ATHENA
Le mag scientifique

373
Septembre-Octobre 2025

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

Société p.18

À pied !

Santé p.35

La participation sociale : un atout pour la santé

EDIWALL

Wallonie

www.athena.wallonie.be · Bureau de dépôt Bruxelles X · N° d'agrément : P002218

ÉDITO

La solitude, ça n'existe pas ?

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

«*Je ne les plains pas, parce que je devine que leurs effusions oratoires leur procurent des voluptés égales à celles que d'autres tirent du silence et du recueillement; mais je les méprise.*» De qui donc parle Baudelaire dans cet extrait issu de son poème intitulé «*La Solitude*» («*Petits poèmes en Prose*») ? Très péjorativement, des «races jacassières», des «bavards», des «malades» (au sens pathologique) qui se dispersent et se perdent dans des échanges sociaux non seulement inutiles mais surtout, destructeurs, des «affolés de l'insociabilité», ceux-là même qui ont perdu leur âme au fin fond de la fosse humaine. Ce qui, pour le poète symbole du Spleen, s'apparente tout simplement à de la prostitution ! Pour lui, ce qui est délétère, ce n'est certainement pas la solitude – qui représente pour lui un immense espace de liberté, de créativité et de profonde connexion avec soi-même – mais bien la vie en société ! C'était en 1869. Cent cinquante ans plus tard, au vu des études scientifiques réalisées depuis, Baudelaire changerait peut-être d'avis (ou s'en retournerait dans sa tombe !). Tout tend à penser qu'au contraire, les échanges, le partage, la validation des émotions par ses pairs, les rituels sociaux et l'adhésion à un groupe social dont on a accepté les codes, seraient bénéfiques pour la santé. Et je parle non seulement de santé mentale, mais aussi de santé physique. Depuis des siècles, les rituels sociaux, les moments de communion, les meetings, les manifestations sont d'ailleurs de précieux outils de cohésion sociale, de renforcement de la communauté, qui donnent aux individus un sentiment d'appartenance et donc de confiance en eux, une force portée par le groupe et même un sens à leur existence. À l'heure où, selon l'OMS, 1 personne sur 6 dans le monde souffrirait de solitude (qui causerait environ 100 décès par heure); où l'individualisme et la méritocratie sont portés aux nues, où l'on pousse les individus à être toujours «plus» (forts, riches, compétents, endurants, rentables…) les laissant jusqu'à penser que l'autre devient un «inconfort» ou un frein, où les réseaux sociaux tendent à refléter un monde fantasmé, la reconnaissance sociale et collective de la solitude comme étant une pathologie à prendre en charge serait peut-être une option. L'automne, s'il rime avec rentrée (scolaire, académique, politique, médiatique…) et donc reconnexion sociale, est aussi une période délicate de froid, de grisaille, d'isolement pour les personnes qui se sentent seules. Comprendre les mécanismes de ce mal du siècle et ses potentielles lourdes conséquences sanitaires (surtout chez les ados), c'est comprendre que la santé, c'est aussi une responsabilité collective. Rendez-vous p. 35, rubrique Santé !

SOMMAIRE

Le mag scientifique

373
Septembre-Octobre 2025

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

10 **Wall'Innove Tour** · Community Europe

12 **Technologie** · Marquage routier : anodin ?

16 **L'ADN de...** · Aude ELOY, Flûtiste

18 **Société** · À pied !

22 **Mathématiques** · Le graphe le plus célèbre de Bruxelles (ou pas)

24 **Dossier** · Expériences de mort imminente : que dit la science ?

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

31 **Curiokids** · Monstres et compagnie

35 **Santé** · La participation sociale : un atout pour la santé

39 **Qui est-ce ?** · Laurence BOON

41 **IA** · Plus qu'un fond sonore

45 **Internet** · Nos données numériques

49 **Chimie** · Tatouage intelligent : la couleur contre le GHB

51 **Biologie** · Plongez au cœur des cellules et de la vie

55 **Physique** · Des lois mises à mal

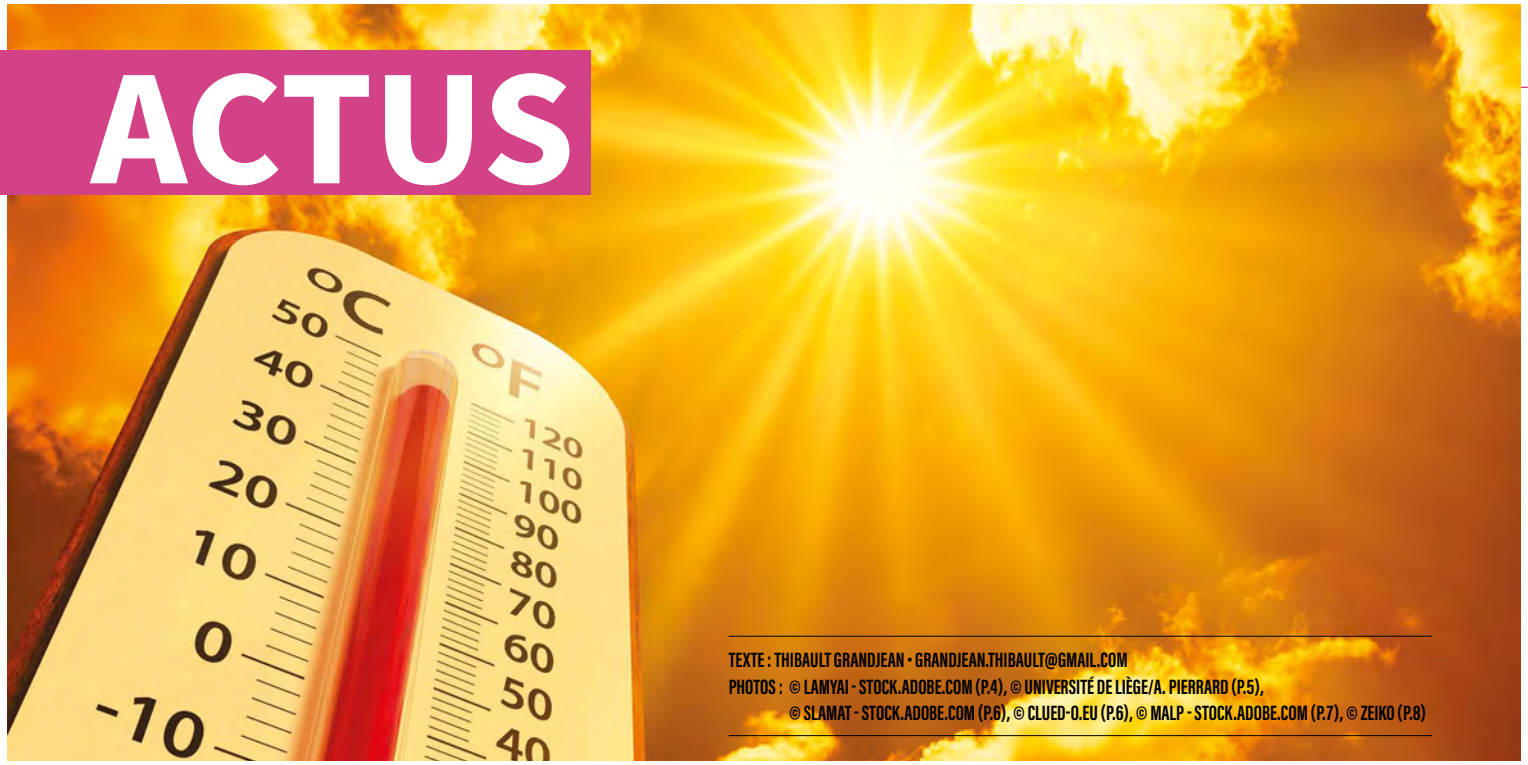
57 **Tania nous parle de l'Espace** · 12 hommes sur la lune

59 **Les anecdotes spatiales de Tania**

60 **Espace** · SPECULOOS

63 **Agenda** · À voir, à tester, à cliquer, à lire...

ACTUS



TEXTE : THIBAULT GRANDJEAN • GRANDJEAN.THIBAULT@GMAIL.COM
PHOTOS : © LAMYAI - STOCK.ADOBE.COM (P.4), © UNIVERSITÉ DE LIÈGE/A. PIERRARD (P.5),
© SLAMAT - STOCK.ADOBE.COM (P.6), © CLUED-O.EU (P.6), © MALP - STOCK.ADOBE.COM (P.7), © ZEIKO (P.8)

Limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C est désormais impossible

Plusieurs chercheurs l'affirment depuis déjà quelques mois. C'est désormais officiel, au sein de la communauté scientifique. En vertu des nouveaux résultats d'une étude publiée dans la revue *Earth System Science Data*, signée par 61 scientifiques de 17 pays différents, et qui atteste des dernières données sur le front du réchauffement climatique, il est désormais impossible de limiter ce dernier en-dessous des 1,5 °C, soit la limite inférieure que s'étaient fixée les parties prenantes de la COP21 de Paris en 2015.

D'après les résultats de cette étude, qui met à jour les principaux indicateurs du réchauffement climatique – et qui confirment son intensification, le budget carbone de l'humanité qui permettrait de conserver plus de 50% de chances de limiter la hausse à 1,5 °C est quasiment épuisé: 130 milliards de tonnes d'équivalent CO_2, soit moins de 3 ans au rythme des émissions actuelles. Or les politiques actuelles ne vont pas vers un infléchissement.

Pour autant, l'accord de Paris, qui maintient l'objectif d'un maximum de 2 °C de réchauffement, n'est pas encore mort, même si le tenir sera ardu. En effet, les concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ne cessent de progresser, et au rythme actuel d'émission, il reste à peu près 25 ans avant que le budget carbone, de 1 050 milliards de tonnes, soit dépassé. La concentration en CO_2 dans l'atmosphère a atteint 423 parties par million (ppm) en 2024, une valeur inédite depuis plus de 2 millions d'années.

Et au rythme actuel, le monde se dirige vers un réchauffement de plus de 3 °C, ce qui met en jeu la survie même de l'espèce humaine, alors que les écosystèmes qui sous-tendent notre existence font face à de lourdes pressions, non seulement en raison du réchauffement climatique, mais également de l'effondrement de la biodiversité et de la diminution des espaces naturels, le tout en raison de notre mode de vie.

Les conséquences d'un monde à + 1,5 °C seront dures pour une large part de l'humanité comme pour la faune et la flore. D'après le GIEC, un milliard de personnes seraient ainsi exposées au stress hydrique et à la désertification et 25% supplémentaires à des inondations. 14% des espèces de la planète seront ainsi en danger d'extinction. Et alors que chaque dixième de degré de réchauffement compte, un réchauffement planétaire de 2 °C de moyenne serait une catastrophe. Jusqu'à 3 milliards d'individus pourraient connaître des pénuries chroniques d'eau. Des écosystèmes entiers seraient perdus. Et ce, sans compter les conséquences en cascade sur les sociétés humaines, qui ont déjà du mal à encaisser les chocs répétés des sécheresses, inondations, feux de forêts et épidémies se produisant déjà.

Cependant, tout n'est pas noir sur le front du climat. Dans une décision historique, la Cour Internationale de Justice, le principal organe judiciaire de l'*Organisation des Nations Unies* (*ONU*), a estimé que les États qui violent leurs obligations climatiques commettent un acte «internationalement illicite» et pourraient se voir réclamer des «réparations» par les pays les plus affectés. De plus, les juges ont estimé que même les pays qui n'ont pas signé les accords comme celui de Paris ont des obligations de résultats pour lutter contre le réchauffement climatique. Si la décision de la Cour est consultative, elle doit influencer la jurisprudence internationale, en servant de référence aux nombreuses actions en justice actuellement intentées par les citoyens et ONG à l'encontre de leurs pays pour leur inaction.

En novembre prochain se tiendra à Belém, au Brésil, la COP30. Une COP majeure, censée aboutir à un accroissement des efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre de tous les pays, et à un financement en faveur des pays du Sud afin de les aider à faire face aux impacts du réchauffement climatique.

L'ACTU DES LABOS

Bataille rangée

Comme tous les organismes, les bactéries se livrent souvent à une compétition entre elles pour accéder aux ressources de leur milieu. C'est également le cas des bactéries pathogènes des plantes. En effet, ces dernières disposent, tout comme nous, d'un microbiote qui participe à leur bonne santé. Et pour proliférer, certains pathogènes, comme *Xanthomonas translucens*, responsable de la striure bactérienne du blé, disposent d'un arsenal particulièrement performant, qui prend la forme de nano-seringues capables d'injecter aux «bonnes bactéries» de la plante une substance qui les font alors exploser, ainsi que viennent de le montrer des chercheurs de l'UCLouvain. Cette découverte, particulièrement importante, doit permettre de mieux lutter contre les bactéries responsables des maladies des plantes. En effet, *Xanthomonas translucens* est une bactérie voisine de *Xylella fastidiosa*, un micro-organisme qui fait des ravages dans le sud de l'Europe en détruisant notamment les oliviers. Or, avec le réchauffement climatique, cette bactérie progresse vers le nord et pourrait bientôt atteindre les cultures de nos contrées.

▸ **Chloé Peduzzi et al. *Nature Ecology and Evolution*, 2025**

PHOx news

L'invention dans les années 1930 du polyuréthane, un plastique très résistant, n'a pas été une révolution que pour les roues des skateboards et des patins à roulettes ! Ce matériau est également utilisé pour nombre de dispositifs médicaux implantables, et en particulier cardio-vasculaires, comme les cathéters par exemple. Malheureusement, le polyuréthane est fabriqué à partir de molécules toxiques, les isocyanates, et leur hémocompatibilité limitée augmente le risque de thrombose et d'infection. Pour y remédier, les chercheurs de l'ULiège ont mis au point un nouveau matériau, le PHOx, un polyuréthane produit sans isocyanate. Un matériau meilleur à la fois pour le corps, grâce à sa meilleure compatibilité avec le sang et une adhésion moins importante des bactéries comme le staphylocoque, mais aussi pour l'environnement. Imprimable en 3D, il permet en effet de produire des dispositifs sur-mesure qui limitent le gaspillage grâce à des matériaux sources plus verts, issus du dioxyde de carbone.

Prothèse de valve cardiaque obtenue par moulage par injection de PHOx.

▸ **Sofia F. Melo et al. *Advanced Healthcare Materials*, 2025**

Merci les colibris

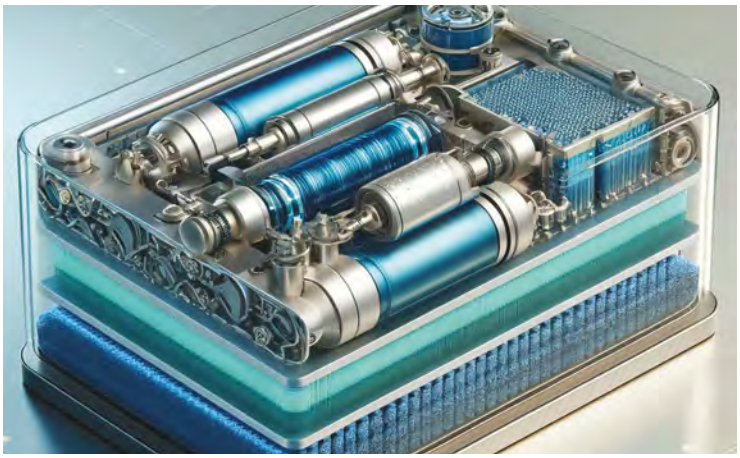
C'est le principe du buvard: plongez un matériau poreux, comme une feuille de papier ou du tissu dans un liquide, et ce dernier va alors se déplacer vers le haut, défiant la gravité. C'est ce qu'on appelle la capillarité. Ce même phénomène est à l'œuvre dans la langue des colibris, qui est composée de lamelles flexibles qui, une fois trempées dans un nectar, font remonter le précieux liquide automatiquement grâce à cette propriété. Des chercheurs de l'ULB ont eu l'idée de reproduire ce mécanisme dans des micropipettes afin de capturer de petits volumes de liquide. Une feuille élastique a été striée de rainures verticales qui se déforment spontanément en tubes sous l'effet des forces capillaires, capturant le liquide sans intervention humaine. Cette technique ne nécessitant aucun apport d'énergie, elle peut être très utile dans les zones où l'accès aux laboratoires spécialisés reste limité. Et cela ne concerne pas que les pays qui disposent de peu de financement: les chercheurs estiment également que cette technique très économique pourrait être utilisée dans le cas des analyses biochimiques et environnementales, où le prélèvement de microquantités est une nécessité.

▸ **Emmanuel Siéfert et al. *Nature Communications*, 2025**

La recherche au secours des mouflons

La science n'est jamais plus belle que lorsqu'elle permet l'existence de belles histoires. Tout commence par un troupeau de 17 mouflons sauvages dans la commune de Gesves, en province de Namur. Les agriculteurs locaux, dont les cultures ont été endommagées par les animaux, ont obtenu l'autorisation de la destruction du troupeau. Mais c'était sans compter sur les riverains, qui se sont pris d'affection pour ces mouflons, et qui ont organisé le sauvetage de 7 individus restants, et leur transfert sur le Domaine des Grottes de Han. De plus, 2 chercheuses de l'Unité de Recherche en Biologie Environnementale et évolutive (URBE) de l'UNamur se sont penchées sur l'origine des mouflons grâce à la phylogénétique, une discipline qui explore les relations évolutives entre des espèces pour retracer leurs parentés et dont l'URBE est spécialiste. Les travaux ont permis d'établir que les animaux sont issus d'une lignée corse, et dont le statut est protégé ! Cette histoire permet de réaffirmer le caractère indispensable des recherches scientifiques en écologie moléculaire, à l'heure ou la biodiversité connaît une crise sans précédent.

unamur.be



CLUED-O, à la recherche de la pile à combustible

Dans le cadre de la transition énergétique, qui doit nous voir largement électrifier nos besoins en énergie, l'Europe a décidé de ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier. En plus des énergies solaire et éolienne, l'électricité doit également provenir de l'utilisation de dihydrogène (vert, c'est-à-dire issu de sources renouvelables) via des piles à combustibles. Comme les piles classiques, ces dernières produisent du courant électrique via une réaction d'oxydoréduction. L'hydrogène ainsi oxydé ne produit comme déchet que de l'eau. Afin de rencontrer une demande grandissante, des chercheurs de l'UMons vont participer au projet européen Interreg CLUED-O, qui vise à développer des piles à combustible à oxyde solide innovantes et performantes. Ce projet vise à la fois à optimiser les piles existantes, mais également à développer la troisième génération de cellules sur support métallique (les unités qui composent la pile), tout en développant une filière de recyclage de l'ensemble des composants. Le projet mise sur le caractère central du Benelux et des régions voisines, qui occuperaient ainsi une position stratégique en matière de distribution et d'accessibilité à l'hydrogène.

clued-o.eu

En Bref

L'ULiège a présenté les premiers résultats prometteurs de son projet de recherche ExtraBark, qui cherche à valoriser les écorces des arbres en biopesticides. Dix essences, dont l'épicéa et le pin sylvestre, sont étudiées pour leur potentiel herbicide. En Europe, des millions de tonnes d'écorces sont générées par l'industrie forestière chaque année et sont souvent sous-exploitées. Or, l'écorce est riche en molécules actives, car elle est chargée de protéger l'arbre contre les pathogènes tels que les bactéries et les champignons.

https://interreg-gr.eu/project/extra-bark-fr/

Des chercheurs de l'ULB ont réussi à lever le voile sur le plan de construction du nucléole, un compartiment de nos cellules qui fabrique les ribosomes. Ces derniers sont primordiaux puisqu'il s'agit de «l'usine» chargée de fabriquer la totalité de nos protéines. Une avancée aux implications majeures, tant la production des ribosomes doit être finement régulée. Une production excessive favorise en effet le développement de cancers, tandis qu'une production insuffisante entraîne des maladies génétiques rares appelées ribosomopathies.

Une thèse menée à l'UCLouvain a exploré les effets des réponses sociales apportées à la solitude, un fléau en Europe qui touche de plus en plus de gens et qui peut avoir des conséquences aussi graves que le tabagisme et l'obésité. La doctorante a ainsi largement démontré l'importance de la vie sociale pour tous. Parmi ses conclusions les plus notables: le simple fait de rejoindre un groupe social, en dehors de la maison et du travail, a un impact positif sur la santé, et tous les types de personnalité peuvent trouver leur place dans un groupe et donc bénéficier d'un apport social.

uclouvain.be

L'ACTU DES ENTREPRISES

Une méthode pour détruire les PFAS

On ne les surnomme pas les polluants éternels pour rien. Les PFAS, pour substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées, sont des molécules particulièrement stables qui ne se dégradent peu ou pas avec le temps, et polluent leur environnement pour des décennies, s'infiltrant jusque dans l'eau potable. Une entreprise belge, *Haemers Technologies*, spécialiste de la dépollution des sols, semble avoir cependant trouvé un moyen de s'en débarrasser. Leur solution, excaver le sol, puis chauffer dans un container fermé les terres polluées à 350 °C 12 jours durant, ce qui permet d'évaporer les polluants. Ces vapeurs sont ensuite récupérées pour être chauffées à nouveau, à 1 400 °C cette fois. Un test a déjà été effectué avec succès au Danemark, sur un lieu hautement pollué aux PFAS en raison de la proximité d'une caserne de pompiers et de l'utilisation de mousses anti-incendies. Un cas similaire à celui de Chièvres, ici en Belgique. D'après *Haemers Technologies*, qui attend de pouvoir proposer sa solution au monde entier, les terres ainsi traitées sont à nouveau saines et réutilisables, même pour l'agriculture.

haemers-technologies.com

Énergétiquement neutre

Atteindre le zéro carbone en Belgique n'est pas seulement une question technique, mais également politique. C'est en tout cas le message de l'association *Negawatt*, bien connue en France, mais qui vient de s'installer en Belgique, et publie son scénario pour le royaume en 2050. Selon ce scénario, qui s'appuie sur une étude publiée par près de 22 chercheurs européens en 2024, la Belgique est capable d'atteindre la neutralité carbone sans nucléaire ni capture de CO_2, avec 2 fois moins d'énergie. Et le tout, sans renoncer à notre confort, ni diminuer la taille du secteur industriel. Pour cela, il est nécessaire de considérablement changer nos habitudes de transport et de chauffage, avec une électrification massive des usages. De plus, le scénario prévoit une augmentation de la production d'électricité via le solaire et l'éolien, ainsi qu'une part sensiblement accrue de la production et de l'utilisation locale de l'énergie, via des panneaux solaires et des batteries domestiques. En plus des bénéfices liés à la qualité de l'air et à la réduction des embouteillages, le scénario a l'avantage d'orienter la Belgique vers plus d'indépendance énergétique, avec 4 fois moins d'énergie importée.

Frauke Wiese et al. *Nature Communications*, 2024
www.negawatt.be

Surveiller le trafic aérien des drones

Chacun d'entre nous peut, via des applications, avoir accès aux informations des vols habités, ce n'est pas encore le cas pour le trafic de drones. Or, ces derniers sont de plus en plus utilisés, que ce soit pour le transport de colis, la reconnaissance ou la cartographie d'un lieu, ou encore la réalisation de films. Et ce n'est pas sans conséquence pour l'aviation. Régulièrement, le trafic aérien est perturbé par les drones, en particulier à proximité des aéroports. *Skeyes*, l'entreprise belge chargée de la surveillance du trafic aérien, a donc décidé de se doter d'une plateforme de récolte en temps réel des informations de vol des drones, afin de les interconnecter avec celles du trafic habité, et ainsi assurer une sécurité supplémentaire pour l'aviation civile et militaire. Cette initiative, une première en Europe, va d'abord s'appliquer à plusieurs zones comme la mer du Nord et le port d'Anvers, avant de s'étendre en direction de Bruxelles.

skeyes.be

Gérer l'eau plus intelligemment

La spin-off de l'ULiège *Cebedeau* et la Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE) ont mis au point, grâce au projet *eWatLink*, un système intelligent de gestion des stations d'épuration afin d'optimiser en temps réel leurs performances en matière de consommation énergétique, de qualité de traitement et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le système repose à la fois sur une série de capteurs, et d'un algorithme capable d'ajuster en temps réel le fonctionnement de la station en fonction des informations transmises par les capteurs. Le tout fonctionne avec une architecture basée sur des logiciels libres, et donc utilisables partout dans le monde. Le projet *eWatLink* a été testé à la station d'épuration de Bastogne Rhin, en Wallonie, et montre déjà des résultats prometteurs: une diminution de 10 à 15% de consommation énergétique, une réduction des pics de consommation, une baisse des rejets de nitrates et des émissions d'oxyde d'azote. *Cebedeau* compte aller plus loin en faisant appel à l'intelligence artificielle et ainsi intégrer des contrôleurs économiques. Ce projet a été financé par la Région wallonne et la Commission européenne.

www.cebedeau.be

L'IMAGE DU MOIS

Ce point rouge sur une pierre, qui semble «taillée» en forme de visage, serait l'empreinte digitale d'un *Homo neanderthalensis*, retrouvée sur un site en Espagne. Cette découverte vient relancer le débat sur le fait que nos cousins pratiquaient déjà, ou non, une forme d'art.

SCANNEZ POUR EN SAVOIR PLUS

En Bref

L'ULB, la VUB et *Sibelga* ont conclu un accord de coopération en matière de recherche, de développement, d'enseignement et de formation dans le secteur de l'énergie. L'accord prévoit des projets conjoints en recherche et développement sur l'énergie et le développement durable, des activités éducatives, mais aussi la création d'une chaire universitaire dans le secteur de l'énergie.

Le prix de l'*European Meteorology Society* pour la technologie dans le domaine de la météorologie est décerné cette année à *Anemoi*, une nouvelle infrastructure de logiciel pour le développement et l'application de prévisions météorologiques basées sur l'apprentissage automatique, à laquelle l'Institut Royal de Météorologie participe activement. Ces dernières années, les modèles de prévisions climatiques automatiques ont commencé à fournir des prévisions qui surpassent les modèles classiques.

www.meteo.be

La Ville de Mons a décidé d'ouvrir ses données au public via une toute nouvelle plateforme en ligne, *Open Data Mons*. Plus de 50 jeux de données y sont désormais disponibles, couvrant un large éventail de thématiques: administration, urbanisme, environnement, mobilité, tourisme, ou encore cadre de vie. Toutes les données sont en libre accès, ce qui doit permettre une meilleure participation citoyenne à la vie de la commune.

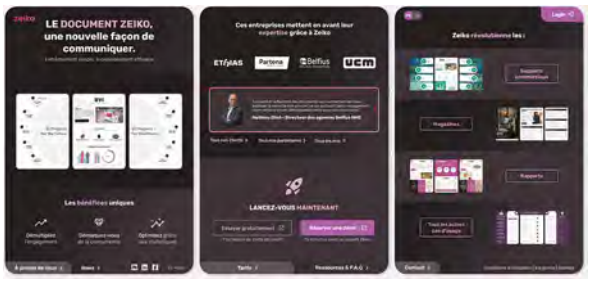
https://opendata.mons.be/pages/accueil/

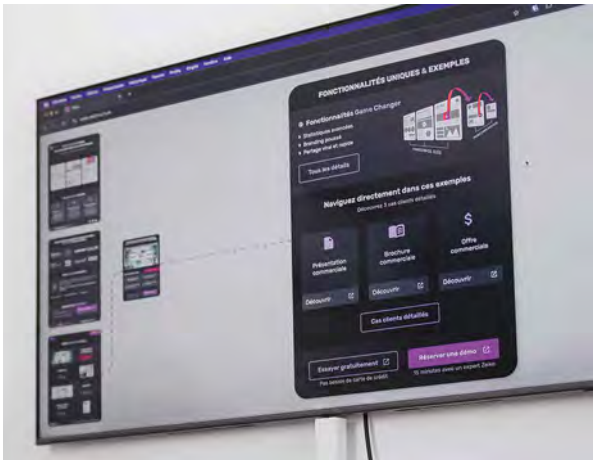
La Commission européenne lance un prototype d'application de vérification de l'âge des internautes, afin de limiter l'accès aux contenus réservés aux adultes. Cette application jouerait le rôle d'un tiers de confiance. L'application détient la preuve que l'internaute est majeur, mais ne communique pas aux sites visités les informations personnelles afin de protéger la vie privée des citoyens.

ZEIKO, une nouvelle façon de communiquer

Une start-up de Liège a mis au point un nouveau système qui promet de remplacer le bon vieux *PowerPoint* dans la présentation d'idées pour une vue plus claire des informations clés, tout en diminuant considérablement le temps passé à créer les fameuses slides. Selon les fondateurs de l'entreprise, 3 pages seulement sont largement suffisantes pour présenter les principales informations à véhiculer au public. Et pour chaque page, il est possible d'aller plus en détail, et afficher à l'écran une sous-page, sans perdre de vue les pages initiales, ce qui permet de mieux suivre une présentation, même en cas de rêverie momentanée. Toutes les pages sont interactives, ce qui permet d'intégrer des vidéos *YouTube* par exemple. Enfin, que ce soit pour des magazines d'entreprises, des plaquettes ou des rapports de plusieurs centaines de pages, chaque document est fourni avec des statistiques qui comptabilisent les pages les plus visitées par les lecteurs. Si la création des documents se fait encore manuellement, les créateurs veulent bientôt intégrer l'IA dans leur système, afin que la machine choisisse de façon automatique les informations les plus pertinentes à présenter au lecteur.

www.zeiko.be





INTERVIEW

Une sépulture digne

Laura Stevens a été distinguée lors de la cérémonie de remise des Prix *Hera Awards* pour son mémoire en design industriel sur la Réduction Organique des Corps. Une forme de sépulture qui transforme le corps humain en compost, dans un retour à la Terre qui soit à la fois respectueux des vivants, et de la planète qui accueille nos défunts.

Qu'est-ce que la Réduction Organique des Corps ?

Tout d'abord, il faut savoir que l'inhumation comme la crémation, les 2 principales solutions existantes pour disposer du corps des défunts, sont très peu écologiques. La crémation, parce qu'elle nécessite d'utiliser des énergies fossiles pour brûler les corps, et l'inhumation en raison, entre autres, du pourrissement des corps qui va polluer le sol et les nappes phréatiques. L'idée est donc de transformer le corps en compost, dans un environnement à la fois contrôlé et respectueux du défunt, qui va durer jusqu'à 2 mois. Ensuite, comme les cendres, la famille peut disposer de ce compost pour rendre à nouveau la Terre fertile.

Quelle solution avez-vous amené dans votre mémoire ?

En m'inspirant de ce qui existe déjà dans d'autres pays, j'ai proposé la maquette d'un cocon, qui permet de rendre la technique désirable. En effet, le compostage nécessite du mouvement et de l'oxygénation durant le processus, ce qui pourrait passer pour un manque de respect à l'égard des défunts. Dans mon scénario idéal, j'avais disposé ce cocon dans un lieu apaisant, comme un grand jardin, qui permette aux gens de se recueillir.

Quelle suite avez-vous donné à ce projet ?

Le compostage humain n'est pas légal en Belgique. J'ai donc d'abord créé une entreprise qui propose des cercueils destinés à la crémation, en moyenne moins polluante que l'inhumation, dépourvus de traitement chimique, de vernis et avec du bois provenant de sources locales afin de limiter l'impact sur l'environnement. Les retours du public ont été très positifs ! De plus, nous avons créé une ASBL, Compostez-moi, *qui vise à légaliser le compostage humain en Belgique.*

En savoir +

Le mémoire de Laura **http://bit.ly/46191jv**,
L'ASBL *Compostez-moi* **https://compostez-moi.be**

DATA

125g

Manger sainement est le premier pas vers une vie plus longue en meilleure santé. En se basant sur les habitudes alimentaires belges, et les maladies chroniques entraînant une baisse de la qualité de vie les plus répandues en Belgique, le Conseil Supérieur de la Santé (CSS) a émis une série de recommandations alimentaires afin d'améliorer l'espérance de vie en bonne santé. Parmi elles, consommer au moins 125 g de céréales complètes comme du pain complet, et remplacer les céréales raffinées par leur équivalent complet, limiter la consommation de viande et augmenter celle de légumineuses (pois, soja, haricots, pois chiches, lentilles), consommer 250 g de fruits de saison, et une petite poignée de fruits à coque, non salée, comme les noix. Et enfin, limiter au maximum la consommation de boissons sucrées et alcoolisées.

http://bit.ly/424VPc2

COUP D'CRAYON

OLIVIER SAIVE

Les habitants de Sydney font face à un drôle de phénomène depuis quelque temps: des cacatoès, ces oiseaux à la crête érectile proches des perroquets qui vivent en Asie du Sud-Est et en Australie, font la file devant des fontaines publiques. Chacun leur tour, les oiseaux s'agrippent à la fontaine et déclenchent son mécanisme pour boire avant de laisser la place à d'autres. On aurait pu penser que les corneilles ou les corbeaux, les oiseaux les plus intelligents, auraient trouvé le truc avant les cacatoès. Mais la forme particulière des pattes de ces derniers leur donne, semble-t-il, un avantage dans la manipulation des fontaines. Et ils le font savoir ! Le comportement se répand dans les banlieues de Sydney à mesure que les oiseaux se refilent le tuyau... d'arrosage !

https://www.youtube.com/watch?v=6Tt-yLnZ34s

WALL'INNOVE TOUR: arrêt **sur** Community Europe

TEXTE : JACQUELINE REMITS • JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE
PHOTOS : JANNOON028/FREEPIK + PHOTOMONTAGE (P.12), ©COMMUNITY EUROPE (PP.12-13)

COMMUNITY EUROPE S.A

CARTE D'IDENTITÉ

CRÉATION: 2000

SIÈGE SOCIAL:
Rue du Polissou, 17
5590 Achêne

SECTEUR D'ACTIVITÉS:
Fabrication et vente de matériel de sonorisation

MEMBRES DE L'ÉQUIPE:
12

CONTACT:
083 21 80 54

sales@audiofocus.eu
www.audiofocus.eu

Il était une fois...

