, parfois en quelques minutes... Les parfumeurs organisent les senteurs en 3 niveaux, que l'on appelle la pyramide olfactive. Tout en haut, il y a les **notes de tête**. Ce sont les plus légères, les plus volatiles. Elles sautent au nez dès qu'on vaporise le parfum. Citron, menthe ou lavande, elles ne durent que quelques minutes. Viennent ensuite les **notes de cœur**. Plus rondes, plus chaudes, elles durent plusieurs heures. On y trouve souvent des fleurs, des fruits ou des épices. Enfin, tout en bas, se cachent les **notes de fond**. Ce sont les plus lourdes, les plus tenaces. Vanille, bois, musc... Elles fixent le parfum sur ta peau et peuvent durer jusqu'à 24 heures !

### 2 UN ALLIÉ NATUREL

Respirer une odeur ne sert pas qu'à faire «hmm, ça sent bon !» Certains parfums peuvent agir directement sur ton corps. Oui, certaines odeurs sont connues pour aider à te détendre, à te concentrer ou même à soulager des douleurs. Tout cela a été démontré par des études scientifiques.

Quand tu respirez un parfum, les molécules odorantes atteignent le bulbe olfactif qui active certaines zones du cerveau liées à la mémoire, aux émotions et à la prise de décision. Ainsi, l'huile essentielle de lavande et de cyprès, par exemple, a démontré son pouvoir anti-stress chez les souris.

Mais ce n'est pas tout. Certaines molécules odorantes voyagent jusqu'au cerveau. Pour cela, les molécules traversent les parois nasales pour rejoindre les capillaires sanguins. Transportées par le sang, elles atteignent le cerveau. C'est ainsi qu'on observe que l'huile essentielle de thym linalol ou de l'arôme de citron, boostent l'attention et combattent la fatigue.

Ton odorat est donc bien plus qu'un capteur d'odeur: c'est un allié pour ta santé, qui parle directement à ton cerveau. Cependant, il faut garder à l'esprit que ces pratiques ne sont pas encore reconnues par la médecine. 🧐

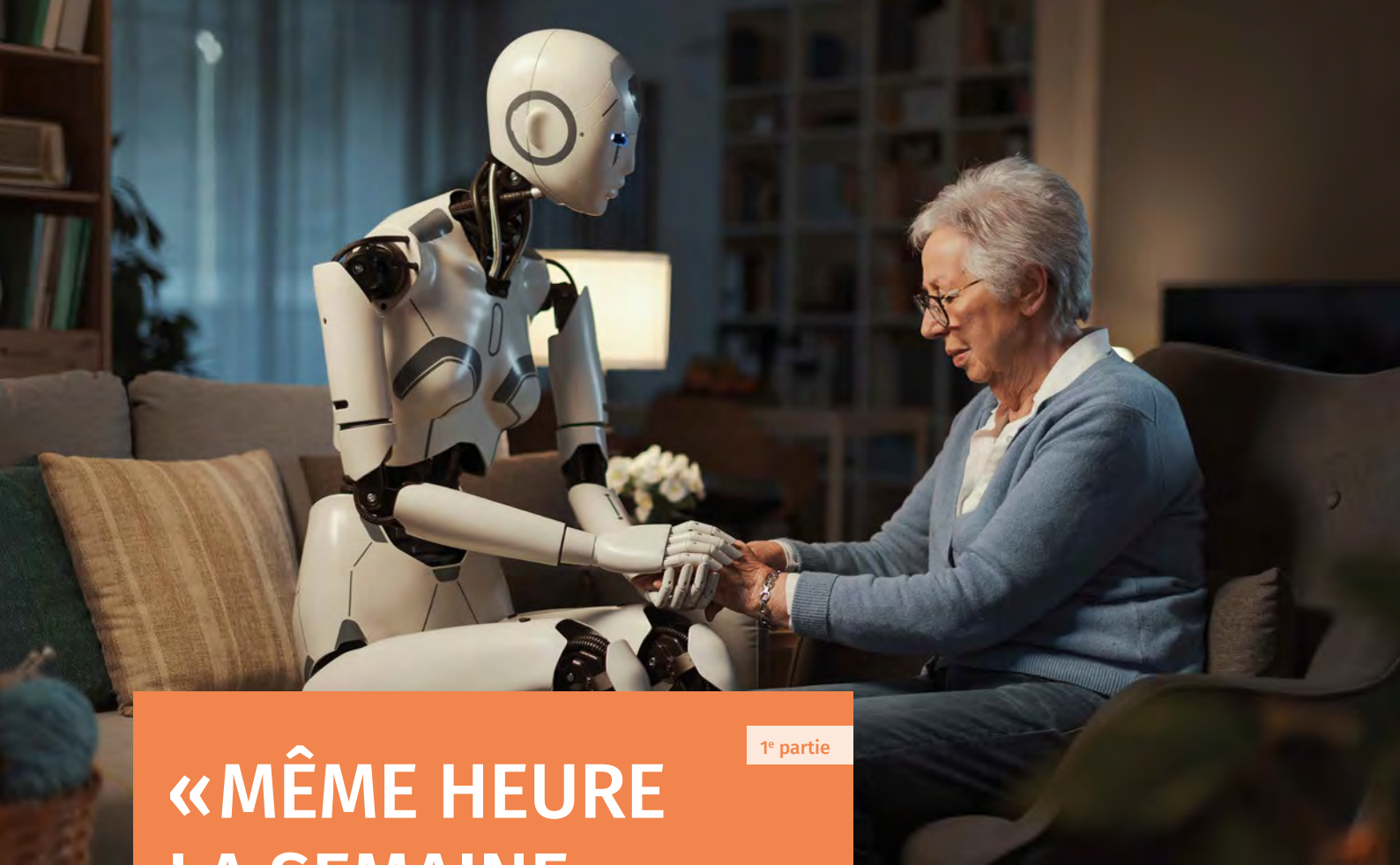


## TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec CurioKids:  
«Abracadabra, je transforme la crème en beurre»

SCANNE-MOI





1<sup>re</sup> partie

# «MÊME HEURE LA SEMAINE PROCHAINE ?» : l'IA pousse la porte des cabinets de psy

Parler à *ChatGPT* comme on parle à un proche, un confident... Voir un psychologue ? Le monde de l'intelligence artificielle voit ses chatbots de plus en plus utilisés à des fins de soutien psychologique et thérapeutique. Une pratique qui vient bousculer les professionnels de la santé mentale

THIBAUT GRANDJEAN - GRANDJEAN.THIBAUT@GMAIL.COM

PHOTOS: © STOCKPHOTOPRO - STOCK.ADOBE.COM (P.35), © BASILICOSTUDIO STOCK - STOCK.ADOBE.COM (P.36),  
© MAINULI9ISLAM - STOCK.ADOBE.COM (P.37), © JEREMI/AIDIDOM (P.38), © CURIO (P.38), © MISTRALÀ (P.38)

ou lui demander des informations, mais pour lui confier des émotions difficiles, des problèmes relationnels, ou une certaine anxiété... Comme on le ferait avec un psychologue.

Selon plusieurs études, cet usage de *ChatGPT* serait parmi les premiers du célèbre chatbot. En 2024, *The Psychologist*, un chatbot accessible sur la plateforme *Character.ai*, la deuxième plateforme la plus populaire du monde en la matière, totalisait 78 millions de messages pour 3,5 millions de visiteurs quotidiens.

Si étonnant qu'il puisse paraître, cet usage des chatbots ne surprend guère Maria-Pascale Lukenga, psychologue clinicienne, assistante doctorante à l'UMons et qui mène actuellement une thèse sur les outils numériques en santé mentale. «*La pandémie de Covid-19 a mené à une explosion de la demande en soins de santé mentale, indique-t-elle. Une demande que les services n'ont pas pu combler tant ils sont saturés. Il n'y a pas assez de psychiatres, ni de psychologues. De plus, ce type de soins demeure insuffisamment soutenu sur le plan public et encore associé à certaines représentations stigmatisantes, ce qui complique l'orientation des personnes vers les services appropriés.*»

Or, depuis la pandémie, la pression n'est guère retombée: guerre en Ukraine, crise climatique, inflation... Notre époque traverse une série de turbulences et la santé mentale de la population

**C'**est un phénomène de société dont on a du mal à saisir l'ampleur et les contours, mais qui se déploie à une vitesse fulgurante. De plus en plus de personnes se tournent vers les applications de grands modèles de langage (LLM) comme *ChatGPT*, non pas pour effectuer des tâches administratives





s'en ressent. En 2023, d'après une enquête menée par l'Eurobaromètre, 37% des Belges interrogés estimaient avoir souffert de troubles émotionnels ou psychosociaux au cours des 12 derniers mois. Une proportion qui montait à 59% chez les 18-24 ans ! Et malheureusement, 41% de ces personnes en quête de soins pour surmonter leurs difficultés n'ont pas réussi à accéder à un spécialiste de santé mentale. Dans ce climat, et alors que l'IA générative se répand comme une traînée de poudre, il n'est guère étonnant que de plus en plus de gens aient décidé de se tourner vers les chatbots. À commencer par les jeunes. «Les 16-24 ans sont très représentés parmi les utilisateurs de ces outils», confirme Maria-Pascale Lukenga. *Tout d'abord parce qu'il s'agit de la population la plus connectée. Mais il faut également souligner que, contrairement aux autres générations, il s'agit d'une population qui préfère les interactions asynchrones.* Des interactions par textes ou par messages vocaux interposés, qui permettent à l'utilisateur de dicter le rythme de l'échange, et ainsi d'en garder la maîtrise. «C'est une dynamique que l'on observe de plus en plus, même au sein des relations interpersonnelles, et qui permet de garder une certaine distance vis-à-vis de l'autre», constate-t-elle.

## Un palliatif avec des limites

Selon la psychologue, les utilisateurs se tournent vers les chatbots comme des outils de première ligne: «Lorsque l'on a des difficultés et que l'on cherche du soutien, on se tourne d'abord vers la famille et les amis. Puis, si cela ne suffit pas ou si ces derniers ne sont pas disponibles, on se tourne vers les médecins ou les psychologues. Et c'est dans cet entre-deux que les chatbots sont les

*plus utilisés.*» D'autant que contrairement aux psychologues, les chatbots comme *ChatGPT* ou *The Psychologist* sont souvent gratuits, disponibles en permanence et capables «d'écouter» les utilisateurs pendant des heures sans se fatiguer, voire de prendre spontanément des nouvelles. Plusieurs études soulignent même que l'utilisation d'un chatbot en amont de la consultation permet au patient de s'ouvrir davantage une fois face à un praticien.

Il arrive également qu'ils soient utilisés en complément d'un travail thérapeutique réalisé auprès d'un professionnel. «L'un de mes patients l'utilise entre les séances, pour éclaircir sa pensée, révèle la psychologue. Il me dit que ChatGPT vient parfois trouver les mots justes pour qualifier une émotion ou un ressenti. Loin de l'exclure de la thérapie, nous incorporons les réponses de la machine au cours de nos séances, pour décortiquer ce qui est pertinent dans le cadre du travail thérapeutique.» Pour autant, l'utilisation grandissante des chatbots à des fins de soutien psychologique n'est pas forcément un gage de leur efficacité qui est, selon Maria-Pascale Lukenga, très variable. «Ces outils fonctionnent bien pour les troubles psychologiques légers et modérés, comme l'anxiété, ou une dépression sans caractère sévère», éclaire-t-elle. Pour les troubles plus graves, la psychologue en pointe rapidement les limites. «Dans le cas des dépressions sévères, par exemple, il y a une tendance à l'isolement et au repli sur soi, met-elle en garde. Et ces comportements vont être accentués par la machine.»

L'un des problèmes majeurs de *ChatGPT*, qui a été pointé par les psychologues, réside en effet dans cette tendance de la machine à valider ce que lui dit l'utilisateur. «Même lorsqu'on lui demande d'aller contre notre parole, cette machine finit toujours par aller dans notre sens, sourit la psychologue. Et si cela peut être très plaisant, très confortable, ce n'est pas ce qu'on recherche dans un travail thérapeutique. Notre rôle n'est pas d'offrir du prêt-à-penser. Nous sommes là pour aider le patient à déconstruire ses pensées et ses croyances, afin de l'amener à les questionner lui-même pour amener des changements profonds.» Dans les cas les plus graves, cette obséquiosité peut même avoir des conséquences dramatiques, alerte Maria-Pascale Lukenga: «Dans le cas de troubles psychotiques, de délires ou de schizophrénie, les chatbots mettent les patients en danger, ainsi que leur entourage, par exemple en renforçant certaines croyances délirantes, et en validant leur discours sans distance critique. Or, même dans une prise en charge traditionnelle, il est très compliqué pour les thérapeutes d'amener ces patients dans le réel. Une alliance thérapeutique avec un soignant humain est essentielle.»

## Une psychologie numérique


En dépit de ces limites, il ne faut pas croire la psychologie réfractaire à ces nouveaux outils, bien au contraire. Des recherches croisées en IA et psychologie sont régulièrement menées depuis 1967, date de naissance du premier chatbot de l'histoire, *Eliza*, conçu pour simuler un psychothérapeute (voir *Athena* n° 367, p.37). Les choses se sont notamment accélérées à partir de 2016 et les progrès fulgurants qu'a connus le traitement automatique du langage, et en 2019, pas moins de 41 chatbots dédiés à la santé mentale ont vu le jour à travers le monde.

«Ces outils, s'il n'ont absolument pas vocation à remplacer le praticien, parce qu'ils ne sont pas empathiques, et ne pourront jamais remplacer la capacité du clinicien à prendre un patient dans sa globalité, représentent l'avenir et il ne faut pas en avoir peur, estime Maria-Pascale Lukenga. À l'occasion de la crise du Covid-19, de nombreux outils numériques ont d'ailleurs été mis en ligne pour répondre à la demande des usagers. Malheureusement, un faible nombre d'entre eux sont validés scientifiquement, et ceux qui le sont ne rencontrent pas le succès espéré, car les usagers estiment que cela ne répond pas à leurs besoins.»