Une success-story née d'une passion. En 1998, Ann Leroy cofonde avec son frère la sprl *Community Europe* qui deviendra, en 2000, une SA. «*Au départ, avec la première société, nous étions actifs dans la vente en magasin de matériel de sonorisation aux particuliers,* commence Ann Leroy, directrice générale. *À l'époque, on effectuait beaucoup de réparations. Pour le plaisir, on a commencé à créer une petite enceinte qu'on a appelée* Audiofocus. *C'est ainsi que notre marque est née. Avec l'évolution du marché, on s'est mis à en fabriquer et à en vendre de plus en plus.*» Puis le Covid est arrivé. «*En 2020, on s'est retrouvé à l'arrêt. Comme on travaillait déjà beaucoup à l'export et qu'en Chine, le Covid est arrivé avant chez nous, on a pu recommencer à vendre en Chine.*»

De 2001 à 2010, la société évolue, d'abord en vendant essentiellement au Benelux, puis en France dès 2008. Entre-temps, un premier bâtiment est loué à Ciney. Les affaires marchant bien, l'entreprise grandit, le bâtiment à côté est loué, un étage est ajouté. Comme cela ne suffit toujours pas, pour pouvoir suivre la cadence des commandes, un terrain est acheté dans le zoning industriel d'Achêne pour y faire construire de nouvelles installations. Aujourd'hui, le bâtiment compte 3 000 m² au sol avec des étages, une partie bureaux, une autre pour le stockage et les ateliers de fabrication avec d'imposantes machines pour couper le bois. Comment se passe la fabrication d'une enceinte acoustique ? «*On reçoit des palettes de bois que l'on place sur les machines pour les découper. Les planches sont assemblées, poncées, puis peintes dans notre atelier avec une peinture faite de composants en polyuréthane, très spécifique. Nous travaillons avec la peinture la plus résistante possible, légèrement plastifiée. Enfin, les différents composants sont montés.*»

Pour Ann Leroy, collaborer avec de bons designers est essentiel au succès de l'entreprise. «*Une société italienne avec une trentaine d'ingénieurs dessine tous nos nouveaux produits sur base de nos cahiers des charges. Nous comptons une vingtaine de modèles différents pour répondre au mieux à la demande du marché. Nous réalisons du sur-mesure uniquement pour de très grosses installations car cela demande généralement au minimum un an de recherche. Une enceinte acoustique compte, en effet, de nombreux éléments différents.*»

Des baffles à toute épreuve sont fabriquées à destination du marché professionnel (cafés, restaurants, clubs, discothèques, concerts, festivals…). «*Notre gamme comprend des modèles différents pouvant couvrir un peu toutes les demandes, que ce soit une enceinte à placer dans un restaurant, un théâtre, une salle de concert… Nous travaillons beaucoup à l'export à la demande d'ingénieurs du son, notamment pas mal pour des églises, des lieux fortement sonorisés. Par exemple au Ghana ou dans d'autres pays d'Afrique, l'église est l'endroit où tout le monde se rassemble le dimanche. La sonorisation de l'église est donc très importante. En Belgique, nous avons notamment réalisé une installation pour l'Atomium. Pour sonoriser une salle, les responsables trouvaient intéressant de le faire avec des produits conçus et fabriqués en Belgique. À leur demande, les enceintes ont été peintes dans la couleur extérieure de l'Atomium. C'est notre distributeur belge qui a réalisé la vente. Nous travaillons avec des distributeurs locaux dans chaque pays parce que ce sont eux qui connaissent le mieux le terrain et les habitudes culturelles. On ne va pas pouvoir négocier avec un Australien comme avec un Vietnamien ou un Ghanéen.*»

…l'envie d'innover

En 2020, l'entreprise profite de la période de la pandémie pour avancer et innover avec une nouvelle gamme de produits d'une qualité sonore de très haut niveau. «*Ne connaissant évidemment pas la durée de la pandémie, on s'est donné un gros challenge. J'ai recruté divers talents de haut niveau. Avec l'*Audiofocus V2*, nous avons recréé une nouvelle gamme d'enceintes acoustiques comptant différents modèles.*» La société profite également de cette période particulière pour augmenter son capital avec l'aide de *Namur Invest*. «*Cette entrée dans le capital nous a permis de continuer à développer les produits.*» Elle fait également appel à l'aide de la Région wallonne pour son premier projet de développement de sa nouvelle gamme complète d'enceintes acoustiques haut de gamme. «*Cela nous a permis notamment d'être le plus vert possible. Par exemple, dans une enceinte acoustique, il y a le haut-parleur et des pavillons pour lesquels on utilise souvent des moules pour effectuer des injections de plastique. Mais ces moules coûtent très cher et polluent très fort. Et si on veut changer légèrement l'enceinte, il faut refaire un moule. Nous avons effectué des recherches pour que ces pavillons soient réalisés, en interne, avec des imprimantes 3D. On veille à réduire l'énergie. La Région wallonne nous a accordé des subsides pour la recherche et le développement dans nos systèmes son. Nous sommes passés à une technologie de haut niveau appelée* tetra coil*, soit 4 bobines sur chaque haut-parleur qui permettent de dépenser moins d'énergie pour un même résultat sonore. Le dernier cri pour ce type de haut-parleur.*»

Cette phase de développement de 42 mois, qui a démarré en septembre 2022, se clôturera fin février 2026. «*Grâce à l'aide de la Région wallonne, ces produits sont en développement, mais aboutis. Dans ce dossier de recherche, avec cette nouvelle gamme, on compte 13 modèles différents qui se déclinent en partie, chaque modèle disposant d'environ 4 déclinaisons. Par exemple, certains avec des amplificateurs extérieurs, d'autres avec des amplificateurs déjà placés dans l'enceinte acoustique, etc. Il existe une gamme pour pouvoir mettre l'amplificateur dans un théâtre, une autre qui permet de le poser sous forme d'installation. Différentes déclinaisons sont possibles. Tout n'est pas encore terminé, il y a encore des phases de recherche, mais nous avons commencé à commercialiser quelques produits de notre nouvelle gamme* Audiofocus V2*. Cette aide de la Région wallonne nous a permis de bien avancer.*» Les objectifs sont évidemment de pouvoir prendre davantage de parts de marché avec ces nouveaux produits. «*En Belgique, nous sommes les seuls fabricants d'enceintes acoustiques de ce niveau*», ajoute Ann Leroy.

QUI EST **ANN LEROY,** DIRECTRICE GÉNÉRALE ?

Namuroise d'origine, Ann Leroy effectue ses études secondaires au Collège Notre-Dame de la Paix à Erpent. À l'époque, elle est déjà passionnée d'équitation. Elle entame des études de droit, qu'elle ne terminera pas. Avec son frère, elle ouvre un commerce de matériel de sonorisation pour les particuliers. «*J'ai commencé très tôt dans le business. Dans la maison familiale de maman, on a investi son bureau, puis ses caves, et enfin le premier étage. Cela a duré un an ainsi. Puis, elle nous a gentiment demandé de trouver des locaux ailleurs.*» Quand la société *Community Europe* est fondée en 1998, Ann a 26 ans. «*J'ai appris par moi-même, sur le tas. J'ai suivi des formations en gestion du personnel, des marchandises, en comptabilité… Selon moi, c'est sur le terrain qu'on apprend le plus. Au début, on ne fabriquait pas, on réalisait de la vente. Puis, le business s'est développé, on a engagé quelques vendeurs. À l'époque, il n'y avait pas d'Internet, les gens se déplaçaient pour acheter.*» La suite, on la connaît. Monte-t-elle encore à cheval ? «*J'ai gardé des chevaux pendant très longtemps, mais je ne les montais plus. Je n'ai aucun hobby, je travaille tout le temps. Une chose qui me fait rire, mais quand même… Dans ce milieu, il n'y a que des hommes !*»

Marquage routier : anodin ?

Les marquages au sol, on en voit tous les jours… En ville comme à la campagne, dès qu'on sort de chez soi – en baskets, en talons, en deux-roues ou derrière un volant – ils font partie du paysage. Cela nous paraît tellement naturel et anodin qu'ils en deviennent presqu'invisibles. Et pourtant, ces lignes, triangles, flèches, symboles sont bien loin de l'être ! Preuves à l'appui dans cet article qui met en lumière le marquage au sol… version wallonne

TEXTE : VIRGINIE CHANTRY • VIRGINIE.CHANTRY@GMAIL.COM
PHOTOS: © ILLUSTREZ-VOUS - STOCK.ADOBE.COM (P.12), © SPW-MI (P.13), © 2025 - LUMINOKROM® (P.14), © DAVID PLAS PHOTOGRAPHY (P.15), © VÉLO PI-POP/STÉPHANE HUSSEIN (P.15)

Chaque jour, des milliers d'automobilistes, cyclistes, piétons, transporteurs, conducteurs de bus… ou même de trams (eh oui !) empruntent des routes jalonnées de lignes, de flèches, de zébrures, de pictogrammes. Le marquage au sol est omniprésent, et pourtant, il reste l'un des éléments les plus sous-estimés de notre mobilité quotidienne.

En réalité, ces lignes – la plupart du temps blanches ou jaunes – jouent un rôle bien plus stratégique qu'il n'y paraît. Contrairement aux panneaux de signalisation, parfois masqués, manqués ou ignorés, le marquage au sol constitue le seul équipement routier à se trouver constamment dans le champ de vision du conducteur. Véritable outil de sécurité, de fluidité et de compréhension, il sécurise les déplacements en délimitant clairement les voies, les zones de danger ou les priorités, et régule la circulation en ville, à la campagne et sur les grands axes. Il guide le comportement des usagers: ralentir à l'approche d'une école, respecter un couloir de bus, anticiper un rond-point, appréhender un chantier, rester sur sa voie dans un virage… autant d'actions devenues des réflexes avec l'expérience.

Dans les coulisses

En Wallonie, le SPW Mobilité & Infrastructures, ou SPW MI, orchestre l'entretien et le renouvellement de plus de 7 000 km de voiries régionales. En 2022, quelque 2 000 km de lignes blanches ont été rafraîchis sur le réseau – un travail concentré entre avril et octobre, lorsque les conditions météo sont (censées être) les plus clémentes – et près de 730 km de lignes jaunes ont été posés pour des chantiers temporaires.

Et ce n'est pas une mince affaire: marquer une route demande rigueur et précision. Les équipes interviennent souvent de nuit ou très tôt le matin pour éviter les pics de circulation. Chaque geste compte et la marge d'erreur tolérée se mesure en centimètres. Le tout, dans un environnement parfois risqué, en bordure de routes encore ouvertes à la circulation.

Une vigilance particulière est portée aux zones sensibles: hôpitaux, chantiers temporaires, écoles… autant d'endroits où la lisibilité du marquage peut faire toute la différence pour prévenir les dangers et faciliter la cohabitation. En 2023, la Région wallonne a investi 7 millions d'euros pour renforcer la lisibilité du marquage dans les «zones 30» autour de plus de 750 écoles fondamentales, grâce au déploiement d'un dispositif inédit découpant leurs abords en 3 zones distinctes:

- une **zone d'entrée**, qui marque l'arrivée dans l'environnement scolaire à l'aide d'un pictogramme «école» encadré par une double ligne blanche;
- une **zone de rappel**, jalonnée de carrés colorés espacés et positionnés de manière aléatoire, pour maintenir l'attention des conducteurs;
- et une **zone d'éveil**, plus dense en carrés, située à proximité immédiate des passages pour piétons ou des accès à l'école.

Cette division a pour but de maintenir l'attention des usagers, de les inciter à ralentir et de renforcer la perception de danger dans ces lieux hautement fréquentés.

Côté méthodes, le marquage routier se décline en 4 grands types de produits, chacun adapté à un usage spécifique, avec des avantages et des contraintes que les équipes doivent soigneusement prendre en compte lors des interventions:

- Les **peintures**, appliquées principalement sur le réseau régional secondaire, pour des raisons de coût et de rapidité d'intervention. Elles nécessitent cependant un rafraîchissement annuel.
- Les **enduits à chaud**, sans solvant et très résistants, privilégiés sur les autoroutes et les voies à fort trafic.
- Les **enduits à froid**, issus d'une réaction chimique entre une base et un durcisseur, qui sont utilisés dans des contextes où l'adhérence visuelle et/ou la différenciation est primordiale: pistes cyclables suggérées (ocre ou rouge), carrefours à risque…
- Les **marquages préformés**, produits en usine sous forme de rouleaux ou de feuilles à coller à froid, qui sont souvent utilisés pour les pictogrammes, logos ou symboles.

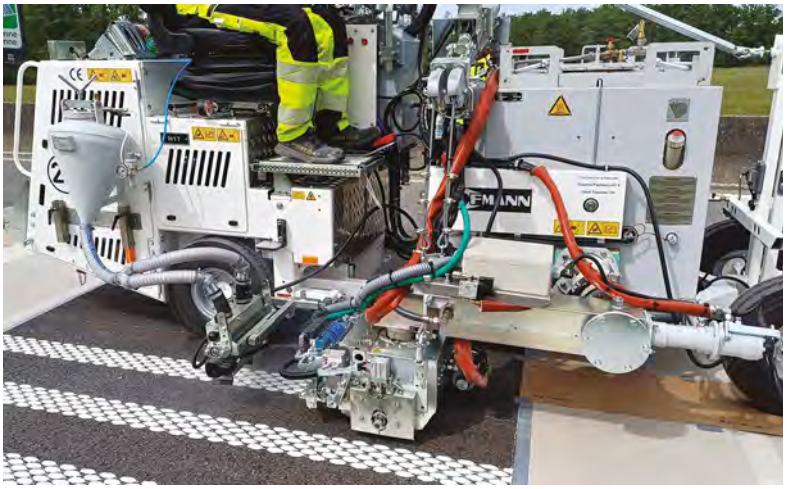
Ces techniques, bien que rodées, doivent aujourd'hui s'adapter aux enjeux environnementaux et aux nouvelles mobilités.

Des technologies en constante évolution

En matière de transition écologique, la Wallonie a fait figure de pionnière. Dès 2019, et dans une optique à la fois environnementale et sanitaire, le SPW MI a généralisé l'usage de peintures à l'eau pour les marquages sur les routes régionales, devenant ainsi la première région d'Europe à imposer cette règle après les pays scandinaves – une initiative saluée jusqu'en France dans la *Revue Générale des Routes et de l'Aménagement*. Contrairement aux peintures à solvant, les peintures à l'eau ne libèrent pas de composés organiques volatils nuisibles pour la santé des ouvriers et l'environnement. Elles n'émettent que de la vapeur d'eau lors de leur séchage. Depuis le 1er janvier 2023, la mesure a été élargie et s'applique désormais aussi aux marquages à rafraîchir, ce qui représente environ 80% des interventions sur le réseau régional. Et cette règle s'applique aussi aux communes pour tout chantier subsidié par la Région.

Invisible pour beaucoup, essentiel pour tous: le marquage routier façonne nos déplacements, entre rigueur, innovation, sécurité et enjeux environnementaux.

Bien sûr, cette évolution ne va pas sans contraintes. Les machines de marquage doivent être adaptées et les conditions d'application sont plus strictes: une température extérieure d'au moins 10 °C et un taux d'humidité inférieur à 80%. Résultat: les équipes doivent jongler avec les fenêtres météo favorables, en début et fin de saison notamment. Un effort logistique conséquent… mais un vrai pas en avant pour des routes plus saines, durables et responsables. Et ce souci environnemental ne



Application d'un thermoplastique structuré à Baillonville, près de Dinant.

Marquage *LuminoKrom®* de la bande centrale en pointillés pour renforcer la visibilité d'un aménagement cyclable non éclairé, à Saint-Servais (Namur).

se limite pas à la peinture. Dans notre contrée, certaines industries produisent des microbilles de verre, utilisées pour assurer la rétroréflexion des marquages, à partir de verre recyclé provenant par exemple de bouteilles d'eau bien de chez nous et d'une marque emblématique de soda. Ces sphères minuscules d'à peine quelques dixièmes de millimètre sont généralement saupoudrées sur le produit de marquage au moment de son application *(voir photo de titre p. 12)*. Grâce à l'effet combiné des billes qui concentrent la lumière et du pigment blanc contenu dans la peinture de marquage, la lumière des phares est efficacement renvoyée vers le conducteur, garantissant une visibilité accrue de nuit ou par faible luminosité.

Innovation dans le noir

Poussant plus loin l'idée de sécurité nocturne, la Wallonie a accueilli, à l'été 2020, le test grandeur nature d'un revêtement inédit, financé par son fabricant. Une peinture photoluminescente, baptisée *LuminoKrom®*, a été appliquée sur une portion non éclairée de la ligne 142 du RAVeL (Réseau Autonome des Voies Lentes qui regroupe les voies vertes aménagées sur d'anciennes lignes ferroviaires ou le long de canaux, réservées aux mobilités douces comme les piétons et cyclistes) entre Frizet et Saint-Marc, sur l'axe reliant Namur à Jodoigne *(voir photo ci-dessus)*. Développée en 2018 par l'entreprise bordelaise *OliKrom*, spécialisée en matériaux intelligents, cette peinture offre jusqu'à 10 h de visibilité autonome dans l'obscurité pour sa version vert amande, contre 6 h pour les versions jaune ou blanche. Résistante et simple à appliquer, elle contribue aussi à réduire la pollution lumineuse. Le secret ? Des pigments qui absorbent les UV, qu'ils proviennent de lumière naturelle ou artificielle, les stockent puis les restituent constamment dans le spectre visible – y compris dans l'obscurité la plus complète. C'est ce phénomène physique, la photoluminescence, qui permet au marquage de rester visible même de nuit de manière durable et plus éco-responsable. À noter que 10 min suffisent pour recharger les pigments, ce qui permet au système de fonctionner même en sous-bois ou sous la grisaille. Et plus il fait noir, plus le marquage est performant - au point que la pleine lune en atténue parfois l'éclat.

Une Analyse du Cycle de Vie (ACV) **(1)** a montré qu'1 km d'éclairage classique par poteaux électriques équivaut à 54 km de balisage par plots solaires et à… 184 km de balisage en *LuminoKrom®*, pour un impact environnemental nettement moindre. Bien que jusqu'à 20 fois plus chère que la peinture classique pour marquage au sol, cette solution reste au moins 10 fois moins coûteuse que l'éclairage public. Cependant, même un très bon marquage photoluminescent ne remplacera jamais un éclairage public ni un éclairage intégré au véhicule. C'est d'ailleurs pour cette raison que le test initié en Wallonie ne sera pas prolongé: il a été décidé de privilégier l'éclairage classique. Depuis l'essai belge, les applications de *LuminoKrom®* se sont largement internationalisées: du Québec à la Colombie, en passant par le Burundi, la Suisse, la Malaisie ou encore l'Australie.

Enjeux futurs

Bien sûr, cet article est loin de couvrir toutes les solutions existantes, qu'elles soient déjà déployées ou encore en phase de test. Demain, le marquage routier devra répondre à des défis toujours plus complexes: durabilité renforcée, meilleure lisibilité de nuit ou par mauvais temps, adaptation à la mobilité autonome et cohabitation accrue entre modes de transport. Les matériaux évoluent, et déjà se dessinent les marquages dits «connectés», intégrant capteurs ou encres intelligentes, capables d'interagir avec les véhicules autonomes. Comme quoi, même une ligne blanche peut tracer la route du futur.

(1) Une ACV permet de déterminer les impacts environnementaux (utilisation des ressources naturelles, production de déchets, émissions de CO_2, consommation d'énergie…) d'un matériau ou d'un dispositif, depuis l'extraction de ses matières premières jusqu'à la fin de sa vie.

FOCUS TECHNIQUE EN 3 QUESTIONS

Pour en savoir plus, nous avons posé quelques questions à Gauthier Michaux, ingénieur des ponts et chaussées au SPW MI.

En quoi consiste votre travail au sein du SPW MI ?

Je suis ingénieur à la Direction des Techniques routières et notamment chargé de l'élaboration des exigences techniques relatives aux produits de signalisation: marquages routiers (signalisation horizontale), panneaux (signalisation verticale) et signalisation de chantier. À ce titre, je coordonne le groupe de travail chargé du chapitre «Signalisation routière» du Cahier des Charges Type (CCT) Qualiroutes (référentiel technique utilisé en Wallonie pour encadrer les travaux de voirie). Nous nous réunissons plusieurs fois par an afin de faire évoluer les textes techniques.

Je réalise également des visites d'inspection chez les fabricants de marquages et de panneaux, en Wallonie et dans le nord de la France. Par ailleurs, je suis chef de projet du site d'homologation des marquages à Baillonville, où nous effectuons des contrôles de performance (rétroréflexion, luminosité de jour, couleur et rugosité) sur les marquages. Nous procédons aussi à des mesures (rétroréflexion et couleur) sur les panneaux routiers – que ce soit sur route, sur chantier, en usine ou dans les stocks. Enfin, j'assure aussi la gestion du site «Qualité & Construction» du SPW MI, qui centralise les documents de référence liés à Qualiroutes et à ses rubriques connexes.

Comment se déroule concrètement votre travail au quotidien ?

Comme tous les membres du Département, j'interviens en tant qu'expert technique pour appuyer les Directions territoriales du SPW MI (Liège, Verviers, Namur, Arlon, Ottignies, Charleroi et Mons). Cet accompagnement est particulièrement important dans des domaines sensibles comme les ponts, les barrages ou les portes d'écluse. Concrètement, j'analyse les fiches techniques qui me sont transmises: je vérifie que les produits sont certifiés, homologués, associés au bon matériau de saupoudrage, ou encore que la résistance du support d'un panneau est adaptée à la surface du signal. Je réponds également à des demandes ponctuelles venues du terrain: comment retirer un marquage mal appliqué ? Un marquage semble glissant, comment le vérifier ? Le film rétroréfléchissant d'un panneau paraît non conforme, que faire ? Un travail à la fois technique, réactif et ancré dans les réalités du terrain.

TECHNO-ZOOM

La société orléanaise *Pi-Pop* a mis au point un vélo à assistance électrique reposant sur des supercondensateurs. Contrairement aux systèmes classiques de stockage d'énergie, ceux-ci sont fabriqués à partir de matériaux recyclables et ne contiennent pas de lithium. Pas besoin de prise de courant ni de batterie amovible: l'énergie mécanique du cycliste est stockée puis restituée pour lisser l'effort, notamment au démarrage ou en montée. Résultat: une assistance immédiate, sans surchauffe, une autonomie illimitée et une durée de vie d'environ 15 ans – supérieure à celle des batteries classiques. Cette technologie ouvre la voie à une électromobilité plus durable, sans dépendance aux matériaux critiques comme le lithium. Collectivités et entreprises y voient une alternative plus verte, plus pratique et plus économique.

PLUS D'INFOS

Quelles conditions doivent être réunies pour qu'une innovation puisse être testée et, éventuellement, adoptée à grande échelle sur les routes wallonnes ?

Dans un premier temps, un chantier expérimental peut être réalisé sans exigences trop strictes, afin d'évaluer le produit en conditions réelles. Mais si une généralisation est envisagée, il doit répondre aux mêmes critères techniques que les produits traditionnels de sa catégorie comme repris dans le CCT Qualiroutes. En ce qui concerne le marquage routier, le produit doit être préalablement homologué sur le site dédié de Baillonville, disposer de fiches techniques validées par un organisme de certification, et faire l'objet d'inspections régulières en usine (au minimum 2 fois par an). Lorsqu'il s'agit d'un produit ne figurant pas encore dans le CCT Qualiroutes, un cahier spécial des charges peut être établi pour autoriser son test en conditions réelles sur un chantier spécifique. S'il s'avère concluant, il pourra ensuite intégrer le CCT. Et de manière générale, tous les travaux routiers sur le réseau régional ou communal doivent faire l'objet d'un marché public, conformément à une législation stricte.

PROPOS RECUEILLIS PAR VIRGINIE CHANTRY • VIRGINIE.CHANTRY@GMAIL.COM
PHOTOS: L. ELOY (P.16), P. CARLOT (P.17)

L'ADN de… Aude ELOY

Flûtiste

Recto

Flûtiste, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ?

J'ai commencé la musique à l'académie à 7 ans. Vers 12 ans, j'ai rejoint la fanfare du village et découvert le monde des concerts. Après une période difficile, j'ai failli arrêter la flûte. Mais une nouvelle professeure m'a redonné l'envie de jouer et je l'ai suivie dans une autre académie pour approfondir mes compétences. En rhéto, elle m'a proposé de la remplacer à l'école de musique, estimant que j'avais le niveau. Je me suis retrouvée à enseigner tout en étant encore élève… Une révélation ! J'ai découvert le plaisir de transmettre, d'aider à se dépasser et j'ai su que je voulais en faire mon métier. La musique est alors devenue mon quotidien.

Comment devient-on flûtiste et réparatrice d'instruments à vent ?

Plusieurs voies existent pour devenir musicien: écoles de musique de fanfare, structures privées, académies ou conservatoires. Pour en faire son métier, il faut apprendre le solfège - pour mettre des mots sur ce que l'on entend - et réussir le concours d'admission dans une école supérieure de musique. Il y en a 4 en Fédération Wallonie-Bruxelles: les Conservatoires royaux de Bruxelles, Liège, Mons et l'IMEP à Namur. Le parcours dure de 3 à 5 ans. J'ai choisi l'IMEP pour la solidité de son enseignement et parce que je souhaitais apprendre auprès de Denis-Pierre Gustin, flûte solo de l'Orchestre National de Belgique. Plus tard, confrontée aux petits soucis mécaniques des instruments de mes élèves, j'ai voulu me former à la réparation. En Belgique, il n'existe aucun diplôme officiel. En Europe, seules 3 écoles proposent ce type de formation: une en Allemagne, une en Angleterre et une en France. J'ai choisi l'ITEMM au Mans, d'abord pour la langue, mais surtout parce que c'est la seule école qui forme à la fois aux cuivres et aux bois.

Vous exercez actuellement en tant que gérante d'un atelier de réparation d'instruments à vent, quelle est votre journée-type ?

Ma journée de travail débute par le relevé des contacts clients - ce qui prend du temps avec tous les canaux de communication actuels. J'enchaîne ensuite avec les réponses aux messages et le suivi des commandes chez les fournisseurs. Puis vient le travail en atelier à proprement parler, avec les entretiens, réparations ou dépannages des instruments.

Quels sont vos rapports avec la science ?

Je m'intéresse à l'acoustique des instruments de musique. Je suis fascinée par la manière dont se forme le son d'une trompette, d'une clarinette, d'une flûte… Cela dépend de la perce (la forme intérieure de l'instrument) et du mode de production du son: vibration des lèvres pour une trompette, anche (languette fine et souple placée dans l'embouchure de certains instruments à vent) simple pour une clarinette, double pour un hautbois, ou biseau pour une flûte. Ce qui m'épate encore plus, c'est que ces seuls paramètres suffisent à créer la signature sonore d'un instrument, peu importe le matériau utilisé. Le fonctionnement du corps humain dans la pratique musicale me passionne aussi. Sans un certain confort, une posture adaptée et une oreille

sensible, il est difficile de jouer avec plaisir. Pour moi, il est d'ailleurs essentiel d'expliquer pourquoi une position peut être améliorée.

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

Je dirais la nécessité d'être à la fois flexible et excellente dans les différentes tâches allant de pair avec le statut d'indépendante: gérer l'administratif, la communication, le stock, les réparations... Tout cela sur une seule et même journée, ce n'est pas toujours simple.

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

Réussir à gérer une entreprise seule depuis 10 ans et satisfaire de grands professionnels de la flûte lors de l'entretien ou du dépannage de leur outil de travail. Ce sont des instruments de pointe, et leurs propriétaires - rarement des amateurs - ont des exigences très élevées, justifiées par le nombre d'heures de pratique quotidienne.

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

Pour apprendre la flûte, je recommande de suivre un professeur à la fois bienveillant et exigeant. Le monde de la musique n'est pas toujours tendre, souvent traversé de jugements subjectifs qu'il faut apprendre à comprendre pour pouvoir les accepter. La musique est indissociable des émotions, qui doivent être en harmonie pour que la magie opère. Pour la réparation, je conseillerais, comme je l'ai fait, d'aller à l'ITEMM au Mans. C'est selon moi la meilleure façon de se former sérieusement au métier de réparateur·rice d'instruments à vent, avec un diplôme à la clé. En Belgique, il existe peut-être une possibilité via l'IFAPME avec un patron reconnu comme «artisan certifié», mais ce parcours ne comprend pas de cours théoriques spécifiques à la facture instrumentale.

Aude Eloy

ÂGE : 38 ans

LIEU DE NAISSANCE : Namur

LIEU DE RÉSIDENCE : Mettet

PROFESSION : Professeure de musique, de flûte traversière et réparatrice d'instruments de musique à vent

FORMATION : Double master en musique finalités spécialisée et didactique à l'IMEP (Institut Royal Supérieur de Musique et de Pédagogie, Namur), CAP d'assistant technicien en instruments à vent, brevet des métiers d'art de technicien en instruments à vent à l'ITEMM (Institut Technologique Européen des Métiers de la Musique, Le Mans)

MAIL : **aude.eloy@gmail.com**

SITE INTERNET : **ateliermusicae.be**

Verso

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

Merci, mais... j'en ai déjà 3 que j'adore et que je pratique chaque semaine ! (rires)

Je vous offre un super pouvoir...

Celui de me multiplier: une Aude pour l'administratif, une pour le service clientèle et une dernière derrière l'établi. Vous me vendez du rêve, là !

Je vous offre un auditoire...

J'y explique la conception et l'utilisation de la flûte aux futurs professionnels. Comprendre comment fonctionne un instrument permet d'en accepter les contraintes et aide à anticiper les problèmes dans sa propre pratique et dans celle de ses élèves. Mettre un instrument mal réglé entre les mains d'un musicien, c'est lui ouvrir la porte aux frustrations ou aux mauvaises habitudes... le chemin le plus court vers l'abandon.

Je vous offre un laboratoire...

J'y analyserais les métaux utilisés pour la fabrication des flûtes. Cela me permettrait de comprendre pourquoi certaines vis s'altèrent plus vite, ou pourquoi certaines flûtes s'oxydent dans des conditions où d'autres résistent. Je chercherais aussi à comprendre pourquoi un nombre croissant de musiciens rencontre des problèmes d'oxydation excessive sur leurs instruments. Depuis mon installation en 2015, j'ai constaté une nette hausse de ces cas, toutes marques confondues – surtout pour ceux contenant de l'argent. Pourquoi certains matériaux s'altèrent-ils plus vite que d'autres dans certaines conditions ? Est-ce hormonal, environnemental ? Il me manque encore des données pour comprendre ce phénomène, et cela me frustre !

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

Un étui à instruments de la marque normande BAM: un objet qu'on choisit pour son design et la protection qu'il offre à l'instrument. BAM allie matériaux nobles et sécurité: fermoir à serrure, calage antichoc, régulation de l'humidité... Cerise sur le gâteau: l'étui est réparable via un revendeur agréé.

Je vous offre un voyage...

Aux États-Unis, dans le Massachusetts, pour visiter 3 usines de flûtes renommées: Brannen Brothers, Haynes *et* Verne Q. Powell. *Ces manufactures sont réputées pour leurs flûtes traversières haut de gamme, alliant matériaux précieux et mécanismes de pointe.*

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

Je me rendrais dans l'Allemagne du 19e siècle pour rencontrer Theobald Boehm, l'inventeur de la mécanique moderne de la flûte traversière.

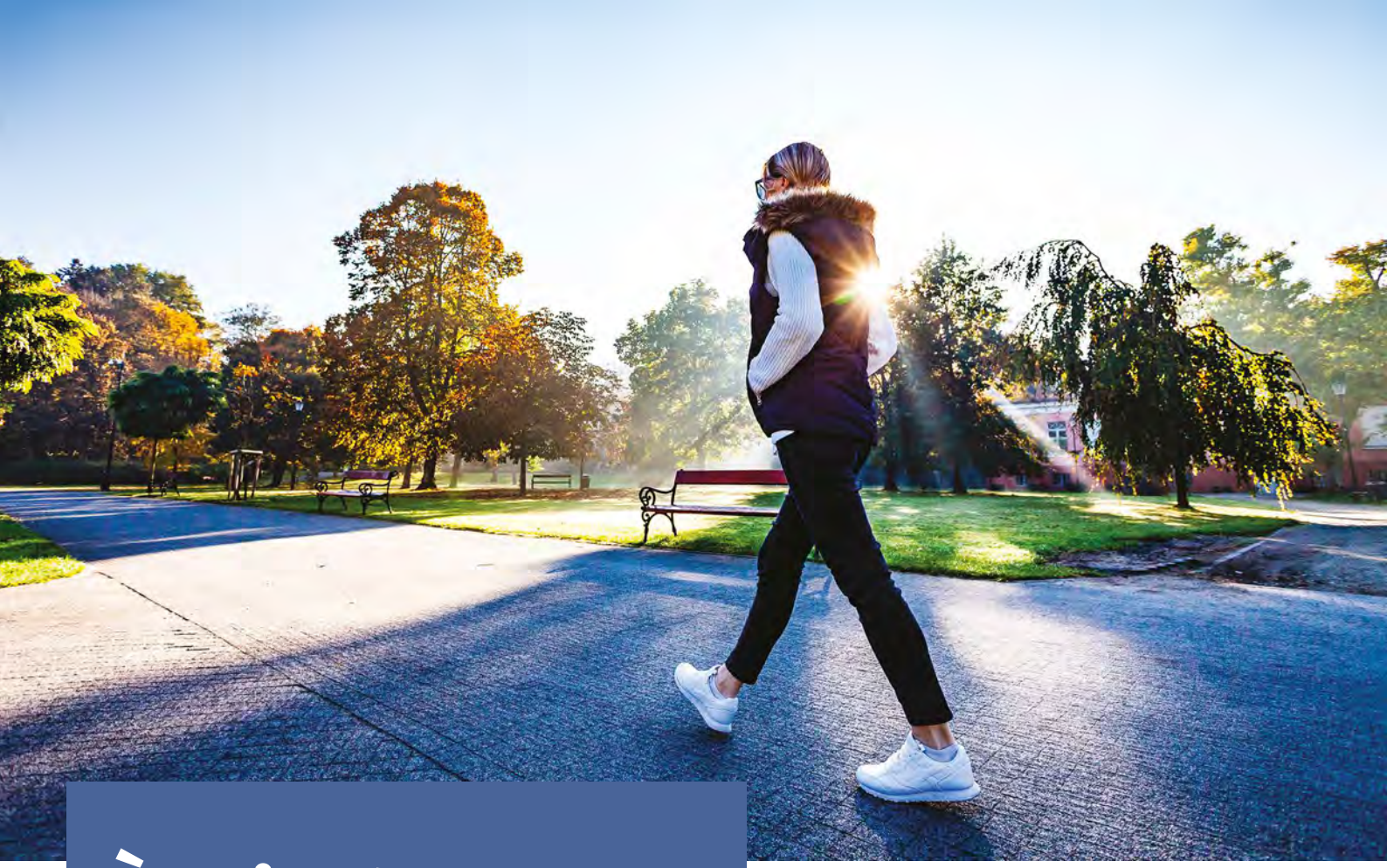
La question «a priori»: réparer des instruments à vent, c'est juste du bricolage, non ?

Sans réelle formation, bon nombre de réparateurs sont effectivement des bricoleurs. Ils règlent un problème sur le moment, mais sans anticiper les défaillances liées à l'usure naturelle de l'instrument. Quand je suis confrontée à une difficulté, je dois souvent chercher la meilleure solution et faire preuve de créativité face à des situations inédites. Enfin, mon dernier diplôme est un Brevet des Métiers d'Art, et je suis reconnue comme artisan par le SPF Économie depuis 2018... La boucle est bouclée !

En savoir +

https://www.imep.be

https://itemm.fr/itemm



À pied !

Dans nos quotidiens sédentaires, la marche est devenue une activité souvent marginale. Pourtant, marcher permet de rester en bonne santé, de se déplacer sans polluer mais aussi de soigner son mental et ses capacités de réflexion. C'est aussi la forme de mobilité active accessible au plus grand nombre, d'où la nécessité de lui rendre une place de choix dans nos villes

TEXTE: JULIE LUONG • JULUONG@YAHOO.FR
PHOTOS: © JACEK CHABRASZEWSKI - STOCK.ADOBE.COM (P.18), © DEAGREEZ - STOCK.ADOBE.COM (P.19), © GEBER86 - STOCK.ADOBE.COM (P.20), © MASAKAZU TOKASHIKI - STOCK.ADOBE.COM (P.20), © EUNGCHOPAN - STOCK.ADOBE.COM (P.21)

Quand on pense «marche», on pense souvent trek, nature et grands espaces. Pourtant, avant d'être un sport, un loisir et une forme d'évasion, la marche est un moyen de déplacement. «*L'intérêt pour la marche, soutenu par l'idée que la ville est polluée et qu'il faut se ressourcer dans la nature, est d'abord un intérêt très bourgeois, qui remonte au 18e siècle*, explique à *Athena* Claire Pelgrims, chercheuse en urbanisme et spécialiste des mobilités de l'ULB. *Tout un discours s'est donc développé autour de la marche en lien avec le rapport à l'environnement et le plaisir physique: un discours que l'on retrouve aussi autour de la pratique du vélo. Mais au fond, il y a très peu d'intérêt pour la marche utilitaire.*»

Pour de nombreuses personnes, la marche n'en demeure pas moins une contrainte quotidienne, notamment pour se rendre au travail, à l'école, ou rallier un arrêt de bus, de tram ou de métro. «*Certaines personnes ne sont pas bien connectées en transports et parcourent donc chaque jour à pied des distances importantes, mais c'est une pratique totalement invisibilisée. Ces marcheurs du quotidien ne se perçoivent d'ailleurs pas forcément comme des marcheurs*», poursuit la chercheuse. Là où rouler à vélo fait de vous un «cycliste», marcher est souvent perçu comme une activité «banale» qui ne peut servir à se définir, à connoter un style de vie ou à se fédérer avec d'autres. «*Non seulement les cyclistes, qui sont souvent issus de classes plutôt favorisées, se mobilisent entre eux mais ils sont*

aussi plus identifiables par la recherche. Il y a dans le vélo une logique de trafic assez similaire à celle de la voiture, tandis que le piéton demeure insaisissable», précise Claire Pelgrims.

Piéton consommateur

Il faut dire que dans les villes, le piéton a longtemps été perçu avant tout comme un consommateur. «*Dans les années 60, les politiques de piétonisation des centres-villes européens se sont développées en lien avec le commerce*, développe la chercheuse. *Il y a donc des enjeux de captation, d'immobilisation des piétons: la ville est conçue pour que le piéton s'arrête.*» Il faut attendre les années 90 pour que, face à l'usage massif de la voiture, les politiques urbaines commencent à considérer la nécessité d'améliorer la qualité des parcours piétons en tant que tels. «*Dans les années 2000, ce sont les enjeux environnementaux qui prendront le relais dans les discours autour de la mobilité active*», ajoute Claire Pelgrims. Alors que de nombreuses villes européennes se sont désormais engagées en faveur de la transition écologique, les piétons restent pourtant confrontés à une cohabitation souvent difficile avec les autres usagers de la voirie. «*Les différentiels de vitesse avec les vélos et les trottinettes s'avèrent extrêmement problématiques pour les personnes qui ont des problèmes d'équilibre ou pour qui la marche est un effort*, remarque la chercheuse. *C'est aussi le cas pour les personnes qui circulent avec des poussettes ou qui ont des enfants en bas âges.*» D'où l'agacement réciproque que l'on perçoit souvent chez les piétons, cyclistes et adeptes de la trottinette «*alors que la vraie question, c'est la place que l'on continue de laisser à la voiture et sur laquelle on ne veut pas faire de compromis.*»

Marchabilité

Comme tout mode de déplacement, la marche a en effet besoin d'espaces et d'infrastructures réservées. Une prise de conscience somme toute relativement récente puisque, s'il existe des associations de défense des automobilistes depuis le début du 20e siècle et de multiples associations de cyclistes, il a fallu attendre la crise covid pour que se constituent les premières associations de piétons, au-delà des fédérations de randonnées, dédiées à la marche au long court et/ou en pleine nature. Ainsi du réseau *Walk*, qui milite pour la «marchabilité» des villes européennes. «*Nous avons voulu une association qui s'occupe des piétons dans toute leur diversité*, explique Arne Robbe, responsable de l'association *Walk Brussels*. *On s'intéresse donc à plein de choses qui font que la ville est marchable. Car améliorer la marchabilité, ça ne veut pas seulement dire supprimer une bande de circulation. Il faut aussi une infrastructure accessible, des bancs pour faire des pauses, des toilettes publiques pour pouvoir se mettre en route longtemps, suffisamment d'endroits pour se protéger du soleil quand il fait chaud…*»

Dans son vademecum **(1)**, *Walk* rappelle à ce propos que la marchabilité repose sur la fonctionnalité mais aussi sur la qualité de l'expérience. «*La marche est un mode de déplacement, une*

WALKING THERAPY : EN PROMENADE AVEC SON PSY

Depuis 2004, Dimitri Haikin, psychologue et psychothérapeute, a introduit en Belgique la *walking therapy* et formé quelque 300 professionnels à cette pratique. Le principe ? Plutôt que de rester assis dans une pièce, patient et thérapeute cheminent ensemble dans une forêt, un parc ou au milieu des prairies. Une approche qui s'inspire des bains de forêt japonais, une pratique reconnue pour ses bienfaits sur le sommeil, la concentration, le stress et la santé mentale. Mettre son corps en mouvement dans un environnement apaisant permet en effet de clarifier ses pensées et de stimuler la créativité nécessaire au processus thérapeutique. «*Les patients qui ont essayé la* walking therapy *ne veulent généralement pas revenir aux séances classiques*», raconte Dimitri Haikin. Il faut dire que la *walking therapy* est aussi moins intimidante qu'un face à face en cabinet, où le psy demeure auréolé d'un certain pouvoir symbolique. «*Bien sûr, ce n'est pas parce qu'on sort du cabinet qu'il n'y a pas de cadre*, précise le psychothérapeute. *Je ne me mets pas en bermuda parce que je marche avec mes patients.*» Pour Dimitri Haikin, tout l'intérêt de la *walking therapy* réside aussi dans les événements qui peuvent se manifester lors d'une promenade à l'extérieur, de l'oiseau qui se pose sur une branche au coup de tonnerre. «*Il peut arriver qu'un patient évoque sa difficulté à lâcher prise et qu'il se mette justement à pleuvoir à ce moment-là…*», illustre-t-il. L'imprévu météorologique peut alors «faire signe» pour le patient, lui rappelant qu'on ne peut pas tout contrôler: matérialisée, cette règle universelle est alors intégrée à des niveaux plus profonds.

(1) http://bit.ly/3KF0ATI

LE PROPRE DE L'HOMME ?

Dans son livre *Éloge de la marche* (éditions *Métailié*, 2012), David Le Breton, professeur de sociologie à l'Université de Strasbourg, rappelle que «*la faculté proprement humaine de donner du sens au monde, de s'y mouvoir en le comprenant et en le partageant avec les autres, est née du redressement de l'animal humain il y a des millions d'années.*» En favorisant la libération des mouvements des mains et du visage, la marche bipède a multiplié les capacités de communication de l'humain et contribué au développement de son cerveau. «*Depuis le néolithique l'homme possède le même corps, les mêmes potentialités physiques, la même force de résistance à l'encontre des données fluctuantes du milieu*, rappelle-t-il. *L'arrogance de nos sociétés en prend pour son grade, mais nous disposons des mêmes aptitudes que l'homme de Néandertal. Pendant des millénaires, et encore aujourd'hui dans la majeure partie de la planète, les hommes ont marché pour se rendre d'un lieu à un autre.*»

Le paléoanthropologue Pascal Picq, auteur de *La marche. Sauver le nomade qui est en nous* (éditions *Autrement*, 2015), considère de son côté que la sédentarité constitue un véritable fléau pour l'humanité, non seulement en termes de santé mais aussi de pensée. Citant le cas de Nelson Mandela qui parcourait plusieurs kilomètres chaque jour dans sa cellule, il n'hésite pas à affirmer que ce sont toujours des marcheurs qui ont changé le monde, «*qu'il s'agisse d'évolution ou de révolution*». Il estime ainsi que «*la mise en danger de l'avenir de notre espèce vient moins de toutes les oppressions imposées par les aménagements circulatoires des villes et des campagnes ou des contrôles des machines, que de tout ce qui entrave la marche, trop d'humains ayant déjà sacrifié ce don de l'évolution en ne marchant plus et en se géolocalisant.*»

La sédentarité enferme le corps et l'esprit: à force de rester assis, on perd peu à peu le mouvement, ce précieux héritage de l'évolution.

manière de se rendre du point A au point B. Tout comme pour les autres modes, nous devons donc développer des réseaux et une infrastructure efficace, sécurisée et confortable», explique l'association, estimant qu'on a longtemps «abusé de la flexibilité» du piéton. «*Le piéton a été confronté pendant longtemps à des espaces sans continuité, et a été gêné par des détours et des barrières.*» Dans le même temps, *Walk* rappelle que «marcher, c'est vivre la ville», ce qui implique des interactions sensorielles et sociales avec l'environnement. «*C'est la raison pour laquelle la liberté de mouvement est aussi importante: le plaisir de marcher, c'est également s'écarter de son chemin, faire un pas de côté.*»

Un atout pour la santé physique et mentale

Nombreux sont d'ailleurs les philosophes et écrivains qui ont théorisé le rôle central de la déambulation urbaine dans leur processus créatif et l'élaboration de leur pensée: or, pour que la marche apporte un supplément d'âme au quotidien, il faut être autorisé à faire des détours, à rêvasser, à se laisser guider au hasard des rues… «*Marcher dans la ville peut aussi être une expérience esthétique*, rappelle Claire Pelgrims. *Il y a un rythme de la marche qui permet une attention aux détails de l'environnement, ce qui correspond à l'échelle à laquelle la ville a été conçue. Car la plupart des villes ont été construites à une époque où l'on n'allait pas plus vite que la marche.*» Cette expérience de complicité voire de fusion avec la ville n'est bien sûr possible que si le marcheur se sent en sécurité et non constamment sur le qui-vive. «*C'est uniquement lorsque vous ne devez pas faire attention aux dalles qui se détachent, aux obstacles ou aux voitures que vous pouvez aussi prendre conscience de ce magnifique arbre ou de*

Marcher, c'est aussi s'accorder le droit de flâner, de lever les yeux et de se laisser surprendre par la beauté du monde qui nous entoure.

LA MARCHE, UN ENJEU FÉMINISTE

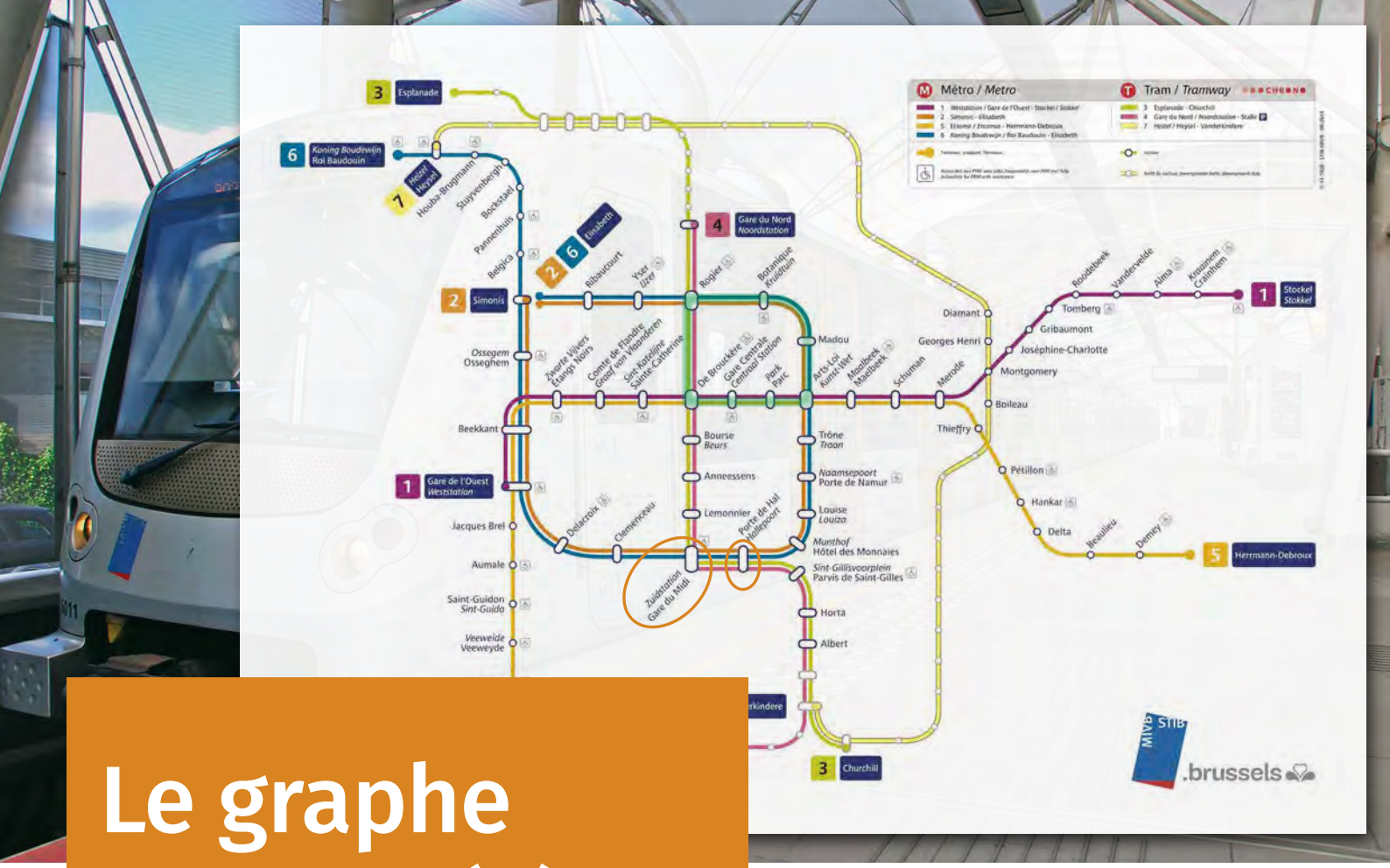
Dans *L'Art de marcher* (*Actes Sud*, 2004), l'autrice américaine Rebecca Solnit - qui a popularisé la notion de *mansplaining* dans son essai *Ces hommes qui m'expliquent la vie* (*Points*, 2021) - parle de la marche comme d'«*une façon de connaître le monde à partir du corps, et le corps à partir du monde*». Elle explique en ce sens que marcher ne relève pas de la même expérience selon que l'on a été socialisé en tant qu'homme ou en tant que femme. De Rousseau à Stevenson en passant par Rimbaud et Baudelaire, nos imaginaires sont en effet nourris par des récits de marcheurs et de «flâneurs» masculins, blancs et éduqués. Or, pour les femmes et les minorités, marcher n'a pas toujours le même goût de liberté. D'abord parce que les femmes, exposées au harcèlement de rue et à une peur plus grande des agressions, se sentent souvent vulnérables lorsqu'elles se déplacent à pied. Quand elles entreprennent de se lancer dans une randonnée au long cours, c'est encore autre chose ! Dans son *Guide féministe de la rando solo* (*Gallimard*, 2025), la journaliste Marie Albert rappelle ainsi combien, pour les femmes à qui l'on a appris à «craindre l'extérieur», marcher seule en pleine nature reste un véritable défi mais aussi «*un moyen d'émancipation, une façon de se réapproprier l'espace public.*» «*Marcher me rend puissante et me donne confiance en mon corps*», résume-t-elle.

cette façade Art nouveau», rappelle l'association *Walk*. Lorsque le fonctionnel permet l'expérience esthétique, il ouvre la porte à la marche comme mode de déplacement «choisi et non subi».

Marcher plus souvent et sur de plus longues distances, c'est aussi s'offrir un moyen simple d'améliorer sa santé mentale et physique. Rappelons en effet qu'aujourd'hui, les Belges de plus de 15 ans passent en moyenne 6 h par jour en position assise, que ce soit derrière un écran ou sur le siège d'une voiture (Enquête de Santé 2018). «*On sait aujourd'hui que marcher non pas 10 000 pas mais déjà 7 000 pas par jour, soit environ 5 km, permet déjà de diminuer considérablement les risques de maladies cardiovasculaires et de maladies respiratoires*», rappelle Arne Robbe. Pour le responsable de *Walk Brussels*, la marche doit aussi être privilégiée en tant qu'elle est la forme de mobilité active la plus accessible, quels que soient notre âge, notre forme physique et nos moyens économiques, là où le vélo demeure réservé à des usagers plutôt jeunes, sans difficultés motrices et dotés d'un certain capital social.

La ville du quart d'heure

Pourtant, aujourd'hui encore, en Wallonie, 17% des trajets de moins d'1 km se font en voiture, et jusqu'à 40% pour les trajets de moins de 2 km ! Pour inciter les citoyens à se déplacer à pied, de nombreuses politiques de planification urbaine travaillent donc aujourd'hui sur le principe de la «ville du quart d'heure» ou «ville des 15 minutes». L'idée est de favoriser la proximité entre l'habitat, les lieux de travail, les écoles, les commerces et les services tels que la poste ou les banques afin de réduire la dépendance à la voiture, y compris pour les personnes âgées ou les enfants. «*Aujourd'hui, très peu d'enfants vont à l'école à pied seuls, alors que cette autonomisation est très importante pour leur développement moteur et cognitif*», souligne en ce sens Arne Robbe. Tout en réduisant les embouteillages et les émissions de carbone, la ville du quart d'heure pourrait améliorer la santé de tous, tout en favorisant les micro-interactions sociales, à l'heure où la solitude est considérée comme un véritable problème de santé publique. Plus facile en effet de parler à un autre passant qu'à un automobiliste ou un cycliste ! «*Bien sûr, concrétiser ces "Villes des 15 Minutes" demande une planification urbaine bien ficelée*, souligne *Tous Piétons*, l'association wallonne chapeautée par *Walk*. *Les autorités locales doivent prévoir des espaces dédiés aux piétons, un réseau de petites ruelles sécurisées et agréables, investir dans des transports publics efficaces, et encourager la mixité dans les quartiers. Le but ultime: rendre la marche, le vélo et les transports en commun plus pratiques que la voiture.*» Pour que marcher ne soit plus jamais une corvée.



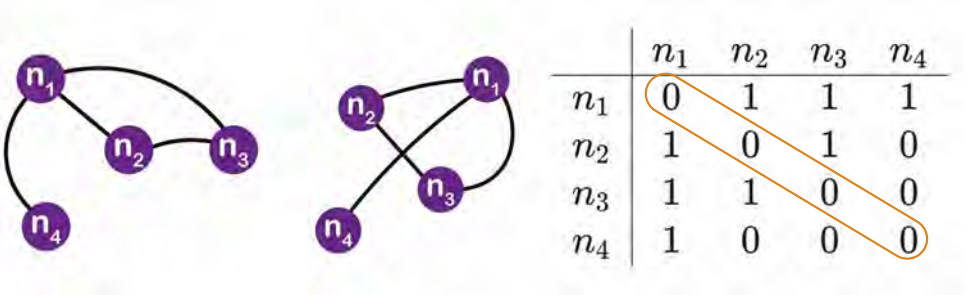
Le graphe le plus célèbre de Bruxelles (ou pas)

Avec ses innombrables stations, la carte du métro à Bruxelles est un superbe exemple de graphe auquel des millions de voyageurs se confrontent chaque année. C'est le graphe le plus célèbre de notre capitale !

TEXTE : NATHAN UYTTENDALE, ALIAS CHAT SCEPTIQUE - CHATSCEPTIQUE@GMAIL.COM
YOUTUBE.COM/CHATSCEPTIQUE
PHOTOS : © STEPHANE MIGNON CC BY 2.0 (P.22)

Ou pas. Car il existe un autre graphe très connu à Bruxelles: l'Atomium ! Le point commun avec la carte d'un métro ? Un ensemble d'objets (appelés des sommets ou nœuds) et des liaisons (appelées arrêtes). L'Atomium est composé de 9 nœuds (8 boules définissant les coins d'un cube + 1 boule au centre) et de 20 liens au total. Dans le cas du métro, si on prend le nœud «Gare du Midi» (entouré en rouge), on constate qu'il y a 8 liens avec ce nœud, dont 4 avec la Porte de Hal (un autre nœud du graphe). Le cerveau humain est aussi un exemple de graphe: un réseau de neurones reliés par des synapses. C'est un très gros graphe: on estime de 86 à 100 milliards le nombre de neurones dans le cerveau humain (en réalité ce nombre varie d'une personne à l'autre mais aussi avec l'âge, rendant difficile de donner un unique chiffre). Quant au nombre de synapses, il a été estimé dans une étude récente à 150 millions dans à peine 1 mm^3 de cerveau (Alexander Shapson-Coe, 2024).

Dans un **graphe**, seuls les nœuds et les liens comptent: la position physique des nœuds n'a en fait aucune importance (*voir Fig. 1*). On peut représenter un graphe sous forme d'un tableau bien rangé dans lequel on va croiser tous les nœuds avec eux-mêmes; pareil tableau est appelé dans le jargon une **matrice d'adjacence** (*voir Fig. 1*). Petite particularité du graphe à 4 nœuds illustré: il possède un cycle, une boucle formée des nœuds 1 à 3. Il y a aussi des cycles dans le graphe du métro bruxellois ci-dessus, par exemple le cycle surligné en vert et composé des stations Rogier, Botanique, Madou, Arts-Loi, Park, Gare Centrale et De Brouckère. Vous devrez changer de ligne à 2 reprises pour parcourir cette boucle, mais il est bien possible de tourner en rond indéfiniment !



	n_1	n_2	n_3	n_4
n_1	0	1	1	1
n_2	1	0	1	0
n_3	1	1	0	0
n_4	1	0	0	0

Fig. 1: Deux **graphes** identiques (seuls les liens et nœuds comptent, pas la manière dont c'est dessiné !) et la **matrice d'adjacence**, indiquant le nombre de liens entre n'importe quelle paire de nœuds. Il y a un lien entre n_1 et n_2 mais aucun entre n_3 et n_4 d'après la matrice. La diagonale descendante de cette matrice est remplie de zéros: un nœud ne fait pas de lien avec lui-même. Mais ce n'est en réalité pas interdit: il suffirait de remplir cette diagonale avec des 1 !

Ton arbre livré en kit à monter

Certains graphes sont très particuliers. Leurs liens sont dirigés, ils présentent un nœud appelé racine de laquelle on ne peut que s'éloigner si on se promène dans le graphe et enfin ils ne présentent aucun cycle. Pareil graphe est appelé un arbre en raison de leur ressemblance avec la végétation dans le monde réel (*voir Fig. 2 ci-dessous*).

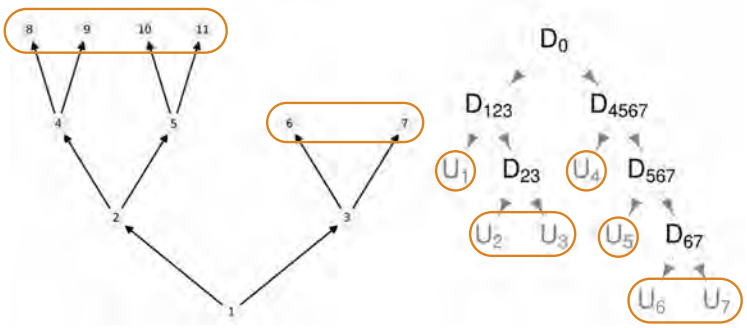
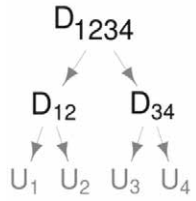


Fig. 2: Deux exemples d'arbres, le second étant représenté à l'envers. Les nœuds 8 à 11 et 6 à 7 du premier arbre sont appelés les feuilles; dans le second arbre, il s'agit des nœuds U_1 à U_7.

Savez-vous ce que je trouve magique avec un arbre ? S'il est livré en kit de sous-arbres sur 3 feuilles, il est possible de reconstituer le «grand» arbre original sur base du kit. Comme un exemple vaut mieux qu'un long discours, voici pareil kit:

Premier constat: il n'y a que 4 feuilles distinctes à travers le kit (les feuilles U_1 à U_4). On peut donc en conclure que le grand arbre n'a que 4 feuilles au total (à moins que le kit soit incomplet bien sûr). Ensuite, que voit-on ? Les feuilles U_1 et U_2 arrivent toujours à être liées ensemble sans devoir remonter jusqu'à la racine. Pareil pour les feuilles U_3 et U_4. Il n'existe qu'un arbre grand avec 4 feuilles qui permet de satisfaire ceci, le voici:



Félicitations si vous avez compris l'idée: c'est ni plus ni moins que l'un des sujets travaillés dans le cadre de ma propre thèse de doctorat (Nathan Uyttendaele, 2016).

Tout arbre avec n feuilles peut être brisé en un ensemble de sous-arbres avec 3 feuilles chacun (1). Tout ensemble (complet) de sous-arbres avec 3 feuilles permet de reconstituer l'arbre plus grand dont l'ensemble est issu (2).

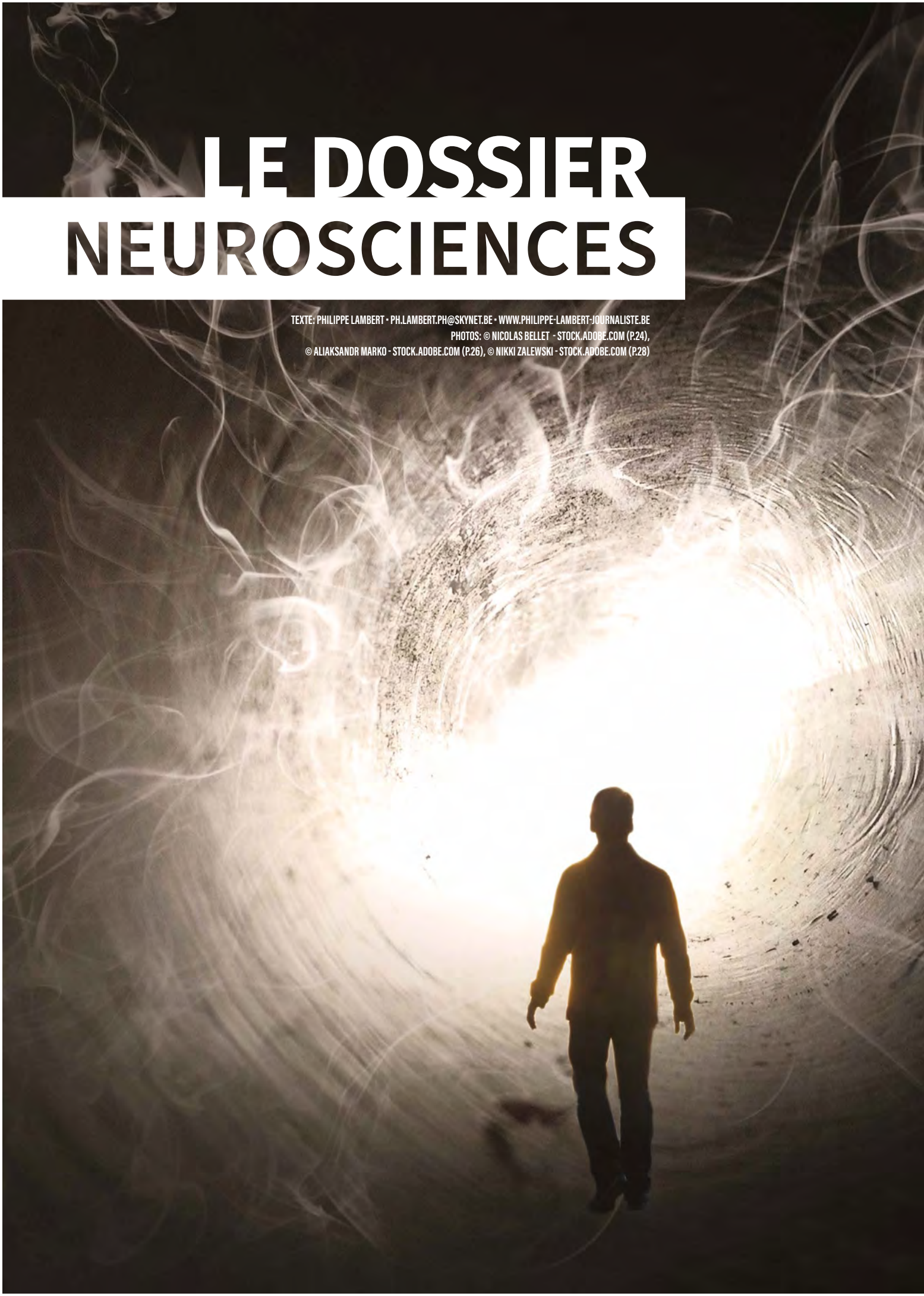
Vous allez me dire, mais à quoi ce résultat peut-il servir ? Plutôt que de vous lister les usages concrets (j'en propose plusieurs dans ma thèse), j'aimerais vous inviter à considérer ceci: pourquoi le moindre sujet mathématique devrait systématiquement avoir une utilité ? Comme en musique ou en peinture, on peut juste aimer la beauté de l'œuvre sans réclamer une utilité autre que le plaisir qu'elle procure à certains et certaines ! Oui, il m'arrive de fantasmer d'un monde où les gens se rendraient les week-ends à l'université comme on se rend au théâtre pour écouter pendant une heure un professeur de maths présenter, en des termes clairs et accessibles de tous et toutes... un joli théorème.