Ainsi, les chatbots Wysa ou Woebot, créés par l'Université de Stanford, malgré des résultats encourageants lorsque les patients y adhèrent, ne sont guère connus du grand public. «Ce manque de succès tient aussi au fait qu'il s'agit d'outils américains qui, par conséquent, ne sont pas adaptés à d'autres langues et cultures.» Face à des outils développés par des ingénieurs souvent éloignés des besoins réels des gens, Maria-Pascale Lukenga plaide pour renverser la table. «Ce qu'il nous faut, c'est une co-construction entre les patients, les praticiens et les développeurs, estime-t-elle. Il faut par exemple poser la question aux patients: "De quoi avez-vous besoin ?", et partir du terrain. La littérature montre qu'en fonctionnant de cette manière, on aboutit à des outils qui permettent une meilleure adhésion et un engagement plus grand du patient envers l'outil.»


Reste que la création de chatbot peut nécessiter beaucoup de ressources. «Il n'est même pas nécessaire d'aller aussi loin, argumente la psychologue. Certaines approches d'intelligence artificielle comme les arbres de décisions offrent déjà beaucoup de solutions. Via un questionnaire fermé, on peut notamment soutenir l'autonomie du patient dans une première phase d'autoévaluation et ainsi



les orienter plus efficacement. On peut par exemple cibler certains symptômes indiquant le besoin d'une prise en charge immédiate, ou rediriger vers des solutions plus adaptées, comme des groupes de paroles, des ressources gratuites basées sur des lectures, des applications de gestion de l'anxiété ou du stress, afin de redonner un peu de pouvoir au patient sur sa santé mentale en attendant une prise en charge par un thérapeute.» Car selon Maria-Pascale Lukenga, le fond du problème n'est pas qu'une question technologique. «Le développement de ces outils, quels qu'ils soient, ne doit pas faire l'économie d'un réel travail sur les inégalités en matière d'accès et d'éducation du numérique. Les chatbots, par exemple, sont avant tout utilisés par une population aisée, à l'aise numériquement. Or, ce sont les populations les moins aisées qui ont le plus de difficulté d'accès aux soins de santé mentale.» 

## UN PEU D'HISTOIRE ET DE LITTÉRATURE

**E**n 1946, l'écrivain argentin Jorge Luis Borges écrivait une très courte nouvelle, qui tient en un paragraphe, intitulée *De la rigueur de la science*. Il y parle d'un empire qui avait poussé si loin l'art de la cartographie que les cartes des provinces occupaient toute une ville, et celle de l'empire toute une province. Avec le temps, l'art de la cartographie tombant en désuétude, les ruines de ces cartes n'étaient bientôt plus habitées que par des animaux et des mendiants. On ne peut pas s'empêcher de faire le parallèle entre ces cartes si précises et ces IA qui imitent le dialogue humain à la perfection, sans toutefois entretenir complètement l'illusion. Une fois que nous nous en serons lassés, car la carte n'est pas le territoire, l'imitation n'est

pas la réalité, où irons-nous ? Dans son essai *Vallée du Silicium*, l'auteur de science-fiction Alain Damasio décrit les technologies actuelles comme un technococon, qui cherche à «conjuré l'altérité», en l'imitant trait pour trait, «au pixel près». Et il craint qu'à force de nous y lover, nous ne perdions ainsi ce pouvoir se confronter à l'autre, à tisser du lien avec ce qui n'est pas nous. Dans son roman *Dune*, Frank Herbert, lui, parle d'une époque ancienne, lointaine pour nous, où les intelligences artificielles ont été interdites car «les humains avaient mis dans ces machines de quoi usurper notre sens du beau, notre indispensable individualité qui est à la base de nos jugements vivants». Un futur à penser ? 



## Rester à la maison en vieillissant grâce à l'IA

De nombreuses études l'attestent: rester chez soi en vieillissant augmente l'espérance de vie. De nombreux dispositifs existent déjà pour faciliter la vie des personnes âgées ou en situation de handicap à leur domicile, comme les boutons d'appel en cas de chute. La ville de Waterloo, dont les plus de 65 ans comptent pour 25% de la population, teste un outil d'un nouveau genre à base d'IA. Nommé *Jeremi*, pour *Je Reste dans ma Maison Intelligente*, installé en partenariat avec le CPAS et financé par la Région wallonne et l'Union européenne, il est composé de capteurs intelligents susceptibles de détecter toute situation anormale ou contraire aux habitudes, comme une présence prolongée dans la salle de bain, ou un réveil anormalement long. Ces capteurs sont reliés à une box qui déclenche l'alerte en cas de situation anormale. Gratuit jusqu'en 2026 pour les plus de 65 ans, ainsi que les personnes en situation de handicap, il est mis en place par l'ASBL *Aididom*. <sup>A</sup>



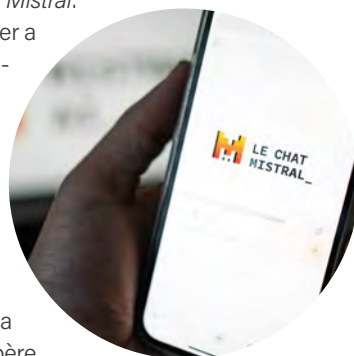
## Des chatbots dans des doudous

Qui n'a jamais, étant petit, parlé à ses peluches, ses poupées, ses *playmobils* ? Bien sûr, dans la tête de l'enfant, l'objet répond et la conversation imaginaire qui se forme vient nourrir une indispensable construction mentale. Mais si l'objet se mettait à répondre pour de vrai ? S'il existe déjà des peluches capables de vocaliser quelques mots, l'arrivée de l'IA générative vocale repousse les limites techniques. Ainsi, la start-up américaine *Curio* fournit déjà des peluches équipées d'un boîtier connecté au Wi-Fi, et donc à un chatbot capable d'échanger avec des enfants dès l'âge de 3 ans, soit la période cruciale de l'acquisition du langage. *Mattel*, le fabricant des célèbres poupées *Barbie*, a annoncé cet été un partenariat avec *OpenAI*, créatrice de *ChatGPT*. Des poupées susceptibles de parler à l'enfant ne sont sans doute donc plus qu'une question de mois. Comble de l'horreur, *Curio* a annoncé que les parents disposaient d'un accès à la transcription quotidienne des échanges entre la peluche et leur enfant. Les experts en la matière, eux, tirent la sonnette d'alarme et tentent d'attirer l'attention des pouvoirs publics sur une nécessaire protection des mineurs dans ce raz-de-marée mondial qu'est l'IA. <sup>A</sup>

## Piccolo, l'IA «maison» de l'UCLouvain

Face aux grands modèles de langage (LLM) des géants américains comme *ChatGPT*, à la fois énergivores et peu respectueux des droits et des données des utilisateurs comme du droit d'auteur, la résistance s'organise. Désireuse de reprendre la main, l'UCLouvain met gratuitement à disposition de ses étudiants un outil d'IA générative maison, basé sur *Le Chat*, le LLM de l'entreprise française *Mistral*.

Dénommé *Piccolo*, ce dernier a été spécifiquement développé pour l'enseignement supérieur, afin d'aider au mieux les étudiants, en générant par exemple des questions de révision, et en citant les sources à l'origine des réponses générées par la machine. L'UCLouvain espère ainsi réduire la fracture numérique en fournissant à tous ses étudiants un outil de pointe. Plus économe en énergie que ses concurrents (*Piccolo* affichera d'ailleurs un compteur énergétique), *Le Chat* de *Mistral* est aussi en accord avec les standards européens sur la protection des données des utilisateurs. Ainsi, les étudiants garderont le contrôle sur l'ensemble des informations fournies à la machine. En parallèle, et pour s'adapter à l'arrivée de l'IA, l'UCLouvain repense actuellement de fond en comble la façon d'enseigner et de tester les connaissances des étudiants. <sup>A</sup>







# Qui est-ce ? Yvonne CHOQUET- BRUHAT

TEXTE : JACQUELINE REMITS • JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE  
PHOTOS : © FAMILLE CHOQUET, GEORGE BERGMAN CC BY-SA 4.0

maison pour se consacrer à l'éducation de leurs enfants. Mais moi, comme je le dirai plus tard, j'aimais vraiment les sciences et je réussissais. En 1944, mon père est suspecté de couvrir l'activité de résistants. Arrêté par la Gestapo, il est déporté à Buchenwald où il mourra l'année suivante. Il est l'auteur d'un cours de physique générale en 4 volumes encore utilisé par des générations d'étudiants. Je me tourne alors vers les mathématiques et je suis reçue 1<sup>re</sup> à l'agrégation en 1946. Lors de l'entrevue traditionnelle qui suit l'annonce des résultats, un membre du jury, le mathématicien André Lichnerowicz, propose de m'encadrer pour un travail de thèse sur la théorie de la relativité générale proposée une trentaine d'années plus tôt par Albert Einstein. Je deviens assistante à l'École normale supérieure.

J'épouse le mathématicien Léonce Fourès. Dès 1949, je suis assistante de recherche au Centre national de recherche scientifique (CNRS). En 1951, j'obtiens mon doctorat en sciences pour ma thèse Théorème d'existence pour certains systèmes d'équations aux dérivées partielles non linéaires, sous la direction du mathématicien français de renom, Jean Renay, m'invite à le suivre en tant qu'assistante à l'Institut des études avancées de Princeton, dans le New Jersey, aux États-Unis. J'y deviens chercheuse postdoctorale et j'y rencontre Albert Einstein. Il me demande de lui exposer en français ma thèse basée sur sa théorie de la relativité générale et il me répondra en anglais ayant perdu la pratique du français,



## CARTE D'IDENTITÉ

**NAISSANCE:** 29 décembre 1923, Lille (Nord, France)

**DÉCÈS:** 11 février 2025, Mérignac (Gironde, France)

**NATIONALITÉ:** Française

**SITUATION FAMILIALE:** Mariée, 3 enfants

**DIPLÔME:** Doctorat en sciences à la Faculté des sciences de Paris

**CHAMPS DE RECHERCHE:** Mathématiques, physique

**DISTINCTIONS:** Médaille d'argent du CNRS (1958); 1<sup>re</sup> femme élue à l'Académie des sciences (1979); Grand-Croix de l'ordre national du Mérite (2012); Grand-Croix de la Légion d'honneur (2015)

## Je suis...

**U**ne mathématicienne dans cet étrange univers, comme j'ai intitulé mon livre de mémoires. Née Yvonne Suzanne Marie-Louise Bruhat à Lille, je suis la fille de Georges Bruhat, physicien de renom, professeur à l'Université de Paris, puis à l'École normale supérieure dont il deviendra directeur-adjoint, et de Berthe Hubert, professeure agrégée de philosophie. J'obtiens le baccalauréat en 1941 et je remporte le second prix de physique au concours général des lycées. En 1943, j'entre à l'École normale supérieure de jeunes filles de Sèvres où je suis les cours réputés de mathématiciens. Mon père tente de me décourager d'entamer des études de médecine. Il estime le métier trop prenant pour une femme. À l'époque, il était de tradition que les femmes restent à la

comme je le raconte dans mes mémoires. À la fin de mon exposé, il ajoute que je pourrai venir le voir quand je voudrai. En 1953, je rejoins l'université de Marseille comme maître de conférences. J'y suis la seule femme. À l'époque, les femmes n'envisagent pas de se lancer dans une carrière scientifique. Non seulement ce n'était pas bien vu, mais elles pensaient ne pas en être capables. De plus les hommes n'aiment pas que les femmes soient plus brillantes qu'eux. En 1955,

je retourne à Princeton. En 1958, je rejoins l'université de Reims, puis en 1960, la Faculté des sciences de Paris en tant que professeure titulaire de la chaire de mécanique analytique et mécanique céleste. Divorcée, l'année suivante j'épouse le mathématicien Gustave Choquet, spécialiste de l'analyse fonctionnelle. Je signerai désormais mes articles et ouvrages sous le nom de Choquet-Bruhat. En 1971, je deviens titulaire de la chaire de mécanique lors de la création de l'université Pierre-et-Marie-Curie de Paris. J'y enseignerai jusqu'à ma retraite en 1992. Je suis alors nommée professeure émérite.

## SAVIEZ-VOUS QUE...

Yvonne Choquet-Bruhat est titulaire de nombreux prix en mathématiques et de décorations honorifiques. Elle est la 1<sup>re</sup> femme à recevoir le 2<sup>e</sup> prix au concours général de physique en 1940. En 1958, ses travaux sont récompensés par la médaille d'argent du CNRS. En 1979, elle devient la première femme élue à l'Académie des sciences française depuis la création de cette institution en 1666. En 1989, elle est faite officier de l'ordre national de la Légion d'honneur. En 1997, promue au grade de commandeur, puis grand officier en 2008. En 2012, elle est nommée Grand-Croix de l'ordre national du Mérite et en 2015, Grand-Croix de la Légion d'honneur. Elle est aussi honorée de distinctions étrangères: élue à l'Académie américaine des arts et des sciences en 1985, Conférence Noether de l'Association for Women in Mathematics de 1986 à 2006.

Elle est l'auteur de plus de 200 publications scientifiques et de plusieurs livres dont *Analysis, manifolds and physics*, devenu un ouvrage de référence pour les chercheurs et étudiants.

Son frère, François Bruhat, était un brillant mathématicien, directeur du département de mathématiques de l'Université de Paris. De sa première union, avec Léonce Fourès, la mathématicienne a eu une fille, Michèle Fourès. Avec Gustave Choquet, elle a eu 2 enfants, Geneviève, médecin, et Daniel Choquet, neurobiologiste, membre de l'Académie des sciences depuis 2011.


En 2016, à 92 ans, elle publie ses mémoires *Une mathématicienne dans cet étrange univers*, aux éditions Odile Jacob. Elle apprécie la bienveillance et l'amabilité d'Einstein et remarque, outre ses abondants cheveux blancs, qu'il porte «des chaussettes dans ses chaussures malgré la légende». À Princeton, elle a croisé une autre célébrité, le directeur de l'Institut, Robert Oppenheimer, qui dirigea le projet *Manhattan* de fabrication des bombes atomiques américaines. Elle décrit sa vie de femme scientifique dans un monde d'hommes et partage avec les générations d'aujourd'hui son expérience de femme scientifique. Elle dit ne pas s'être sentie freinée dans son parcours scientifique par le fait d'être une femme. «Je n'ai pas eu de problème dans ma carrière, mais mes promotions ont peut-être été plus lentes à venir que si j'avais été un homme.» Aux jeunes filles qui voudraient se lancer dans une carrière scientifique, elle conseillait: «Si vous aimez cela, n'hésitez pas, lancez-vous.»