(1) **Il faut envisager toutes les combinaisons de 3 feuilles parmi les n feuilles de départ, ce qui peut très vite donner un kit de sous-arbres de grande taille; pour n=10 feuilles au départ on se retrouve avec un kit de 120 sous-arbres sur 3 feuilles !**

(2) **Un kit (complet) constitué «au hasard de notre imagination» pourrait présenter des contradictions impossibles à réconcilier dans un grand arbre. Le kit est alors dit défectueux.**

LE DOSSIER NEUROSCIENCES

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT • PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE • WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE
PHOTOS: © NICOLAS BELLET - STOCK.ADOBE.COM (P.24),
© ALIAKSANDR MARKO - STOCK.ADOBE.COM (P.26), © NIKKI ZALEWSKI - STOCK.ADOBE.COM (P.28)



Expériences de mort imminente : que dit la science ?

D'aucuns attribuent une explication mystique aux expériences de mort imminente. Mais s'il n'est pas commun d'éprouver des sensations telles que quitter son corps, entrer en relation avec des défunts ou encore avoir une perception altérée du temps, la science montre de manière de plus en plus convaincante que ces expériences hors norme sont le fruit d'une cascade de processus neurophysiologiques et psychologiques

Les expériences de mort imminente (EMI) sont fréquentes, puisque 10 à 20% des personnes ayant survécu à un arrêt cardiaque en rapportent une. De surcroît, d'autres conditions médicales problématiques peuvent leur servir de terreau: des complications durant une anesthésie, une hémorragie, une septicémie… Il arrive aussi que des personnes relatent l'équivalent d'une expérience de mort imminente alors que leur vie n'a pas été en danger. Une syncope, une séance de méditation, la prise de drogues psychédéliques, une forte fièvre ou encore un stress très aigu, comme par exemple lorsqu'on échappe à la noyade, peuvent parfois suffire à générer un tel phénomène. On parle alors de EMI-*like*, mais plus souvent de NDE-*like* (*Near-Death Experiences*) par référence à leur terminologie anglo-saxonne.

Les composantes des EMI sont très spectaculaires. Sur la base de travaux du *Coma Science Group* du *GIGA-Consciousness* de l'ULiège, publiés en 2018 dans *PLoS One*, on peut en énoncer 11: vision d'une lumière, rencontre avec des défunts ou un être mystique, hyperlucidité, narration de scènes, sensation d'être dans l'obscurité, expérience de décorporation (*Out-of-Body Experience* - OBE), impression d'être mort, souvenir d'événements vécus, sensation d'entrer dans l'expérience de mort imminente, sensation de rentrer dans le monde réel au terme de l'expérience, perception altérée du temps. Pour être qualifié d'«expérienceur», c'est-à-dire de personne ayant été confrontée à une expérience de mort imminente, il n'est pas nécessaire d'en avoir vécu l'ensemble des phénomènes caractéristiques, mais un certain nombre d'entre eux.

Dans ces conditions – EMI à géométrie variable –, comment déterminer si un individu est ou non un expérienceur ? Des échelles standardisées ont été élaborées à cette fin. En particulier, l'échelle de Greyson qui repose sur 16 questions relatives à différentes dimensions (cognitive, affective, paranormale…) des EMI. Cette échelle a cependant plusieurs limites que le *Coma Science Group* a essayé de dépasser en proposant en 2020 une «échelle de Greyson revisitée», la *Near-Death Experience Content* (NDE-C) *scale*.

EMI en enfer

L'échelle élaborée en 1983 par le psychiatre américain Bruce Greyson pèche essentiellement à 2 niveaux: elle manque de nuance et elle ne tient pas compte de l'existence d'EMI vécues négativement sur le plan émotionnel *(voir infra)*. Aussi, au sein du *Coma Science Group*, l'équipe de Charlotte Martial, neuroscientifique responsable des recherches sur les expériences de mort imminente, a-t-elle conçu une échelle standardisée comportant 20 questions, avec la possibilité de scores échelonnés de 0 à 4 pour

chacune des réponse fournies. Un score minimum total de 27 sur 80 serait requis pour qu'il y ait eu EMI classique ou NDE-*like*. Dans cette nouvelle échelle, 4 nouveaux items ont été introduits en plus des 16 de l'échelle de Greyson. Ces questions supplémentaires, telles que «*Avez-vous éprouvé un sentiment de non-existence, de vide absolu et/ou de peur ?*», permettent de prendre en considération la présence d'«EMI négatives». En effet, si la plupart des expérienceurs déclarent avoir vécu leur EMI comme un «moment de félicité» et être devenus ensuite moins matérialistes, plus altruistes ou plus empreints de spiritualité, des travaux du *Coma Science Group* portant sur 123 sujets ayant été en proie à une EMI ont montré en 2019 que 14% d'entre eux l'ont mal vécue.

Trois types d'EMI négatives ont été répertoriées, en accord avec les données de la littérature: les EMI inversées, les EMI vides et les EMI infernales. Comme le soulignait Héléna Cassol, première auteure de l'article, les EMI inversées présentent les mêmes composantes que les EMI vécues positivement (lumière, OBE…), mais le ressenti des sujets revêt une forte connotation négative. Les EMI vides, elles, sont caractérisées par un sentiment terrifiant de vide intersidéral, de néant et de solitude absolue. Elles possèdent peu de dimensions communes avec les EMI positives ou inversées. Quant aux EMI infernales, elles sont encore plus terribles. L'expérienceur fait état de rencontres avec des monstres, le diable, etc. Pour lui, c'est l'enfer ! À l'instar des EMI vides, ces expériences comportent peu de dimensions des EMI positives ou inversées. Dans l'étude, les EMI négatives étaient par ailleurs associées à une plus grande proportion d'arrêts cardiaques consécutifs à des tentatives de suicide. «*On peut émettre différentes hypothèses à cet égard*, commente Charlotte Martial. *L'une d'elles est que le contexte de tentative de suicide dans lequel certains expérienceurs ont vécu leur EMI a pu influencer leurs émotions au cours de cette expérience.*» La chercheuse ajoute que l'on recense également des EMI à propos desquelles les expérienceurs relatent la cohabitation d'émotions positives et d'émotions négatives. Et, d'autre part, que certaines personnes éprouvent des difficultés à intégrer dans leur vie quotidienne l'expérience extraordinaire qu'elles ont vécue, quand bien même celle-ci avait été positive. Ce qui amène la neuropsychologue à imaginer l'éventualité d'un suivi, d'un trajet de soins pour aider les expérienceurs en difficulté psychologique.

Le modèle NEPTUNE

On pourrait se demander si les souvenirs d'EMI ne sont pas faux, imaginés. On sait que sur le plan phénoménologique, les souvenirs réels, c'est-à-dire ayant trait à des événements matériellement établis, sont plus riches en détails que les souvenirs imaginés, ceux qui consistent à se rappeler un événement que l'imagination a bâti de toutes pièces – par exemple, la représentation mentale que l'on s'était forgée de vacances futures. Or, dans un article publié en 2013 dans *PLoS One*, les chercheurs du *Coma Science Group* ont montré que les souvenirs d'EMI étaient d'une rare richesse en détails sensoriels, autoréférentiels et émotionnels. Et même d'une richesse supérieure aux souvenirs réels – on pourrait parler d'«hyper-réalité». Cependant, ce constat n'accrédite pas la thèse que les phénomènes rapportés – l'entrée dans un tunnel, une décorporation, une rencontre avec des défunts… – correspondent à des stimuli externes authentiques, mais il souligne l'intensité hors norme des sensations éprouvées.

Les théories explicatives des EMI peuvent être regroupées en 3 catégories: spirituelles, psychologiques et neurophysiologiques. Les premières ne reposent sur aucune démonstration rigoureuse. Les neuroscientifiques rappellent que personne n'a jamais pu mettre en évidence un phénomène conscient sans activité neuronale. Les tenants de l'explication spirituelle affirment que les EMI sont la preuve de l'existence d'une vie après la mort. «*Tout vient d'une confusion entre les concepts de mort cérébrale, où le cerveau est devenu totalement inactif, et de mort clinique, qui se limite à la cessation de la respiration et de la circulation*

sanguine, laissant ainsi encore une chance de récupération», souligne Charlotte Martial. Par définition, les expérienceurs n'ont jamais connu la mort ! D'autre part, la théorie spirituelle fait l'impasse sur la réalité des NDE-*like*.

Il existe plusieurs interprétations psychologiques des EMI, mais elles demeurent des hypothèses. Élaborée conjointement par l'Université de Copenhague et l'Université de Liège, l'une d'elles a été publiée en 2021 dans *Brain Communications*. Elle postule que les EMI pourraient s'inscrire dans une perspective évolutionniste et consisteraient en un sentiment de perte du sens de la réalité, ce qui servirait de moyen de défense psychologique devant une situation critique de mort imminente. En quelque sorte, notre inconscient embellirait la situation pour nier l'imminence de notre disparition et agirait ainsi comme un mécanisme de survie en favorisant adaptation et résilience à des conditions extrêmes. Aux yeux des chercheurs belges et danois, la thanatose, comportement animal souvent appelé «simulacre de mort» (ou «immobilité tonique») et consistant à se figer pour se faire passer pour mort en cas de menace d'un prédateur, pourrait être le fondement évolutif des expériences de mort imminente. Ils suggèrent que l'acquisition du langage a permis aux humains de transformer le processus relativement stéréotypé de la thanatose en perceptions riches constitutives des EMI et partant, de l'étendre à des situations sans lien avec la présence d'un prédateur. D'après les propos de Steven Laureys, c'est peut-être la première fois que l'on peut attribuer un but biologique aux expériences de mort imminente, qui serait le bénéfice de la survie. Nonobstant, 2 questions viennent directement à l'esprit. Comment cette hypothèse est-elle compatible avec l'existence des EMI négatives, où le sujet ne vit pas une «fable» mais plutôt un «cauchemar» ? Et comment l'est-elle avec la réalité des NDE-*like*, où la vie n'est nullement en péril ? «*Nous devrons analyser notre hypothèse sous toutes ses facettes pour évaluer sa compatibilité avec de telles situations*», indique Charlotte Martial.

C'est avec cette vision évolutionniste en toile de fond qu'a été proposé récemment un premier modèle intégratif des EMI qui vise à expliquer leur émergence par une cascade de processus neurophysiologiques et psychologiques concomitants. Baptisée NEPTUNE (*Neurophysiological Evolutionary Phychological Theory Understanding Near-Death Experience*), cette approche, fruit d'une collaboration entre le *Coma Science Group* et des chercheurs internationaux, a été publiée le 31 mars 2025 dans *Nature Reviews Neurology*. Dans ce modèle, les neuroscientifiques émettent notamment des hypothèses sur des caractéristiques spécifiques des EMI. «*Ainsi, nous avons identifié certains systèmes de neurotransmission qui pourraient être associés spécifiquement à l'encodage en mémoire des souvenirs d'EMI, d'autres au sentiment de bien-être, d'autres aux hallucinations visuelles, d'autres encore à l'impression d'hyperréalité…*», commente Charlotte Martial.

Méthodes indirectes

Une étape ultérieure sera d'approfondir le versant neurophysiologique des EMI. Ce dernier est au cœur des théories les plus crédibles à l'heure actuelle. Les mieux assises associent les diverses composantes des EMI (tunnel de lumière, OBE…) à un dysfonctionnement de régions cérébrales spécifiques lors de crises physiologiques aiguës, en particulier une hypoxie résultant d'un traumatisme crânien, de troubles cardiaques, d'une intoxication au monoxyde de carbone, etc. Les faits plaident en faveur de cette hypothèse. Ainsi, en 2002, le neurochirurgien Olaf Blanke et ses collaborateurs de l'hôpital universitaire de Genève ont provoqué une expérience de décorporation (OBE) chez une patiente épileptique en lui stimulant involontairement la jonction temporo-pariétale droite du cerveau. Quelques années plus tard, le même résultat fut obtenu expérimentalement à Anvers et à Genève par stimulation de la même région cérébrale.

UN PENCHANT POUR L'IMAGINAIRE

Le *Coma Science Group* s'est intéressé à un trait de personnalité à propos duquel les chercheurs liégeois ont formulé l'hypothèse qu'il puisse favoriser la production de souvenirs d'EMI. En collaboration avec l'Université de Maastricht, ils ont en effet mené une étude centrée sur la notion de «*fantasy proneness*», une inclination au fantasme et à l'imaginaire. Publiée en 2018 dans *Frontiers in Psychiatry*, l'étude regroupait 228 participants, dont 51 ayant eu une EMI classique et 57 une NDE-*like*. Les 120 autres volontaires constituaient 2 groupes contrôles, l'un composé de personnes ayant connu une situation de danger de mort sans EMI et l'autre, d'individus en bonne santé n'ayant jamais été confrontés ni à un tel danger ni à une EMI. Tous les participants furent soumis à un questionnaire baptisé *The creative experiences questionnaire* (CEQ), une mesure d'auto-évaluation reposant sur 25 items. Il apparut que les sujets ayant relaté une NDE-*like* présentaient une propension plus grande à capturer des états de conscience faisant la part belle à l'imaginaire et au fantasme que les membres des 2 groupes contrôles, mais également que les participants du groupe «EMI classiques». Se pourrait-il dès lors que chez ceux qui se sont trouvés à la lisière de la mort, l'expérience ait été d'une telle intensité que sa remémoration ne nécessitait pas une inclination à pousser les portes de l'imaginaire alors que cette tendance était requise pour se souvenir de NDE-*like* ? La question reste posée.

La recherche des corrélats neuronaux des différentes composantes des EMI est évidemment très ardue, surtout parce qu'elle ne peut s'opérer en situation, c'est-à-dire en temps réel – arrêt cardiaque, traumatisme crânien, hémorragie… D'où le recours à des méthodes indirectes de détection qui font appel à des NDE-*like* induites en laboratoire chez des volontaires.

Dans une expérience conduite à l'ULiège, de jeunes volontaires ont été placés en état de syncope via une hyperventilation induite par des manœuvres de Vasalva **(1)**. Le professeur Thomas Lempert, de la Clinique universitaire Rudolf Virchow à Berlin, avait montré en 1994 que des individus mis en syncope à la suite de telles manœuvres relataient parfois des souvenirs similaires à des souvenirs d'EMI. Lors de l'expérience entreprise à Liège, au cours de laquelle les corrélats neuronaux des composantes d'EMI ont été recherchés par électroencéphalographie à haute densité (256 électrodes), 8 participants sur 22 rapportèrent des souvenirs conformes à ceux d'une NDE-*like* selon l'échelle de Greyson. Qu'observèrent les chercheurs ? Une augmentation, chez ces 8 personnes, de la «complexité cérébrale» (*brain complexity*), laquelle se traduit par des connexions neuronales plus riches et plus dynamiques ainsi que par leur grande diversité architecturale. «*D'autre part*, souligne Charlotte Martial, *nous avons mis en évidence, chez ces sujets, une augmentation des ondes lentes, notamment delta et thêta, dans la zone temporo-pariétale, région que la littérature décrit comme impliquée dans la conscience. En outre, la jonction temporo-pariétale est celle dont la stimulation accidentelle puis expérimentale a donné lieu à des expériences de décorporation. Enfin, la littérature associe les ondes delta et thêta aux expériences subjectives vécues sous drogues psychédéliques*.»

Certaines substances psychédéliques peuvent induire des expériences qui ressemblent à des manifestations d'EMI. L'administration de kétamine ou de DMT **(2)** est régulièrement utilisée en laboratoire comme un moyen de provoquer des NDE-*like*. En 2019, les chercheurs du *Coma Science Group* ont publié un article dans *Consciousness and Cognition*, où, après avoir comparé 165 substances, ils conclurent que les plus propices à induire des expériences phénoménologiques proches des EMI étaient la kétamine, puis la salvia (difficilement exploitable car les sujets à qui elle est administrée croient véritablement mourir), la DMT, la psilocybine et le LSD.

Une des caractéristiques qui ressort souvent de la prise de drogues psychédéliques est que leurs consommateurs font fréquemment une expérience appelée «*ego dissolution*» qui se traduit par un estompage de la frontière entre soi et l'environnement, donc de la perception de soi. «*Or*, rappelle Charlotte Martial, *nombre d'expérienceurs déclarent avoir été connectés à leur environnement, à l'univers, à la nature, parfois à d'autres êtres qu'ils ont pu rencontrer durant leur EMI*.» Quatre-vingts volontaires ayant connu une EMI classique et 20 autres une NDE-*like* ont été soumis à un questionnaire relevant de l'échelle *Ego Dissolution Inventory* (EDI), qui permet de quantifier la dissolution de l'ego. Résultat ? Une corrélation positive entre le score à l'EDI et le score recueilli à l'échelle *Near-Death Experience Content scale* élaborée à Liège en 2020. Autrement dit, plus l'expérience de mort imminente avait été intense dans le souvenir des expérienceurs, plus la dissolution de l'ego l'avait été également. De surcroît, une corrélation du même ordre fut établie entre l'intensité des épisodes rapportés de décorporation et le score à l'EDI.

Par ailleurs, l'hypnose a été employée à Liège par la professeure Marie-Élisabeth Faymonville pour essayer de stimuler chez des expérienceurs une reviviscence des émotions ressenties durant leur EMI. «*Parmi ces volontaires, 2 dames ont expliqué avoir revécu des émotions aussi intenses*

(1) Technique consistant à expirer fortement tout en maintenant la bouche et le nez fermés.

(2) NN-diméthyltryptamine.

que durant leur expérience de mort imminente et, de plus, elles se sont rappelé des détails qu'elles avaient oubliés lors de leur narration initiale, rapporte Charlotte Martial. *Évidemment, on ne saura jamais si ces souvenirs ont été créés pendant l'hypnose ou si celle-ci les a fait remonter à la surface*.»

Reconnexions à l'environnement ?

Des choses troublantes ont été racontées à propos de certaines EMI. Ainsi, d'aucuns affirment que, une fois réanimés, des patients ont pu reconstituer les conversations et les actes du personnel médical occupé à les maintenir en vie et même décrire ce qui s'était passé dans les pièces voisines. Toutefois, la relation de cas isolés pèse de peu de poids en science; la crédibilité passe par la méthodologie scientifique contrôlée et la loi du nombre. Car il faut faire la part du hasard statistique, des interprétations peu rigoureuses et de la fumisterie. On ne peut non plus exclure que des patients aient eu des moments de conscience durant lesquels ils ont été en connexion avec l'environnement, ont vu, entendu ou ressenti des choses alors qu'on les croyait totalement inconscients. Menée sur 2 060 patients entre 2008 et 2012 sous la direction de Sam Parnia de l'Université de Southampton, l'étude multicentrique AWARE apporte de l'eau à ce moulin. De fait, elle concluait que le cerveau humain conserve une activité consciente durant une période évaluée à 3 minutes après un arrêt cardiaque. Cette étude comporte néanmoins des limites méthodologiques. «*Que le cerveau reste actif un certain temps est démontré, mais il est assez hasardeux d'avancer un chiffre concernant la durée de cet épisode*», soutiennent Steven Laureys et Charlotte Martial.

Celle-ci ajoute que son équipe est occupée à mener une étude en salle de réanimation au CHU de Liège. Grâce aux techniques EEG, le but est de déterminer de potentiels moments de conscience chez des personnes considérées comme inconscientes à la suite, par exemple, d'un arrêt cardiaque ou d'une intubation résultant d'une complication opératoire. Comme elle le précise, il est possible également qu'en dehors d'éventuelles reconnexions à l'environnement, des reconstitutions similaires à celles de rêves puissent également être le support d'étonnantes descriptions en lien avec les attentes du sujet, les propos qui lui ont été tenus après son EMI ou encore sa connaissance de l'environnement – tout le monde a déjà vu via les médias, voire personnellement, des salles d'opération, des scènes de réanimation, etc.

Pour certains, les expériences de mort imminente constituent la preuve de l'existence d'une vie après la mort. Quelles que soient les convictions de chacun à propos de l'âme et de l'au-delà, il ne devrait échapper à personne que ce raisonnement est sans fondement. En effet, par définition, aucun de ceux qui ont rapporté un vécu (bien réel) d'EMI n'a connu la mort au moment de cette expérience hors du commun, sinon il n'aurait pu la relater ensuite.

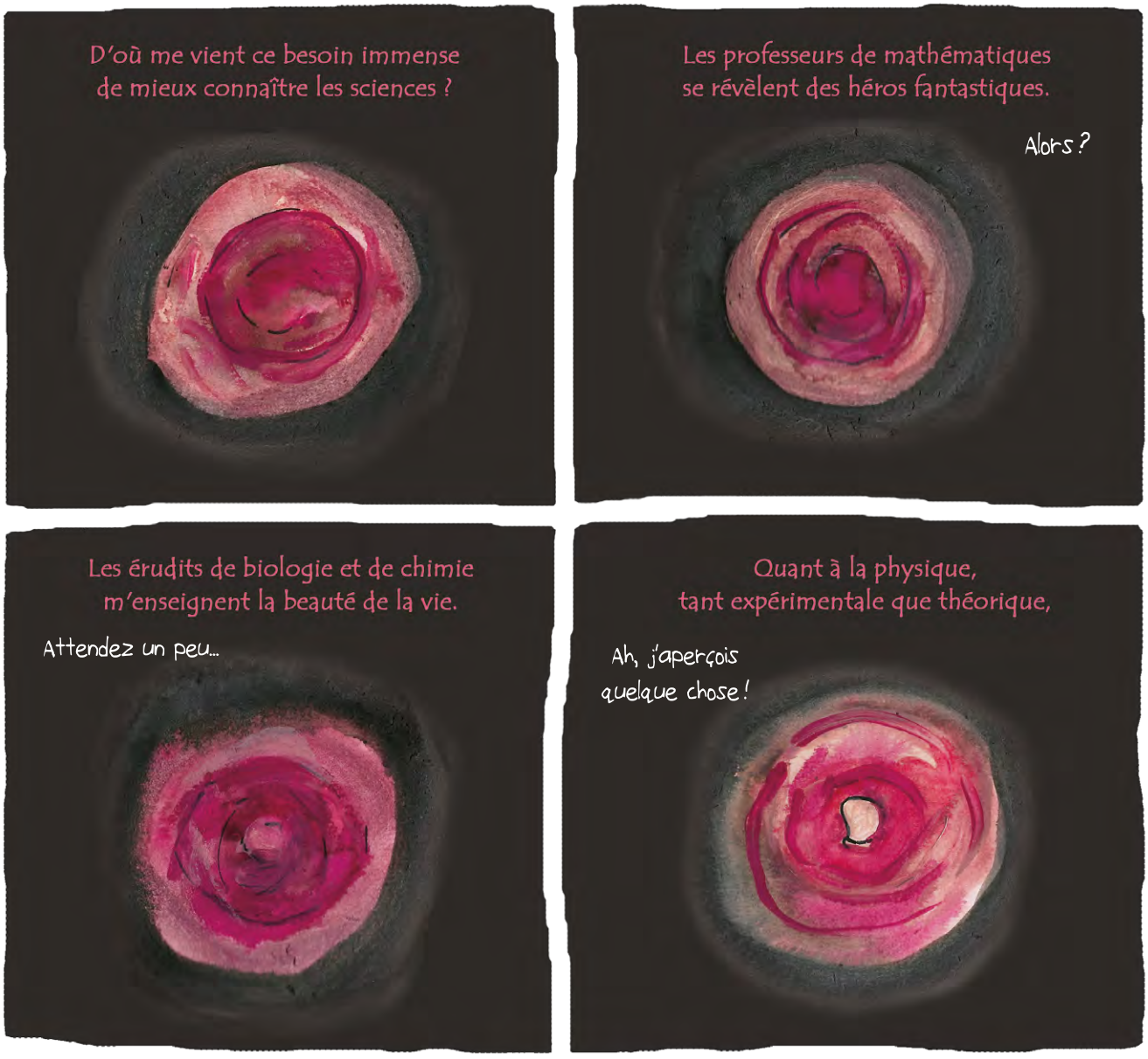
Il existe plusieurs interprétations psychologiques des EMI, mais elles demeurent des hypothèses. L'une d'elles postule que les EMI pourraient s'inscrire dans une perspective évolutionniste et consisteraient en un sentiment de perte du sens de la réalité, ce qui servirait de moyen de défense psychologique devant une situation critique de mort imminente.

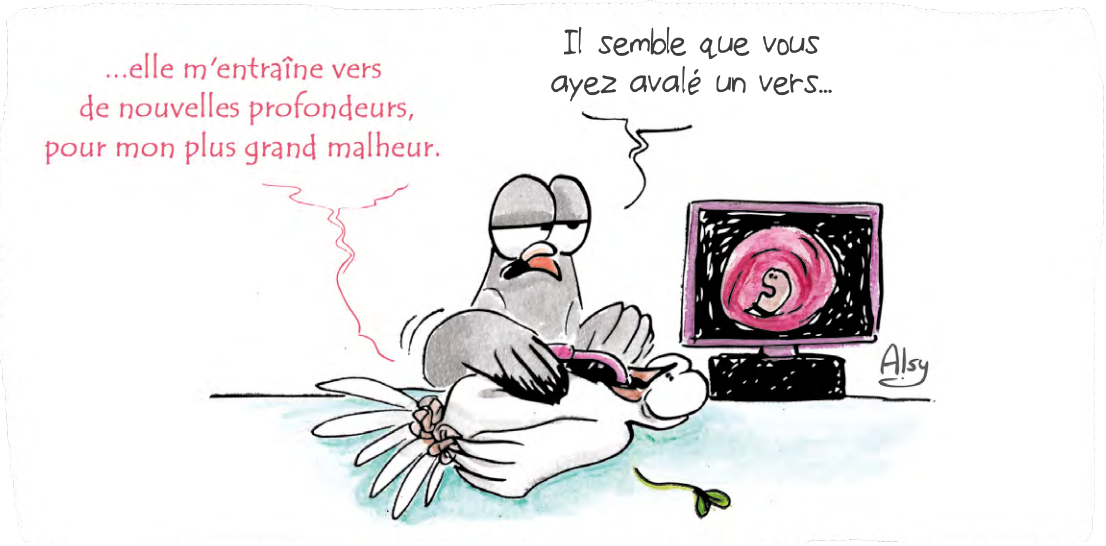
Les tenants de la conception d'une âme extérieure au corps se fondent principalement sur le fait que 80% des personnes ayant connu une expérience de décorporation déclarent avoir assisté, d'une position surélevée, à la scène de leur réanimation. Dans le cadre de l'une ou l'autre recherche, dont l'étude AWARE, des chercheurs eurent l'idée de dissimuler, à proximité du plafond de blocs opératoires, des images invisibles à un patient couché sur la table d'opération. Ils partaient du principe que si elles étaient vues, cela accréditerait l'idée que la conscience est dissociable du corps. Pour l'heure, aucun expérienceur ne put faire état de leur présence. Les neuroscientifiques de l'ULiège veulent néanmoins pousser les investigations plus loin en essayant de tester de façon aussi rigoureuse que possible la réalité des éléments troublants rapportés dans le cadre de certaines OBE. C'est pourquoi ils ont placé des caméras dans la salle de réanimation du CHU de Liège afin de filmer la prise en charge des patients et, moyennant leur consentement, comparer ultérieurement leurs rapports subjectifs de vécu d'OBE ou de NDE avec les images vidéo. Premiers résultats de cette étude en cours attendus dans environ un an. «*À mon sens, s'il devait y avoir concordance entre ces images et les récits subjectifs portant sur des souvenirs de la prise en charge en réanimation, cela ne permettrait pas de conclure que la conscience peut se localiser en dehors du cerveau mais qu'il existe une réalité physiologique permettant au patient de disposer d'un minimum de conscience alors qu'il était jugé totalement inconscient. Un tel résultat remettrait cependant en question toute la littérature scientifique sur la conscience*», conclut Charlotte Martial.

Colombe

©Alsy 2025

POÉSIE SCIENTIFIQUE





CurioKids

Monstres et compagnie

Des yeux qui brillent dans la nuit. Des empreintes géantes dans la neige. Des vagues qui bougent toutes seules dans un lac sombre. Depuis toujours, les humains inventent ou racontent des histoires de créatures bizarres, effrayantes, parfois drôles… mais qui nous laissent toujours une question en tête: et si c'était vrai ?

TEXTE: LAETITIA MESPOUILLE • INFO@CURIOKIDS.NET
PHOTOS: © TINGTING - STOCK.ADOBE.COM (P.31), © VKILIKOV - STOCK.ADOBE.COM (P.33), © SATOKEN - STOCK.ADOBE.COM (P.33)
ILLUSTRATIONS: PETER ELLIOTT

Ce dossier, c'est ton ticket d'entrée dans le club très secret des cryptides: Yéti, Nessie, Chupacabra, Kraken et compagnie. Tu vas frissonner, rire, t'étonner… mais aussi découvrir comment la science mène l'enquête pour différencier les canulars des vrais animaux. Alors accroche-toi: entre mythes, légendes et preuves scientifiques, tu vas entrer dans un bestiaire où la peur et la curiosité avancent main dans la main…

Cryptozoologie: sur les traces des légendes

Tu as déjà entendu parler du Yéti, du Bigfoot ou du monstre du Loch Ness ? Et bien, il existe des passionnés qui passent leur vie à enquêter sur ces créatures mystérieuses. Leur domaine s'appelle la cryptozoologie. Ça veut dire «l'étude des animaux cachés». Ces chercheurs un peu spéciaux ne travaillent pas comme les biologistes classiques. Au lieu d'attraper des animaux dans la nature ou d'étudier leur squelette au musée, ils s'appuient sur… des témoignages, des photos floues, des vidéos étranges, ou encore des **empreintes** dans la neige.

Le mot «cryptozoologie» a été inventé dans les années 1950 par un Écossais, mais c'est un Belge, Bernard Heuvelmans, qui est considéré comme le père fondateur de cette discipline. Son livre *Sur la piste des bêtes ignorées* a donné envie à plein de gens de chercher des créatures encore inconnues.

Un animal étudié par la cryptozoologie s'appelle un **cryptide**. Savais-tu que plus de 300 spécimens ont déjà été répertoriés ? Du monstre marin géant au loup fantôme, un bestiaire incroyable a vu le jour. Certains, comme l'okapi ou le calamar géant, ont fini par être réellement découverts et sont passés dans la «vraie» zoologie. Mais beaucoup restent des mystères… et parfois même des canulars.

D'ailleurs, la cryptozoologie, est-ce une science ? Pas vraiment… La plupart des scientifiques considèrent la cryptozoologie comme une pseudoscience (qui ne respecte pas la méthode scientifique). Pourquoi ?

- Pour survivre, une espèce doit exister en plusieurs individus capables de se reproduire. Or, les observations sont bien trop rares pour que ce soit crédible.
- Aucun vrai spécimen complet (mort ou vivant) n'a jamais été trouvé.
- Certains monstres inventés ne collent pas avec l'évolution connue des espèces.
- Elle se base souvent sur des témoignages ou des preuves trop floues.
- Beaucoup de «preuves» se sont révélées être des canulars.
- Elle ne possède pas d'universités, ni d'instituts officiels.

Les stars des cryptides

KRAKEN: plus calamar que cauchemar

Tu te souviens du film *Pirates des Caraïbes* ? Dans l'un des épisodes, Davy Jones lâche le Kraken et en quelques secondes, ses immenses tentacules désintègrent le bateau de Jack Sparrow. Cet effrayant monstre marin n'est pas qu'une invention de cinéma: il vient d'une vieille légende nordique. Dès le Moyen-Âge, les marins scandinaves parlent d'une bête géante, plus grosse qu'une île, qui avalait bateaux, baleines et marins. En 1861, un capitaine français, Frédéric Bouyer, affirme même avoir croisé le Kraken et en rapporte un morceau à l'Académie des Sciences. Impossible pour les biologistes d'identifier l'espèce. Pourtant la créature existe belle et bien.

Dès 1857, le **zoologiste** danois Japetus Steenstrup décrit officiellement le calamar géant (*Architeuthis dux*) grâce à un spécimen retrouvé échoué sur une plage. Les plus grands calamars découverts mesuraient jusqu'à 13 m de long. Depuis, les études scientifiques menées sur ces céphalopodes ont permis de découvrir d'autres espèces, comme le plus grand calamar au monde, le calamar colossal de l'Antarctique (*Mesonychoteuthis hamiltoni*), qui peut peser jusqu'à 700 kg. Le premier spécimen vivant a été filmé en 2004, mais c'est en 2012 qu'une équipe japonaise capture des images d'un autre spécimen de 8 m de long, à 900 m de profondeur.

Alors, le Kraken existe-t-il ? La science a démontré que les marins s'étaient inspirés d'un animal bien réel pour forger la légende de cette terreur des mers. Un monstre qui a gagné en popularité grâce au livre de Jules Verne intitulé *20 000 lieues sous les mers*. Ce n'est donc pas un monstre qui détruit des navires, mais un vrai animal, avec des yeux gros comme un ballon de foot et des tentacules interminables.

SIRÈNES: quand les marins voyaient flou

Tu connais sûrement la petite sirène Ariel, ou encore les sirènes qui chantent dans *Peter Pan*. Mais dans les légendes anciennes, ces créatures n'avaient rien de gentil: elles attiraient les marins avec leurs voix magnifiques… pour ensuite les faire disparaître sous l'eau. Les premiers récits datent de l'Antiquité. On disait qu'elles vivaient dans les mers sombres, avec un buste de femme et une queue de poisson. Au fil des siècles, des marins jurèrent en avoir vu, surtout en longeant les côtes tropicales.

Mais qu'en est-il ? Accroche-toi, car selon la science, les «sirènes» existent bel et bien… mais ce ne sont pas des créatures magiques ! Au lieu de démontrer l'existence des créatures mythologiques, les scientifiques ont identifié quels animaux avaient pu induire les marins en erreur. Et il s'agit soit du dugong ou du lamantin, de gros mammifères marins herbivores, nageant près des côtes. Vus de loin, en train d'allaiter leurs petits, leurs nageoires pouvaient ressembler à des bras humains. De quoi tromper les marins fatigués, bercés par la houle et les récits mystérieux.

La légende a aussi persisté à cause d'un phénomène très rare: la **sirénomélie**, une malformation génétique où les jambes d'un bébé sont soudées. Ces naissances exceptionnelles, effrayantes pour les gens de l'époque, ont renforcé l'idée que

Le truc de ouf !

Le Squonk qui se dissout en larmes

Le Squonk, c'est sûrement la créature la plus bizarre jamais inventée. Elle viendrait de Pennsylvanie, aux États-Unis, et son nom scientifique (accroche-toi) est *Lacrimacorpus dissolvens*. Ça veut dire, en gros, «le corps qui se dissout en larmes». La légende raconte que le Squonk est si moche, avec sa peau pleine de plis et de verrues, qu'il passe ses journées à se cacher… et à pleurer. N'essaie pas de l'attraper, car pouf ! il disparaît, ne laissant derrière lui qu'une flaque de larmes et de bulles. Un monstre qui s'évapore en pleurnichant: triste et terrifiant à la fois. Alors, si tu entends des sanglots étranges dans une forêt sombre à Halloween… tu sais peut-être qui c'est.

des sirènes existaient réellement. Aujourd'hui, elles appartiennent aux contes, mais leurs «cousines», les dugongs et lamantins, elles, nagent bien dans nos océans.

LA BÊTE DU GÉVAUDAN: du mythe au loup

Imagine la campagne française au 18e siècle: des villages isolés, des forêts épaisses… et une rumeur qui glace le sang. Entre 1764 et 1767, dans la région du Gévaudan, des dizaines d'habitants sont attaqués et tués par une mystérieuse créature. On la décrit comme énorme, plus féroce qu'un loup, avec une cuirasse qui résiste aux balles. Certains vont même jusqu'à dire qu'elle se trouvait à plusieurs endroits en même temps ! Était-ce un loup garou ?

Le loup garou n'existe pas bien sûr, mais il y avait bien une bête qui tuait des hommes. Les registres de l'époque parlent de 88 à 124 attaques, dont les descriptions viennent de témoins terrifiés. Quand les chasseurs sont enfin parvenus à tuer plusieurs «bêtes», les analyses ont parlé: c'étaient «tout simplement» des loups bien réels. Les scientifiques rappellent qu'au 18e siècle, on en comptait environ 20 000 en France. Pas étonnant donc que certains, affamés, s'en soient pris aux hommes. La peur des villageois, amplifiée par les récits, a donné vie à un monstre qui n'existe pas.

BIG DATA

138
C'est le nombre de cryptides découverts par Bernard Heuvelmans.

150
C'est le nombre de dossiers sur des animaux problématiques qui méritent d'être étudiés selon le biologiste Benoit Grison.

1940 – 1950
Invention du terme «cryptozoologie» (Écossais). Popularisé en 1955 par Heuvelmans (Belgique).

40 cm
C'est le diamètre des yeux du Calamar Colossal de l'Antarctique.

92 m
C'est la longueur de toutes les archives du cryptozoologue belge Bernard Heuvelmans.

EURÊKA

Monstres… ou maladies bizarres ?

Un cyclope à un seul œil, une sirène mi-femme mi-poisson, ou encore un homme sans tête… ça fait froid dans le dos ! Mais derrière ces créatures étranges, se cache une réalité beaucoup plus scientifique: des malformations génétiques.

Par exemple, les hommes sans tête, appelés aussi Blemmyes, étaient décrits dès l'Antiquité comme ayant les yeux et la bouche directement sur la poitrine. Aujourd'hui, on sait que ce mythe vient d'une malformation appelée **anencéphalie**. Chez ces bébés, la tête et le front ne se développent pas correctement, ce qui donne l'impression que le visage est collé au torse. Des momies anencéphales ont même été retrouvées en Égypte ! Le fameux Cyclope, géant à un seul œil, est aussi né d'une vraie maladie: la cyclopie. Dans ce cas, les 2 orbites fusionnent pour créer un seul œil au milieu du front, parfois accompagné d'un «nez-trompe» appelé proboscis. C'est rare, mais ça arrive encore aujourd'hui chez les animaux comme chez l'humain. Et que dire des sirènes et des sciapodes (hommes à un seul pied géant) ? Là encore, il s'agit de malformations des membres. La sirénomélie, que tu as lue plus haut, soude les jambes d'un bébé, donnant l'impression d'une queue de poisson.

Comment le sait-on ? Des chercheurs qui étudient les embryons, comme Marie-Josèphe Wolff-Quenot, ont étudié ces anomalies dans le cadre de la tératologie (la science des malformations). Leur conclusion est claire: bien des monstres effrayants de la mythologie sont nés de l'observation de malformations réelles, amplifiées par la peur et l'imagination.

Le selfie du jour

C'est moi la «vraie» sirène, je suis… le dugong !

Quand les femelles allaitent leurs petits, leurs nageoires peuvent ressembler de loin à des bras… et boum, c'est ainsi que le mythe est né. Mais je suis un mammifère marin (je respire de l'air) bien réel et j'appartiens à la famille des siréniens. Oui, mon nom rend hommage aux légendes ! Je peux mesurer jusqu'à 3 m de long et peser presque 450 kg. Pas mal pour une «vache marine», non ? D'ailleurs, ce surnom me va bien puisque je passe ma vie à brouter les herbiers marins, parfois plus de 30 kg par jour ! Mon corps est trapu, ma nageoire caudale est en forme de triangle (pas ronde comme celle de mon cousin le lamantin), et j'ai 2 petites incisives qui ressemblent à des mini-défenses d'éléphant. Je vis surtout dans les eaux chaudes de l'Indo-Pacifique, de l'Afrique à l'Australie. Mais attention, je suis un animal fragile. Les hélices des bateaux, la pollution et la chasse mettent ma survie en danger. Aujourd'hui, je suis classé espèce vulnérable, et dans certains endroits, même en danger.

LE P'TIT DICO

Empreinte: la trace laissée par un pied ou une patte.

Cryptide: animal mystérieux dont l'existence n'a jamais été prouvée scientifiquement.

Zoologiste: un scientifique qui étudie les animaux

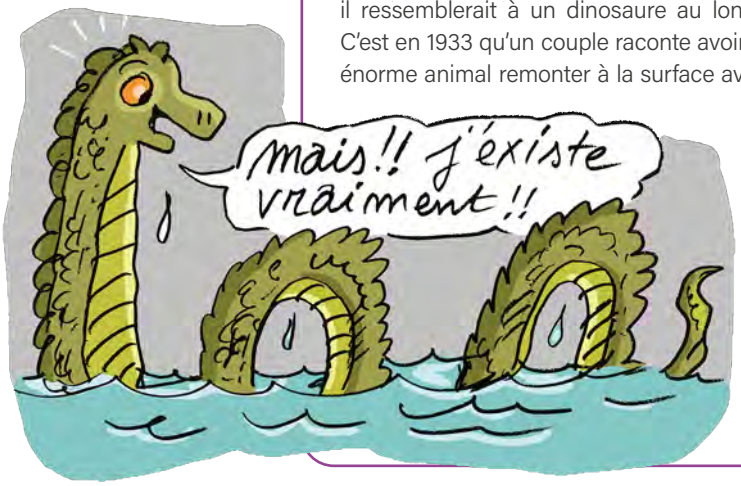
Sirénomélie: malformation rare où les jambes d'un bébé sont soudées, donnant l'apparence d'une queue unique

Sirénien: ordre de mammifères marins herbivores vivant dans les eaux tropicales.

Anencéphalie: malformation grave où une partie du cerveau et du crâne ne se développe pas.

ADN: molécule immense qui contient les informations pour «fabriquer» un être vivant.

Imberbe: qui n'a pas de barbe ou de moustache.



BESTIAIRE DE L'ÉTRANGE: 3 MONSTRES BIEN CONNUS

❶ YÉTI

Tu te souviens du Yéti qui offre des glaces dans *Monstres & Cie* ? Il est mignon mais dans les montagnes de l'Himalaya, ce monstre géant et poilu fait encore trembler certains habitants. D'ailleurs, dans la langue locale au Tibet, le mot yéti signifie «homme sauvage». Tout a commencé en 1951 quand l'explorateur Eric Shipton a photographié une énorme empreinte de pied en pleine ascension de l'Everest, la plus haute montagne du monde. Cette photo a fait le buzz: et si c'était la preuve de l'existence de l'«abominable homme des neiges» ? La science s'est donc penchée sur le sujet. Est-ce une trace de singe géant ? Impossible, aucune espèce de grands singes ne peut survivre dans ces conditions-là. L'alpiniste Reinhold Messner a suggéré qu'il s'agissait peut-être des ours bleus du Tibet, connus pour leur grande taille et leur capacité à se dresser sur leurs pattes arrière. En 2012, le généticien Brian Sykes a étudié 57 échantillons de poils collectés dans les montagnes au fil des ans. Surprise: 55 venaient de vaches, chevaux ou loups… et 2 semblaient liés à une espèce d'ours polaire. En 2017, la piste de l'ours se confirme. L'analyse des poils, des os et des déjections indiquent que le Yeti appartiendrait en réalité à l'une des 3 espèces vivant dans ces régions. Pas de monstre poilu ! Alors pourquoi continue-t-on d'y croire ? Parce que les histoires font rêver, font peur… et font vendre ! Hergé, avec *Tintin au Tibet* (1960), a donné une notoriété mondiale au Yéti, décrit comme un monstre effrayant au grand cœur.

❷ NESSIE

Nessie est le cryptide marin le plus célèbre au monde, aussi connu sous le nom du monstre du Loch Ness (un immense lac d'Écosse, sombre et profond). D'après les témoignages, il ressemblerait à un dinosaure au long cou. C'est en 1933 qu'un couple raconte avoir vu un énorme animal remonter à la surface avant de plonger. Un an plus tard, une photo appelée «la photo du chirurgien» montre une créature avec un cou dressé. Un monstre vivrait-il vraiment dans ce lac ? De nombreuses hypothèses fantaisistes voient le jour, dont celle du plésiosaure (un dinosaure marin). Encore une fois, la science démonte cette idée à coups d'arguments imparables: le plésiosaure n'aurait jamais pu survivre dans un lac d'eau douce et froide comme le Loch Ness. Et puis surtout, l'espèce s'est éteinte au Crétacé, il y a plus de 65 millions d'années. En 1993, la vérité éclate: un des auteurs de la fameuse photo avoue que c'était un canular réalisé grâce à un petit sous-marin d'enfant et une maquette en carton ! Mais en 2018, une équipe de scientifiques néo-zélandaise a tout de même entrepris d'analyser 250 échantillons d'**ADN** prélevés dans le lac. Résultat: pas de trace de dinosaure mais… des anguilles géantes ! Cette année, un nouveau témoignage a relancé les passionnés, pendant que les hôtels autour du lac se remplissent de touristes.

❸ CHUPACABRA

Un monstre qui suce le sang des chèvres, tu y crois ? C'est exactement ce que raconte la légende du Chupacabra, née à Porto Rico en 1995. Dans un petit village, des dizaines de chèvres et de poules furent retrouvées mortes, avec 2 trous dans le cou et presque plus de sang dans le corps. Les habitants parlaient d'un monstre de la taille d'un humain, moitié chien sans poils, muni de griffes et de crocs saillants; moitié reptile recouvert d'une peau verte et d'écailles. Les scientifiques se sont penchés sur l'affaire. En 2007, un cadavre étrange fut découvert au Texas. Il avait une peau grise, pas de poils et de longues dents. L'analyse ADN menée par l'Université de Californie à Davis a révélé la vérité: il s'agissait d'un coyote croisé avec un loup. Son aspect effrayant venait d'une maladie de peau appelée gale, qui rend les animaux maigres et **imberbes**. Quant aux animaux vidés de leur sang ? Les autopsies ont montré que les blessures avaient trompé les observateurs. Il aura fallu une étude scientifique pour prouver que Chupacabra n'est pas un vampire.

TON P'TIT LABO

Une expérience à faire avec *Curiokids:*
«Une potion de sorcière lumineuse et délicieuse pour halloween !»

SCANNE-MOI

La participation sociale: un atout pour la santé

Il apparaît clairement aujourd'hui que la solitude et l'isolement social ont d'importants effets délétères sur la santé. Il est même question de conséquences sanitaires aussi graves que celles occasionnées par le tabagisme, l'obésité ou l'inactivité. A contrario, la resocialisation des patients esseulés a un impact positif sur la santé. Mais encore faut-il qu'elle soit menée de façon experte

TEXTE: PHILIPPE LAMBERT • PH.LAMBERT.PH@SKYNET.BE
WWW.PHILIPPE-LAMBERT-JOURNALISTE.BE
PHOTOS: © DANIEL JĘDZURA - STOCK.ADOBE.COM (P.35), © CPPZONE - STOCK.ADOBE.COM (P.38)

Les études scientifiques soulignent à quel point il est primordial pour sa santé physique et mentale de pouvoir partager ses émotions. La raison en est que la consolidation des liens sociaux consécutive à un tel partage est un puissant gage de soutien social et que ce dernier, nous le verrons, favorise le bien-être et la santé. Chacun d'entre nous n'a d'ailleurs de cesse de communiquer à autrui ses expériences émotionnelles, qu'elles soient positives ou négatives. «*Dans le cas du récit d'un épisode heureux, le narrateur accumulera généralement des intérêts sur son capital de bonheur*, dit Bernard Rimé, professeur émérite de psychologie sociale à l'UCLouvain. *Et si l'épisode émotionnel est négatif, le dividende du narrateur sera la validation sociale de ce qu'il a vécu – il éprouvera le sentiment d'être soutenu, épaulé.*» En ce sens, le fait émotionnel est fondamentalement un fait social.

S'étant intéressé, au début des années 1940, à la mort dans le culte vaudou, le neurophysiologiste américain Walter Cannon avait montré que quand le sorcier maudit un membre de la communauté, entraînant ainsi son rejet social par tous, y compris ses intimes, on assiste jour après jour à sa déperdition morale, puis physique, et enfin à sa mort. «*De même*, rapporte Jessica Morton, docteure à l'Institut de recherche en sciences psychologiques de l'UCLouvain, *on sait que dans l'Antiquité, les individus mis au ban de la cité parce qu'ils n'en avaient pas respecté les lois mouraient très rapidement.*»

Outre le processus individuel de partage social des émotions existe un processus d'expression collective de celles-ci: les rituels sociaux, c'est-à-dire toutes les situations collectives où des personnes expriment ou rappellent des émotions. Le spectre est large, puisqu'on retrouve sous cette bannière tant les meetings politiques, par exemple, que les cérémonies de funérailles, les célébrations de mariage, les séances des tribunaux, les concerts rock ou encore le rassemblement des supporters dans un stade. Partage social des émotions et rituels sociaux se recouvrent presque complètement. «*À tel point qu'on pourrait considérer que le premier est un cas particulier des seconds, et vice-versa*, commente le professeur Rimé. *La dynamique est la même, elle crée un sentiment d'unité et*

entraîne des conséquences identiques en termes d'appartenance groupale, d'une part, de bien-être et de confiance dans l'avenir, d'autre part.»

Manifestations collectives

La théorie des rituels sociaux trouve son ancrage initial dans celle du sociologue français Émile Durkheim, décédé en 1917, qui avait mené des travaux fondateurs sur les rituels religieux. Dans la vie quotidienne, chacun vaque à ses occupations, de sorte que les croyances collectives d'une communauté perdent de leur vigueur. Comment raviver l'appartenance des individus au groupe et, partant, revigorer les croyances qu'il véhicule ? Pour Durkheim, la meilleure méthode était de mettre régulièrement sur pied des rituels religieux – messes, commémorations, etc. La sociologie et la psychologie modernes ont ouvert l'horizon, considérant qu'au-delà des rituels religieux, l'ensemble des rituels sociaux étaient concernés. Et en effet, toutes les études, y compris les plus récentes, valident la thèse selon laquelle ce qu'avait découvert Durkheim pour les rituels religieux est applicable aux rituels sociaux. À la suite de ces manifestations collectives, les individus sont habités pour un temps par la force du groupe et des croyances communes. Ils sont alors plus confiants dans leurs compétences et dans l'avenir, donnent davantage de sens à leur existence. Mais ces «bienfaits» s'étiolent relativement vite. Ce qui justifiait selon Durkheim que les messes aient lieu tous les 7 jours.

C'est dans ce contexte des bénéfices que procurent les émotions partagées collectivement que se pose la question des liens entre la participation sociale et la santé et, tel le négatif d'un cliché photographique, celle des liens entre la solitude et l'isolement social, d'une part, et la santé, d'autre part. S'ils s'enchevêtrent parfois, la solitude et l'isolement social ne sont pas synonymes. La première est un sentiment subjectif qui traduit un manque de relations sociales de qualité (je me sens seul); le second, le constat objectif du fait d'être physiquement à l'écart des contacts sociaux (je suis isolé). Aussi, par exemple, peut-on très bien se sentir seul dans une cafétéria où l'on prend un repas avec des collègues de travail. La solitude, elle, ressortit à la sphère de l'émotion. «*On parle à son propos de douleur sociale*, dit Jessica Morton, *car l'activité cérébrale chez une personne qui se sent seule est similaire à celle que provoque une douleur physique.*»

D'après un rapport de juin 2025 émanant de la Commission de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la solitude toucherait 1 personne sur 6 dans le monde. En résulteraient des répercussions considérables sur la santé et le bien-être des individus, à telle enseigne qu'elle serait responsable d'environ 100 décès par heure – 871 000 par an. Tous les âges sont concernés, mais les adolescents seraient les plus ciblés par le phénomène. L'isolement social a fait l'objet de moins d'études, mais, selon l'OMS, près d'1 personne âgée sur 3 et d'1 adolescent sur 4 en souffriraient.

Les psychologues américains John **(1)** et Stéphanie Cacioppo, de l'Université de Chicago, se sont intéressés de près aux effets de la solitude sur la santé physique et mentale à travers des études menées principalement entre 2000 et 2010. Non seulement ce sont eux dont les recherches ont permis de placer douleur sociale et douleur physique sur le «même pied neurophysiologique», mais leurs travaux ont également fait apparaître que la solitude est associée à un accroissement du risque de maladies cardiovasculaires, de diabète, de troubles immunitaires et d'inflammation, mais aussi de dépression, d'anxiété et de déclin cognitif. Une méta-analyse conduite par Julianne Holt-Lunstad, de l'Université Brigham Young à Povo, aux États-Unis, et publiée en 2017 aboutit à des conclusions analogues, tout en soulignant que la solitude et l'isolement social engendrent des conséquences aussi délétères pour la santé que le tabagisme, l'obésité ou l'inactivité et sont associés à un risque de mortalité majoré. «*La réduction de l'espérance de vie peut aller jusqu'à 26%*», rapporte Jessica Morton. Quant au rapport de l'OMS, il évoque de surcroît une propension plus grande aux idées d'automutilation et de suicide.

Le regard de l'autre

Selon Jessica Morton, notre «société biomédicale» fait reposer la responsabilité de la santé essentiellement sur l'individu - vous ne pouvez pas fumer, vous devez faire de l'exercice physique... À ses yeux, cette responsabilité est surtout collective. «*C'est*, dit-elle, *la même réalité que Durkheim a mise en exergue dans sa théorie des rituels religieux quand il se réfère au bien-être et dans une autre théorie, relative au suicide anomique, c'est-à-dire se produisant durant des périodes de désorganisation sociale telles que les crises économiques, quand il attribue une origine collective au mal-être.*»

La chercheuse élargit le spectre en déclarant que dans une société individualiste comme la nôtre, une idée majeure est que chacun doit se «faire lui-même», se construire un ego, une destinée et montrer qu'il se situe au-dessus de la moyenne. Dès lors, l'autre devient un inconfort. «*Or*, indique-t-elle, *une personne ne peut savoir qui elle est et évoluer qu'à partir du moment où elle s'expérimente au contact d'autrui. Par exemple, c'est uniquement à travers le regard de l'autre que l'on peut découvrir si l'on est quelqu'un d'aimable et d'estimable.*»

Le chemin qu'on nous impose en brandissant l'étendard de la méritocratie, notamment, aboutit selon la psychologue à l'émergence d'un sentiment de solitude et de perte de sens que toutes les études observent. Ainsi, beaucoup de jeunes sont en décrochage social, entre autres en raison du gap entre leur vie personnelle et ce que les réseaux sociaux leur déversent. «*Ils se sentent minables, n'osent plus la vie*», commente Jessica Morton.

En 2013, des chercheurs de l'Université de l'Ouest de l'Angleterre, à Bristol, publièrent une étude longitudinale centrée sur un échantillon de personnes esseulées. Ils y examinèrent l'effet de la prescription sociale, entendue comme l'invitation à participer à des activités au sein d'un groupe, sur la consommation de soins de santé. Que constatèrent-ils ? Qu'en raison de leur intégration, 60% des membres de l'échantillon la réduisirent, 26% ne la modifièrent pas et 14% l'augmentèrent. Néanmoins, dans le groupe (majoritaire) où une diminution fut observée, la consommation de soins de santé demeurait supérieure à celle de la moyenne de la population générale. «*Probablement 2 motifs peuvent-ils rendre compte de cette situation*, dit Jessica Morton. *D'une part, la prise de médicaments et les consultations régulières chez des praticiens constituent une nécessité médicale absolue pour certains patients – en cas de cancer, par exemple. D'autre part, le patient peut ne pas oser quitter une médication, même devenue inutile, de peur d'un effet en retour.*» Par ailleurs, un autre point peut interpeller: de fait, comment expliquer une hausse de la consommation de soins chez 14% de l'échantillon ? Sans doute faut-il incriminer un échec de la tentative de socialisation, dont la conséquence serait un effet délétère sur l'image de soi et un renforcement du sentiment de solitude.

Identité sociale

Dans les années 1990, Lisa Berkman, de l'Université Harvard, a proposé un modèle dit du «soutien social» ou des «déterminants sociaux de la santé». Elle y distingue 3 niveaux. D'abord, un niveau «macro» qui se réfère à la société dans laquelle on vit, à des entités telles que l'Europe, la Belgique, etc. Ensuite, un niveau «méso» qui a trait à des groupes sociaux structurés, tels une école, une usine, un club de football, un parti politique… Enfin, un niveau «micro» où ces groupes font savoir quels sont les comportements attendus ou interdits en leur sein, proposent de l'aide à leurs membres, les invitent à s'engager sur les valeurs partagées, donc à s'investir dans une participation active fondée sur une forme de réciprocité. C'est à cet échelon «micro» que le groupe va influencer la santé, et ce, par 3 voies: comportementale, psychologique et physiologique. Dans sa récente thèse de doctorat, Jessica Morton montre que la voie psychologique est la principale et que la notion d'identité sociale est capitale. «*Ce n'est que si je l'active, que j'affirme mon appartenance groupale que je pourrai pleinement profiter de mon affiliation au groupe*», souligne-t-elle. En cherchant à se développer dans un groupe d'appartenance, l'individu donne du sens à sa vie et perçoit le soutien social dont il bénéficie. Dans ces conditions, le sentiment de solitude s'édulcore et passe à l'arrière-plan. «*Par contre, si l'identité sociale en lien avec le groupe n'est pas activée, ce sentiment prévaut et le sujet est habité par l'idée que sa vie n'a pas de sens et que personne ne peut l'aider*», précise la chercheuse de l'UCLouvain.

Selon un rapport de la Commission de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la solitude toucherait 1 personne sur 6 dans le monde. En résulteraient des répercussions considérables sur la santé et le bien-être des individus, à telle enseigne qu'elle serait responsable d'environ 100 décès par heure – 871 000 par an.

Et d'ajouter: «*La voie psychologique impacte dans un second temps les voies physiologiques et comportementales. On observe alors des taux de cortisol plus élevés, par exemple, avec des répercussions notamment sur le système cardio-vasculaire et l'immunité. De même, les comportements de santé sont affectés. On se dira: "Pourquoi arrêter de fumer si je ne sers à rien ?" Ou "Pourquoi faire de l'exercice physique ?"*.»

Des chercheurs de l'Université de Cambridge, en Angleterre, et de l'Université Fudan, en Chine, ont mené une recherche portant sur 42 000 volontaires âgés de 40 à 69 ans dont ils ont analysé le protéome **(2)** dans le but de mieux comprendre par quel mécanisme la solitude et l'isolement social retentissent négativement sur la santé. En effet, la biologie sous-jacente reste mal connue. Publié le 3 janvier 2025, l'article de l'équipe anglo-chinoise fait état de l'identification de 175 protéines présentant une association significative avec l'isolement social et 26, avec la solitude – 22 d'entre elles étaient communes aux 2 conditions. Au-delà des associations, les chercheurs semblent avoir identifié, par une technique baptisée «randomisation mendélienne», 5 protéines dont l'abondance serait causée par la solitude. «*Les protéines que nous avons identifiées nous donnent des indices sur la biologie qui sous-tend une mauvaise santé chez les personnes socialement isolées ou seules, soulignant pourquoi les relations sociales jouent un rôle si important pour nous garder en bonne santé*», a déclaré le professeur Jianfeng Feng de l'Université Fudan.

Retombées positives sur la santé

L'objectif poursuivi par Jessica Morton dans sa thèse de doctorat était de comprendre comment fonctionne la relation entre la participation sociale et la santé afin de déterminer à quels critères doivent répondre les interventions cliniques empruntant le chemin de la resocialisation des patients esseulés. En collaboration avec les *Mutualités chrétiennes*, la psychologue constitua un échantillon de 4 988 personnes âgées de 18 à 92 ans représentatives de la population belge majeure. Comme indicateur de leur état de santé, elle s'appuya essentiellement sur l'indice de santé perçue (3) et, avec leur accord, put accéder à leur consommation de soins – nombre de contacts avec le médecin généraliste, prise de médicaments. Après s'être attachée à montrer que la voie psychologique est première par rapport aux voies physiologiques et comportementales au niveau individuel du modèle du soutien social de Lisa Berkman *(voir supra)*, elle savait que pour assurer le succès d'une prescription sociale, il convient d'activer chez la personne concernée une identité sociale en adéquation avec le groupe que celle-ci intègre. En un mot, il faut que le sujet trouve sa place dans le groupe, puisse y développer ses compétences. Dans un deuxième temps, il est alors possible qu'il s'inscrive dans une relation de réciprocité avec le groupe et ses membres, apportant de l'aide ou en recevant si besoin est. La question est alors: avec quel impact sur la santé ? Enfin, dans un troisième temps, se pose une autre question: peut-on envisager de réduire sa consommation de soins de santé ?

Il ressort des travaux de Jessica Morton que le simple fait de rejoindre un groupe social en dehors de la famille et du travail (4) a des retombées positives sur la santé. Mais leur ampleur est variable selon l'implication du sujet dans le groupe dont il est devenu membre. Selon les données recueillies par Jessica Morton, les répondants isolés consommaient en moyenne 985,19 doses de médicaments en un an, alors que les répondants intégrés dans un groupe, mais sans implication active, n'en consommaient en moyenne que 824,70. Quant aux répondants intégrés et actifs (exemple: je joue dans un club de foot amateur, mais je suis en plus le capitaine de l'équipe et je contribue à la planification des entraînements), ils n'en consommaient que 771,46 en moyenne.

De nos jours, quelque 50% des patients qui sollicitent leur médecin généraliste le font en raison d'angoisses ou de l'anxiété inhérentes à la solitude. Et dans une étude en cours, Jessica Morton et ses collègues de l'UCLouvain ont mis en évidence qu'il est fréquent que 50 à 75% du temps d'une consultation chez un médecin de famille soit uniquement consacré à la question de la solitude. Pour la personne seule, le généraliste devient souvent un point d'ancrage et une figure d'attachement. Mais que fait-il face à la solitude du patient ? Ce n'est pas vraiment son rôle d'y répondre ni son champ d'expertise. Tantôt il prescrira des médicaments, tantôt il invitera la personne en souffrance à s'adonner à une activité sociale. Toutefois, le chemin vers la resocialisation est semé d'embûches. Le psychologue est formé pour contourner ces écueils et donc mettre en place une intervention thérapeutique. «*Pour les patients esseulés, le médecin généraliste est et doit rester une figure de confiance mais le travail de la resocialisation ne doit pas faire partie de ses missions*», insiste Jessica Morton. En fait, il convient d'être très prudent dans un processus de resocialisation, car s'il échoue, la situation du patient se détériore davantage. La chercheuse illustre le propos: «*Admettons que l'on dise simplement à un patient: "Allez faire du volontariat, ça vous fera du bien." S'il n'arrive pas à s'intégrer dans l'association qu'il a choisie, il reviendra chez le thérapeute, tête basse, persuadé qu'il n'est vraiment bon à rien. D'où la nécessité qu'un psychologue, qui dispose des outils pour le faire, soutienne la resocialisation, aide le patient à choisir adéquatement une activité et à contourner les obstacles qu'il devra franchir successivement. Tout cela dans le cadre d'une collaboration avec le médecin, qui demeure l'intervenant de première ligne essentiel.*»

(1) John Cacioppo est décédé en 2018.

(2) Ensemble complet des protéines présentes à un moment donné dans un organisme, une cellule, un tissu ou un fluide biologique.

(3) Indicateur qui mesure la perception qu'a une personne de son propre état de santé.

(4) La famille et l'univers professionnel n'ont pas été pris en compte pour des raisons méthodologiques. D'une part, on ne choisit pas sa famille. D'autre part, des enjeux financiers et des obligations sont indissociables du monde du travail.

En 2013, les professeurs Miika Vikkula et Laurence Boon recevant le Prix de la recherche clinique Inbev-Baillet Latour.

Qui est-ce ? Laurence BOON

TEXTE : JACQUELINE REMITS • JACQUELINE.REMITS@SKYNET.BE
PHOTOS : © BELGA PHOTO DIRK WAEM (P.39)

CARTE D'IDENTITÉ

NAISSANCE: 12 juin 1963, Ixelles

NATIONALITÉ: Belge

SITUATION FAMILIALE: Mariée, 1 enfant

DIPLÔME: Médecine à l'UCLouvain, spécialité en chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique

CHAMPS DE RECHERCHE: Malformations et tumeurs vasculaires

DISTINCTIONS: co-lauréate avec son mari, le Prof Miikka Vikkula, du Prix de la recherche clinique Inbev-Baillet Latour (2013), *Edelweiss Award for Health Professional - RadioOrg* (*Rare Disease Belgium*) (2023), Prix international Gagna & Van Heck du FNRS (2024)

Je suis...