Le 29 décembre 2024, elle a fêté ses 101 ans. Elle est décédée le 11 février 2025, date de la Journée internationale des femmes et des filles de science, organisée par l'Unesco depuis 2015.

## À cette époque...

L'année de ma naissance, en 1923, un grand physicien français, Louis de Broglie, pose les bases d'une nouvelle théorie de la mécanique universelle, dite mécanique ondulatoire, dans 3 notes fondamentales à l'Académie des sciences. En 1951, année où j'obtiens mon doctorat et où je rencontre Einstein à Princeton, la firme américaine CBS présente à un public privilégié son premier programme de télévision en couleurs. En 1979, quand je suis élue membre de l'Académie des sciences, Margaret Thatcher devient le Premier ministre britannique et Simone Veil présidente européenne.

## J'ai découvert...

Sur les conseils du mathématicien Jean Leray, spécialiste des équations aux dérivées partielles, j'oriente mes travaux vers la recherche de solutions d'équations du type de celles d'Einstein, en utilisant le concept nouveau de fonctions généralisées, appelées par la suite «distributions». Dans les articles que je publie entre 1948 et 1950, je parviens à prouver l'existence de solutions aux équations d'Einstein et à démontrer rigoureusement qu'elles imposent celle de phénomènes de propagation à la vitesse de la lumière, c'est-à-dire dire d'ondes gravitationnelles. Je suis la première mathématicienne à avoir réussi à formuler, de façon mathématiquement rigoureuse, les équations proposées par Albert Einstein pour décrire la gravitation. J'ai également contribué de manière importante à l'astrophysique, et particulièrement au champ d'étude portant sur les mouvements des plasmas et l'origine des ondes gravitationnelles. Mes travaux sont utilisés pour les détecteurs d'ondes gravitationnelles. J'ai également travaillé sur de nouvelles méthodes mathématiques qui ont fourni une base solide pour l'étude de plusieurs théories physiques comme l'hydrodynamique relativiste (dynamique des fluides), les théories de jauge non-abéliennes et la théorie de la supergravité. 

1<sup>re</sup> partie

# NOTION: l'outil qui réinvente notre organisation

TEXTE : JULIE FIARD · JFI@EASI-IE.COM

ILLUSTRATIONS : OLIVIER SAIVE

Dans la vie quotidienne, entre le travail, la maison, les enfants, les projets personnels et les mille petites choses à ne pas oublier, l'esprit devient vite un bureau mal rangé. Mémos digitaux et physiques, TO DO listes, notifications de rappels envoyés par la pléthore d'applications que contient notre téléphone, documents éparpillés sur l'ordinateur: force est de constater que la vie numérique n'a pas vraiment simplifié les choses; elle a simplement multiplié les supports.

C'est précisément pour ramener de la clarté dans ce désordre que *Notion* entre en scène. Application de prise de notes, de gestion de projet et de collaboration développée par *Notion Labs, Inc.*, elle promet de rassembler toutes les informations éparpillées: les idées, les tâches, les envies, les projets... en combinant notes, listes, tableaux

et calendriers, le tout dans un même espace de travail, modulable et totalement personnalisable.

Créée à San Francisco en 2013 par Ivan Zhao et Simon Last, la société *Notion Labs* lance une première version en 2016, puis une 2.0 en 2018, marquant le début de son succès mondial. Née dans l'univers professionnel, l'application a peu à peu conquis le grand public. Pourquoi ? Parce qu'elle ne propose pas une méthode d'organisation toute faite, mais un cadre à construire soi-même. Comme le décrit son co-fondateur Ivan Zhao, *Notion* fonctionne comme un ensemble de «briques LEGO pour la pensée»: chacun construit son propre système, du plus simple au plus complexe.

Gratuite dans sa version de base, l'application compte plus de 100 millions d'utilisateurs dans le monde, séduits par sa flexibilité et sa promesse: un seul espace pour tout centraliser.



## Une vie quotidienne simplifiée

Dans un monde saturé d'informations et de sollicitations, trouver un système d'organisation simple et durable relève souvent du casse-tête. Les applications se multiplient: gestionnaires de tâches, outils de prise de notes, agendas numériques, suivis d'habitudes, de dépenses ou de repas. Chacune promet l'efficacité, mais aucune ne couvre tous les domaines de la vie. Résultat: dispersion, perte de temps, frustration. Une étude montre qu'un utilisateur consulte en moyenne par 9 applications différentes par jour. Très vite, beaucoup passent plus de temps à organiser leur organisation qu'à gagner du temps.

On l'a dit, sa force réside dans sa flexibilité. Là où d'autres applications imposent une organisation figée, *Notion* fonctionne comme un système de briques que chacun assemble à sa manière: pages, tableaux, listes, calendriers... tout peut être relié, déplacé ou transformé selon sa propre logique. Par exemple, une note prise le matin peut être transformée en tâche à faire, ajoutée à un calendrier ou reliée à un projet en cours. Après tout, gérer son quotidien, c'est comme gérer un projet: il faut planifier, visualiser, hiérarchiser.

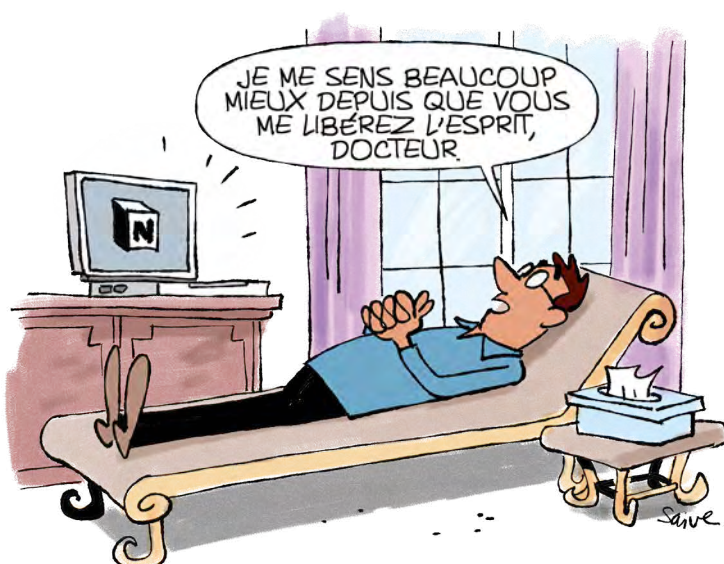
### ✿ Un outil organisé, mais jamais rigide

La conception modulaire de *Notion* en fait un outil d'organisation à part. Chaque élément – texte, tableau, image ou calendrier – existe sous forme de bloc que l'utilisateur peut déplacer, relier à un autre ou transformer à tout moment. Cette flexibilité permet d'adapter la présentation des informations selon ses besoins: une même base peut ainsi être affichée sous différentes formes sans perte de données. C'est ce qui rend *Notion* à la fois précis, évolutif et durable.

### ✿ Un outil qui libère l'esprit

Détourner un outil professionnel pour en faire un allié du quotidien, c'est aussi une manière de retrouver le fil dans tout ce qui s'entasse dans la tête. En centralisant tout au même endroit – idées, listes, projets, routines – *Notion* allège la charge mentale et limite la dispersion.

Cette clarté apporte une forme de sérénité: chaque chose retrouve sa place, les priorités redeviennent visibles.



*Notion* laisse la possibilité de déplacer, réorganiser ou adapter chaque élément selon les circonstances. Un rendez-vous qui déborde ou annulé, une idée qui surgit: tout peut se remettre en place sans contrainte.

## Des usages concrets dans la vie personnelle

### ✿ Organisation quotidienne

*Notion* s'intègre facilement dans la gestion du quotidien. L'application permet de planifier la semaine, de suivre les tâches à réaliser ou de garder le fil de ses objectifs personnels. L'outil facilite aussi la coordination collective: un espace partagé peut rassembler les repas de la semaine, les courses, les rendez-vous ou les activités d'une famille, d'un couple ou d'une colocation. Tout reste centralisé, mis à jour en temps réel et accessible à tous.

### ✿ Bien-être et développement personnel

Au-delà de l'organisation pratique, *Notion* peut devenir un espace d'équilibre personnel et servir de journal d'humeur, de carnet de gratitude ou de tableau de suivi du sommeil, du cycle ou de sa santé.

Certaines pages se transforment en repères de réflexion: «Intentions du mois», «Bilan personnel» ou encore «Petites victoires de la semaine». Ces usages favorisent la régularité et offrent une vision globale de ses habitudes et de leur impact sur le bien-être.

### ✿ Vie pratique et créativité

*Notion* s'avère tout aussi utile pour structurer les aspects concrets de la vie courante. Un carnet de recettes peut être relié à une liste de courses automatique. Un tableau budgétaire permet de suivre les dépenses, de visualiser les postes de coût ou de planifier les économies à venir. L'application peut aussi regrouper les envies et les projets personnels: carnet de voyage, liste de lecture, idées cadeaux, projets créatifs...

## Premiers pas sur Notion



Ne reste plus qu'à comprendre comment s'y retrouver au moment d'ouvrir la première page. Car si l'outil séduit par ses possibilités, il peut impressionner par son apparente complexité. Voici une marche à suivre claire pour découvrir l'application et créer ses premières pages.

## ❶ Rendez-vous sur le site Internet ou installez l'application.

Sur ordinateur (Mac/Windows):

 <https://www.notion.com/desktop>

Sur vos appareils mobiles:

- iOS (App Store):  <https://apps.apple.com/us/app/notion-notes-tasks-ai/id1232780281>
- Android (Google Play):  <https://play.google.com/store/apps/details?id=notion.id&pli=1>

Commencez par vous créer un compte pour accéder à votre tableau de bord. L'application *Notion* est volontairement très épurée pour offrir un espace clair, neutre et sans distraction.

❷ **Créez votre première page.** À gauche de votre écran, vous allez trouver le menu principal. Cliquez sur **+ ajouter une page**. Une page blanche s'affiche avec la mention «Nouvelle page» en gris et le curseur de la souris qui clignote à gauche du texte. C'est le moment et l'endroit où vous pouvez écrire le titre de votre première page. Dans l'exemple ici, nous allons l'appeler «Organisation de la semaine».

❸ **Créez des pages liées à la page principale.** Sous le titre de la page, vous allez voir apparaître un **+**, c'est de cette façon que tout se crée sur *Notion*. Cliquez sur le **+** et sélectionnez ou écrivez «Page»: une nouvelle page apparaît, c'est une sous-page de la page initiale.

**BON À SAVOIR:** il est possible de créer des sous-pages de sous-pages et encore plus, sans limitation de nombres.

Pour retourner à la page principale et voir apparaître les sous-pages, il suffit de cliquer en haut à gauche, sur le nom de la page. Voici ce que cela donne selon notre exemple:

Comme vous pouvez le constater sur la capture d'écran ci-contre, *Notion* est un outil très minimaliste.

👉 **ASTUCE:** En vous positionnant sur le titre des pages, un menu apparaît au-dessus, vous donnant la possibilité d'illustrer votre page soit en choisissant une icône, un emoji ou une image de couverture. Vous pouvez également ajouter des commentaires sur vos pages, en cliquant sur **ajouter un commentaire**.



4 **Ajoutez des blocs dans une page.** Une fois votre titre créé, sous le titre à gauche de chaque bloc, vous allez trouver un **+**, ainsi que 6 points alignés 2 par 2 verticalement. Il s'agit du menu de création de bloc. En cliquant sur le **+** ou simplement en appuyant sur la touche espace dans votre page, un bloc se crée. Et son menu apparaît sur sa gauche.

Six points alignés 2 par 2 verticalement, servent à déplacer en faisant glisser/déposer le bloc où vous le souhaitez sur la page.

En cliquant sur le **+**, le menu déroulant des blocs apparaît (Voir capture d'écran ci-dessous).



C'est dans ce menu, que vous allez pouvoir choisir ce que vous voulez utiliser.

- **Écrire:** en sélectionnant «**Texte**», vous allez pouvoir utiliser un éditeur de texte et ajouter le texte que vous souhaitez. L'éditeur propose les principales fonctions d'édition: mise en forme
- **Créer des listes:** des listes à puces, des listes numérotées, et surtout des listes de tâches
- **Créer et insérer des tableaux,** en utilisant le bloc **Tableau**, vous avez la possibilité de créer des tableaux et de les agencer comme vous le souhaitez.
- **Utiliser les fonctions Titre:** 3 possibilités (Titre 1, Titre 2 et Titre 3). Ce qui permet d'utiliser le **bloc table des matières** en haut de chaque page, pour se retrouver facilement.

🔗 **BON À SAVOIR:** quand vous cherchez une configuration de bloc spécifique, plutôt que de scroller dans la très longue liste des blocs, vous pouvez tout simplement écrire ce que vous cherchez. Cliquez sur le **+** ou tapez / et saisissez votre recherche.



Dans l'idée de proposer une interface qui s'adapte à tous, vous allez pouvoir disposer vos blocs comme vous le souhaitez. Chaque bloc se déplace sur la page de façon verticale, mais aussi horizontalement: il est tout à fait possible de disposer des blocs les uns à côté des autres. Comme ici dans l'exemple avec les sous-pages et les éléments à cocher.



Vous disposez désormais des bases essentielles pour bien prendre en main *Notion* et créer un espace d'organisation clair, modulable et à votre image. Prenez le temps d'expérimenter, de tester les blocs et d'explorer la logique des pages: c'est en pratiquant que l'outil révèle toute sa puissance. Chaque essai affine votre méthode et vous emmène vers une organisation qui a du sens, vivante et alignée avec votre manière de penser.

Dans le prochain numéro, nous aborderons des fonctionnalités plus avancées pour aller encore plus loin dans la personnalisation et transformer cet outil en véritable assistant du quotidien.