Diplômée en médecine, chirurgie et accouchements de l'UCLouvain en 1989, je suis spécialisée en chirurgie plastique, esthétique et reconstructrice de l'UCLouvain depuis 1996 et professeure à l'UCLouvain. Quand mon ancien patron aux Cliniques universitaires Saint-Luc, le Pr Romain Vanwijck, qui avait créé un centre multidisciplinaire pour les anomalies vasculaires, m'a demandé si cela m'intéressait. Je suis donc partie me former dans cette discipline en séjournant 2 ans au *Children's Hospital* de la *Harvard Medical School* à Boston, aux États-Unis, sous la supervision du Pr John B. Mulliken qui m'a transmis sa passion. C'est aussi lui qui m'a conseillé de travailler avec un généticien finlandais. C'est ainsi que j'ai rencontré mon futur mari, le Dr Miikka Vikkula. Avec lui, j'ai fait de la recherche dans le Département de Biologie cellulaire. J'ai obtenu mon doctorat en sciences médicales en 2003 à l'UCLouvain. J'ai ensuite été nommée chargée de cours en 2005. Je suis très active dans la recherche translationnelle et je mène des études cliniques pour développer de nouvelles thérapies contre les anomalies vasculaires. Je suis professeure, médecin clinicienne et depuis 2012, coordinatrice du *Centre multidisciplinaire des malformations vasculaires* des cliniques universitaires Saint-Luc.

À cette époque...

Lorsque je suis revenue en Belgique et que j'ai créé le *Centre multidisciplinaire des malformations vasculaires* aux Cliniques universitaires Saint-Luc, il y a eu l'attaque des tours jumelles du *Word Trade Center* à New York, le 11 septembre 2001. Je me souviens qu'on était alors en consultation. Soudain, tout s'est arrêté. Nous nous sommes tous retrouvés dans les couloirs, se demandant si c'était réel et essayant de trouver une salle avec une télévision pour obtenir plus d'informations.

J'ai découvert...

À la *Harvard Medical School*, mon mari et moi avons découvert qu'un gène est muté dans la forme rare des malformations veineuses héréditaires. En 2009, avec nos équipes respectives, nous avons également découvert que les malformations veineuses non-héréditaires sont causées par une mutation génétique, cette fois localisée uniquement

dans les tissus affectés par ces malformations appelées malformations somatiques. En 2015, nous avons fait une avancée majeure en découvrant qu'une thérapie médicamenteuse pouvait soigner les malformations vasculaires. Ce traitement, le *Sirolimus*, améliore de manière spectaculaire la qualité de vie des patients (de 30 à 90%), en réduisant la douleur, en stoppant certains saignements et en diminuant la taille des lésions. Utilisé depuis longtemps pour traiter d'autres pathologies, le *Sirolimus* est déjà disponible, ce qui a facilité son introduction pour ces indications. Cette découverte est le fruit de plus de 20 ans de recherches menées par nos équipes. Cette avancée représente une étape inédite et d'importance majeure dans le domaine des anomalies vasculaires. La même année, nos équipes découvraient un gène dont les mutations permettent d'expliquer 20% des cas malformations veineuses. Aujourd'hui, grâce à nos travaux conjoints, les scientifiques sont parvenus à établir la cause de 60 à 80% des malformations vasculaires. La complémentarité de nos équipes de recherche, mon mari et moi, nous a permis de comprendre l'origine et les mécanismes de la grande majorité de ces anomalies vasculaires, d'améliorer leur diagnostic et d'ouvrir la voie à de nouvelles pistes thérapeutiques à l'échelle mondiale.

En 2016, nous avons réalisé une première mondiale en traitant in utero un fœtus atteint d'une malformation lymphatique au niveau de la région cervicale. Cette intervention innovante a consisté à administrer le médicament à la maman pendant la grossesse, permettant ainsi à celui-ci d'atteindre le fœtus à travers la barrière placentaire. Cette prise en charge multi-disciplinaire s'est accompagnée d'un suivi au long cours. Le traitement s'est poursuivi chez l'enfant pendant quelques années. Aujourd'hui âgée de 8 ans, la fillette se porte bien et connaît une croissance normale. Les résultats de cette intervention exceptionnelle ont été publiés dans la revue *Nature Cardiovascular Research*. Il s'agit d'une avancée majeure dans la prise en charge des fœtus souffrant de malformations vasculaires importantes.

À l'issue d'un essai clinique avec un autre médicament, nous avons aussi pu sauver la main d'une jeune fille de 19 ans qui devait être amputée. Des centaines de patients ont déjà pu bénéficier de ces avancées cliniques en plein essor. Ces traitements médicamenteux, réalisé aux Cliniques universitaires Saint-Luc à Woluwe-Saint-Lambert, devraient améliorer la vie de milliers de patients en Belgique et à terme, de plusieurs millions de malades dans le monde.

SAVIEZ-VOUS QUE…

Les malformations ou anomalies vasculaires font partie des maladies rares. Il en existe toutefois une quarantaine, ce qui signifie que 3 personnes sur 1 000 en souffrent. On estime que 6 000 en sont atteintes en Belgique. À 80% d'origine génétique, ces amas de vaisseaux mal formés entraînent une circulation sanguine anormale dans les régions concernées. Ces pathologies, qui peuvent atteindre n'importe quel tissu ou organe, provoquent des douleurs chroniques et des saignements. Ces maladies très handicapantes et douloureuses, parfois mortelles, touchent aussi bien les adultes que les enfants.

En 2013, Laurence Boon et son mari ont reçu le Prix annuel de la recherche clinique par le Fonds InBev-Baillet Latour pour leurs recherches dans le domaine des maladies vasculaires et des lymphoedèmes.

Laurence Boon est membre active de plusieurs sociétés scientifiques, dont l'Académie Royale de Médecine depuis 2015. Elle a présidé l'*International Society for the Study of Vascular Anomalies* (ISSVA) et, avec son mari, elle est co-présidente des Réseaux européens de référence ERN pour les anomalies vasculaires (VASCERN-VASCA).

Le 23 septembre 2024, Laurence Boon et Miikka Vikkula ont reçu le Prix international Gagna & Van Heck décerné par le FNRS pour leurs travaux sur les maladies incurables, leur contribution à la compréhension des anomalies vasculaires orphelines et les avancées thérapeutiques significatives qu'ils ont engrangées, menant à des progrès médicaux à dimension internationale. «*C'est une grande fierté que notre travail soit reconnu de la sorte,* a-t-elle souligné. *Ce prix montre que les avancées médicales sont le résultat d'une recherche de longue haleine. Il met en valeur notre travail en binôme qui combine l'excellence clinique et la recherche fondamentale, ce qui est essentiel pour améliorer la qualité de vie de nos patients.*» Le Prix international Gagna & Van Heck, d'un montant de 75 000 €, est remis tous les 3 ans par le FNRS. Il est destiné à récompenser un chercheur.euse ou un médecin dont les travaux ont contribué à la guérison d'un mal jusque-là incurable, ou dont la recherche mène à l'espoir d'une proche guérison. Ce prix à portée mondiale a été remis pour la première fois à une équipe belge.

Plus qu'un fond sonore

La production audiovisuelle est, elle aussi, bousculée par l'arrivée de l'intelligence artificielle. Comme avec le texte et l'image, plusieurs IA sont désormais capables de créer de toute pièce des scénarios, voire de courtes séquences vidéo qui n'ont jamais existé dans la vie réelle. Cependant, il existe un autre pan du cinéma, plus méconnu, mais tout autant chamboulé par l'IA: le son

THIBAULT GRANDJEAN • GRANDJEAN.THIBAULT@GMAIL.COM
PHOTOS: © LORABARRA - STOCK.ADOBE.COM (P.41), © UNIVERSITY OF ILLINOIS ARCHIVES (P.43), © INSTRUCTO (P.44), © ASIER - STOCK.ADOBE.COM (P.44), © KTSDESIGN - STOCK.ADOBE.COM (P.44)

Le son et son travail est un domaine qui reste mystérieux, du moins pour les non-initiés. Car, en dépit de toute la technique et la maîtrise des ingénieurs du son, l'ambiance sonore reste une histoire de ressenti et d'émotions. D'après les spécialistes, un bon montage sonore, voire même une bonne bande-son est quelque chose d'invisible pour une oreille non experte, et qui se fond dans le cours de l'histoire qu'on regarde.

Pour cette raison, nombre des sons que l'on entend dans un film, qu'ils soient de la fiction ou du documentaire, ont été rajoutés après le tournage. En effet, difficile dans les conditions de ce dernier d'obtenir les sons exacts permettant une immersion parfaite. Même en ce qui concerne les voix des acteurs ou des personnes interviewées, comme dans un documentaire ou un reportage, il est parfois difficile d'obtenir un son exempt de tout parasite, et certaines doivent être ré-enregistrées par la suite. Mais depuis quelques années et l'arrivée de l'IA, les choses sont en train de changer.

«*Depuis très longtemps, il existe plusieurs techniques pour nettoyer le son, que ce soit pour enlever un son trop fort, ou alors pour enlever un bruit de fond continu,* révèle Aurélien Lebourg, ingénieur du son et professeur à l'Institut National Supérieur des Arts du Spectacle (INSAS). *La base mathématique de ces techniques est en réalité assez simple, et la qualité de restauration du son*

dépendait surtout de la dextérité du technicien. Cependant, depuis 2017 environ, on a commencé à voir apparaître des logiciels qui n'utilisaient pas encore le terme d'intelligence artificielle, mais qui reposait déjà sur du Machine Learning*. En montrant à ces programmes des milliers d'exemples de voix humaines et de bruits spécifiques, il est devenu possible d'enlever d'une bande sonore le passage d'une voiture ou l'aboiement d'un chien.*»

Mais, alors que ces outils étaient jusqu'ici réservés à des professionnels, le développement technique s'est récemment accéléré. «*Tout va très vite, mais depuis 1 ou 2 ans, il n'existe pas moins de 3 programmes extrêmement efficaces pour nettoyer des voix et ôter tout bruit parasite,* indique l'ingénieur du son. *Très simples à utiliser, ils sont même capables de reconstruire des parties qui, auparavant, auraient été considérées comme perdues. Dans le cas d'un bruit de voiture qui couvre les paroles d'une actrice ou d'un expert interviewé, par exemple, le logiciel est capable de supprimer le tout, et de resynthétiser une voix très propre, sans son parasite ni réverbération.*»

Une prouesse qui a tout de même ses limites. «*La voix ainsi recréée ne sera pas exactement la même,* met en garde le spécialiste. *Le dialogue sera tout à fait compréhensible, mais on va perdre par exemple des intonations ou des spécificités, comme des accents régionaux par exemple. Lors de mes premiers essais avec des programmes, j'avais tenté d'enlever le bruit d'un moteur dans une séquence d'un film documentaire écossais. Pour moi, le résultat était bon, mais la réalisatrice, écossaise elle aussi, a tout de suite remarqué la disparition de l'accent du protagoniste, et nous avons dû faire marche arrière.*»

Pour Aurélien Lebourg, la perte de ces spécificités peut être très problématique. «*Ces programmes à base d'IA, pour puissant qu'ils soient, ont comme résultat de donner des sons que j'appelle "cliniques", c'est-à-dire sans sons parasites, mais aussi sans ambiance, sans réverbération, ou sans impression de distance,* regrette-t-il. *Or, que ce soit dans le documentaire ou la fiction, l'environnement sonore d'une prise de son a une importance capitale.*»

Et d'après lui, le problème ne vient pas tant de la technique que des logiques qu'elles vont créer. «*Il y a un état d'esprit de la part de la production ou de la réalisation qui, pour des raisons budgétaires et parce qu'elles ont eu vent des prouesses de ces programmes d'IA, vont insister pour tourner en dépit de mauvaises conditions sonores, parce qu'elles pensent que ce sera nettoyable par la suite, au lieu d'attendre ou de changer de lieu*» met en garde Aurélien Lebourg.

De plus, les ajouts de couches d'IA dans le traitement du son nécessitent plus de calcul de la part des ordinateurs. «*Cela a pour conséquence de ralentir la machine, et d'introduire un délai dans les pistes sonores,* éclaire Aurélien Lebourg. *Or, lorsque l'on mixe le son d'un film, beaucoup de choses passent par le ressenti du mixeur qui doit s'adapter à ce qu'il voit à l'écran, en jouant sur le volume sonore par exemple, pour qu'un éclat de voix ne soit pas trop perturbant pour le spectateur. Avec le délai induit par le calcul de l'IA, à certains endroits, il n'est parfois plus possible de faire ce mixage à l'oreille. On compense avec un travail à la souris d'ordinateur, mais qui fait perdre ce ressenti, et qui se ressent dans le visionnage final.*»

Prouvez que vous êtes humain

Les contraintes budgétaires évoquées par Aurélien Lebourg ne touchent pas seulement les conditions de tournage. Elles sont également à l'œuvre dans la crise du doublage que connaît actuellement le cinéma, là encore à cause de l'IA. «*Il existe des IA qui permettent de recréer des voix sans passer par des comédiens, et de façon de plus en plus convaincante,* révèle Aurélien Lebourg. *Elles manquent encore de naturel, car si elles sont capables d'introduire des moments d'hésitations pour plus de vraisemblance, ces derniers ne sont pas encore placés judicieusement. Par contre, la qualité sonore est quasiment indiscernable, même sur des enceintes de qualité cinéma. Compte tenu de la vitesse de développement de ces outils, je ne serais pas surpris que tout soit au point dans quelques mois.*»

Il est même devenu possible de créer des doublages de voix de comédien.ne.s connu.e.s, sans même que ces derniers n'aient enregistré quoique ce soit. «*Il suffit de donner à la machine suffisamment de données, comme des enregistrements, ou d'autres films dans lesquels ce ou cette comédienne a joué pour en recréer de toute pièce le timbre et les intonations,* note l'ingénieur du son. *Évidemment, tout cela n'est pas sans conséquences éthiques.*»

Pour autant, Aurélien Lebourg estime que l'avenir tout artificiel, que semblent appeler de leurs vœux les grandes sociétés d'IA, n'est pas encore pour tout de suite. Ainsi, pour les sons comme les ambiances sonores ou les bruitages, tout n'est pas qu'une question de technique. «*On le voit souvent dans les discussions que l'on a entre la réalisation et le montage,* explique Aurélien Lebourg. *Nommer le type d'élément sonore que l'on veut rajouter dans la séquence, comme le vent par exemple, ne suffit pas. Un vent constant, une bourrasque, du vent dans les arbres ou un vent sifflant qui va évoquer une sensation de froid... Tout cela suggère des choses différentes, qui dépendent de la culture des gens. Je doute qu'utiliser une IA pour créer des ambiances sonores puisse faire gagner suffisamment de temps à un professionnel en lieu et place de sa bibliothèque de sons.*»

En revanche, là où l'IA peut permettre un gain de temps considérable, c'est précisément dans l'organisation de ces bibliothèques sonores. «*On travaille avec de grandes banques de fichiers sonores, que l'on crée soi-même, ou que l'on achète,* raconte Aurélien Lebourg. *Mais il y a une grande différence entre le nom de ces fichiers et ce qu'il contient réellement. Ce qui m'intéresse c'est de savoir si le bruit des vagues est fort ou non, si elles se trouvent loin, si on y entend des conversations, des oiseaux de mer, etc. Et réécouter tous ces sons pour les étiqueter en conséquence est très chronophage. Mais il existe aujourd'hui des projets à base d'IA qui permettent de classer ces sons automatiquement, parce que la machine peut "écouter" des sons beaucoup plus rapidement que nous.*»

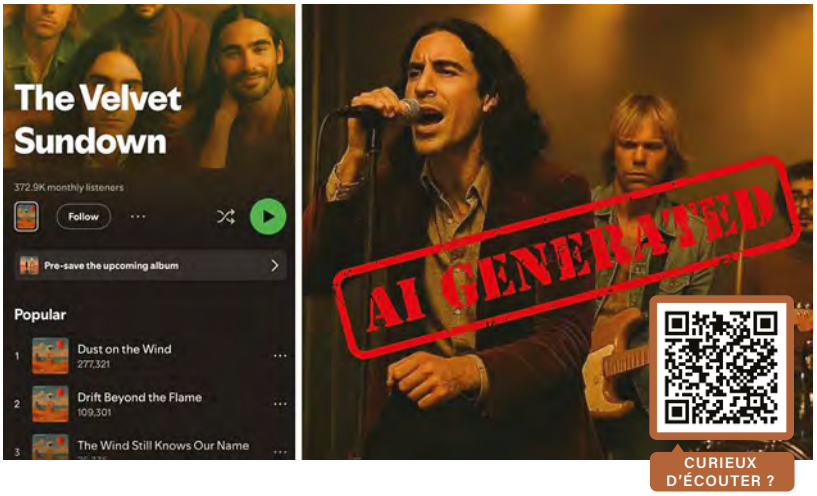
Dans le son comme dans les autres domaines, l'IA ne semble jamais aussi efficace que lorsqu'elle est utilisée pour seconder l'humain et non l'inverse.

Un peu d'histoire

Depuis leurs débuts, les recherches en intelligence artificielle ont eu de nombreux liens avec la musique. Les fréquences, les harmonies, le tempo... Tout cela repose, au fond, sur des mathématiques, le langage des machines. Dès 1957, on trouve une suite de musique classique composée par ordinateur, l'*Illiac Suite for String Quartet*, du nom du laboratoire américain dans laquelle elle est née. Par la suite, l'automatisation a largement infiltré toute la musique, depuis un programme de Ray Kurzweil, le pape de l'IA chez *Google*, capable de reconnaître des motifs musicaux en 1965, et d'en créer de nouveaux, jusqu'à la sortie récente d'un titre des *Beatles* avec la voix de John Lennon recréée à l'aide de l'IA en se basant sur des enregistrement passés. Mais aujourd'hui, la technique va encore plus loin. En 2024, l'IA *Suno* a vu le jour, capable de générer en quelques secondes une chanson dans un style et pour un thème donné. Et désormais, on peut trouver sur *Spotify* des groupes qui n'existent tout simplement pas. Ainsi, le groupe *The Velvet Sundown*, qui produit un rock psyché tout à fait crédible, compte 400 000 fans sur *Spotify* et 1,5 million d'écoutes mensuelles, est entièrement fabriqué par IA. Un troisième album serait en cours de préparation, après à peine un mois d'existence. Au total, ce sont près de 20 000 titres musicaux artificiels qui seraient mis en ligne chaque jour, soit 18% de la production musicale totale. Et personne n'a la moindre idée de comment arrêter ce tsunami.

L'*Illiac Suite*, un quatuor à corde en 4 mouvements, constitue la toute première œuvre musicale créée par un ordinateur à l'Université de l'Illinois. Baptisé *Illiac*, ce dernier a été programmé par 2 compositeurs et informaticiens Lejaren Hiller et Leonard Issacson en 1957. Renommée plus tard *Quatuor à cordes n°4*, cette œuvre marque le début des expérimentations en musique assistée par ordinateur.

Tout sonnait (presque) trop bien: photos générées par l'IA, aucun réseau social, presque 3 albums en un mois... Il n'en fallait pas plus pour éveiller les soupçons. Ironie ultime: c'est en étant eux-mêmes usurpés (par des humains !) que *The Velvet Sundown* a fini par révéler sa vraie nature... synthétique.



PETIT LEXIQUE

Il y a tant de termes obscurs qu'il est parfois difficile de s'y retrouver lorsqu'on parle de l'intelligence artificielle. Voici un petit lexique pour vous aider à vous y retrouver dans cette jungle qu'est l'IA.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE: S'il existe de nombreuses formes d'IA, ce terme désigne aujourd'hui et le plus souvent de grands réseaux de neurones artificiels conçus pour générer du texte, du son ou des images. C'est pourquoi on les nomme IA génératives. Entraînées à partir d'immenses ensembles de textes, ces IA ont acquis un sens poussé du langage, ce qui donne l'illusion que la machine est particulièrement savante.

PROMPT: Il s'agit d'une commande textuelle permettant de déclencher une réponse chez l'IA. Alors que n'importe quelle question formulée naturellement permet d'obtenir des résultats, il est possible d'améliorer ces derniers en donnant à l'IA un cadre (une scène de film, des personnages, une intrigue), une tâche précise, et un rôle (mets-toi dans la peau d'un scénariste pour une série). Sans oublier de demander plusieurs versions.

ALGORITHME: Tout processus d'automatisation n'est pas forcément synonyme d'IA. Un algorithme est une suite de procédures qu'un programme informatique doit suivre pas à pas, comme une recette de cuisine. Un algorithme sophistiqué peut donner permettre à une machine d'effectuer des tâches complexes, comme par exemple enlever des fréquences précises d'un fichier sonore, et ainsi éliminer des sons parasites sans pour autant affecter la voix d'une personne interviewée.

NEWS IA

Instructo, un assistant d'études

Les chatbots à l'image de *ChatGPT* peuvent être très utiles pour apprendre de nouvelles choses ou maîtriser certains concepts, à condition d'être utilisés correctement. Alors que l'IA générative d'images est de plus en plus courante dans le milieu scolaire, 3 étudiants de l'UCLouvain ont donc eu l'idée de créer *Instructo*, un outil qui permet d'en tirer tout le potentiel. Il s'agit d'une plateforme, disponible gratuitement pour tous les étudiants du supérieur en Belgique, qui permet de questionner la machine directement sur un syllabus, de créer des *Mindmaps* à partir de ce dernier, afin de mieux visualiser les concepts clés, ou encore de créer des QCM pour mieux réviser. *Instructo* donne directement accès à 10 chatbots, comme *ChatGPT*, mais aussi le *Chat* de *Mistral*, ou *Llama* de *Meta*, afin de multiplier les sources et le traitement de l'information. *Instructo* fournit également une bibliothèque de prompts, c'est-à-dire de commandes textuelles, pour les étudiants les moins à l'aise avec l'utilisation de ces nouvelles machines.

instructo.be

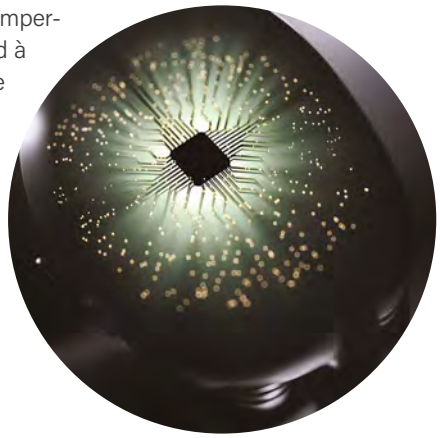
ChatGPT rend-il idiot ?

C'est une crainte que l'on entend souvent à l'apparition d'un nouveau médium. Que ce soit la télévision, la calculatrice, Internet, le GPS... Chacune de ces inventions a suscité nombre de commentaires (pseudo)scientifiques prédisant qu'à force de les utiliser, les gens deviendraient plus bêtes. En réalité, il se crée le plus souvent ce qu'on appelle le délestage cognitif, qui nous pousse à déposer dans ces objets une partie de notre savoir, pour nous libérer de l'espace mental. D'une certaine manière, il se passe la même chose avec les IA actuelles. Mais plusieurs travaux récents montrent que ce délestage cognitif n'affecte plus seulement notre mémoire, mais aussi notre capacité de réflexion et de créativité. Une étude, en particulier, menée au *MIT*, aux États-Unis, et pas encore validée par les pairs, a fait beaucoup de bruit. Elle montre que les étudiants qui avaient le loisir d'utiliser *ChatGPT* pour rédiger leurs dissertations ont largement eu tendance à laisser la machine faire le travail à leur place... Et n'avait donc aucune réflexion réelle sur les sujets demandés ! Ils ont également noté une moindre activité cérébrale chez ces participants. Si l'étude demande à être confirmée, les enseignants savent déjà que la chose la plus importante dans l'éducation consiste à apprendre à l'étudiant à penser par lui-même et développer son esprit critique. Ce qu'aucune machine n'a jamais pu faire à notre place.

▸ Nataliya Kosmyna et al. *Arxiv*, 2025

L'IA au service des interfaces cerveau-machine

Les interfaces cerveau-machine (ICM) sont dans l'air depuis quelque temps. L'idée derrière est assez simple: il s'agit de se concentrer intensément sur une tâche, comme par exemple monter le curseur de la souris vers le haut, afin que les électrodes posées sur le cuir chevelu interprètent les ondes cérébrales comme la volonté de l'utilisateur, et transmettent la tâche voulue à la machine. Mais cela devient bien complexe lorsqu'il s'agit de décoder les ondes cérébrales correspondant à celles d'une personne incapable de parler. Et c'est ici que l'IA rentre en scène: ces outils sont très utiles pour analyser très rapidement de gros volumes de données. Grâce à une ICM couplée à un algorithme d'apprentissage machine, un homme atteint de la maladie de Charcot a «retrouvé» une voix. Certes, cette dernière est synthétisée par l'ordinateur, mais la prouesse réside surtout dans le délai de réponse entre la pensée de l'homme et la parole. Ce dernier est imperceptible, et correspond à celui d'un langage naturel. La machine est même capable de reconnaître des mélodies simples que fredonne le patient dans sa tête, ce qui permet de mieux rendre les intonations.



Nos données numériques

TEXTE : JULIE FIARD • JFI@EASI-IE.COM
ILLUSTRATIONS : VINCE • VINCENT_DUBOIS@ME.COM • WWW.VINCE-CARTOON.BE

La rentrée arrive et avec elle, cette envie presqu'instinctive de remettre de l'ordre: nouvelles résolutions, bureau rangé, planning revu, classement des papiers, plan d'économies… Mais pendant qu'on trie ses papiers et qu'on aligne ses stylos, on oublie souvent un autre chantier, invisible, sans poussière mais rempli à ras bord: notre grenier numérique.

Des centaines de mails jamais relus, des photos floues, des comptes en ligne créés un soir d'ennui et jamais fermés, des documents oubliés dans un coin du *cloud*… Et là, surprise: ce capharnaüm immatériel n'est pas qu'un problème d'organisation. Il a un poids écologique. Chaque donnée stockée occupe des serveurs et contribue à la consommation électrique mondiale et à l'émission de CO_2. Serveurs qui doivent être alimentés 24h/24 et refroidis en permanence pour éviter la surchauffe. Autrement dit, vos souvenirs numériques peuvent peser plus lourd que vous ne l'imaginez… sur la planète.

Et ce n'est pas tout, il y a un autre poids, plus silencieux, plus émotionnel aussi: celui que vos proches devront porter le jour où ils hériteront de votre patrimoine digital. Ils devront décider quoi garder, quoi jeter… et peut-être fouiller dans un océan de fichiers. Et si vous ne vous en occupez pas, ce tri deviendra leur fardeau.

À l'approche de la rentrée, c'est peut-être le moment de penser à ce double tri: réduire son empreinte carbone tout en préparant un héritage numérique clair, accessible et léger.

Pourquoi trier ses données maintenant

Applications dormantes et non utilisées, *cloud* et boîtes mail saturés ralentissent vos équipements et compliquent votre organisation. La première étape consiste à identifier ce qui occupe le plus de place: vidéos lourdes, applications non utilisées, fichiers

temporaires, doublons. Ensuite, il est essentiel de supprimer les contenus obsolètes (documents dépassés, photos floues, téléchargements oubliés) et de vider régulièrement les caches et corbeilles, y compris celles du *cloud*. Enfin, un classement clair des documents restants prolonge la durée de vie de votre matériel, limite les besoins en stockage et réduit l'impact environnemental lié à leur remplacement. Pour libérer de l'espace et optimiser ses appareils connectés, il faut combiner 3 approches: **identifier**, **supprimer** et **prévenir** l'accumulation des données inutiles. Voici une méthode structurée, professionnelle et adaptée au grand public, en s'aidant d'outils gratuits et fiables.

❶ Faire un audit de l'espace occupé

OBJECTIF: identifier ce qui consomme le plus (vidéos, apps inutilisées, téléchargements oubliés).

▪ SUR ORDINATEUR

Windows: **https://windirstat.net** (gratuit) ou **https://www.jam-software.com/treesize** vous permettent visualiser en un coup d'œil les dossiers qui prennent le plus de place.

Apple: Menu > À propos de ce Mac > Stockage ou l'outil gratuit **https://daisydiskapp.com** (essai gratuit).

▪ SUR SMARTPHONE

Android: l'application *Files by Google* pour analyser, trier et supprimer fichiers inutiles.

iOS: Réglages > Général > Stockage iPhone pour voir les apps et les fichiers les plus gourmands.

❷ Supprimer les fichiers et applications inutiles

▪ Applications non utilisées: / désinstallez les applications que vous n'utilisez pas via les paramètres de votre ordinateur ou utilisez **https://www.bcuninstaller.com** (*Windows*) pour une suppression en masse.

▪ Fichiers temporaires et caches: à quoi servent-ils ? Les **Fichiers temporaires** sont créés automatiquement par les systèmes et les logiciels pour accélérer l'exécution de certaines tâches (installation de programmes, ouverture de documents, navigation Web). Ils sont utiles sur le moment, mais deviennent inutiles une fois la tâche terminée. Les **Caches** sont des mémoires intermédiaires utilisées pour stocker temporairement des données fréquemment utilisées (pages Web, images, vidéos) afin d'accélérer l'accès lors votre prochaine visite sur ces mêmes pages et sites. Avec le temps, ces fichiers s'accumulent, occupent plusieurs gigaoctets d'espace et ralentissent vos appareils. Comment les supprimer facilement ?

▪ SUR LES ORDINATEURS /

CCleaner (version gratuite, disponible en français): supprime caches, historiques et fichiers temporaires de Windows/Mac, navigateurs Web et applications.

> **ASTUCE**: N'hésitez pas à programmer un nettoyage tous les 2 à 3 mois pour éviter l'accumulation. Vous pouvez automatiser cette tâche via *CCleaner*.

❸ Gérer ses photos et vidéos

OBJECTIF: supprimer les doublons, les captures d'écran qui ne sont plus utiles, les photos floues,... Celles qu'on garde au cas où, on ne sait jamais !

▪ SUR ORDINATEUR

/ Google Photos - **https://www.google.com/intl/fr_be/photos/about**

https://www.icloud.com/photos

Ces applications proposent nativement des suggestions automatiques de photos à supprimer pour libérer de l'espace sur votre appareil ou dans le *cloud*.

▪ SUR SMARTPHONE

Android: *Files by Google* **https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.nbu.files&hl=fr**

iOS: *Photo Cleaner* **https://apps.apple.com/fr/app/photo-cleaner-album-organizer/id926090192** détectent les photos «trop» volumineuses.

Stockez en ligne uniquement les photos et vidéos pertinentes et que vous souhaitez conserver et compressez-les si nécessaire (formats HEIC, JPEG optimisé).

❹ Optimiser son cloud

Nos espaces de stockage en ligne (*Google Drive*, *OneDrive*, *Dropbox*, ...) se remplissent vite et nous donnent l'impression de manquer d'espace. La solution la plus simple est d'acheter plus de gigas, mais ce n'est ni une approche durable pour nous, ni une solution écologique pour la planète. Il est donc préférable de nettoyer et d'entretenir régulièrement son espace numérique. Grâce aux outils de recherche intégrée sur la plupart des applications de stockage en ligne citées plus haut, il est possible de repérer rapidement les fichiers lourds, anciens ou inutiles.

▪ TRIER PAR TAILLE

Google Drive: dans la barre latérale, cliquez sur «Stockage» → vos fichiers apparaissent classés du plus volumineux au plus petit. Supprimez les vidéos ou archives trop lourdes dont vous n'avez plus besoin.

OneDrive: depuis le navigateur, ouvrez l'onglet «Mes fichiers», puis triez par «Taille».

Dropbox: utilisez le tri par taille de fichier dans vos dossiers pour repérer les éléments volumineux.

▪ TRIER PAR DATE

Dans les 3 services, utilisez le bouton «Modifié le...» pour afficher les fichiers les plus anciens. C'est une bonne façon de retrouver des documents obsolètes (anciens CV, versions dépassées de présentations, projets clos).

▪ RECHERCHER PAR TYPE DE FICHIER

Google Drive: dans la barre de recherche, tapez type:video, type:pdf, ou type:image pour filtrer vos contenus. Exemple: tapez «before:2021-01-01» pour retrouver tous vos fichiers enregistrés avant janvier 2021.

OneDrive et *Dropbox:* utilisez la loupe, puis appliquez le filtre «Type de fichier» (document, image, vidéo, etc.)

▪ VIDER LA CORBEILLE

Les fichiers supprimés restent souvent stockés 30 jours avant leur suppression automatique et définitive. Vider régulièrement la corbeille libère instantanément plusieurs gigaoctets.

▪ CENTRALISER LES DOCUMENTS ESSENTIELS

Créez un «Dossier Maître» avec des sous-dossiers simples (Administratif, Famille, Travail, Photos), soit un dossier principal unique qui sert de point d'entrée central pour organiser tous vos fichiers importants. Au lieu d'éparpiller vos documents dans des dizaines de dossiers ou *clouds* différents, vous créez un seul dossier de référence, puis vous le structurez avec quelques sous-dossiers clairs et faciles à comprendre.

Ou vous pouvez utiliser l'application NOTION **https://www.notion.so** (disponible en français, gratuit pour une utilisation personnelle) pour référencer vos documents stockés dans différents *clouds* grâce à des liens directs. Nous explorerons les bases de *Notion* dans un tout prochain article.

ASTUCE: Une fois par trimestre, lancez une recherche «before:AAAA-MM-JJ» dans *Google Drive* pour supprimer les fichiers de plus de 3 ans - une méthode rapide pour désencombrer sans tout passer en revue.