Une question, une réaction sur un de nos articles. Partagez vos expériences avec nous via **contact@easi-ie.com**



# En route vers la photosynthèse artificielle

Des chimistes de l'Université de Bâle, en Suisse, tentent de résoudre un casse-tête: la photosynthèse artificielle. Cette discipline vise à convertir directement l'énergie lumineuse (la lumière) en énergie chimique (comme des carburants). Ils ont conçu une molécule capable de stocker simultanément quatre charges électriques. Et le plus fort ? Elle y parvient avec la lumière visible, celle du Soleil, sans recourir à des lasers énergivores ni à des produits chimiques sacrificiels qui se détruisent dans l'opération. Une véritable avancée dans le domaine, partagée dans la prestigieuse revue scientifique *Nature* (1)

TEXTE : MILAN VANDER WEE-LÉONARD • MILAN.VDWL@GMAIL.COM

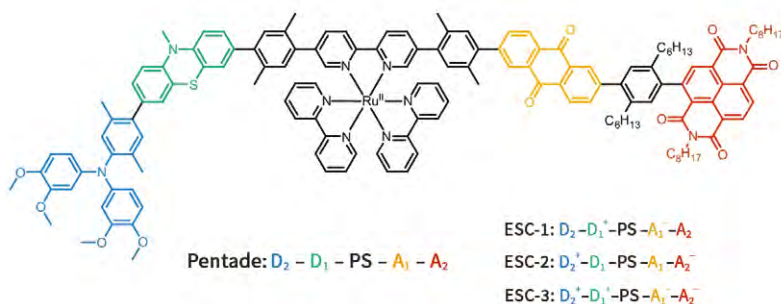
PHOTO : © QUALITY STOCK ARTS - STOCK.ADOBE.COM (P.45), © M. BRÄNDLIN, NAT. CHEM. 2025 (P.45)

rien d'une promenade dans les bois. En effet, un photon permet de déplacer un seul électron (particule négative). Or, il en faut plusieurs pour synthétiser une molécule et ce n'est pas évident de capter plusieurs photons. De plus, chaque électron cherche à reprendre sa place, le «trou» positif qu'il a laissé. Résultat: cette recombinaison de charges empêche l'énergie de s'accumuler pour «faire» la chimie.

## Une chorégraphie nanométrée

La star du jour est une pentade (voir figure ci-dessous): une molécule composée de 5 modules reliés entre eux par des connecteurs. Deux donneurs d'électrons ( $D_1$  et  $D_2$ ), un photosensibilisateur central (PS) à base de ruthénium (un métal de transition), et 2 accepteurs d'électrons ( $A_1$  et  $A_2$ ).

**D**epuis plus d'un siècle, les chimistes rêvent de copier la nature. Ce biomimétisme vise plus précisément à imiter la photosynthèse des plantes. Ces petites centrales vertes transforment l'eau et le dioxyde de carbone en glucose (sucre) et oxygène grâce à la lumière du Soleil. Produire de l'énergie propre à partir de simples photons (particules de lumière), c'est le Graal. Cependant, reproduire ce miracle à l'échelle moléculaire pour créer un carburant n'a



Lorsqu'un premier photon frappe le photosensibilisateur, le module sensible à la lumière, un électron s'envole du donneur 1 vers l'accepteur 1. C'est le premier **état de séparation de charges (ESC-1)**: un trou positif est créé sur D<sub>1</sub> et un électron excédent est placé sur A<sub>1</sub>.

Très vite, la molécule réarrange ses électrons pour éloigner les charges positive et négative aux extrémités de la pentade (sur D<sub>2</sub> et A<sub>2</sub>). Un nouvel état de séparation de charges apparaît (**ESC-2**), qui garde un électron et un trou séparés par 44 ångströms (4,4 nanomètres). Cette distance minuscule suffit pourtant à stabiliser l'énergie. Il n'y a pas de recombinaison de charges pendant 120 microsecondes, une éternité à l'échelle atomique.


Et ce n'est pas fini: lorsque la molécule reçoit un second photon, elle recommence le processus sur les sites redevenus neutres (D<sub>1</sub> et A<sub>1</sub>). C'est le troisième état de séparation de charges (**ESC-3**): 2 électrons et 2 trous: un véritable stockage d'énergie.

Pour y parvenir, les chercheurs ont utilisé une astuce de conception: placer les premiers électrons transférés loin du centre photosensible. Ainsi, lors du second éclair, la molécule se comporte presque comme si elle était neuve, évitant la recombinaison des charges déjà stockées.

## Un pas de géant vers le stockage de l'énergie solaire

Les expériences menées à Bâle montrent que ce système fonctionne à des intensités lumineuses cent mille fois plus faibles que celles exigées par les montages précédents. En clair: il pourrait, à terme, fonctionner à la lumière du jour. Ce n'est pas encore un dispositif prêt à produire des carburants comme l'hydrogène, mais c'est une preuve solide qu'une molécule bien dessinée peut accumuler des électrons de manière contrôlée. L'intérêt est immense car comprendre ces mécanismes fondamentaux, c'est préparer le terrain pour des catalyseurs solaires capables, un jour, de scinder l'eau ou de capturer le gaz carbonique.

Certes, la durée de vie du dernier état, autour de 100 nanosecondes, reste courte pour des réactions chimiques complexes, et l'expérience s'effectue encore dans un solvant pur, en atmosphère contrôlée. Néanmoins, cette découverte repousse les limites du délai entre 2 absorptions de photons: avec un bond d'un facteur 10 millions !

C'est une étape essentielle vers une chimie solaire réellement efficace, où la lumière du Soleil deviendra le moteur direct de réactions propres et durables. Un jour peut-être, nos carburants, nos engrais et nos plastiques seront produits par des usines moléculaires imitant l'humble chimie d'une feuille d'arbre. 

## DO IT YOURSELF !

Comme dans la pentade, tu veux exploiter la lumière pour faire une «réaction» ? Direction la cuisine ! Il te faut un récipient transparent, du *Schweppes Tonic* (ou toute boisson tonique contenant de la quinine), du sel, et une lampe UV (*black light*).

- 1 Verse ton *Schweppes* dans le verre, éteins les lumières et allume la lampe UV.

→ Sous cette lumière violette, la boisson se met à briller d'un bleu électrique ! C'est la fluorescence de la quinine, une molécule qui absorbe les photons UV et réémet de la lumière visible. Tu viens d'observer un phénomène central de la photophysique: l'**absorption** et la **réémission** de photons, exactement ce qui se passerait au cœur du photosensibilisateur de ruthénium de l'article scientifique s'il n'était pas lié à des donneurs et accepteurs pour entreprendre de la photochimie.

- 2 Toujours sous la lampe UV, ajoute maintenant une pincée de sel et remue doucement.

→ Tu remarqueras que la lueur bleue diminue légèrement. Le sel perturbe les interactions entre les molécules d'eau et de quinine, ce qui freine la relaxation lumineuse: la lumière est moins bien réémise.

Cette expérience illustre comment l'environnement chimique influence la manière dont une molécule utilise l'énergie absorbée. Dans le *Schweppes*, la quinine capte l'énergie UV et peine à la rendre sous forme de lumière en présence de sel. Dans le laboratoire de Bâle, la pentade capte la lumière et la transforme en énergie chimique grâce aux donneurs et accepteurs d'électrons.

<sup>(1)</sup> M. Brändlin, Nat. Chem. 2025

 <https://doi.org/10.1038/s41557-025-01912-x>.





# BIO NEWS

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

PHOTOS : © IMPHILIP - STOCK.ADOBE.COM (P47), © UMAR - STOCK.ADOBE.COM (P48),

© SBM CREATIVES - STOCK.ADOBE.COM (P49), © TOMAS - STOCK.ADOBE.COM (P50),

BIOZOOM/WIKI/ROBERTO STRAFELLA CC BY-SA 4.0 (P.50)

Des éléphants pygmées de Bornéo traversent une plantation de palmiers à Sabha (Malaisie)

voisines, riches en vers de terre, plutôt que les sols forestiers pleins de racines.

On peut se lamenter du morcellement par l'activité humaine des territoires hier acquis aux seuls animaux. Mais pour ceux-ci comme pour tout humain normalement constitué, «ventre affamé n'a pas d'oreille». Si la nourriture n'est plus aussi accessible dans les espaces réservés, les omnivores au moins n'hésitent plus, de nuit, à fréquenter les abords des villes, quitte à prendre quelques risques. À la réflexion, ce n'est pas eux qu'il faut blâmer, mais bien les humains qui, avec le temps, leur ont compliqué la vie.

La surface habitable de la planète ne s'est pas accrue, mais une espèce s'est implantée partout en suivant une courbe à croissance exponentielle. S'il y avait quelque chose d'efficace à faire, ce n'est pas tant refouler les espèces sauvages dans des zones prétendument faites pour elles, mais bien réduire l'expansion de notre espèce. Les valeurs les plus récentes de la fécondité vont dans ce sens. Mais compte-tenu de l'accroissement de la durée de vie, il faudra encore du temps avant de noter un infléchissement de la courbe de croissance démographique. D'ici-là, la faune sauvage devra bien continuer à tirer son plan comme elle peut...

► **Science 2023; 378: 367**  
**J. Appl. Ecol.10.1111/1365-2664.14286**  
**(ou J. Appl. Ecol 59(12): 2947-2958)**

## Je mène ma vie comme je peux...

Dans un but conservatoire, des humains entendent créer des zones sanctuaires ou des réserves aux animaux dont l'espèce est menacée. Cela part d'une bonne intention, sauf que la seule chose que l'on ne fait pas, c'est demander l'avis des principaux intéressés. Une étude menée sur des populations d'éléphants de la péninsule de Malaisie et de Bornéo a montré que ces animaux ont tendance à préférer des environnements que l'on pense perturbés, tout simplement parce qu'ils trouvent plus facilement la nourriture qui leur est nécessaire. À quoi sert-il en effet de vouloir à tout prix les replacer dans un habitat d'origine planté d'arbres s'ils parviennent à s'accommoder de terrains plus ouverts où ils peuvent plus facilement fourrager le sol ? Sur ce plan-là, ils ne sont finalement pas très différents des nombreux humains qui préfèrent passer au supermarché plutôt que cultiver un potager. À une autre échelle, nous avons la même chose sous nos climats avec les sangliers qui, logiquement, trouvent plus facile de retourner les belles et tendres pelouses des propriétés






*Coffea Liberica* dans une plantation

## L'arabica menacé ?

**A**imé pour son goût, sa teneur en caféine, son amertume ou son côté stimulant, le café est plus que largement entré dans nos habitudes. *Coffea arabica* est, sous différentes présentations et à la faveur de provenances et sous-espèces diverses, le plus largement consommé. Sauf que, progressivement, la modification des conditions climatiques en précariserait la production et le consommateur risque bien de payer son plaisir de plus en plus cher. Que faire ? Rechercher les variétés ou espèces qui peuvent accommoder leur croissance à des températures plus élevées. Et c'est à la faveur de cette exigence climato-économique que d'anciennes variétés tendent à reprendre du service. Dans ce contexte, *Coffea liberica*, pour l'une ou l'autre de ses sous-espèces, semble avoir la cote. Ce caféier était largement produit à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, mais l'épaisseur de son fruit et donc l'extrusion plus difficile de sa graine lui a fait préférer *arabica* au tournant du 20<sup>e</sup> siècle. Cela n'empêche l'espèce d'être toujours cultivée, notamment dans certains pays d'Afrique comme l'Ouganda, ou en Asie du sud-est où, parce qu'elle s'est montrée résistante au champignon parasite et dévastateur *Hemileia vastatrix*, a supplanté l'*arabica* local.

Voilà donc une espèce un peu oubliée – notamment des consommateurs occidentaux – qui pourrait bien reprendre du service, même si rien n'est fait pour autant. Il est plus que vraisemblable que les producteurs d'*arabica* ne vont pas se laisser démonter par une augmentation de température et que, aidés par quelques laboratoires d'agronomie, ils vont trouver des variétés plus adaptées à la température et à la sécheresse croissantes. Tant que le café remplit toujours nos tasses et satisfait nos papilles pour un prix raisonnable, où est le problème pour les consommateurs européens que nous sommes ? Pour offrir une paraphrase approximative d'un vers de Musset: «Qu'importe le café, pourvu qu'on ait l'ivresse !» Et que les producteurs, surtout africains, y conservent aussi un avenir. 

► Science 22-022, 378 : 1261

## De la diversification chez les mammifères

**L**a baleine bleue est un mammifère. Le tamanoir (le grand fourmilier) en est un autre. Le taureau en est un aussi, comme la minuscule chauve-souris bourdon. Il est pourtant peu dire qu'ils ne se ressemblent pas beaucoup, tant dans le milieu exploré, dans la taille, que dans la morphologie générale et dans celle du crâne en particulier. Ce que l'on sait des mammifères, c'est qu'à l'époque de la grande extinction qui a fait disparaître les dinosaures (il y a 65 millions d'années), les seuls qui existaient et qui ont pu échapper à la curée, étaient de petits insectivores. Étaient-ils les premiers mammifères ? On n'en sait rien. Certains auteurs font remonter les premiers à 100 millions d'années environ, mais cette donnée est loin de faire consensus. Des vestiges osseux de ces premiers animaux font aussi défaut, ce qui ne permet pas d'asseoir cette théorie dans des faits indiscutables.

Afin de tenter d'en savoir tout de même un peu plus, des chercheurs ont réévalué le crâne de représentants de 322 espèces représentatives de 2 000 arbres évolutifs mammaliens. L'idée: voir ce qui, dans la morphologie de cette partie de squelette la mieux conservée en général, pouvait orienter vers une destination anatomique et fonctionnelle plus spécifique. De face et de profil, tous les crânes sélectionnés

ont été évalués après avoir défini des points-clés nombreux, en lien avec 3 éléments jugés essentiels: le régime alimentaire préférentiel, la protection du cerveau et la nécessité d'inclure des organes des sens spécialisés, nécessaires à l'espèce prise en compte.

C'est de cette façon que les auteurs de l'étude ont pu dégager 4 formats-types servant de modèles à autant d'orientations qui ont pu poursuivre leur spécialisation ensuite; à savoir: les omnivores (comme l'ours), les carnivores (comme le lion), les herbivores (la vache) et les piscivores (l'otarie). Ce choix repose sur l'observation de structures osseuses bien réelles, mais aussi sur une part de subjectivité. Il appartient ensuite à d'autres spécialistes du domaine de valider ou d'invalidier les choix opérés.

Si on situe cette première étape de diversification il y a 80 à 70 millions d'années d'ici, on peut remarquer que pour certains groupes taxonomiques, l'évolution a été rapide ensuite. Partant des petits insectivores terrestres évoqués, on sait qu'après avoir été des herbivores terrestres, les cétacés – la baleine bleue et d'autres – ont colonisé ensuite les mers et océans où elles se sont spécialisées, gagnant parfois un




## Effort environnemental et niveau de vie

**S**i la Belgique a encore des efforts à faire en matière de gestion environnementale, on sait que le pays ne représente que 0,6% de la surface émergée de la planète et, aussi élevés que seront les efforts accomplis, il ne parviendront jamais à solution la problématique CO<sub>2</sub> au niveau mondial. Dans ce contexte, des pays comme l'Inde, ce pays-continent, ont plus de progrès à faire encore que la petite Belgique pour peser sur la production de gaz à effet de serre.

La problématique est double: d'une part le pays est en plein développement, mais le niveau moyen de ressource par habitant est faible. Or, qui dit développement, sous-entend aussi développement technologique et donc aussi production accrue d'électricité. Le problème est que les centrales mises à l'œuvre dans certaines régions du pays sont alimentées par du charbon, moins coûteux et présent sur place, mais qui est aussi hautement polluant. On estime à 40% la part de l'électricité liée au charbon dans ce pays. La problématique n'est pas qu'environnementale: chaque année, 80 000 décès anticipés seraient liés à l'émission d'oxyde de soufre et de particules fines. La première intention est donc sanitaire; des dispositifs de capture de SO<sub>2</sub> ont été associés aux centrales à charbon, mais de manière encore insuffisante; en 2021, 5% de celles-ci seulement en étaient équipées.

Les solutions favorables à un développement économique dans le respect de l'environnement doivent donc venir


d'ailleurs et, dans ce registre, les efforts semblent notoires; l'Inde est aujourd'hui en 5<sup>e</sup> position mondiale en matière de plants solaires (champs de panneaux photovoltaïques) et en 4<sup>e</sup> pour l'éolien. L'étendue du pays autorise un large développement dans ces domaines. Pour le reste, il faut tenir compte d'une pauvreté toujours endémique dans certains États qui force à faire évoluer le système en même temps que l'amélioration du niveau de vie. Lentement sans doute, mais sûrement. Et c'est dans tous les domaines. En 1960, par exemple, les familles moyennes comptaient 6 enfants; ce qui a contribué à l'explosion démographique du pays, même si tous les enfants conçus n'ont pas eu la chance d'atteindre l'âge adulte. Depuis 2021, les familles n'ont plus que 2 enfants en moyenne; soit moins que le taux de doublement, qui est de 2,1 enfants en moyenne par famille. À terme, le nombre d'habitants de l'Inde devrait donc diminuer progressivement. La différence ? Elle tient à l'éducation des femmes, à l'accès à la contraception, à l'élévation progressive du niveau de vie. C'est un signe encourageant: quand les humains ont le minimum vital, que leur santé s'améliore, ils pensent alors à améliorer leur milieu de vie. Tout va de pair. Mais sans doute plutôt lentement... 

► *Science*, 2023; 378: 595-596



Éoliennes du désert du Thar  
au Rajasthan, en Inde

**>** gigantisme étonnant. Comme facteurs favorisant cette spécialisation, outre le milieu colonisé et le type de nourriture recherché (on notera par exemple que les carnivores gagnent à avoir une dentition plus acérée et à être plus rapides à la course que les herbivores !), des périodes de variation thermique ont pu aider la spécialisation dans un sens ou l'autre. C'est le cas du Maximum thermique Paléocène-Éocène (qui a duré 20 000 ans seulement il y a 56 millions d'années) et les modifications de milieu que cela a pu induire, modifiant du même coup les mammifères confrontés aux conditions nouvelles. Sur la période, les températures ont augmenté de 6 à 8 degrés (loin de la perspective actuelle de 2 °C), menant, suite à l'élévation significative des mers et océans, à la formation d'«îlots» qui ont en particulier pu mener les ancêtres des cétacés à gagner, contraints et forcés, le milieu aquatique. Ils s'y sont plutôt bien adaptés ensuite.

Tout n'est pas dit. Mais la connaissance évolue, comme les paramètres de notre planète qui n'ont rien de fixe. La vie, aussi complexe qu'elle soit, s'adapte. Il est parfois bon de s'en souvenir. 

► *Science*, 2023; 378: 355-356 et 377-383



## Des ancêtres encore plus vieux


La paléoanthropologie est une science en perpétuelle évolution, comme les singes anthropomorphes sur les traces desquels elle chemine. Jusqu'il y a 900 000 ans, des traces d'ADN sont susceptibles d'être encore identifiées. Au-delà de quelques millions d'années, les os à leur tour disparaissent. Restent les dents, les tissus les plus durs qui, toutes conditions étant favorables peuvent atteindre, voire dépasser, 20 millions d'années. Et au-delà ? Il faut spéculer sur ce qui est disponible. En clair: ce que l'on sait – ou croit savoir – des biotopes africains connus par nos très, très anciens ancêtres.

Cette approche-là est celle des paléobotanistes. Sur base de vestiges souvent fossilisés de plantes, de graines et de pollens, ils peuvent tenter de reconstruire de ce pouvait être le milieu de vie de nos précurseurs dans l'Est africain. Et alors ? On confronte les données à ce que l'on sait de l'évolution morphologique de ces ancêtres qui, jadis arboricoles, sont progressivement descendus dans la savane, ce qui a renforcé la bipédie et, pense-t-on,

a favorisé l'articulation plus centrale de la colonne vertébrale à la tête, rendant possible, ensuite, l'accroissement du crâne. Même si une logique est respectée, tout reste sujet à discussion par défaut de preuve formelle.

On pensait jusqu'il y a peu que cette descente progressive des singes anthropomorphes des arbres au sol était survenu il y a un peu plus de 10 millions d'années, la savane à l'époque permettant aux singes pionniers d'y trouver de quoi s'alimenter.

Sauf que des éléments nouveaux semblent repousser cette évolution nécessaire de la savane à une valeur double, sinon davantage. Nos lointains ancêtres auraient donc pu vivre au sol il y a 20 millions d'années au moins, leur permettant d'évoluer sur une plus grande période que celle qui était pressentie jusqu'ici. Les mesures indiquent qu'entre -21 et -16 millions d'années, l'environnement était propice à l'éclosion de forêts sèches et de savanes arbustives; en bref, offert à une multitudes d'habitats et aussi à une multiplication d'aliments accessibles à des hominiens qui n'ont pas manqué d'en profiter. Et ils ont bien fait apparemment, puisque cela leur a permis de suivre une évolution morphologique qui, de façon progressive, a permis de mener à nos ancêtres les plus proches.

Il va de soi que ce qui a permis cette évolution des grands singes l'a également permis pour une foule d'autres espèces qui n'ont pas manqué, elles non plus, d'en tirer le meilleur parti. Tout cela, bien qu'étayé de nombreux éléments objectivés, reste momentanément spéculatif, tant que d'autres signes n'en accréditent la réalité. Ou que d'autres «évidences» ne viennent en contredire la réalité. 

► **Science, 2023; 380: 172**

**Science, 2023; 380: 173-177**

Ascidie ampoule (*Clavelina lepadiformis*), Italie



## BIO ZOOM

Elle ressemble à une fleur de pissenlit de mer, la Grande claveline (*Clavelina lepadiformis*) ou Clochette de cristal, fait partie de la classe des ascidies. Cette plante marine vit en colonies (jusqu'à plusieurs centaines d'individus), principalement sur les parois verticales rocheuses, dans les eaux de l'Atlantique Nord-Est, de Méditerranée occidentale, de la Manche et de la Mer du Nord. Chaque animal, ou zoïde, qui mesure de 2 à 4 mm, se caractérise par sa forme tubulaire, son aspect gélatineux et transparent qui permet de voir ses organes internes.





# Glaces à gogo

Une glace élastique, une autre qui ne fond pas à température ambiante ? Voilà qui intéresserait sans doute nos artisans glaciers. Mais celle qu'on vient de fabriquer n'a de chances d'exister qu'au sein des lunes glacées du système solaire

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

PHOTOS : © REDQC - STOCK.ADOBE.COM (P.55),

PAMELA C. BURNLEY, UNIVERSITY OF NEVADA, LAS VEGAS. (P.56)

**À** l'orée de l'hiver, il n'est pas interdit d'aborder le thème de la glace (sait-on jamais...) d'autant que ce solide a fait l'objet de publications récentes.

Rappelons que l'eau est présente sous 3 formes (3 phases) dans notre environnement habituel sur Terre: liquide mais aussi gazeuse (vapeur d'eau) et solide (glace). Tout un chacun en connaît quelques propriétés macros. L'eau est très peu compressible et s'adapte au récipient dans lequel elle est versée; le solide est incompressible; le gaz est compressible, se répand partout et est invisible (si, si: la «fumée» au-dessus d'une casserole d'eau bouillante est constituée de gouttelettes d'eau formées au contact de l'air plus froid; c'est donc de l'eau sous sa forme liquide et non gazeuse). Mais on sait que ces états ne sont

que la traduction de ce qui se passe au niveau moléculaire ou atomique. Les liaisons entre les molécules d'eau sont très fortes dans un solide, faible dans un liquide et quasi-nulle dans un gaz. Plus précisément, la molécule d'eau ( $H_2O$ ) est composée de 2 atomes d'hydrogène qui ont un seul électron et l'oxygène six sur sa couche externe. Lorsque la molécule se forme, il reste donc 2 paires d'électrons qui sont libres, solitaires. Chaque molécule d'eau peut donc se connecter à 4 autres molécules d'eau, ce qu'on appelle les liaisons hydrogène. Dans la glace, chaque molécule est toujours reliée à 4 autres selon des angles fixes et à distance précise (réseau cristallin). Dans l'eau, le nombre de liaisons d'une molécule à ses voisines est bien souvent inférieur à 4; en outre, les molécules cassent leur liaison et vont voir ailleurs, se déplacent. Dans le gaz enfin, il n'y a plus de liaison de ce type. La température joue un rôle primordial dans ces configurations puisque, rappelons-le, elle est la mesure de l'agitation moléculaire.

Mais il y a un autre facteur qu'il faut introduire car essentiel pour les expériences sur les glaces fabriquées en laboratoire: la pression. Tout ce qui a été décrit précédemment vaut pour une pression «normale» de 1 atmosphère (soit environ



Une cellule à enclumes de diamant permet d'exercer des pressions de plusieurs millions de fois la pression atmosphérique.

<sup>(1)</sup> *Observation of plastic ice VII by quasi-elastic neutron scattering*, Maria Rescigno et al., *Nature* 640, February 2025.

<sup>(2)</sup> *Multiple freezing-melting pathways of high-density ice through ice XXI phase at room temperature*, Yun-Hee Lee et al., *Nature Materials*, 10 october 2025.

1013 hectoPascals), pression standard de l'air au niveau de la mer. Mais il existe une loi de la physique (dite loi de Clausius-Clapeyron) qui lie directement température et pression lors des changements de phase. Ainsi, plus la pression est basse, plus la température d'ébullition l'est aussi. Ce qu'on constate si on essaie de cuire des œufs durs en haute montagne: l'eau bout à 84 °C au sommet du Mont Blanc et à seulement 71 °C au sommet de l'Everest. Il y faut donc bien plus de temps pour que les œufs deviennent durs ! À l'inverse, si on augmente la pression, la glace va fondre à des températures plus basses que 0 °C. C'est d'ailleurs pour cela que se forment des lacs souterrains en Antarctique par exemple ou que les glaciers avancent (malgré des températures négatives, la glace fond entre la roche et le glacier à cause du poids de la glace).

Les physiciens adorent de ce fait jouer avec ces variables pour voir comment se comporte l'eau. Et notamment comment différents niveaux de pression modifient l'agencement des molécules d'eau. Par convention, la glace que nous côtoyons tous les jours est appelée Ih, le h faisant référence à la structure hexagonale qu'elle adopte dans les conditions standard de pression et température.

## De l'eau plastique

Les physiciens ont ainsi obtenu une vingtaine de glaces différentes, de phases cristallines différentes. En février dernier, des chercheurs avaient rendu compte <sup>(1)</sup> de la forme que prenait l'eau dans des conditions extrêmes de pression (supérieure à 5 gigapascals, près de 50 000 fois la pression atmosphérique au niveau de la mer !) et de température (entre 200 et 350 °C). Ils s'intéressaient particulièrement à la variété VII,

déjà découverte en 1937. Glace assez particulière puisque de configuration cubique et une des formes les plus denses de la glace d'eau. Dans cette glace, la molécule d'eau vibre au sein d'une maille cubique de la structure cristalline. Si on augmente encore la pression et la température, les molécules se libèrent de la structure et on obtient un liquide. Mais la théorie avait prédit qu'entre les deux, il existerait une phase plastique ! C'est ce que les chercheurs annoncent avoir découvert. Dans cette phase, la molécule reste toujours dans sa maille cubique rigide mais se met à tourner sur elle-même à raison d'un tour toutes les 10-12 secondes. De quoi flanquer le tournis. Cela la rend plus malléable que le cristal et lui confère des propriétés entre celles d'un liquide et celles d'un solide.

Plus récemment <sup>(2)</sup>, d'autres chercheurs ont «coincé» de l'eau entre 2 enclumes en diamant (le matériau qui supporte les plus fortes pressions) jusqu'à une pression de 2 gigapascals (atteints en 10 millisecondes !) mais cette fois à température ambiante, puis l'ont éclairée par un faisceau laser à rayons X pour capter des images toutes les microseconde lorsqu'ils ont relâché la pression. Ils ont ainsi constaté que l'échantillon passait par une nouvelle phase, inconnue jusqu'ici. Ce faisant, ils ont synthétisé une nouvelle glace, la XXI.