RÉDUIRE SON EMPREINTE CARBONE

Chaque donnée stockée n'est pas «immobile», contrairement à une vieille caisse qu'on aurait oublié dans le fond d'un grenier, une donnée numérique a besoin d'énergie pour être stockée: elle est hébergée dans un data center, un bâtiment rempli de serveurs qui tournent en permanence et ont besoin d'être refroidis en continu. Résultat: ces infrastructures consomment une énergie colossale et représentent aujourd'hui 2 à 3% des émissions mondiales de CO_2 – soit autant que le transport aérien mondial (source: *International Energy Agency*, 2023).

Cela signifie que garder un mail inutile n'est jamais neutre. Selon *The Shift Project*, un simple email de 1 Mo conservé pendant un an équivaut à environ 10 g de CO_2. À l'échelle individuelle, cela peut sembler peu, mais multiplié par des millions d'utilisateurs et des milliards de messages, l'impact devient massif. Pour vous donner un ordre d'idée: supprimer 1 000 emails inutiles équivaut à éviter l'émission d'environ 10 kg de CO_2, soit la même empreinte qu'un trajet en voiture de 50 km.

Le geste peut paraître minime, mais il a un double bénéfice: alléger la planète et votre espace de stockage. Et contrairement à la compensation carbone qui reste abstraite, ici le résultat est direct et mesurable.

CHALLENGE «GRAND MÉNAGE NUMÉRIQUE»

Le défi ?
Consacrer 30 minutes par semaine pendant 1 mois à :

1. ☐ Supprimer 100 emails inutiles.
2. ☐ Effacer 50 photos floues ou doublons.
3. ☐ Fermer 1 compte en ligne que vous n'utilisez plus.
4. ☐ Vider le dossier «Téléchargements».
5. ☐ Vérifier et mettre à jour vos mots de passe clés.
6. ☐ Sauvegarder et rassembler dans un dossier, vos documents importants dans un format pérenne.
7. ☐ Noter les accès essentiels pour vos héritiers.

En 4 séances seulement, vous aurez libéré de l'espace, réduit votre empreinte carbone et posé les bases d'une organisation durable.

Préparer la transmission

On pense souvent à rédiger un testament pour ses biens matériels, mais rarement pour son patrimoine numérique. Pourtant, vos données (photos, vidéos, documents, comptes en ligne) font partie intégrante de votre héritage. Sans organisation préalable, elles sont vouées à 3 sorts possibles: l'oubli, elles resteront stockées pendant des années dans des serveurs énergivores sans jamais être consultées; le chaos, vos proches hériteront d'un amas de fichiers impossibles à trier et devenant un véritable fardeau émotionnel et administratif; ou encore la perte, lorsque des comptes seront supprimés automatiquement ou resteront inaccessibles faute de mots de passe connus.

PRÉPARER LA TRANSMISSION, C'EST:

- Éviter la surcharge: vos proches n'auront pas à passer des mois à trier des données inutiles.
- Préserver l'essentiel: vos souvenirs, photos ou créations seront identifiés comme précieux.
- Sécuriser l'accès: vous limitez les risques que vos comptes restent actifs et vulnérables après votre décès.

BONNES PRATIQUES:

- Classer vos données essentielles dans un «Dossier Maître» (Administratif, Famille, Travail, Souvenirs).
- Sauvegarder les documents importants en PDF/A, format standard pour l'archivage à long terme.
- Tenir un inventaire clair: via un tableur (*Excel*, *LibreOffice Calc*) ou une base *Notion* où chaque dossier est lié et commenté.
- Désigner un contact de confiance: *Google* propose la fonction Gestionnaire de compte inactif **https://myaccount.google.com/inactive**. Vous définissez un délai d'inactivité et un contact qui recevra vos données. *Apple:* via la fonction **Contact légataire** **https://support.apple.com/fr-be/102631**. *Facebook*: vous pouvez désigner un contact légataire **https://www.facebook.com/help/991335594313139/choisir-un-contact-legataire** ou demander la suppression du compte.

ASTUCE: préparez un «coffre-fort numérique» à partager à une personne de confiance qui regroupe vos documents essentiels, vos identifiants principaux (banque, impôts, réseaux sociaux) et vos consignes de transmission claires pour vos proches. Ce geste simple transforme votre patrimoine numérique d'un potentiel fardeau en un héritage précieux, lisible et durable.

Trier ses données, ce n'est pas seulement gagner de la place: c'est améliorer la performance, réduire son impact environnemental, simplifier la vie de ses proches et renforcer sa sécurité numérique. En définitive, trier son espace numérique, c'est offrir un double cadeau: à la planète, en réduisant une pollution invisible, et à vos proches, en leur laissant un héritage clair et léger. Une question, une réaction sur un de nos articles ? Partagez vos expériences avec nous via **contact@easi-ie.com**

Tatouage intelligent : la couleur contre le GHB

Chaque année, des milliers de personnes sont victimes de soumission chimique, utilisées pour neutraliser leur vigilance et faciliter des agressions. Ces substances, comme le GHB (gamma-hydroxybutyrate), sont incolores, inodores et insipides, ce qui les rend invisibles dans un verre de cocktail ou de bière. Une petite dose suffit à provoquer somnolence, confusion, amnésie, voire perte de conscience. Face à ce problème de santé publique, des chercheurs coréens ont développé une innovation prometteuse: un tatouage-sticker qui change instantanément de couleur en présence de GHB. Présentée en 2025 dans *ACS Sensors*, cette technologie combine chimie de pointe, matériaux souples et design discret pour offrir un outil de prévention inédit (1)

TEXTE : MILAN VANDER WEE-LÉONARD • MILAN.VDWL@GMAIL.COM
PHOTO : © S-MOTIVE - STOCK.ADOBE.COM

À faibles doses, le GHB est utilisé comme anesthésiant ou traitement de certains troubles neurologiques. Mais détourné, il devient une arme chimique redoutable. Les analyses permettant de le détecter (spectrométrie de masse ou spectroscopie RMN **(2)**) ne sont accessibles qu'en laboratoire et ne préviennent pas l'intoxication. Le tatouage imaginé par les chercheurs vise à apporter une alerte immédiate, avant même qu'une boisson suspecte ne soit consommée.

Ce capteur, discret et portable, repose sur un film de polydiméthylsiloxane (PDMS – un silicone particulier), recouvert d'un gel d'agarose (gel à base d'agar-agar) contenant la molécule réceptrice, l'iodure de 2-(3-bromo-4-hydroxy-styryl)-3-éthylbenzothiazol-3-ium (en bref, le BHEI). Au contact du GHB, le BHEI interagit avec des liaisons hydrogène (ponts H), modifiant sa structure. Cela déclenche un changement de propriété visible à l'œil nu: un virage de couleur du jaune au rouge. C'est ce qu'on appelle un indicateur coloré, comme pour mesurer le pH de l'eau d'une piscine **(3)**.

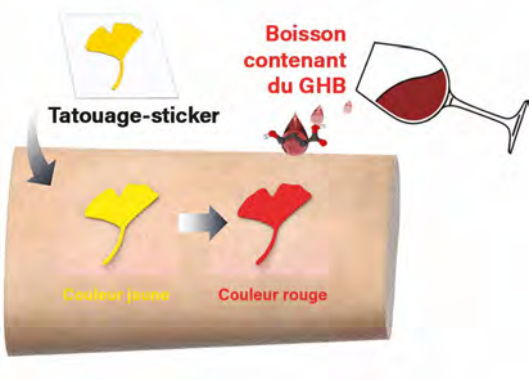
Pour l'utilisateur, rien de plus simple: il suffit de toucher la surface du tatouage avec une goutte de boisson. La réaction, quasi instantanée, révèle la présence d'une drogue potentiellement dangereuse.

La quantité de GHB connue pour induire des symptômes graves tels que la confusion et le coma à une personne de 60 kg est d'environ 3 g. Les tests réalisés avec des solutions pures en

GHB montrent une limite de détection de 0,01 mg/mL, soit 200 fois plus que la dose de référence dans une boisson de 150 mL. En moins d'une seconde, la couleur vire au rouge pour signaler la contamination, même avec des solutions complexes comme du whisky, de la vodka, de la bière, ou du café.

Comme le PDMS à une adhérence faible à la peau, l'adhésion du patch est assurée par une fine couche d'alcool polyvinylique (PVA). L'autocollant, souple et fin, résiste alors à 50 cycles de flexion et à l'immersion dans l'eau. Cette robustesse permet une utilisation réelle: le patch tient en place toute une soirée.

Avec toutes ces molécules sur la peau, il faut vérifier que cela n'impacte pas la santé, c'est la biocompatibilité.



Celle du tatouage a été confirmée sur des cellules humaines: la viabilité cellulaire reste supérieure à 98%, et aucun signe d'irritation cutanée n'a été observé.

Les chercheurs envisagent déjà de proposer des motifs variés, alliant esthétique et fonction: bracelets temporaires, autocollants de festival ou tatouages décoratifs. L'équipe coréenne imagine un déploiement dans des lieux festifs, des kits de prévention distribués sur les campus ou même des accessoires personnalisés pour les forces de l'ordre et les hôpitaux. La fabrication, basée sur des matériaux peu coûteux, permet d'envisager une production à grande échelle, avec un prix unitaire abordable.

À terme, cette technologie pourrait être élargie à d'autres substances comme la kétamine, contenue dans quelques antidépresseurs et anesthésiants, ou les benzodiazépines, contenues dans certains anxiolytiques. En effet, dans la majorité des soumissions chimiques, ce sont des médicaments communs qui sont utilisés. Cela ouvrirait la voie à un patch multizone capable de signaler plusieurs drogues en un seul regard. Le tatouage peut donc servir d'alerte, mais il ne remplacera jamais la vigilance. En soirée, surveillons donc nos verres et nos amis !

DO IT YOURSELF !

Pour visualiser une réaction chimique générant un signal coloré, rien de tel qu'un chou rouge. Ce chou, comme beaucoup de plantes, contient des pigments appelés **anthocyanes**, qui changent de couleur selon le nombre de protons (H^+) en solution (pH). Ce super légume peut donc nous indiquer si nous sommes en présence d'un acide ou d'une base, substances irritantes et corrosives, ou d'une substance neutre, comme de l'eau.

COMMENT FAIRE ?

1. Dans une casserole, verse un 1 L d'eau bouillante sur un huitième de chou rouge émincé et laisse refroidir.
2. Pendant ce temps, réunis des produits ménagers et alimentaires et prépare-en des solutions dans des petits récipients transparents (vérifie les pictogrammes de dangers avant de manipuler les substances).
3. Récupère le liquide mauve foncé dans une bouteille en filtrant le mélange avec un filtre à café dans un entonnoir.
4. Ajoute une cuillère à café de jus de chou rouge dans tes solutions de produits ménagers et alimentaires.
5. Observe et classe par couleur (rouge: très acide, rose: acide, mauve: neutre, bleu: basique, vert-jaune: très basique).

COMMENT ÇA MARCHE ?

Les **anthocyanes** ont de nombreux sites qui peuvent porter des protons. Chaque fois qu'un site est (dé)protoné par un acide (ou une base), la structure de la molécule change, provoquant une modification de sa couleur. Grâce à ses sites acidobasiques, les anthocyanes sont donc d'excellents indicateurs colorés pour déterminer le caractère acidobasique d'une substance ! Avec cette manipulation, tu peux par exemple expliquer pourquoi on doit laver la vaisselle ou faire le ménage avec des gants.

(1) G. Kim, *ACS Sensors 2025* (**https://doi.org/10.1021/acssensors.4c03737**).

(2) La spectrométrie de masse renseigne sur la masse des molécules présentes dans un échantillon tandis que la spectroscopie RMN donne des indications sur la structure d'une molécule.

(3) Le pH est la mesure de l'acidité d'une solution aqueuse (une substance diluée dans l'eau). Une molécule acide fournit des protons (H^+) et donnera un pH inférieur à 7. Une molécule basique capte des protons et donnera un pH supérieur à 7.

BIO NEWS

TEXTE : JEAN-MICHEL DEBRY • J.M.DEBRY@SKYNET.BE
PHOTOS : © LUKAS - STOCK.ADOBE.COM (P.51), © ROSTISLAV - STOCK.ADOBE.COM (P.52),
© FRANK29052515 - STOCK.ADOBE.COM (P.53), © CHENGMING - STOCK.ADOBE.COM (P.53),
© LUIS - STOCK.ADOBE.COM (P.54), © CHINSU - STOCK.ADOBE.COM (P.54)

La détresse des koalas

Le koala est un animal soyeux qui attire d'emblée la sympathie, quel que soit l'attrait que l'on ait pour le monde animal. Le problème pour les Européens que nous sommes est qu'il n'est pas de chez nous où il ne fréquente, contre son gré, que les parcs zoologiques. Nous ne pouvons donc rien faire de concret pour en assurer la conservation alors qu'il se trouve aujourd'hui en grand danger. Les causes ? Le morcellement de son territoire naturel par le réseau routier et la privatisation des terres pour la production agricole et sylvicole. Entre 2003 et 2020, 760 500 hectares ont été retirés de la zone historique d'habitat de ce marsupial un peu paresseux rien qu'en Nouvelles Galles du Sud. Du coup, la problématique du risque de disparition de cet emblème national a subitement pris des proportions telles, qu'elle s'est invitée dans les campagnes électorales. Il était temps. Et bien entendu, comme on pouvait s'y attendre, c'est le fourre-tout devenu classique du réchauffement climatique qui a été évoqué comme cause première. Facile: cela arrange tout le monde; c'est la faute à personne. Mais juste une petite réflexion au passage à ce propos: une température de 45 ou 50° Celsius assèche la végétation qui devient plus facile à embraser. C'est une évidence en l'absence de toute pluie intercurrente. Mais une flamme, un tison, une allumette ou un barbecue mal géré restent dans tous les cas nécessaires. Pas de flamme ou de braise, pas d'incendie. Ceux qui en doutent n'ont qu'à pratiquer l'expérience: soumettre des herbes très sèches aux températures évoquées. Résultat: elle ne les fera jamais brûler. Et face à un brasier, le marsupial a peu de chance de s'échapper; il en a déjà été question dans cette même chronique.

C'est donc aussi (voire surtout) du côté du comportement humain qu'il faudrait d'abord jeter un regard. Évoquer – comme cela a été le cas il y a quelques années – que certains jours on dénombrait jusque 70 départs de feu, devrait mettre la puce à l'oreille à tous ceux qui connaissent au moins un peu les lois élémentaires de la physique. L'intention n'est pas toujours volontaire. Mais combien de mégots non éteints ne passent-ils pas chaque jour par la fenêtre entrouverte d'un véhicule ?

***Science*, 2023, 379: 1197**

Chaleur = cohésion ?

En Islande, il y a des eaux froides et des eaux plus chaudes, alimentées par les geysers. Il y a donc des poissons qui ont la «chance» d'échapper aux rigueurs glaciales. Les choses pourraient en rester à cette cruelle inégalité, sauf que des éthologistes ont constaté que les poissons qui vivent dans de l'eau plutôt froide ont un comportement significativement plus social que leurs équivalents en eaux chaudes. Ils ont pu en paramétrer les différences et les ont reproduites en laboratoire, ce qui a permis de valider les observations faites en conditions externes. De 2 choses l'une: ou la chaleur réduit la cohésion sociale, ou le froid l'augmente. Mais ce n'est pas tout: on sait aussi que ce comportement a une dimension «acquise», innée. Chez les poissons ectothermes (à température corporelle non constante), il faut savoir que la température a des répercussions sur le niveau métabolique et sur les performances locomotrices. Les chercheurs ont donc prélevé des épinoches dans des bassins externes chauds et froids et les ont placées en laboratoire dans des aquariums de température équivalente ou clairement inversée. Ce qu'ils ont pu évaluer, c'est l'inversion – ou non – du comportement lorsque l'environnement était modifié. Et il apparaît que les petits poissons très sociaux en eaux froides le restent en eaux chaudes, au moins sur 2 générations. Le comportement est donc bien inné et probablement induit par des modifications d'ordre épigénétique: certains gènes dont l'action influe sur le comportement ont une «sensibilité» à la température qui en module l'expression. Et c'est au cours des premiers temps de la vie que l'imprégnation se marque. Il reste maintenant à identifier quels gènes sont influencés. Je m'interdirai de faire un parallèle avec notre espèce qui connait des environnements bien plus diversifiés et changeants que ceux de l'épinoche islandaise. Mais les acquis évolutifs étant ce qu'ils sont, il semble qu'une lointaine parenté reste néanmoins décelable. Un exemple: les revendications sociales ne dérapent-elles pas davantage par temps chaud qu'en hiver ? Simple observation. Mais je n'irai pas plus loin. À chacun de voir si nous n'avons quand même pas un peu de l'épinoche en nous…

- ***Science* 2022, 378: 742-743**
  ***Glob. Change. Biol.* 2023; 29: 206-214**

Des bactéries à l'œil

L'évolution est un long processus d'adaptation et d'acquisition de fonctions nouvelles qui font parfois d'étonnants détours. On sait par exemple que des plantes acquièrent des caractères nouveaux par leurs racines, sous le sceau de la discrétion offerte par le sol. Les vecteurs sont souvent des virus qui, pénétrant le racines, finissent par instiller aux plantes envahies l'un ou l'autre de leurs gènes et par conséquent aussi les caractères associés.

Rien n'interdit que le même processus se soit inscrit dans la lignée animale et soit arrivé jusqu'à nous. C'est même franchement avéré puisque dans notre ADN, on retrouve des séquences de génome viral et bactérien. Ont-ils pour autant apporté des caractéristiques dont nous pouvons nous prévaloir aujourd'hui ? Lorsque le génome humain a été entièrement décodé en 2001, on y a identifié environ 200 gènes qui pourraient être d'origine bactérienne, issus de contaminations. Si l'on s'en tient à ceux qui sont présents chez les vertébrés et qui n'apparaissent pas dans les groupes inférieurs – et en particulier chez les invertébrés dont ils sont issus – on peut objectivement suspecter qu'ils ont été apportés par des contaminations bactériennes. La meilleure façon de le savoir est de comparer le génome humain à celui de bactéries et de mettre en évidence d'éventuelles séquences communes. C'est ce qui a été fait et un gène, sans doute parmi d'autres, a été identifié comme étant susceptible d'être passé directement de la bactérie aux vertébrés… et donc ensuite à l'homme. Il s'appelle IRBP et code pour une protéine importante au niveau de la vision, qui trouve sa place au niveau de la rétine. Or ce gène ressemble comme un frère à une classe de gènes bactériens qui codent pour des peptidases, des enzymes dont la fonction est d'intervenir dans le recyclage des protéines. Entré par effraction dans le génome animal il y a plus de 500 millions d'années, ce gène se serait d'abord dupliqué puis aurait perdu sa fonction première avant d'en gagner une autre, d'une tout autre nature, celle qui préside à la formation de la protéine qui intervient dans la vision. Le processus n'aurait pas été immédiat mais aurait profité de plusieurs mutations aussi

Satanés moustiques !

Chez le moustique, c'est la femelle qui pique pour sucer le sang chaud, et l'humain fait partie des généreux donateurs comme chacun peut en faire l'expérience à l'occasion. C'est cet apport qui permet la maturation des ovaires en préalable à la ponte. Le problème est que les moustiques – et en particulier ceux qui sont vulnérants pour les humains – ont dû apparaître avant ces derniers dans la filière évolutive. Conséquence: ceux qui vivaient avant l'apparition de l'*Homo Sapiens* avaient un approvisionnement sanguin d'une autre nature et se sont adaptés à cette espèce devenue omniprésente absolument partout sur le globe; en tout cas là où le moustique peut également vivre et se reproduire.

Une étude récemment menée sur l'espèce *Aedes aegypti* a permis d'en savoir un peu plus en la matière. Ce moustique (ou son ancêtre) a dû apparaître sur le sol africain et vivait dans la savane ou la forêt où il trouvait des animaux à sang chaud à profusion. Puis, il y a 5 000 ans environ, une variation significative de l'écorce terrestre (on pense à un passage maritime apparu du côté de l'actuelle Malaisie) a drastiquement modifié le climat de la moitié supérieure du continent africain, avec les conséquences que l'on connaît: la désertification massive et l'apparition du Sahara. Les humains ont donc dû s'adapter et se sont alors regroupés autour des indispensables points d'eau. Les moustiques, dont la larve vit dans l'eau, ont fait de même et ont vu dans les humains une belle source d'approvisionnement en sang chaud. Ce dont ils ne se sont pas privés depuis ces 5 millénaires à leur plus entière satisfaction. Mais pas à la nôtre !

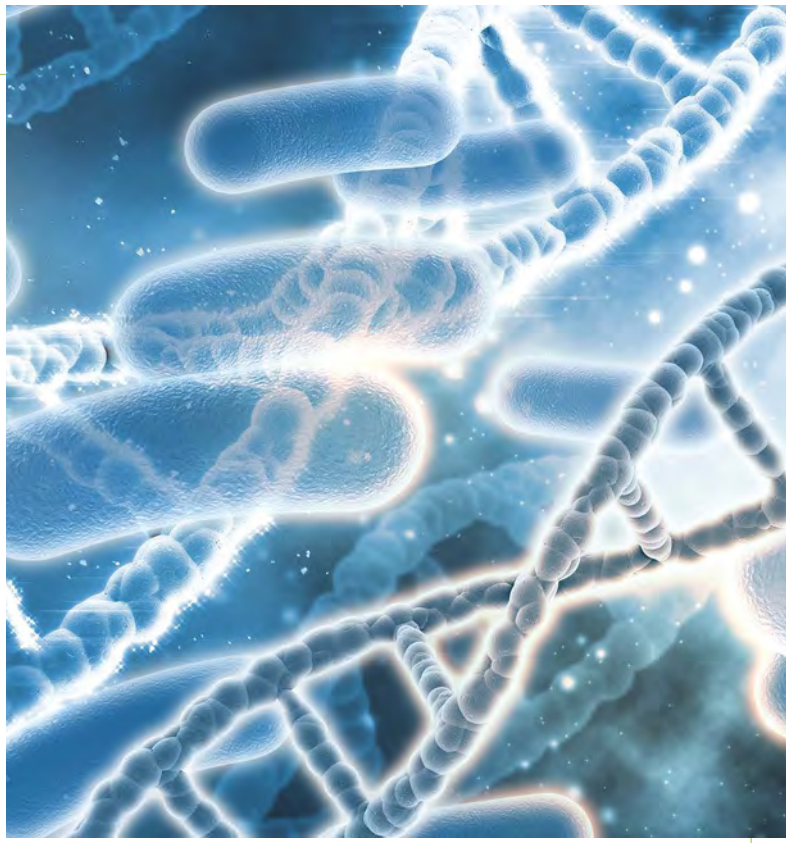
Et ce n'est pas tout. Comme les hommes, les moustiques ont voyagé d'un continent à l'autre, profitant en particulier des convois d'esclaves partis «de leur plein gré» couper les cannes à sucre en Amérique; cela faisait tout de même bon an mal an 80 000 vecteurs potentiels de fièvre jaune à destination du Nouveau monde. Ensuite, les moyens de communication se sont à la fois diversifiés et multipliés: une aubaine pour tous les moustiques et leurs germes embarqués, qu'il s'agisse de ceux de la fièvre jaune, du Zika, du chikungunya ou de la dengue. Est-ce la fin ? Que nenni ! *Aedes aegypti* a trouvé utile de se croiser avec d'autres espèces jusque-là moins agressives qui y ont trouvé leur compte. Avec près de 8 milliards d'humains, il n'y a pas de quoi se plaindre ! Et rien ne semble leur résister: dans certains pays africains, on a même vu des larves se développer dans les stations de lavage des mains installées pendant la Covid ! La guerre contre ces piqueurs impénitents est loin d'être gagnée…

***Science*, 2023, 379: 1281-1282**

aléatoires que finalement bien utiles, à en juger à sa fonction actuelle.

Cette «découverte», qui repose encore beaucoup sur la spéculation, ne fait pas l'unanimité parmi les généticiens; notamment parce que nombre d'invertébrés disposent du sens de la vision mais pas de la protéine IRBP. Cela suffit-il à rendre caduque la théorie proposée ? Seul un complément de recherche permettra d'apporter la preuve attendue… ou à réfuter la proposition. En cas de validation, on aura au moins pu identifier une voie détournée qu'a pu prendre une information génomique, partant d'un organisme primitif aveugle pour faire accéder d'autres, plus complexes, à une vision plus intense. Les voies de l'évolution sont parfois bien compliquées !

***Science*, 2023,380: 119**



Espèces en danger

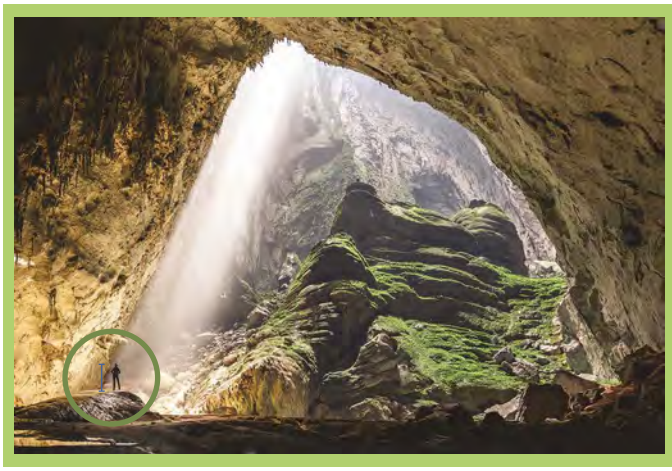
L'espèce humaine n'est pas en danger: je suppose que cela n'informe personne. Les espèces qui sont produites pour leur chair ne le sont pas davantage, sauf épiphénomènes occasionnels qui dépassent la capacité de contrôle des antibiotiques donnés à titre préventif. Mais on oublie trop souvent que quelques-unes qui participent à la faune sauvage sont génétiquement proches des espèces d'élevage et en raison de leurs contingents plus réduits, risquent, après avoir contracté un pathogène venu des élevages, d'être mises en danger de façon dramatique. C'est ce qui est observé en maints endroits et notamment en Asie du Sud-Est. On se souvient aussi qu'il y a quelques années à peine, la peste porcine a jeté quelques troubles dans nos régions et a mené à l'élévation de clôtures pour contraindre les animaux malades (les sangliers) à rester dans des zones limitées.

Cette transmission accidentelle de pathogènes arrivés des élevages à la faune sauvage commence à inquiéter sérieusement les spécialistes des espèces menacées, et un doigt accusateur est de plus en plus intensément dirigé vers les élevages intensifs. Les valeurs chiffrées parlent d'elles-mêmes: en l'espace de 50 ans, on estime que le nombre de volailles a été multiplié par 6,1, passant de 5,51 à 35,07 milliards de têtes. Pour les porcs, la majoration est de 1,7 avec des valeurs qui sont passées de 547,17 à 952,63 millions d'animaux. Pour les bovins enfin (et principalement le bœuf), l'accroissement est de 1,4, ce qui se traduit par une majoration du cheptel, passé de 1,08 à 1,53 milliard de têtes. On lit par ailleurs – dans le contexte additionnel de l'émission de CO_2 – que l'élevage de bovins occasionnerait une production de CO_2 équivalente à celle que l'on doit à notre espèce, voire même légèrement plus.

Tant pour la transmission de pathogènes que pour le paramètre climatique, l'option à tenir ne fait pas de doute: il faut réduire la production de viande et principalement de viande bovine. L'animal en soi n'est pas le seul en cause: la déforestation est souvent menée pour fournir des surfaces agricoles dont l'objectif serait en large partie orientée vers la production de la nourriture nécessaire aux gros bovins. C'est un changement de paradigme qui est à apporter à l'échelle mondiale; réduire la consommation de viande bovine, porcine et ovine et l'orienter dans un premier temps vers la volaille. Il faut ensuite laisser le temps aux éleveurs d'assurer une transition progressive, éventuellement assistée d'aides financières, qui ne les mette pas en péril.

La solution est donc surtout dans l'assiette des consommateurs et dans une prise de conscience de leur part. Le reste devrait normalement suivre, aussi progressivement que possible. Sauf si une pandémie animale vient subitement hâter les choses…

***Science*, 2022; 278: 5**
Hannah Ritchie interviewée dans *l'Écho* *du 10 février 2024, p. 17*



BIO ZOOM

Digne d'un film fantastique à la *Avatar*, la grotte Hang Son Doong, située au Vietnam, est actuellement considérée comme la plus vaste galerie souterraine au monde. On estime sa longueur à 5 km pour 150 m de largeur et 200 m de hauteur (un building de 70 étages) ! Une rivière souterraine d'environ 8 km l'a creusée voilà 2 à 5 millions d'années, donnant naissance à des piscines et chutes d'eau. Grâce à 2 fenêtres qui laissent entrer la lumière du jour, elle a permis à de nombreuses espèces de se développer. Elle abrite aussi d'étonnantes structures comme les perles de cavernes…

Vue d'artiste d'un baryon lambda-B composé de ses 3 quarks (*up*, *down* et *beauty*).

Des lois mises à mal

La désintégration de particules qui viole la loi de symétrie et un métal qui viole celle de la catastrophe entropique. L'été fut chaud.

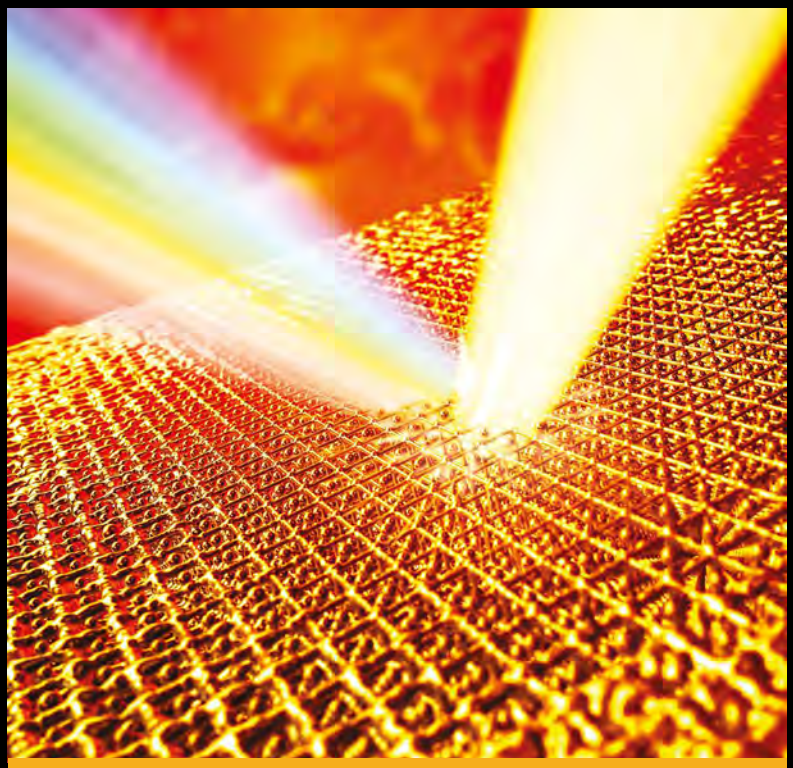
TEXTE : HENRI DUPUIS • DUPUIS.H@BELGACOM.NET
PHOTOS : © DANIEL DOMINGUEZ / CERN (P.55), © GREG STEWART/SLAC NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY (P.56)

Notre première histoire pourrait commencer en 1928 lorsque le physicien anglais Paul Dirac se met en tête de décrire le comportement d'un électron. Il parvient à formuler celui-ci en une équation qui laissa les scientifiques perplexes: elle était vérifiée pour deux valeurs, un électron d'énergie positive et un d'énergie négative. Exactement comme l'équation $x^2 = 4$ a 2 solutions, $x = 2$ ou $x = -2$. Or l'énergie est toujours positive. Dirac en conclut qu'il devait exister une particule en tout point semblable à l'électron mais de charge opposée, un antiélectron (appelé ensuite positon). Et qu'il en allait de même pour toutes les particules de matière. L'antimatière était née. Un bébé qui posait d'énormes problèmes: où était cette antimatière ? Et si elle s'annihilait avec la matière, pourquoi existons-nous ?

Au fil des décennies, les découvertes (et les interrogations !) vont se succéder. Selon les modèles cosmologiques, matière et antimatière sont apparues en quantité égale lors du Big Bang. Après quelques fractions de seconde, elles se sont annihilées par paire, produisant de l'énergie. Pas complètement cependant: on estime qu'une particule de matière sur un milliard a réussi à survivre. Ce sont elles qui constituent l'univers que nous observons. Sans cet «accident», tout, nous aussi, ne serait qu'énergie pure. Que s'est-il passé ? Il semblerait que l'annihilation ne soit pas immédiate mais que les particules de matière et antimatière se transforment l'une dans l'autre des millions de fois par seconde avant de se désintégrer. Donc, puisque c'est un nombre très important de transformations, il devrait y avoir autant de particules d'une catégorie que de l'autre. Un peu comme lorsqu'on lance une pièce de monnaie un très grand nombre de fois: la probabilité qu'elle retombe du côté pile est égale à celle qu'elle retombe du côté face (50-50). Sauf si «quelque chose» vient perturber le lancer. Arriver à déterminer le mécanisme perturbateur à l'œuvre lorsque les particules sont en oscillation est une des questions primordiales de la physique aujourd'hui. Pour y arriver, les chercheurs étudient toutes les différences de comportement possibles entre les 2 types de particules créées artificiellement dans les grands collisionneurs, dont celui du CERN, champion de la création d'antiprotons.