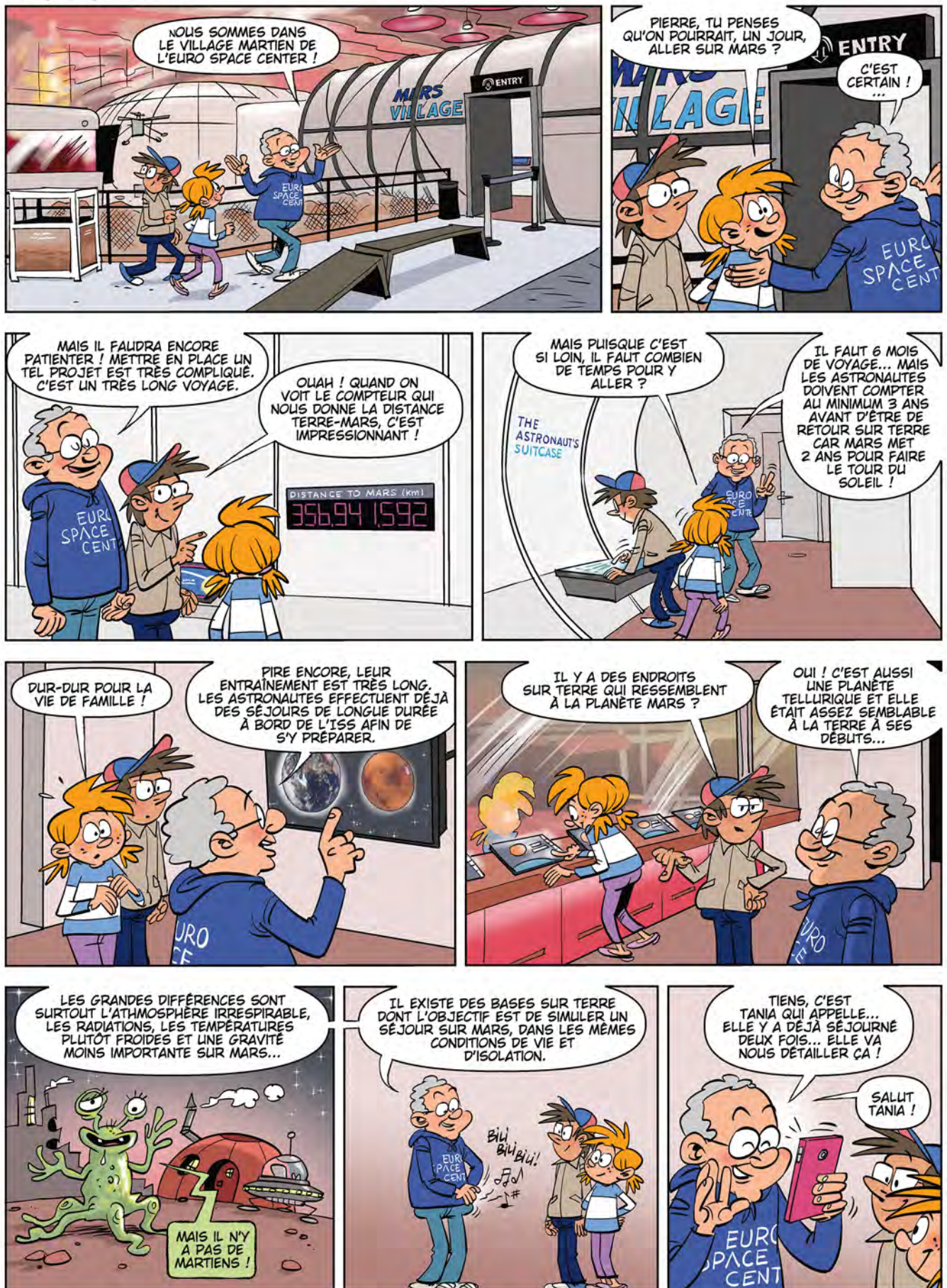
Quel intérêt ? En complétant de la sorte le diagramme de phase de l'eau (c'est-à-dire le rapport liquide, solide, gaz selon la température et la pression) on apprend beaucoup sur la manière de synthétiser de nouveaux matériaux qui risquent d'être indispensables dans de futures technologies. Mais on soupçonne aussi que la glace XXI est d'une densité proche de celle présente à l'intérieur des lunes glacées de Jupiter et Saturne. De quoi mieux comprendre comment le système solaire s'est formé et comment l'eau – la vie – y est apparue. **A**



# Tania nous parle de l'Espace

Départ pour Mars.

PAR  
PIERRE-EMMANUEL PAULIS  
ET OLIVIER SAIVE





# Tania nous parle de l'Espace

Départ pour Mars.

PAR  
PIERRE-EMMANUEL PAULIS  
ET OLIVIER SAIVE





# Les questions martiennes de Tania

PAR PIERRE-EMMANUEL PAULIS &amp; OLIVIER SAIVE

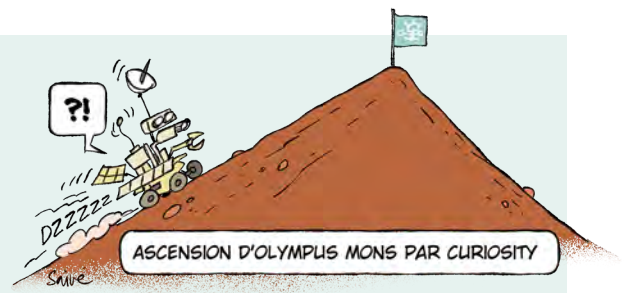


## Pourquoi Mars est-elle surnommée la «planète rouge» ?

Parce qu'elle est recouverte d'une très fine couche de poussière riche en oxyde de fer (la rouille). C'est cette poussière, portée par les vents, qui colore l'atmosphère martienne dans les teintes rouges.

## On dit que Mars possède la plus haute montagne du système solaire ?

C'est vrai. Il s'agit d'Olympus Mons: un volcan éteint d'une hauteur de 27 km et d'un diamètre de 600 km à la base ! Sa superficie est égale à la France.



## Qui nous envoie des photos depuis le sol de Mars actuellement ?

*Curiosity* est encore active mais c'est surtout l'astromobile *Perseverance*, le plus lourd engin envoyé à ce jour. Elle s'est posée en février 2021 dans le cratère Jerezo qu'elle arpente toujours actuellement. Elle a même déposé un petit hélicoptère/drône appelé *Ingenuity* qui a effectué 72 vols, parcouru 17 km, pour un temps de vol total de 128 minutes ! Une prouesse dans l'atmosphère de Mars.



## Est-ce facile de se poser sur Mars ?

Pas du tout. Une quarantaine de sondes ont été lancées vers et autour de la planète rouge. Certaines se sont posées, d'autres n'ont pas eu cette chance. Beaucoup de rovers sont en panne, d'autres y roulent encore. Les missions sont russes, américaines, européennes, indiennes ou chinoises. Il y a eu beaucoup d'échecs. Le premier engin à se poser est *Viking 1* (USA), le 20 juillet 1976. Puis *Viking 2* en septembre de la même année.

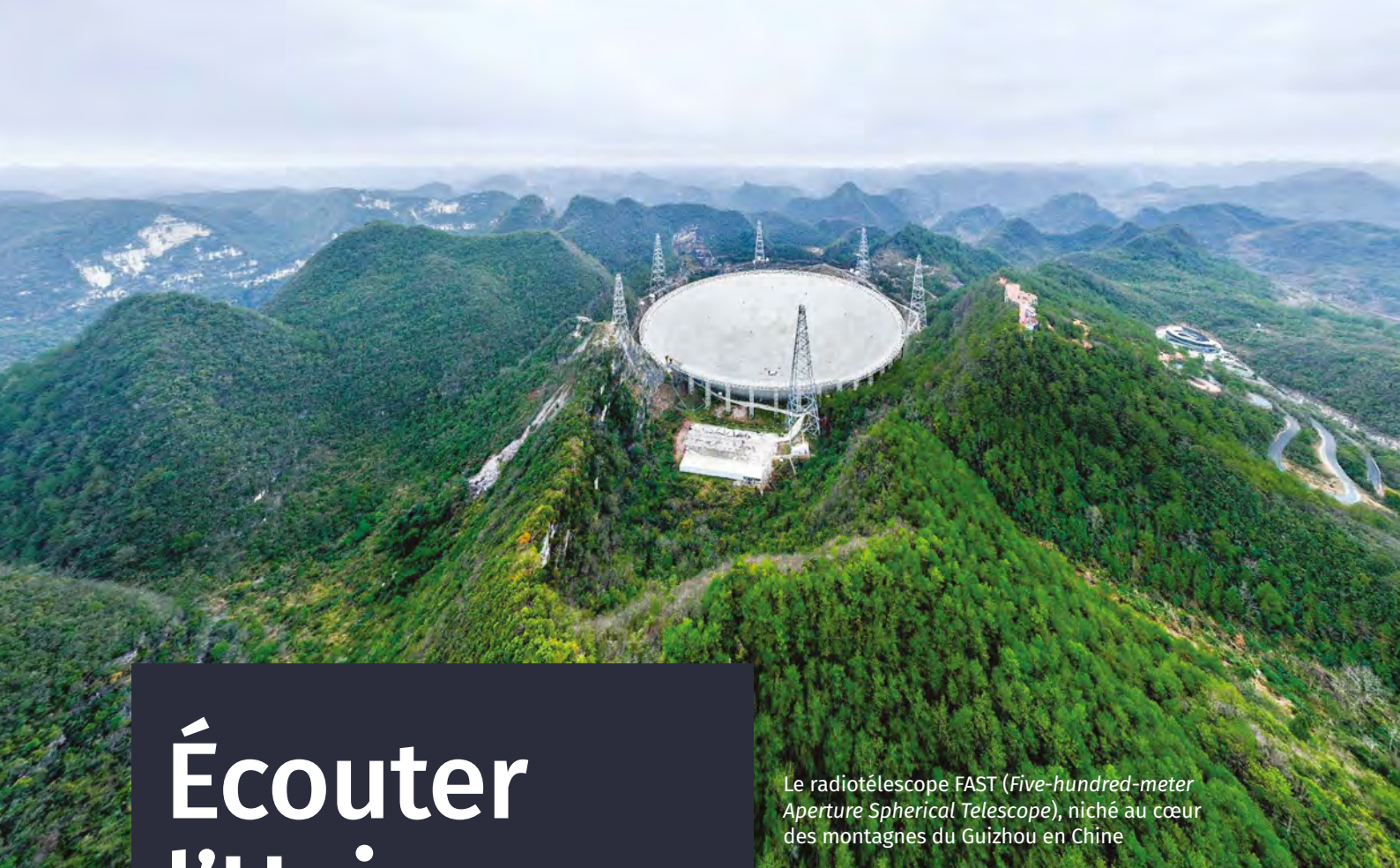


## Qui est Audoin Dollfus et quel est son rapport avec Mars ?

C'est un astronome renommé français. Le 29 avril 1954, son père et lui s'envolent de nuit à bord d'un ballon jusqu'à 7 000 m d'altitude, munis de masques à oxygène afin d'observer Mars à l'aide d'un télescope. Ce dernier est fixé à la nacelle et est équipé d'un filtre réglé sur la longueur d'onde de la vapeur d'eau. Un système de pointage permet à l'astronome de contrer les oscillations du ballon et de garder ainsi Mars dans le centre du viseur.

En avril 1959, Dollfus repart à l'aventure et réalise l'exploit d'atteindre ... 14 000 m d'altitude afin de poursuivre ses observations ! La nacelle est emmenée par une série de ballons dans lesquels il tirera au pistolet pour redescendre !





# Écouter l'Univers

Pour comprendre l'Univers, il faut aussi l'écouter. À l'échelle galactique, notre vision directe est au final fort réduite. La faute à des distances qui dépassent l'imagination. Mais le cosmos est loin d'être silencieux. Avec de bons outils, les grésillements et autres bruits étranges nous apprennent beaucoup. Les ondes radio ne sont-elles pas notre meilleur espoir de découverte majeure ?

TEXTE: GEOFFREY VAN HECKE - GEOFFREY@BVHCO.BE

PHOTOS: OSU (P.57), © JOSE LUIS STEPHENS - STOCK.ADOBE.COM (P.57), DANIELLE FUTSelaar / METI (P.58), ESA (P.58)

Le radiotélescope FAST (Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope), niché au cœur des montagnes du Guizhou en Chine

## Arecibo, ALMA, FAST...

Tout le monde se souvient du radiotélescope d'Arecibo, situé à Porto Rico, rendu célèbre par les films *Contact* et *Goldeneye*. Principalement utilisé pour l'observation d'objets stellaires, il est entre autres connu pour son analyse de Mercure, ses observations permettant de tester la relativité générale (par découverte d'un pulsar binaire) et surtout son investissement dans le programme SETI, destiné à découvrir l'existence de vie extraterrestre. En 1974, il permet l'envoi d'un message vers des mondes potentiellement habités. Victime successivement d'un tremblement de terre en 2014 puis d'un ouragan en 2017, sa structure usée s'effondre en 2020, après 57 ans de bons et loyaux services. L'intérêt exponentiel pour la radioastronomie trouve probablement sa source dans le fameux signal WOW. En 1977, le radiotélescope de l'université d'État de l'Ohio, surnommé *Big Ear*, enregistrerait un puissant signal de 72 secondes (voir photo 1 p. 57). Tellement inhabituel que les astronomes l'ont qualifié par cette exclamation surprise. Hypothétiquement situé à 1800 années-lumière de la Terre, il représente à l'heure actuelle la plus belle piste pour prouver l'existence de civilisations intelligentes dans notre Voie Lactée. Depuis lors, un silence désespérant a brouillé nos espoirs les plus optimistes. Au point de penser qu'il fut émis par un simple nuage d'hydrogène généré par une comète. Mais... il est toujours permis de penser qu'il s'agissait en réalité d'une communication



JAMES BOND, ARECIBO ET UN FINAL EXPLOSIF !

Bande-annonce du film *Contact* (1997) :

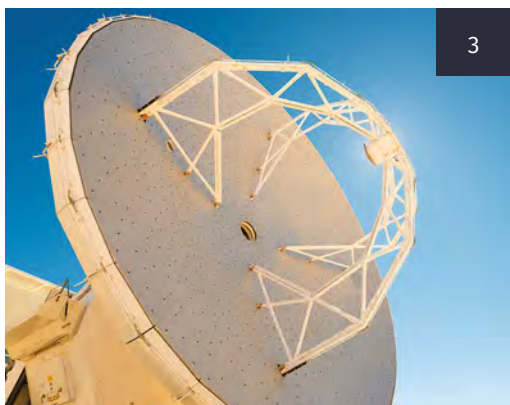
 <https://www.youtube.com/watch?v=eiX-V5UTMWs>



Le radiotélescope *Big Ear* était exploité dans le cadre d'une recherche d'intelligence extraterrestre en 1977



1



3

interstellaire extraterrestre avec la fameuse raie à 21 cm de l'hydrogène. De récents articles scientifiques ont toutefois contredit cette hypothèse. WOW n'est probablement pas d'origine artificielle. Partie remise.

Entretiens, la recherche radioastronomique a explosé, dans le bon sens du terme. Nous avons vu naître des bijoux technologiques tels que ALMA et ses 66 antennes pointant vers le ciel épuré de l'Atacama, ou le MeerKat en Afrique du Sud <sup>(1)</sup> (voir photo 2 ci-dessus). Dès sa mise en service partielle en octobre 2011, ALMA permet d'observer 2 galaxies en collision, à 70 millions d'années-lumière, dans la constellation du Corbeau (voir photo 3 ci-dessus). Suivront l'observation détaillée d'un degré de résolution inédit d'une lointaine galaxie, SDP 81, amplifiée par un anneau d'Einstein. La détection d'acide méthanoïque dans le disque protoplanétaire de l'étoile TW Hydrae. L'observation de la première étape de l'éjection du gaz de la galaxie mourante ID2299 lors d'une collision galactique, celle du disque circumplanétaire poussiéreux autour de l'exoplanète PDS 70c, générateur d'une ou plusieurs lunes. Enfin, en 2024, l'outil dévoile une série de clichés de l'étoile R Doradus, permettant de produire pour la première fois une séquence animée montrant les bulles de gaz à la surface d'une étoile autre que le soleil.

Le plus impressionnant reste FAST. Un outil fascinant de 500 mètres de diamètre inauguré en



2

Le réseau *MeerKat* d'Afrique du Sud, composé de 64 antennes, contribue à l'exploration de l'Univers lointain et à la recherche de pulsars

Détail d'une des 66 antennes de ALMA, le grand réseau d'antennes millimétriques/submillimétriques installé dans le désert d'Atacama, au Chili


2016, 3 fois plus sensible que le légendaire radiotélescope d'Arecibo. Il a notamment pour objectif de préciser les caractéristiques de la matière noire, le recensement de pulsars et surtout la détection de signaux extraterrestres via le programme SETI. Cette merveille technologique se situe dans une sublime vallée verdoyante au sud de la Chine. La conception de FAST reprend les principes du radiotélescope d'Arecibo avec un réflecteur fixe de très grande dimension utilisant une cuvette naturelle mais en introduisant 3 améliorations majeures :

- la cuvette permet au réflecteur d'atteindre un diamètre de 500 mètres (contre 300 mètres pour Arecibo) tandis que sa géométrie permet de pointer le radiotélescope à 40° du zénith ;
- la surface du réflecteur est déformable pour corriger l'aberration de sphéricité ce qui permet d'obtenir une polarisation complète et d'observer une large bande spectrale sans système de réception complexe ;
- la cabine focale supportant les antennes est positionnée à l'aide de câbles et de servomécanismes et dispose d'un système complémentaire permettant un positionnement très précis.

## METI

Si la radioastronomie nous aide à comprendre ce qui nous entoure, elle se destine également à atteindre un but, souvent considéré comme le graal, la découverte de vie extraterrestre. Notre technologie actuelle ne permet pas d'atteindre physiquement les exoplanètes. En revanche, les ondes radio foncent à la vitesse de la lumière. Une

<sup>(1)</sup> En septembre 2019, une équipe internationale d'astronomes utilisant le radiotélescope observe d'énormes structures ressemblant à des ballons qui s'élèvent à des centaines d'années-lumière au-dessus et au-dessous du centre galactique. Ce sont des observations radio des bulles de Fermi.

 [https://fr.wikipedia.org/wiki/Centre\\_galactique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Centre_galactique)

<sup>(2)</sup> Le message envoyé est basé sur *Lincos*, un langage cosmique imaginé par le mathématicien Hans Freudenthal et contient un tutoriel mathématique et scientifique, ainsi qu'une trentaine de chansons, créées en collaboration avec le collectif *Sonar Calling*.

évidence s'impose: si nous recevons une réponse à un message, l'existence d'une civilisation technologiquement avancée ne sera plus à prouver. Et c'est précisément la mission du METI (Messaging Extraterrestrial Intelligence). La communauté scientifique dispose d'une short list d'exoplanètes potentiellement habitées. En 2017, l'organisation a envoyé un message contenant des douzaines de compositions musicales courtes et un «tutoriel» scientifique vers l'exoplanète Luyten b, considérée comme l'une des meilleures candidates à l'habitabilité connues. Une super-Terre d'environ 3 fois la masse de la Terre, qui ne reçoit que 6% de lumière solaire de plus que notre planète. Située à 12,2 années-lumière, l'étoile de Luyten est une naine rouge calme, incapable de souffler l'atmosphère de sa prometteuse exoplanète. Vu la faible distance qui les sépare, il est quasiment certain que Luyten b soit verrouillée gravitationnellement, à l'image de notre Lune. Alors que les températures seraient probablement beaucoup plus élevées du côté faisant face à l'étoile, une atmosphère assez épaisse pourrait être en mesure de redistribuer la chaleur autour de la planète, offrant ainsi des conditions de vie possibles sur davantage de zones. L'antenne émettrice EISCAT, située à Tromsø en Norvège, fut utilisée sur 3 jours pendant 30 minutes afin d'envoyer un code binaire, composé de 0 et 1 (2). L'expérience fut répétée en 2022 depuis la station satellite de Goonhilly. Cette fois-ci, le célèbre système Trappist-1, situé à 40 années-lumière, fut ciblé.



Cette vue d'artiste illustre le message envoyé vers Trappist-1 depuis la station de Goonhilly, située au Royaume-Uni

Paradoxalement, le projet n'est pas vu d'un bon œil par tout le monde. Certains le trouvent farfelu, d'autres, comme Dan Werthimer, explique que «c'est comme aller hurler dans une forêt avant de savoir s'il s'y trouve des tigres, des lions, des ours et d'autres animaux dangereux». En d'autres termes, révéler notre position crée de l'angoisse, y compris auprès de certains astronomes. En réalité, nous n'avons pas vraiment le choix si nous souhaitons accélérer les choses. À la régulière, prouver l'existence de vie extraterrestre présuppose une analyse très poussée des atmosphères exoplanétaires (pas que...). Nous aurons «détecté la vie» à travers des écrans remplis de graphiques. Sans la possibilité de dissiper les doutes avant plusieurs millénaires. Avec la communication radio, nous pourrions être fixés en moins d'un siècle. Rien du tout à l'échelle universelle. Les cibles se comptent aujourd'hui par milliers, bientôt plus, les chasseurs de mondes que nous sommes se rapprochent inlassablement, bercés par les secrets de notre Voie Lactée... A

## MAIS ENCORE...

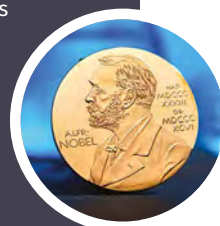
**La Nasa accélère: Artemis II va finalement partir bien plus tôt que prévu !**

La Nasa a avancé à février la date de la mission *Artemis 2*, la première du programme lunaire de la Nasa à faire revenir des astronautes en orbite autour de notre satellite naturel depuis 1972. La mission avait été décalée pour la dernière fois à avril, mais la nouvelle administration de la Nasa veut accélérer le calendrier.



**Le prix Nobel de physique décerné à un trio britannique, français et américain**

Le Britannique John Clarke, le Français Michel Devoret et l'Américain John Martinis ont reçu le prix Nobel de physique pour leur découverte en mécanique quantique. Le trio a été récompensé «pour la découverte de l'effet tunnel quantique macroscopique et de la quantification de l'énergie dans un circuit électrique», a déclaré le comité Nobel. Ils ont réalisé une série d'expériences pour démontrer que «les propriétés étranges du monde quantique» peuvent être rendues concrètes dans un système assez grand pour être tenu dans la main.



**Il y a 30 ans, le monde découvrait la première planète extrasolaire**

La découverte de la première exoplanète, relatée dans *Nature* le 6 octobre 1995 par les astronomes Michel Mayor et Didier Queloz, marquait à jamais le monde de l'astrophysique et étendait notre horizon cosmique. Depuis, plus de 6 000 planètes extrasolaires ont été détectées, ce qui a valu le prix Nobel de Physique aux chercheurs de l'université de Genève en 2019.





# À lire avec nos enfants

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



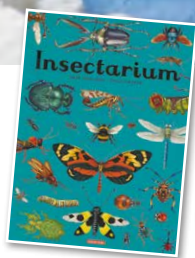
## Les animaux



*Merveilleux animaux, passe à la loupe les maisons des animaux*, texte de Jane Wilsher, illustrations de Laurie Avon, traduction de l'anglais sans mention de nom, *La Martinière jeunesse*, 48 p., 15,90 euros.

Quoi ? Encore un livre sur les animaux ? Oui. Parce que celui-ci est équipé d'un gadget qui se révèle bien utile. La loupe rouge, posée sur les zones des illustrations signalées par un quadrillage de même couleur, fait apparaître de nouveaux éléments dans les dessins, des œufs, des petits. Et comme le sujet est l'habitat des animaux, on plonge dans les nids, les terriers, les arbres, les ruches, les grottes... Autant d'abris dont la construction est expliquée selon le mode de vie de l'animal et son environnement. Autre bon point, la répartition par type d'habitat. Elle offre de passer de la toundra à la savane en passant par le désert, la montagne et la forêt, et fait aussi des focus sur certains animaux, grizzly ou gorille, ou plus proches de nous comme les fourmis ou les castors.

À partir de 6 ans.



*Insectarium*, texte de David Goulson, illustrations d'Emily Carter, traduction de l'anglais par Emmanuel Gros, *Casterman*, collection *Encyclopedium*, 112 p., 25 euros.

Le neuvième titre en 10 ans de cette formidable collection encyclopédique est consacré aux insectes. Pour rappel, en très grand format, la collection *Encyclopedium* étudie à fond ses différents thèmes (animaux, plantes, arbres, champignons, dinosaures, planètes, être humain, océans), qu'elle présente graphiquement à l'ancienne en de splendides planches naturalistes et qu'elle explique par des textes solides, passionnants et bien actuels. Ainsi, dans ce nouveau volume, le réchauffement climatique est mentionné à plusieurs reprises. Sait-on que les insectes représentent plus de 80% des espèces vivantes sur la Terre et qu'il en existe au moins un million d'espèces ? Au fil des 7 galeries illustrées, on rencontre un nombre incroyable d'insectes et leurs différents habitats. Idéal pour les passionnés.

Pour tous, à partir de 8/9 ans.



*Queues*, texte et illustrations d'Olivier Charpentier, *Seuil Jeunesse*, 64 p., 19,90 euros.

Il fallait l'oser ! Consacrer un livre entier, à la fois documentaire, imagier et beau livre, aux queues des animaux. C'est ce qu'a fait de façon splendide l'auteur-illustrateur français Olivier Charpentier. Aborder 23 animaux par cet angle procure de véritables surprises. «*Les queues offrent un éventail exceptionnel de formes et d'usages*», écrit-il. Après un tour au fond des mers, à la suite du cachalot et du poisson-clown, place à la plus célèbre, celle du cochon bien entendu. Plus utile, celle du cheval, de la mouffette ou de l'hippopotame, même si l'usage est curieux dans son cas. 22 animaux différents sont ainsi passés en revue de l'arrière en des textes détaillés et bien écrits, complétés de magnifiques illustrations naturalistes aux cadrages souvent surprenants. Quant au 23<sup>e</sup>, il est la surprise de ce très bel album et nous rappelle que nous sommes une espèce de vertébrés parmi les autres.

Pour tous dès 6 ans.

## Les êtres humains



**Le tour du monde en 6 000 pains**, texte de Maria Bakhareva, illustrations d'Anna Desnitskaya, traduit du russe par Margaux Rochefort, *La Partie*, 88 p., 19,90 euros.

Y a-t-il un aliment plus universel que le pain et ce, toutes époques confondues ? Les historiens estiment que c'est grâce au pain que notre civilisation est née. Que l'humanité s'est sédentarisée. C'est fou comme le pain a influencé le cours de l'histoire. Et combien il peut différer selon les pays, les farines, les levures, les cuissons. C'est ce qu'on va voir dans ce documentaire bien construit, qui fait de la géographie, de la chimie, de la sociologie et de la cuisine, car une recette de pain est proposée à chacune des 8 parties du monde explorées – en plus de celle du levain et des pancakes. Un planisphère montre d'abord les différentes farines utilisées dans le monde. Il y a vraiment autre chose que le blé. On songe au seigle, à l'avoine ou au maïs, on oublie que sont aussi employés le riz, le sorgho, le millet, la pomme de terre, l'igname...

Organisé en doubles pages, ce tour du monde original commence au Moyen Orient. Une carte en situe les pays et les principales caractéristiques, compare le pain local d'hier à celui d'aujourd'hui. Ensuite est détaillée une boulangerie ancienne, ici celle d'Istanbul – il y en aura une par région –, avant que ne soit donnée avec précision une recette, ici la pita.

Le même procédé documentaire, fouillé, original et riche est appliqué dans les autres régions, Asie, Océanie, Amérique du Sud, Amérique du Nord, Europe, Afrique et Antarctique. Infos et anecdotes qui ouvrent l'appétit.

Pour tous à partir de 7 ans.



**32 dents là-dedans**, texte de Yoann Cantin, illustrations de Maria Marga, *Helvetiq*, 64 p., 19,90 euros.

L'auteur sait de quoi il parle, il est dentiste pédiatrique. Il présente d'ailleurs sa profession dès la première page en interpellant son jeune lecteur: «J'ai écrit ce livre pour expliquer pourquoi tes dents sont précieuses et pourquoi il est nécessaire d'en prendre soin.» Dans les explications, on trouve bien sûr, les finalités des dents (manger, parler, communiquer, décorer), l'anatomie de la dent avec différentes coupes, les 4 familles (incisives, canines, pré-molaires et molaires), les dents de lait et les dents définitives. Elles sont complétées d'autres thématiques et c'est là que réside l'intérêt de ce documentaire orchestré pour les enfants d'aujourd'hui: les métiers dentaires et leurs réalisations. Que ce soient les différentes manières de baguer les dents (expanseur, gouttière, brackets) ou de les réparer avec l'aide d'un logiciel informatique. Je pense que c'est la première fois que je vois apparaître dans un album pour enfants le plateau des instruments du dentiste et leurs noms ! Au passage, on aura glané des anecdotes sur les dents renouvelables, celles de l'extrême, du bonheur... Passées les infos, les recommandations. Moins de sucre pour éviter les caries, fort bien expliquées, et brossage contre les bactéries créant caries et tartre. On replonge alors dans les infos, agrémentées d'exemples, dents de sagesse et dent préhistorique, dent qui grince et fausse dent, dent colorée, dent sportive et dent bling-bling, en faisant un petit détour par certains animaux. Quelques recettes et un quiz complètent cet ouvrage dont les illustrations éclairent les textes.