Pas le même nombre de désintégrations

Dans un article publié dans *Nature* **(1)**, la collaboration LHCb montre qu'elle a découvert des différences dans le taux auquel des baryons se désintègrent par rapport à ce taux de désintégration des antibaryons. La désintégration est le processus par lequel des particules instables se transforment en deux (ou plus) particules plus légères et plus stables. Des différences avaient déjà été observées pour la famille des mésons,



Les chercheurs de l'instrument *Matter in Extreme Conditions* (MEC) ont utilisé un laser pour surchauffer un échantillon d'or. Ensuite, ils ont envoyé une impulsion de rayons X ultra-lumineux à travers l'échantillon pour mesurer la vitesse, et donc la température, des atomes vibrant dans l'échantillon.

particules non élémentaires composés d'un nombre pair de quarks et d'antiquarks, comme les bosons par exemple. Et sans doute aussi pour les neutrinos. Mais jamais pour des baryons. Or ceux-ci (les plus connus sont les protons et les neutrons) constituent l'essentiel de la matière visible.

Les scientifiques ont passé au crible d'anciennes données (les plus anciennes provenant d'une campagne datant de 2009 ! On ne jette rien au CERN !) relatives à des désintégrations de baryons lambdas-b (composé de 3 quarks: *up*, *down* et *beauty*) et de sa particule miroir, les antibaryons lambdas-b. Résultat: le nombre de désintégrations n'est pas le même dans les deux cas, les particules se désintègrent plus souvent (5% plus souvent, ce qui est statistiquement significatif) que les anti-particules. Une violation nette de ce qu'on appelle la symétrie charge-parité, règle de tout comportement entre matière et antimatière. Reste à comprendre le(s) mécanisme(s) qui est(sont) à la base de cette violation. Peut-être la «faute» de nouvelles particules qu'on n'a pas encore détectées...

Catastrophe évitée

La seconde rébellion de cet été provient de l'or. Non parce que le cours de ce métal précieux aurait subi des variations désordonnées mais parce qu'un échantillon a refusé de.... fondre ! En thermodynamique existe un phénomène appelé la catastrophe entropique. C'est le moment critique où un corps reste dans son état initial (solide, liquide) bien que sa température de changement d'état soit dépassée. Ainsi, il était admis qu'un solide pouvait demeurer dans cet état à des températures 3 fois supérieures à celle de leur point de fusion. Autrement dit, la matière reste solide alors qu'elle aurait dû se liquéfier depuis longtemps. Cela vaut aussi pour d'autres changements d'état: l'eau pure peut rester liquide bien en deçà de 0° C puis, geler d'un coup sec (notamment quand on y introduit une impureté). Ces phénomènes sont appelés «catastrophe» non seulement à cause de la soudaineté du changement d'état mais aussi parce que ce changement est en général brutal.

Dans le cas qui nous occupe **(2)**, des chercheurs de l'instrument *Matter in Extreme Conditions* (MEC) du SLAC (Stanford) et de l'université du Nevada ont utilisé un laser pour surchauffer un échantillon d'or. Ceci n'a rien d'exceptionnel mais le problème de ces expériences est de mesurer la température. On le sait peu, mais il est très difficile de mesurer des températures très élevées comme celles atteintes par des plasmas par exemple dans des réacteurs à fusion. Les scientifiques du SLAC y sont parvenus grâce à une méthode originale: en mesurant directement la vitesse des atomes. Rappelons en effet que la température est la mesure de l'agitation des particules (molécules ou atomes). Mesurer la vitesse d'atomes n'est pas non plus chose aisée mais les chercheurs ont réalisé cet exploit en envoyant sur l'échantillon d'or une impulsion de rayons X ultrabrillants dont la fréquence changeait au fur et à mesure qu'ils rencontraient les atomes d'or surchauffés et vibrants. Mesurant ainsi leur vitesse.

Résultat: l'or avait atteint une température de 19 000 K (18 726 °C) soit plus de 18 fois sa température de fusion (1 064 °C) ! Et malgré cela, il était toujours sous forme de solide, il n'avait pas fondu. Aucune catastrophe entropique ne s'était produite alors qu'elle aurait dû se produire à 3 fois sa température de fusion. Outre la méthode de mesure de la température, ces résultats ont aussi montré que les catastrophes entropiques peuvent être évitées si les matériaux sont chauffés extrêmement rapidement, les atomes n'ayant pas le temps de se désorganiser – dans ce cas-ci, en un billionième de seconde. On se prend alors à rêver: il n'existerait peut-être aucune limite supérieure à la surchauffe des matériaux si l'opération est réalisée en un temps suffisamment court !

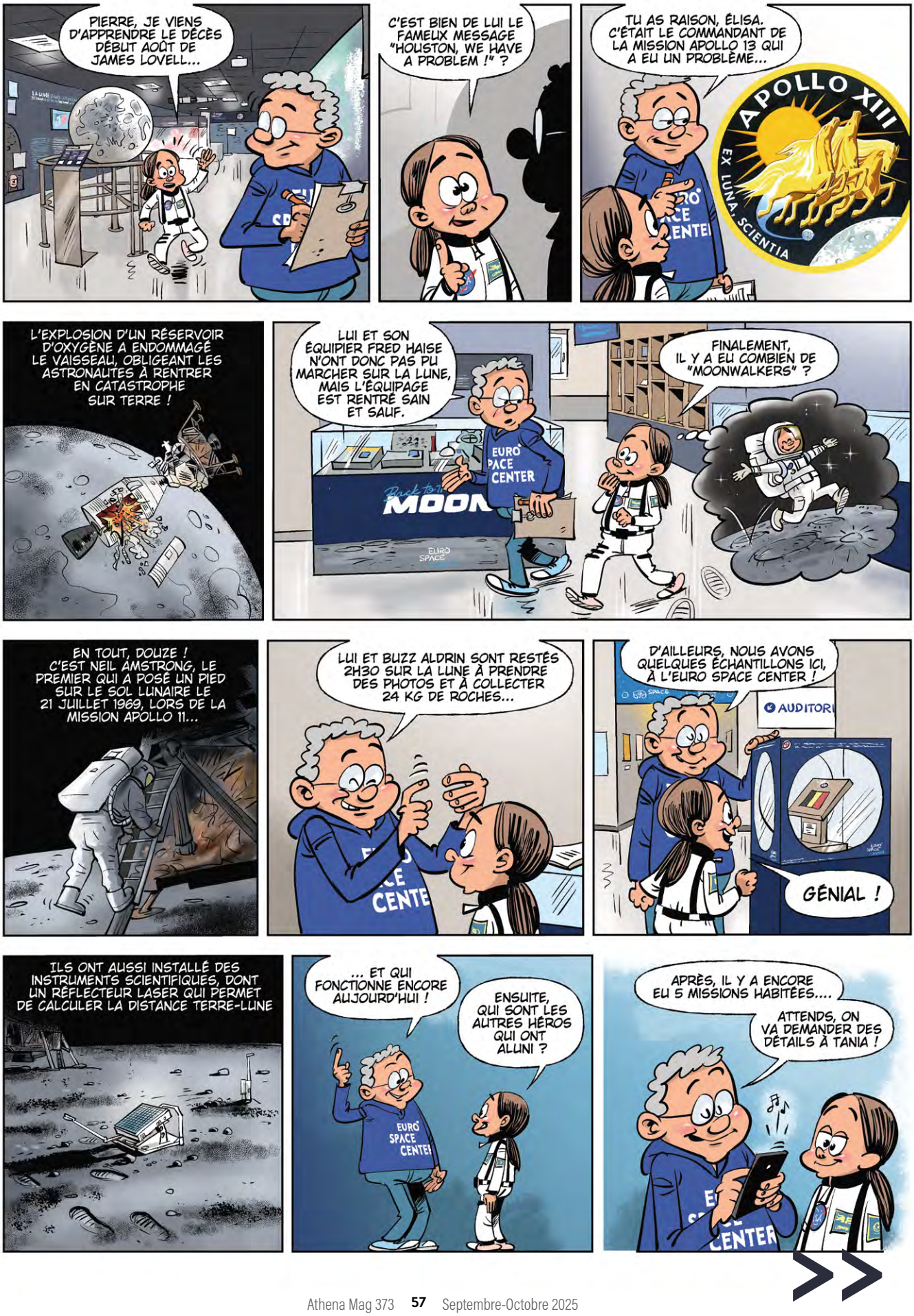
(1) Observation of charge–parity symmetry breaking in baryon decays, **LHCb collaboration,** *Nature*, **16 juillet 2025.**

(2) Superheating gold beyond the predicted entropy catastrophe threshold, **Thomas G.White et al.** *Nature*, **23 juillet 2025.**

Tania nous parle de l'Espace

12 hommes sur la lune.

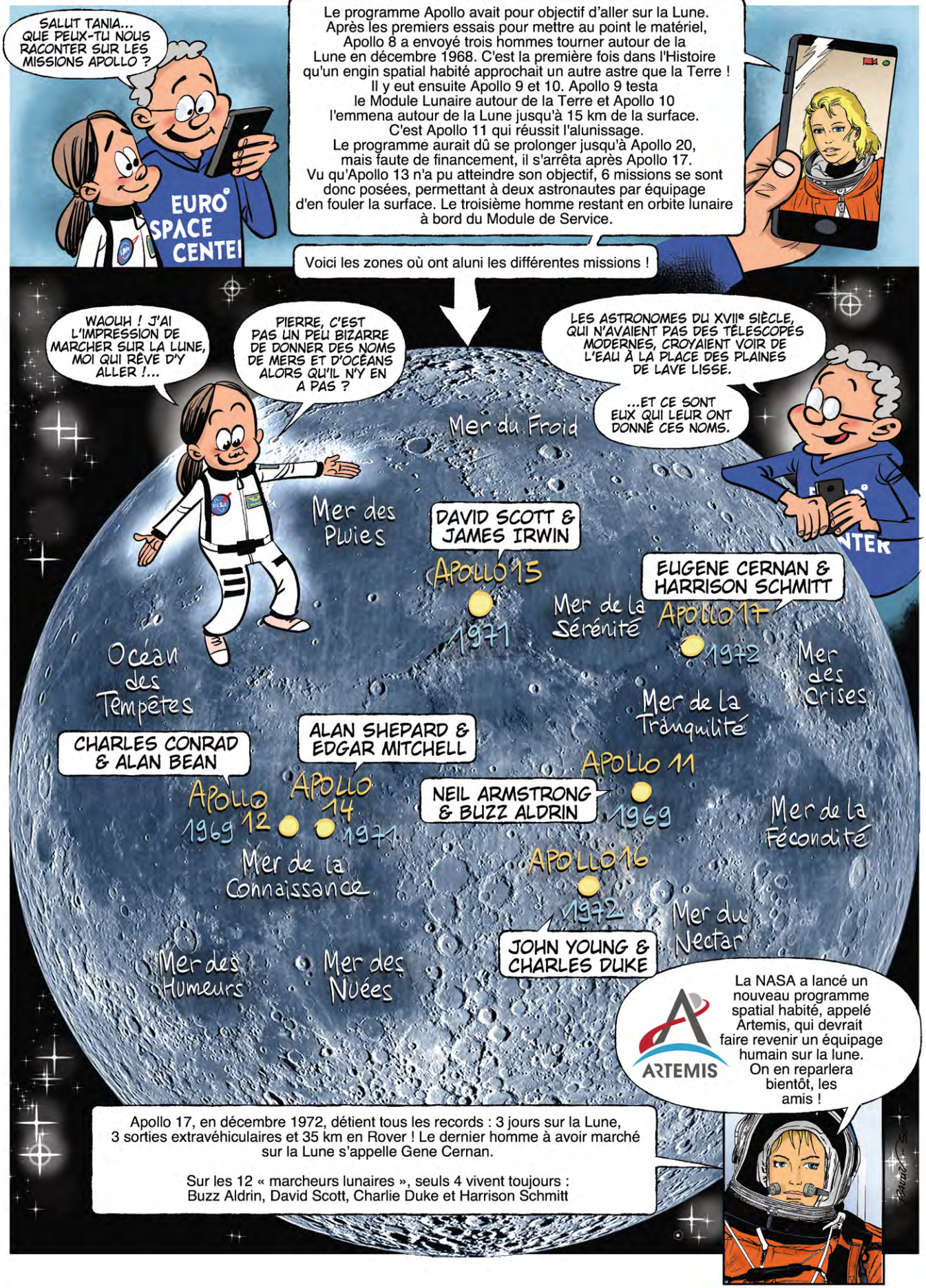
PAR
PIERRE-EMMANUEL PAULIS
ET OLIVIER SAIVE



Tania nous parle de l'Espace

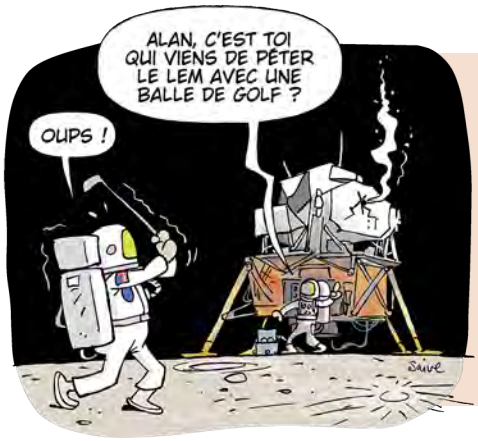
12 hommes sur la lune.

PAR
PIERRE-EMMANUEL PAULIS
ET OLIVIER SAIVE



Les anecdotes lunaires de Tania

PAR PIERRE-EMMANUEL PAULIS & OLIVIER SAIVE



Lors de la mission Apollo 14, le commandant de bord, Alan Shepard, a créé la surprise en sortant d'une poche de son scaphandre, une ... balle de golf qu'il frappa à l'aide d'un club improvisé. Passionné de golf et voulant profiter de la faible gravité lunaire, il trouvait l'occasion unique de réaliser un «shot» historique ! Mais la tentative ne fut pas concluante. Il sortit dès lors une seconde balle de sa combi et là, il réussit un envoi impeccable et cria dans son micro: «*La voilà qui s'envole à des miles et des miles !*» Les 2 balles de golf se trouvent toujours sur la Lune, dont une dans un petit cratère.

Lors des missions Apollo 15, 16 et 17, les trois dernières, les astronautes disposèrent d'un «rover». Mais les ingénieurs chargés de le développer se creusèrent la tête à propos des pneus: pas possible qu'ils soient en caoutchouc vu la température très élevée qu'il règne au soleil et terriblement froide dans l'ombre. Une seule solution: en métal. Oui mais comment en faire des roues qui accrochent dans la poussière de Lune ... les ingénieurs les ont donc conçues avec des ... cordes de piano !

Lors d'Apollo 15, David Scott réalisa une expérience pédagogique liée au principe de la chute des corps démontré par Galilée: il lâcha une plume et un marteau en même temps, qu'il tenait à bout de bras. En l'absence d'air, mais cependant soumis à une force de gravité, ils tombèrent à la même vitesse et touchèrent donc le sol en même temps.

Aldrin, le coéquipier d'Armstrong sur la Lune, s'est toujours fait appeler «Buzz» alors que son vrai prénom est «Edwin». Quand il était enfant, sa petite sœur avait un défaut de prononciation et appelait son frère «Buzzer» au lieu de «Brother». D'où le diminutif «Buzz» qu'il a conservé.

Initialement, les missions Apollo devaient s'étendre jusqu'à Apollo 20. Mais le congrès américain décida de les stopper après Apollo 17 car elles coutaient trop cher. Mais l'équipage d'Apollo 18 était déjà constitué lorsque cette décision fut prise. Dans cet équipage se trouvait un astronaute géologue: Harrison Schmitt. La communauté scientifique insista donc pour que sur la dernière mission, il y ait un scientifique. La NASA retira donc un astronaute d'Apollo 17 pour le remplacer par le géologue... (les astronautes à l'époque étaient tous issus des pilotes de chasse et d'essais). Joe Engle, qui dû laisser sa place, ne marcha donc jamais sur la Lune !

Sous le ciel nocturne du désert de l'Atacama au Chili, 2 télescopes de l'observatoire SPECULOOS-*South* traquent les mondes habitables. À l'arrière-plan se trouve le *Very Large Telescope* (VLT) de l'ESO.

SPECULOOS

Depuis la première détection d'une planète autour d'une étoile autre que le Soleil en 1995, l'astronomie a connu une véritable révolution. Nous savons aujourd'hui que les planètes sont partout dans la Galaxie, et probablement plus nombreuses que les étoiles elles-mêmes. Mais une question demeure centrale: combien de ces mondes pourraient ressembler à la Terre et accueillir la vie ?

TEXTE: GEOFFREY VAN HECKE • GEOFFREY@BVHCO.BE
PHOTOS: ESO (P.60), ESA (P.61), © ASTELCO (P.62), ESA (P.62), © UNSEENLABS (P.62)

Depuis la première détection d'une planète autour d'une étoile autre que le Soleil en 1995, l'astronomie a connu une véritable révolution. Nous savons aujourd'hui que les planètes sont partout dans la Galaxie, et probablement plus nombreuses que les étoiles elles-mêmes. Mais une question demeure centrale: combien de ces mondes pourraient ressembler à la Terre et accueillir la vie ? Parmi les quelque 300 milliards d'étoiles de notre Voie lactée, une catégorie attire particulièrement l'attention: les naines ultra-froides, des astres beaucoup plus petits et plus sombres que le Soleil, de taille comparable à Jupiter.

Ces étoiles, bien plus fréquentes que celles de type solaire, offrent un terrain de chasse idéal pour repérer des planètes rocheuses: leur petite taille facilite la détection de planètes semblables à la Terre, et leur faible luminosité place la zone habitable – où l'eau liquide peut exister – très près de l'étoile. C'est dans ce contexte qu'est né le projet SPECULOOS (*Search for habitable Planets EClipsing ULtra-cOOl Stars*), conçu à l'Université de Liège par le Professeur Michaël Gillon et ses collaborateurs. SPECULOOS est aujourd'hui un réseau mondial de télescopes robotisés dédié à la recherche de planètes habitables autour de ces étoiles discrètes mais omniprésentes.

Un concept simple et audacieux

L'idée fondatrice de SPECULOOS est à la fois simple et ambitieuse: consacrer des télescopes robotiques à l'observation intensive des ~1 600 naines ultra-froides situées à moins de 130 années-lumière de la Terre, soit suffisamment proches pour permettre une étude détaillée des planètes découvertes.

Le projet s'appuie sur la méthode du transit: lorsqu'une planète passe devant son étoile, elle en occulte une infime partie de la lumière. Pour

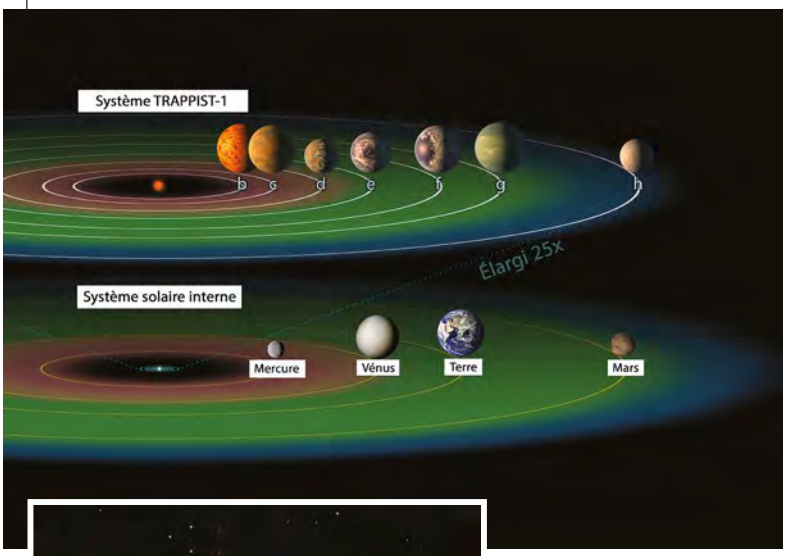
une étoile aussi petite qu'une naine ultra-froide, même une planète de la taille de la Terre produit une baisse de luminosité détectable depuis le sol. C'est ce qu'a démontré le projet TRAPPIST, dirigé par Michaël Gillon à l'Université de Liège, en découvrant en 2016 le système exceptionnel TRAPPIST-1 et ses 7 planètes de taille terrestre. Fort de ce succès, SPECULOOS a vu le jour avec l'appui de plusieurs partenaires internationaux (ULiège, *University of Cambridge*, *University of Birmingham*, *MIT* et *ETH Zurich*).

Le cœur de SPECULOOS est installé à l'Observatoire de Paranal, au Chili, sur le site de l'*ESO* (*European Southern Observatory*), l'un des meilleurs du monde pour l'astronomie. On y trouve 4 télescopes de 1 m de diamètre, baptisés *Io*, *Europa*, *Ganymede* et *Callisto*, en hommage aux lunes de Jupiter observées par Galilée. À ces télescopes du Sud s'ajoutent leurs équivalents dans l'hémisphère Nord: *Artemis* à Tenerife (îles Canaries) et *Saint-Ex* au Mexique. Un septième télescope, *Orion,* financé par la Région wallonne, rejoindra bientôt *Artemis* à Tenerife. L'objectif est de scruter une à une les 1 600 étoiles ultra-froides les plus proches, dans l'espoir de détecter des baisses périodiques de luminosité révélatrices du transit d'une exoplanète. Les télescopes sont totalement robotisés: ils observent chaque nuit sans intervention humaine directe, sous simple supervision à distance. Cette efficacité permet de consacrer des centaines d'heures à chaque cible, condition indispensable pour révéler des transits rares et subtils.

Depuis son lancement opérationnel en 2022, SPECULOOS a déjà livré des résultats prometteurs. Cette même année, ses observations ont permis la découverte de SPECULOOS-2c **(1)**, une planète rocheuse un peu plus grande que la Terre, située dans la zone habitable de son étoile. Deux ans plus tard, le projet a identifié SPECULOOS-3b, une planète de taille terrestre en orbite extrêmement courte: son année, c'est-à-dire une révolution complète autour de son étoile, dure seulement 17 h !

SPECULOOS a également contribué à la découverte de plusieurs dizaines d'autres exoplanètes, dont de nombreuses planètes rocheuses, dans le cadre de la mission spatiale TESS de la *NASA*. Ce satellite, équipé de petits télescopes à grand champ, observe de manière continue un très grand nombre d'étoiles proches. Il peut repérer des exoplanètes rocheuses autour de naines rouges un peu plus grandes et plus chaudes que les cibles principales de SPECULOOS. Mais un suivi au sol avec des instruments plus puissants reste souvent nécessaire pour confirmer le caractère planétaire des candidats.

Comparaison entre le système solaire interne et le système TRAPPIST-1. La taille relative des planètes est respectée. Les 7 planètes de TRAPPIST-1 et leur étoile forment un système 25 fois plus compact que notre propre système de planètes rocheuses. Les zones habitables des 2 étoiles sont représentées par un anneau vert.



Vue d'artiste des 7 planètes de TRAPPIST-1. Notons la ressemblance de **Trappist-1 e** avec la Terre.

Ces découvertes, bien que moins spectaculaires que le coup d'éclat de TRAPPIST-1, enrichissent progressivement le catalogue des planètes rocheuses les mieux adaptées à des études détaillées. Car l'ambition de SPECULOOS ne s'arrête pas à la détection: le projet constitue un vivier de cibles idéales pour les observatoires de nouvelle génération, comme le télescope spatial *James Webb* (JWST) ou les futurs géants terrestres, en particulier l'*Extremely Large Telescope* (ELT) de l'*ESO*. Grâce à eux, il sera bientôt possible d'étudier les atmosphères de ces planètes, à la recherche de traces de vie – une première dans l'histoire de l'humanité.

TRAPPIST-1 sous l'œil de JWST

Découvert en 2016 par le prototype de SPECULOOS, le système TRAPPIST-1 est devenu un laboratoire unique pour l'étude des planètes de type terrestre. Situé à 40 parsecs (environ 130 années-lumière), il abrite 7 planètes rocheuses, dont 3 se trouvent dans la zone habitable (*voir illustration ci-dessus*).

(1) TRAPPIST-1 est également nommé SPECULOOS-1, vu que le système a été découvert par le prototype de SPECULOOS.

Les 4 télescopes *Io, Europa, Ganymède* et *Callisto* du SPECULOOS *Southern Observatory* opèrent depuis le sommet du Cerro Paranal au Chili, se préparant à détecter de potentielles planètes habitables de type Terre autour d'étoiles ultra-froides ou de naines brunes.

Depuis 2022, le télescope spatial *James Webb* (JWST) mène une campagne d'observations sans précédent de ce système. Grâce à sa sensibilité et à ses instruments infrarouges, il peut analyser la lumière des planètes lorsqu'elles passent devant ou derrière leur étoile, afin de détecter la présence éventuelle d'une atmosphère.

Les premiers résultats sont riches d'enseignements. Pour les 2 planètes les plus proches de l'étoile, **TRAPPIST-1 b** et **c**, les observations suggèrent l'absence d'une atmosphère dense, probablement balayée par le rayonnement intense de l'étoile. Toutefois, une enveloppe ténue, comparable à celle de Mars, reste possible pour la **planète c**.

Pour les planètes plus éloignées, JWST n'a pas encore tranché la question cruciale de la présence d'atmosphères capables de retenir la chaleur et, peut-être, de soutenir la vie. Les premiers résultats concernant **TRAPPIST-1 e**, la plus prometteuse du système selon les modèles, ont néanmoins révélé de possibles indices d'une atmosphère riche en azote et en méthane. De nouvelles données, actuellement en cours d'acquisition, permettront de confirmer ou non cette détection. En cas de confirmation, la probabilité que **TRAPPIST-1 e** soit habitable s'en trouverait fortement accrue.

Cette recherche marque un jalon historique: c'est la première fois que l'humanité tente de sonder directement l'atmosphère de planètes de taille terrestre, en quête de signes de conditions habitables. TRAPPIST-1 illustre ainsi la pertinence de la stratégie initiée par TRAPPIST, puis amplifiée par SPECULOOS: identifier des systèmes compacts autour de petites étoiles, dont les planètes sont accessibles aux grands instruments du présent et du futur.

MAIS ENCORE…

La Chine souhaite construire une centrale solaire spatiale produisant en un an l'équivalent énergétique des réserves mondiales de pétrole

La Chine a annoncé un projet visant à construire une gigantesque centrale solaire spatiale d'1 km de large, pouvant produire en un an l'équivalent en énergie de la quantité totale de pétrole disponible sur Terre. Elle sera lancée en orbite géostationnaire pièce par pièce à l'aide de la nouvelle fusée superlourde réutilisable *Longue Marche-9* et serait aussi importante que le barrage hydroélectrique chinois des Trois Gorges (le plus grand au monde).

***Unseenlabs* a lancé avec succès son satellite BRO-18 le 23 juin, à bord de la mission *Transporter-14* de *SpaceX*, depuis la base de Vandenberg Space Force, en Californie**

Cette nouvelle mise en orbite renforce la constellation de détection radiofréquence (RF) développée par *Unseenlabs*, une technologie de rupture capable de localiser des navires en mer, même en l'absence de signaux AIS. Conçue et maîtrisée en France, cette solution repose sur une architecture monosatellite agile et réactive, offrant une capacité d'observation indépendante et fiable depuis l'espace. Elle permet de capter des signaux d'intérêt en temps quasi réel, avec un haut niveau de précision. BRO-18 illustre la capacité d'innovation d'un acteur français à la croisée du spatial, de la surveillance maritime et de la souveraineté technologique. Une technologie déjà déployée à l'échelle internationale, au service de la connaissance et de la sécurité en mer.

L'Inde développe ses ambitions spatiales

À l'aube d'une nouvelle ère dans l'exploration spatiale, l'Inde se positionne comme un acteur clé, prête à devenir la quatrième puissance mondiale à mener des vols habités. Dans un contexte où l'Europe débattra de son orientation future dans le domaine des vols habités lors du prochain Conseil ministériel de l'ESA, l'Inde continue d'avancer et pourrait bien doubler l'Europe !

AGENDA

Le mag scientifique

• MUMONS | MONS | JUSQU'AU 05/07/2028

Électrique !

Machine de Wimshurst, dynamo de Gramme, résonateur d'Oudin, tubes de Crookes, bobine de Ruhmkorff… qu'elles aient une esthétique à couper le souffle, des dimensions XXL, ces pièces rares vous feront frissonner d'émerveillement ! Rénovés, briqués, polis et mis sur leur 31 pour l'occasion, plus d'une cinquantaine d'objets sont exceptionnellement sortis des réserves de l'UMONS et de la Fédération Wallonie-Bruxelles pour raconter leur histoire. Pour cette expo, Pierre Gillis (physicien), Pauline Tisthoud (historienne) et Romane Duculot (historienne de l'art), ont uni leurs regards et brouillé les frontières entre sciences appliquées, sciences humaines et art pour raconter comment une force invisible a transformé – et transforme encore – notre monde. Un grand sage n'a-t-il pas dit un jour: «Comprendre le passé peut éclairer l'avenir». L'expo *Électrique !* a quelque chose d'avant-gardiste; ancrée dans l'actualité, elle ouvre le dialogue avec les experts de l'UMONS autour des enjeux et des débats transdisciplinaires du moment: quand énergie rime avec climat et environnement, géostratégie et politique.

https://mumons.be/museum/activites/electrique/

• WEX | MARCHE-EN-FAMENNE | 16-18/11/2025

Startech's Days

Les Startech's, c'est la compétition nationale des métiers techniques et technologiques. Elle voit chaque année les meilleurs apprenants et travailleurs s'affronter pour décrocher le titre de Champion de leur métier. C'est aussi le plus important événement de promotion des filières qualifiantes. Cet événement, qui se déroule sur 3 jours, s'adresse aux élèves de la 6e primaire jusqu'au supérieur; aux demandeurs d'emploi; aux enseignants et à leurs classes, ainsi qu'aux familles pour mieux accompagner leurs enfants dans un choix positif pour un avenir personnel et professionnel épanouissant. Au programme: plus de 100 ateliers et animations ludiques et pédagogiques dans les «Villages Métiers»; des compétitions en *live* devant le public dans pas moins de 31 métiers différents et des conférences organisées pour les professeurs et leurs élèves.

https://www.worldskills.be/fr/startechs-days

À LIRE

FAIRE LA PAIX AVEC NOS ÉCRANS
François Saltiel, Virginie Sassoon - *Flammarion*

Si nous ne pouvons plus vivre sans les écrans, comment apprendre à mieux vivre avec ? À l'image de l'océan, Internet est puissant, fascinant et dangereux. Ses courants bousculent nos vies, transforment nos métiers et nos repères, infiltrent nos intimités, et cela ne fait que commencer. Nous aspirons à devenir des amphibiens, capables de vivre en équilibre: un pied sur la terre ferme, l'autre plongé en conscience dans le flux numérique. En réalité, nous nous sentons submergés. Nous vous proposons une traversée, informée et sensible, pour partager nos expertises et nos expériences, celles d'un couple qui doute et grandit avec 3 enfants et 10 écrans sous leur toit. Faire la paix avec nos écrans, ce n'est pas renoncer, c'est apprendre à riposter pour préserver nos liens, et surtout, réconcilier nos cerveaux sursollicités avec la sagesse de nos corps oubliés. Le temps n'est plus à la culpabilité ni aux promesses irréalistes de déconnexion totale: sortons du sentiment d'impuissance. Nous sommes embarqués alors… naviguons !

ATHENA 373
Septembre-Octobre 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**

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**
- PAR COURRIEL À L'ADRESSE: **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

RÉDACTRICE EN CHEF
Géraldine TRAN
Ligne directe: 081 77 86 55
geraldine.tran@spw.wallonie.be

GRAPHISTE
Nathalie BODART
Ligne directe: 081 77 86 43
nathalie.bodart@spw.wallonie.be

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

ISSN 0772-4683 (P) ▪ 2736-5875 (N)

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

DESSINATEURS
Alsy, Peter Eliott, Olivier Saive, Vince

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT
Jean-François HEUSE
Inspecteur général

ÉDITEUR RESPONSABLE
Lionel BONJEAN
Directeur général

COUVERTURE
Première
Crédit: © Chalabala - stock.adobe.com

Quatrième
Crédit: © Chinsu - stock.adobe.com

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

FSC www.fsc.org MIXTE Papier | Pour une gestion forestière responsable FSC® C012447

Visitez nos sites

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

Rejoignez-nous sur

Facebook.com/magazine.athena

Formulaire d'abonnement (gratuit)

Wallonie recherche SPW

Service public de Wallonie
économie emploi recherche