Pour tous à partir de 6 ans.



**Merveilleux caca**, texte et illustrations de Mathis, *La douce* (nouvelle maison d'édition), 20 p. tout-carton, 14,95 euros.

Un moyen format aux pages cartonnées et aux coins arrondis ? C'est pour les bébés ! Oui et non dans ce cas-ci. Oui, c'est pour les bébés quand ils arrivent à l'âge où leur caca les passionne. L'auteur-illustrateur va leur expliquer clairement mais simplement de quoi il retourne. Et les parents le remercieront. Non, car l'album n'est pas seulement un livre d'éveil. C'est aussi un vrai documentaire dont la plupart des notions échapperont aux plus jeunes. Le premier sujet est, logiquement, celui de la digestion. Elle est très bien expliquée une série de dessins se référant à un schéma placé juste avant où sont dessinés et pointés les différents organes qui la permettent. De l'œsophage à l'anus, en passant par le foie, l'estomac, le pancréas, l'intestin grêle, le colon et le rectum. C'est excellent.

Viennent ensuite d'autres infos spécifiques au thème: où fait-on caca ?, les formes et les couleurs du caca, qui fait caca ?, où va mon caca ?. Ce dernier sujet est également bien détaillé. On voit les égouts, l'usine de traitement des eaux et les granulés d'engrais qui sont fabriqués à destination des plantations.

Quelques infos sur les animaux et leurs cacas ainsi que des leçons de vocabulaire terminent cet album agréablement illustré, où les informations sérieuses sont ponctuées d'humour (des meringues jouent les intruses à propos des couleurs) et assorties de conseils pratiques comme l'encouragement à enterrer le caca fait dans la nature. Original et réussi.

Pour tous à partir de 2 ans.





**Les secrets du cerveau**, texte de Helena Haraštová, illustrations de Dita Vopřadová, traduit du tchèque par Lyse Leroy, *Albatros*, 48 p., 17,90 euros.

**P**ourquoi se rappelle-t-on de certaines choses ? Pourquoi en oublie-t-on d'autres ? Pourquoi ne se souvient-on pas avoir été bébé ? D'où vient l'imagination ? Pourquoi rêve-t-on ? Tout cela, à cause du cerveau humain, grand ordonnateur. Le tout n'est pas de le dire, mais encore d'expliquer pourquoi et comment. Cet album réussit à guider les enfants à travers quelques secrets du cerveau humain. Il se compose de 2 parties: la mémoire et l'imagination. Il les rend accessibles car il utilise un langage simple et des propositions à hauteur de son public, qu'il entérine ou rejette.

Exemple: la mémoire est-elle rangée dans le cerveau comme les archives d'un musée ? Pas vraiment. Les éléments d'un souvenir sont plutôt les pièces d'un puzzle, rangées dans des tiroirs, d'où ils ressortiront – ou pas.

Tout l'album bénéficie d'un traitement graphique bien pensé. Dans le cas des stimuli du cerveau, on découvre leur chemin. Dans celui des souvenirs, on va de l'encodage à la récupération en passant par le traitement et le stockage.

Après la première partie sur la mémoire et ses différents aspects, positifs et négatifs, les auteures traitent de l'imagination. De quoi s'agit-il ? D'où viennent les idées ? Pourquoi certains ont-ils plus d'imagination que d'autres ? Que sont les pensées ?

Un ouvrage dense et accessible, agréable aussi par les petites touches d'humour qui s'y glissent régulièrement.

À partir de 8 ans.



**Il n'y a pas de question stupide !**, texte de Mike Rampton, illustrations de Guilherme Karsten, traduction de l'anglais par Bérengère Viennot, *Gallimard Jeunesse*, 144 p., 19,95 euros et **Pas croyable !**, texte de Philippe Godard, illustrations de Youlie, *Nathan*, 128 p., 15,90 euros.

**E**ncyclopédie généraliste d'un nouveau genre que ces 213 questions étudiées dans le premier volume, épais, de grand format et qui s'adresse directement au lecteur. Autant de questions d'enfants, pertinentes et sur tous les sujets, auxquelles répondent des experts de l'université de Cambridge. Avec un zeste d'humour, formule aussi largement appliquée dans les sympathiques illustrations, et des prolongements intéressants. Heureusement, en fin de volume, les questions sont regroupées par thèmes (animaux, arbres, corps humain, espace, inventions,...) et complétées d'un index, ce qui permet une double navigation dans les pages, recherche ou découverte.

Le deuxième volume réunit *60 histoires incroyables mais vraies* en une autre forme de pêle-mêle atypique. Pas d'index ici mais un sommaire initial qui donne les titres des histoires et les place dans une catégorie identifiée par une couleur (merveilles de la nature, animaux extraordinaires, prodiges de l'architecture, idées d'avenir,...). Chacune est traitée sur une double page bien illustrée par un texte en paragraphes, un mini-résumé et un focus particulier. Inouï de voir combien on est entouré d'extraordinaire !

À partir de 8 ans.



**Plus grand, plus loin, plus fort !**, texte de Kate Baker, illustrations de Page Tsou, traduction de l'anglais sans mention de nom, *Casterman*, 72 p., 18,90 euros et **Plus haut, plus rapide, plus vaste**, texte d'Andrea Minoglio, illustrations de Bethany Lord, traduction de l'italien par Delphine Di Domenico, *Helvetiq*, 96 p., 21,90 euros.

**L**es titres et les propos de ces 2 albums se ressemblent, mais leurs graphismes et leur origine sont différents, à l'ancienne – la nouvelle tendance – pour l'un, moderne pour l'autre, britannique pour l'un, italien pour l'autre. Le premier se présente comme «le livre de tous les records». Il présente en doubles pages au joli graphisme vintage, certaines se tenant pli du livre à l'horizontale, toute une foule d'informations connues orchestrées sous le signe de la performance. Un point de vue intéressant qui fait souvent reconsidérer des données.

Le deuxième entend, lui, «présenter le monde dans toutes ses dimensions». Comprenez selon la vitesse, la taille, le poids, la masse... et selon des sections intitulées nature, vie sur terre, constructions humaines. En de multiples infographies, il réunit une quantité impressionnante d'informations sur tous ces sujets et répond à des questions très pratiques comme le nombre de bouteilles d'eau nécessaires pour remplir divers contenants, de la baignoire à l'Océan Pacifique en passant par une piscine olympique ou le lac de Côme.

À partir de 8 ans.

## L'espace



*La Galaxie et toi*, texte et illustrations de Cléa Dieudonné, *L'Agrume*, 64 p., 14 euros et *L'Atlas de l'espace*, texte de Laura Albanese, illustrations de Tommaso Vidus Rosin, traduction de l'italien par Camille Giordani, *La Martinière jeunesse*, 112 p., 24,90 euros.

Dans le premier album, la Voie lactée s'adresse directement aux lecteurs pour leur raconter la naissance de l'univers, la formation des étoiles et le mystère des trous noirs. Un ton familier et percutant qui fait passer pas mal d'informations en utilisant des comparaisons à hauteur d'enfant et beaucoup d'humour. Particularité qu'on retrouve dans les percutantes illustrations.

Le second, épais grand format, utilise aussi l'adresse directe aux enfants. Il se distingue des autres ouvrages sur le sujet par ses 35 cartes qui moulinent l'univers selon leur intitulé et fourmillent d'informations. Y est distingué ce qui se voit à l'œil nu et ce qui nécessite un télescope. On trouve ainsi la classique carte scientifique du ciel (boréal et austral), mais aussi celles qu'avaient les Grecs anciens, les Chinois, les Africains et les Navajos. D'autres cartes présentent le système solaire, dont la Terre et sa carte de la pollution lumineuse, la Lune et ses explorations, les autres planètes et leurs caractéristiques. Une approche originale qui fait reconsidérer une matière sur laquelle on croit souvent tout connaître.

À partir de 6 ans et 8 ans.



*Habitats vus du ciel*, texte de David Marchand et Guillaume Prévôt, illustrations d'Atelier Lugus, *La cabane bleue*, 32 p., 18 euros.

Est-ce l'effet drone ? Voilà une nouvelle collection documentaire qui entend prendre de la hauteur et voir le monde autrement. Excellent sujet que l'habitat pour ce premier volume. Chacun des 12 panoramas sur double page (une image pleine page, une page de texte) examine comment l'être humain se comporte dans la nature et raconte la manière dont les enfants y vivent. On se promène partout dans le monde, Maroc, forêt amazonienne, Mongolie, îles Lofoten, oasis égyptien, Brunei, Arequipa au Pérou, Prypiat en Ukraine, Thame au Népal, île de Manhattan, falaise au Mali, polder hollandais. Rien que les localisations donnent une idée de la variété et de la richesse des habitats qui sont détaillés. Pour chacun, un résumé, un planisphère et un texte comportant l'interview d'un enfant du coin qui parle du passé, du présent et aussi du futur. Un regret: l'absence de table des matières.

À partir de 8 ans.



*Ciel*, texte et illustrations de Charline Collette, *Albin Michel Jeunesse*, 48 p., 14,90 euros.

Il est au-dessus de nous. Le regarde-t-on assez ? Certains craignaient même que le ciel ne leur tombe sur la tête. Ce petit format en format à l'italienne rend hommage au ciel, aux ciels même. De l'aube au crépuscule, au rythme des phénomènes météorologiques, l'auteure-illustratrice française pointe un détail de nature lié à un moment de la journée, nous invitant à regarder, à écouter, à observer, à ressentir et à se protéger si nécessaire. Face aux magnifiques illustrations peintes, de courts textes à l'écriture poétique décrivent ces états du ciel, de jour comme de nuit. L'éveil des oiseaux le matin, le faon dans la brume, le coq qui chante au soleil, le criquet qui s'envole, le vent qui souffle, les éclairs et la foudre, la pluie qui sauve, l'éclaircie et l'arc-en-ciel sont autant d'invitations à en savoir plus. Comme la dernière partie de l'album qui évoque l'air, la nuit, les étoiles, la comète, la Lune... Quelle belle manière artistique de considérer ce ciel qui nous accompagne tout le temps.

Pour tous.

*Un enfant qui lit  
sera un adulte qui pense*

Flore Vasseur, écrivain





# AGENDA

Le mag scientifique

## • MUSÉE DES SCIENCES NATURELLES (BRUXELLES) JUSQU'AU 9 AOUT 2026

### FLIGHT

Avez-vous déjà rêvé de planer comme un oiseau ? Ou vous êtes-vous demandé comment un avion de 300 t peut rester en l'air ? L'expo *Flight* vous invite à explorer comment les animaux et les humains parviennent à défier les nuages. Un voyage fascinant au cœur du vol – entre prouesses de la nature et exploits technologiques. Plongez dans un univers où se croisent oiseaux, chauves-souris, insectes, modèles d'avions d'hélicoptères et de drones. Des fossiles, ainsi qu'une reconstitution impressionnante d'un dinosaure à plumes, sauront vous surprendre. Comparez des champions de la nature – le faucon pèlerin ou le condor des Andes – à leurs équivalents mécaniques, le *Concorde* ou le planeur. Faites voler votre avion en papier ou virevoltez aussi vite qu'un colibri. Des films d'animation et des installations interactives complètent l'expérience. Des pionniers de l'aviation aux bolides et poids lourds du règne animal, *Flight* vous invite à comprendre, tester et rêver au rythme des ailes naturelles et mécaniques. Prêt au décollage ? Embarquez seul, en famille ou avec votre classe. À partir de 10 ans.

<https://www.naturalsciences.be/fr/musee/expositions-activites/expositions/flight>

## • ESPACE MUSÉAL D'ANDENNE JUSQU'AU 5 JUILLET 2026

### Sous la loupe

Avec *Sous la loupe*, pas de «mauvaise réponse» ni de «mauvaise manière de voir». Chaque regard compte ! Enfants et adultes deviennent des explorateurs invités à percer les mystères d'objets insolites, étonnants ou familiers. Dans un décor coloré, chaque espace devient une scène à explorer : illusions à déjouer, empreintes à décrypter, matières à toucher, personnages à rencontrer... Grâce à des modules interactifs, des manipulations et une signalétique intuitive (pictogrammes et couleurs), l'expérience est accessible aux non-lecteurs et captivante pour tous.

<https://www.ema.museum/expo-temporaire/sous-la-loupe>

## LES SYMPTÔMES MÉDICAUX INEXPLIQUÉS Ivan O. Godfroid - Academia Éditions

Qu'ils sortent de la consultation d'un médecin généraliste ou de celle d'un spécialiste, une part importante des patients ne reçoivent pas de diagnostic. Leurs plaintes (douleur, fatigue, infirmités diverses) demeurent inexplicables, et ils continuent de souffrir. D'examen non concluants en traitements inefficaces, il n'est pas rare que leur sincérité soit mise en doute par des praticiens perplexes. Dans le meilleur des cas, leur problématique est qualifiée de psychogène; un mot vide de sens – l'aveu d'un échec ? Cet ouvrage tente de comprendre la mécanique de ce fiasco médical, et cherche à lui donner une explication scientifique. Cette dernière passe par une meilleure appréhension des mécanismes de la conscience, et surtout de l'inconscient. Ces situations cliniques déconcertantes constituent une classe originale : la maison Utopie. L'auteur nous emmène dans une fascinante exploration du cerveau, de la pensée, des émotions. Et si la clé de l'énigme se cachait depuis toujours sur l'île d'Utopia ?



## ATHENA 374 Novembre-Décembre 2025

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 43-45-47, 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](https://recherche.wallonie.be/formulaire-athena)

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

• PAR COURRIER:  
Boulevard Cauchy 43-45-47, 5000 Namur

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

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

ISSN 0772-4683 (P) • 2736-5875 (N)

### COLLABORATEURS

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

### DESSINATEURS

Alsy, Peter Elliott, Olivier Saive, Vince

### RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT

Jean-François HEUSE  
Inspecteur général

### ÉDITEUR RESPONSABLE

Lionel BONJEAN  
Directeur général

### COUVERTURE

Première  
Crédit: © Mallivan - stock.adobe.com

### Quatrième

Crédit: © junet  
- stock.adobe.com

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



## À LIRE

## Visitez nos sites

<https://athena-magazine.be>

<https://athena.wallonie.be>

<https://recherche.wallonie.be>

## Rejoignez-nous sur

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



Formulaire  
d'abonnement  
(gratuit)

